

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Двухпостовая СТО городского типа. Разработка устройства для  
разборки-сборки двигателя

Студент

А.Н. Рекунов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.Р. Галиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора - директор  
института машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

В представленной выпускной квалификационной работе разрабатывается технический проект двухпостовой станции технического обслуживания легковых автомобилей для города Тольятти. В расчетно-пояснительной записке представлен выполненный технический проект станции техобслуживания и произведен подбор требуемого оборудования в рамках технологических операций, выполняемых на участке агрегатных работ.

В соответствии с тематикой работы был произведен подбор оборудования, на основе которого сформулированы техническое задание и техническое предложение на конструкторский проект устройства для сборки-разборки двигателя внутреннего сгорания, выполнены расчеты на уровне технического проекта. Результаты проделанной работы представлены на листах графической части в виде чертежей.

В соответствии с тематикой задания на конструкторскую часть, был разработан технологический процесс ремонта двигателя, на примере автомобильного двигателя ВАЗ.

Произведена оценка безопасности жизнедеятельности на агрегатном участке станции технического обслуживания. Рассчитана себестоимость нормо-часа работы на участке.

По всей работе бакалавра представлены общие выводы, оформленные в виде заключения.

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                          | 5  |
| 1 Двухпостовая СТО. Технический проект                                                            | 7  |
| 1.1 Исходные данные к проекту                                                                     | 7  |
| 1.2 Расчет трудоемкостей работ по станции и самообслуживанию<br>предприятия                       | 7  |
| 1.3 Расчет численности постов на СТО                                                              | 8  |
| 1.4 Расчет числа рабочих производственного и вспомогательного персонала                           | 11 |
| 1.5 Расчет площадей корпуса СТО, помещений, складов и стоянок                                     | 16 |
| 1.6 Участок ремонта агрегатов и двигателей – рабочий проект                                       | 18 |
| 1.6.1 Выполняемые работы и основные технологические процессы                                      | 18 |
| 1.6.2 Расчет численности работников на участке                                                    | 19 |
| 1.6.3 Инструмент и оборудование участка                                                           | 20 |
| 1.6.4 Расчет площади участка                                                                      | 21 |
| 2 Разработка конструкции устройства для разборки-сборки двигателя                                 | 24 |
| 2.1 Техническое задание на разработку конструкции устройства для<br>разборки-сборки двигателя     | 24 |
| 2.2 Техническое предложение на разработку конструкции устройства для<br>разборки-сборки двигателя | 26 |
| 2.2.1 Анализ конструкции устройства для разборки-сборки двигателя и<br>аналогов                   | 26 |
| 2.2.2 Проработка конструкции устройства для разборки-сборки двигателя                             | 29 |
| 2.2.3 Эстетические требования к конструкции                                                       | 33 |
| 2.2.4 Эргономические требования к конструкции                                                     | 34 |
| 2.3. Расчет конструкции устройства для разборки-сборки двигателя                                  | 35 |
| 2.4 Технология проведения ремонта устройства                                                      | 37 |
| 3 Технологический процесс ремонта двигателя                                                       | 40 |
| 3.1 Условия работы агрегата                                                                       | 40 |

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Наиболее характерные неисправности                                                                                                | 40 |
| 3.3 Технологический процесс разборки двигателя                                                                                        | 42 |
| 4 Безопасность и экологичность участка ремонта двигателя                                                                              | 45 |
| 4.1 Наименование объекта проектирования в рамках ВКР                                                                                  | 45 |
| 4.2 Производственные и эксплуатационные профессиональные риски                                                                        | 45 |
| 4.3 Методы и средства снижения воздействия профессиональных рисков                                                                    | 46 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности и безопасности техногенных факторов на участке                                                  | 47 |
| 4.5 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара                                                                   | 47 |
| 4.6 Обеспечение экологической безопасности на участке                                                                                 | 49 |
| 4.7 Разработка комплекса мероприятий по уменьшению отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду                      | 49 |
| 5 Расчет себестоимости нормо-часа работ в производственном подразделении предприятия                                                  | 50 |
| 5.1 Определение затрат на материальные ресурсы                                                                                        | 50 |
| 5.1.1 Определение затрат на вспомогательные и расходные материалы, требуемые для обеспечения непрерывности производственного процесса | 50 |
| 5.1.2 Определение затрат на электрическую энергию                                                                                     | 50 |
| 5.1.3 Расчет отчислений на реновацию и амортизацию основных производственных фондов производственного подразделения предприятия       | 51 |
| 5.2 Оценка затрат на заработную плату сотрудников                                                                                     | 52 |
| 5.3 Прочие расходы                                                                                                                    | 53 |
| 5.4 Расчет себестоимости нормо-часа работ в производственном подразделении предприятия                                                | 54 |
| Заключение                                                                                                                            | 55 |
| Список используемых источников                                                                                                        | 56 |

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы предложено выполнить технический проект двухпостовой СТО по обслуживанию автомобилей ВАЗ. Одной из основных задач, предлагаемых к решению в данной бакалаврской работе, является создание СТО для города и выполнение расчетов на уровне технического проекта проектируемого производственного подразделения. Методы решения данной задачи основаны на реализации всего объема знаний, который был получен за время обучения.

Одновременно с этим, отмечается наличие реальной потребности в техническом перевооружении участков и отделений предприятий автомобильного транспорта оборудованием нового поколения, как с целью интенсификации выполнения процесса ремонта, так и с целью увеличения пробега автомобилей между ремонтами, т.е. повышением качества ремонта. Решение поставленной задачи будет основываться на реализации процесса внедрения в производственный процесс не столько техники нового поколения, способной снизить время простоя автомобиля в ремонте, сколько внедрением новых технологий и нового подхода к процессу оказания услуги по ремонту автомобильного транспорта. В комплексе, весь этот подход окажет значительное влияние саму философию организации и проведения работ в сфере услуг, ориентированных на поддержание автомобильного транспорта в надлежащем техническом состоянии.

В рамках полученного задания, требуется произвести разработку планировки участка ремонта агрегатов и двигателей, на котором требуется произвести подбор необходимого технологического оборудования, исходя из того комплекса работ, которые производятся на участке в рамках технологического процесса. Решение этой задачи требует применения того комплекса знаний, который был приобретен за время обучения, но в итоге это будет способствовать появлению нового вида технологического оборудования

и новых решений в части технологической планировки производственного корпуса и участков.

В соответствии с полученным заданием, требуется произвести разработку технологии ремонта двигателя внутреннего сгорания. Задание, связанное с разработкой технологического процесса является неотъемлемой частью подготовки бакалавра и позволяет реализовывать полученные знания на практике.

Также необходимо произвести анализ факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности, как на отдельно рассматриваемом участке, в рамках осуществления технологического процесса, так и на станции технического обслуживания в целом. Экономическая эффективность по проделанной работе в части технологического и конструкторского проектирования, также должна быть рассмотрена в соответствующем разделе.

# 1 Двухпостовая СТО. Технический проект

## 1.1 Исходные данные для расчета

Назначение станции технического обслуживания: техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Численность проживающих в районе жителей, $A_{ж}$ :                | 4000  |
| Численность автомобилей на 1000 жителей, $n$ :                     | 320   |
| Средний годовой пробег автотранспорта, $L_{г}$ :                   | 15000 |
| Количество заездов автотранспорта для УМР за год, $d_{у}$ :        | 20    |
| Количество рабочих дней в году, $D_{раб}$ :                        | 255   |
| Длительность рабочей смены, $t_{см}$ :                             | 8     |
| Число постов на станции технического обслуживания                  | 2     |
| Ориентировочная трудоемкость на СТО, исходя из числа постов, чел-ч | 10114 |
| Число смен на станции, $c$ :                                       | 2     |
| Размеры автомобиля, предполагаемые в планировке, мм:               |       |
| длина                                                              | 4320  |
| ширина                                                             | 1960  |
| высота                                                             | 1655  |

## 1.2 Расчет трудоемкостей работ по станции и самообслуживанию предприятия

Коэффициент  $k_{пр}$  принимается исходя из принятого числа постов на станции технического обслуживания:

$$k_{пр} = 0,8$$

Тогда трудоемкость обслуживания автомобиля, нормативная, рассчитывается следующим образом:

$$t = 2,7 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 2,38, \text{ чел-ч}$$

Произведем расчёт годового объема работ по ТО и ТР:

$$T_{\text{СТО}} = (N_{\text{СТО}} \cdot L_{\Gamma} \cdot t) / 1000$$

$$T_{\text{СТО}} = (302 \cdot 15000 \cdot 2,38) / 1000 = 10781,4 \text{ чел-ч}$$

Произведем расчет годового объема уборочно-моечных работ:

$$T_{\text{УМР}} = N_{\text{УМР}} \cdot d_{\text{У}} \cdot t_{\text{УМР}},$$

где  $t_{\text{УМР}} = 0,17$  чел-ч - трудоемкость проведения УМР, чел-ч

$$T_{\text{УМР}} = 302 \cdot 20 \cdot 0,17 = 1026,8 \text{ чел-ч}$$

Годовой объем работ по самообслуживанию СТО рассчитывается как:

$$T_{\text{сам}} = (T_{\text{СТО}} + T_{\text{УМР}} + T_{\text{нн}}) \cdot k_{\text{с}},$$

где  $k_{\text{с}} = 0,15$  – коэффициент учета работ по самообслуживанию предприятия

$$T_{\text{сам}} = (10781,4 + 1026,8 + 0) \cdot 0,15 = 1771,23 \text{ чел-ч}$$

### 1.3 Расчет численности постов на СТО

Число постов станции технического обслуживания во втором приближении рассчитывается, исходя из режима работы:

$$X_2 = (0,6 \cdot T_{\text{СТО}}) / (D_{\text{РАБ}} \cdot t_{\text{СМ}} \cdot c)$$

$$X_2 = (0,6 \cdot 10781,4) / (255 \cdot 8 \cdot 2) = 1,6$$

Окончательно для станции принимаем число рабочих постов:  $X_2 = 2$  поста.

Распределение объемов работ по видам, по цехам и постам представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Распределение трудоемкости по видам работ

| Виды работ на СТО                               | % на вид работ | Постовые работы | Цеховые работы | T, общая, чел-ч | Tп, чел-ч | Tцех, чел-ч |
|-------------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------|-------------|
| Диагностика транспортных средств                | 15             | 100             | -              | 1617,2          | 1617,2    | -           |
| Полнообъемное ТО                                | 25             | 100             | -              | 2695,4          | 2695,4    | -           |
| Смазочно-заправочные работы                     | 5              | 100             | -              | 539,1           | 539,1     | -           |
| Углы установки колес, регулировка и диагностика | 24             | 100             | -              | 2587,5          | 2587,5    | -           |
| Обслуживание тормозной системы                  | 2              | 100             | -              | 215,6           | 215,6     | -           |



Продолжение таблицы 1.1

|                                        |     |    |     |         |        |        |
|----------------------------------------|-----|----|-----|---------|--------|--------|
| Работы по системе электрики автомобиля | 3   | 80 | 20  | 323,4   | 258,8  | 64,7   |
| Обслуживание топливной системы         | 3   | 70 | 30  | 323,4   | 226,4  | 97,0   |
| Работы по аккумулятору                 | 2   | 10 | 90  | 215,6   | 21,6   | 194,1  |
| Работы по шинам                        | 1   | 30 | 70  | 107,8   | 32,3   | 75,5   |
| Ремонт ДВС и агрегатов                 | 10  | 50 | 50  | 1078,1  | 539,1  | 539,1  |
| Слесарные и механические работы        | 10  | -  | 100 | 1078,1  | -      | 1078,1 |
| ИТОГО:                                 | 100 |    |     | 10781,4 | 8732,9 | 1983,8 |

Расчёт числа постов по каждому виду проводится :

$$x = (T_{\Pi} \cdot \varphi \cdot \eta) / (D_{\text{РАБ}} \cdot t_{\text{СМ}} \cdot P_{\text{СР}}),$$

где  $T_{\Pi}$  - объем постовых работ по видам (из Таблица 1.1);

$\varphi$  - коэффициент неравномерного поступления транспорта;

$\eta$  - коэффициент загрузки поста;

$P_{\text{СР}}$  - среднее число рабочих на посту;

Результаты расчета числа постов по видам работ сведем в таблицу 1.2

Таблица 1.2 - Результаты расчета числа постов по видам работ

| Виды работ                                      | $\varphi$ | $\eta$ | $T_{\Pi}$ | $P_{\text{СР}}$ | $x$  |
|-------------------------------------------------|-----------|--------|-----------|-----------------|------|
| Диагностика транспортных средств                | 1,05      | 0,9    | 1617,2    | 1               | 0,37 |
| Полнообъемное ТО                                | 1,05      | 0,97   | 2695,4    | 2               | 0,34 |
| Смазочно-заправочные работы                     | 1,1       | 0,97   | 539,1     | 1               | 0,14 |
| Углы установки колес, регулировка и диагностика | 1,1       | 0,9    | 2587,5    | 1               | 0,63 |
| Обслуживание тормозной системы                  | 1,1       | 0,9    | 215,6     | 2               | 0,03 |
| Работы по системе электрики автомобиля          | 1,1       | 0,97   | 226,4     | 1               | 0,06 |
| Работы по шинам                                 | 1,15      | 0,97   | 32,3      | 1               | 0,01 |
| Ремонт ДВС и агрегатов                          | 1,05      | 0,97   | 539,1     | 1               | 0,13 |
| ВСЕГО                                           |           |        |           |                 | 1,71 |

Произведем группировку постов по зонам. Результаты группировки представим в виде таблицы 1.3.

Таблица 1.3 - Группировка постов по зонам

| Порядок группировки    | Виды работ | х |
|------------------------|------------|---|
| 1+4·0,2+5+6·0,2        | Д          | 1 |
| 2+3+6·0,3              | ТО         |   |
| 4·0,8+6·0,5+7+8+11·0,2 | ТР         | 1 |
| ИТОГО                  |            | 2 |

Рассчитаем число постов уборочно-моечных работ:

$$X_{\text{ymp}} = (N_c \cdot \varphi) / (T_{\text{об}} \cdot A_y \cdot \eta),$$

где  $N_c$  - число заездов на мойку в сутки, авт;

$$N_c = N_{\text{СТО}} \cdot d_y \cdot D_{\text{раб}}$$

$$N_c = 302 \cdot 20 / 255 = 24 \text{ авт}$$

$\varphi = 1,1$  - коэффициент неравномерности поступления автомобилей ;

$T_{\text{об}} = 16$  час - суточная продолжительность работы уборочно-моечного участка;

$A_y = 2$  авт - производительность моечной установки, авт/ч;

$\eta = 0,95$  - коэффициент неравномерной загруженности поста

$$X_{\text{ymp}} = (24 \cdot 1,1) / (16 \cdot 2 \cdot 0,95) = 0,9$$

Количество постов уборочно-моечных работ, согласно проведенному расчету принимается в количестве одного рабочего поста.

Расчет количества постов ожидания производится из соотношения их числа к числу рабочих постов СТО, согласно методики расчета принимается 2 места на один пост.

$$X_{\text{хр}} = 2 \cdot x$$

$$X_{\text{хр}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ поста}$$

Количество мест на открытой стоянке определяется из соотношения их числа к числу рабочих постов СТО, согласно методики расчета принимается 3 места на один пост.

$$X_{oc} = 3 \cdot x$$

$$X_{oc} = 3 \cdot 2 = 6 \text{ постов}$$

#### 1.4 Расчет числа рабочих производственного и вспомогательного персонала

Рассчитаем штатную численность рабочих:

$$P_{шт} = T / \Phi,$$

где Т - трудоемкость работ разного вида

Явочная численность рабочих:

$$P_{яв} = P_{шт} \cdot \eta_{шт},$$

$\eta_{шт}$  - коэффициент штатности

Таблица 1.4 - Расчет числа рабочих

| Виды работ                                      | Φ, чел-ч | ηшт  | Т, чел-ч | Ршт, чел | Ряв, чел |
|-------------------------------------------------|----------|------|----------|----------|----------|
| Диагностика транспортных средств                | 1840     | 0,9  | 1617,2   | 0,9      | 1        |
| Полнообъемное ТО                                | 1840     | 0,97 | 2695,4   | 1,5      | 2        |
| Смазочно-заправочные работы                     | 1840     | 0,97 | 539,1    | 0,3      |          |
| Углы установки колес, регулировка и диагностика | 1840     | 0,9  | 2587,5   | 1,4      | 1        |
| Обслуживание тормозной системы                  | 1840     | 0,9  | 215,6    | 0,1      |          |
| Работы по системе электрики автомобиля          | 1840     | 0,95 | 323,4    | 0,2      | 1        |
| Обслуживание топливной системы                  | 1840     | 0,97 | 323,4    | 0,2      |          |
| Работы по аккумулятору                          | 1840     | 0,97 | 215,6    | 0,1      |          |
| Работы по шинам                                 | 1840     | 0,97 | 107,8    | 0,1      |          |

Продолжение таблицы 1.4

|                                 |      |      |        |     |   |
|---------------------------------|------|------|--------|-----|---|
| Ремонт ДВС и агрегатов          | 1840 | 0,9  | 1078,1 | 0,6 | 2 |
| Слесарные и механические работы | 1840 | 0,97 | 1078,1 | 0,6 |   |
| ВСЕГО                           |      |      |        |     | 7 |

Произведем комплексный расчет каждого производственного участка:

Участок диагностики и технического обслуживания транспортных средств.

Посты диагностирования и ТО предназначаются для осуществления комплекса работ, связанных с обеспечением поддержания подвижного состава в исправном техническом состоянии.

Количество постов на участке – 1 пост (см. Таблица 1.3), из которых: 1 пост – универсальный пост, оснащенный роликовым стендом диагностирования состояния тормозной системы, располагаемый на осмотровой канаве.

Годовой объем работ участка диагностики и ТО: 4499,62 + 3318,19 чел-ч.

На участке работает три человека, один из которых – мастер диагност, два других – слесари по обслуживанию автомобиля 5 разряда.

Площадь участка определяется исходя из площади автомобиля и площади, занимаемой технологическим оборудованием.

$$F_d = f_a \cdot x \cdot k_p,$$

где  $f_a = 8,4 \text{ м}^2$  - площадь, занимаемая автомобилем

$k_p = 4,0$  - коэффициент плотности расстановки оборудования

$$F_d = 8,4 \cdot 1 \cdot 4 = 33,5 \text{ м}^2$$

Участок текущего и мелкосрочного ремонта.

Назначение участка текущего ремонта состоит в проведении работ по устранению неисправностей автомобилей, возникающих в процессе эксплуатации и проведении комплекса планово-предупредительных работ, связанных с заменой узлов и агрегатов.

Исходя из группировки постов, распределяются все работы по конкретным постам.

Количество постов текущего ремонта - 1 (см. Таблица 1.4), пост универсальный, на котором производятся все виды работ, связанные с ремонтом автомобилей, а также шинные работы. Пост оснащается 2-х стоечным подъемником.

Годовой объем работ участка ТР: 612,17 чел-ч.

Численность рабочих:

$$Ршт = 612,2 / 1840 = 0,3$$

Явочная численность принимается в количестве одного человека.

Площадь участка определяется исходя из площади автомобиля и площади, занимаемой технологическим оборудованием.

$$F_{тр} = f_a \cdot x \cdot k_p,$$

где  $f_a = 8,4 \text{ м}^2$  - площадь, занимаемая автомобилем

$k_p = 4,0$  - коэффициент плотности расстановки оборудования

$$F_{тр} = 8,4 \cdot 1 \cdot 4 = 33,5 \text{ м}^2$$

Участок ремонта агрегатов и двигателей.

Участок предназначен для проведения комплекса работ по демонтированным с автомобиля узлов и агрегатов, связанных с восстановлением их работоспособности путем замены, либо восстановления изношенных деталей.

Годовой объем работ участка агрегатно-моторного отделения: 539,07 чел-ч.

Численность рабочих:

$$Ршт = 539,1 / 1840 = 0,3$$

Явочная численность принимается в количестве одного человека.

Исходя из удельной площади, приходящейся на рабочего, определили площадь данного участка.

$$F_{\text{агр}} = f \cdot R_{\text{шт}},$$

где  $f = 20 \text{ м}^2$  - площадь, приходящаяся на одного рабочего

$$F_{\text{агр}} = 20 \cdot 1 = 20$$

Участок обслуживания электрики, топливной аппаратуры и ремонта шин.

Отделение объединяет в себе работы по нескольким видам работ: работы, связанные с обслуживанием камерных и бескамерных шин, дисков колес; работы, связанные с ремонтом и обслуживанием топливной аппаратуры; работы, связанные с ремонтом и обслуживанием узлов электросистемы автомобиля.

Годовой объем работ в отделении: 970,2 чел-ч.

Численность рабочих:

$$R_{\text{шт}} = 970,2 / 1840 = 0,5$$

Численность рабочих принимается в количестве 1 человек.

Исходя из удельной площади, приходящейся на рабочего, определили площадь данного участка.

$$F_{\text{ш}} = f \cdot R_{\text{шт}},$$

где  $f = 20 \text{ м}^2$  - площадь, приходящаяся на одного рабочего

$$F_{\text{ш}} = 20 \cdot 1 = 20,0 \text{ м}^2$$

Слесарно-механическое отделение

В отделении выполняются работы, связанные со слесарной обработкой деталей автомобиля.

Годовой объем работ слесарно-механического отделения: 1078,1 чел-ч.

Численность рабочих:

$$R_{\text{шт}} = 1078,1 / 1840 = 0,6$$

Численность рабочих принимается в количестве 1 человека.

Исходя из удельной площади, приходящейся на рабочего, определили площадь данного участка.

$$F_{\text{ш}} = f \cdot R_{\text{шт}},$$

где  $f = 20 \text{ м}^2$  - площадь, приходящаяся на одного рабочего

$$F_{\text{ш}} = 20 \cdot 1 = 20,0 \text{ м}^2$$

Расчет штатной численности рабочих по постам и участкам сведем в таблицу 1.5

Таблица 1.5 - Расчет штатной численности рабочих по постам и участкам

| Виды работ                                                         | На постах | В цехах |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
| Диагностика транспортных средств                                   | 2,4       | -       |
| Полнообъемное ТО                                                   | 0,8       | -       |
| Текущий ремонт                                                     | 0,3       | -       |
| Участок ремонта агрегатов и двигателей                             | -         | 0,3     |
| Участок обслуживания электрики, топливной аппаратуры и ремонта шин | -         | 0,5     |
| Слесарно-механическое отделение                                    | -         | 0,6     |
| ВСЕГО                                                              | 4,9       |         |

Распределение вспомогательного персонала следующее (Таблица 1.6):

Таблица 1.6 - Распределение вспомогательного персонала

| Виды работ                                          | Р, % | Ряв, чел. |
|-----------------------------------------------------|------|-----------|
| Ремонт и обслуживание технологического оборудования | 45   | 1         |
| Транспортные работы                                 | 8    | 1         |
| Перемещение подвижного состава                      | 10   |           |
| Приём, хранение и выдача материальных ценностей     | 12   |           |
| Уборка территории                                   | 8    | 1         |
| Уборка производственных помещений                   | 7    |           |
| Обслуживание вспомогательного оборудования          | 10   |           |
| Итого                                               | 100  | 3         |

Численность вспомогательного персонала рассчитывается исходя из количества постов. Для проектируемого СТО с числом постов, равным двум, принимается следующее количество вспомогательного персонала, таблица 1.7).

Таблица 1.7 - Распределение персонала по функциям

| Наименование функций персонала управления           | Численность персонала |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Общее руководство СТО                               | 1                     |
| Технико-экономическое планирование                  |                       |
| Организация труда и заработной платы                | 1                     |
| Бухгалтерский учёт и финансовая деятельность        |                       |
| Комплектование и подготовка кадров                  |                       |
| Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание |                       |
| Материально-техническое снабжение                   | 1                     |
| Производственно-техническая служба                  |                       |
| Младший обслуживающий персонал                      | 1                     |
| Пожарно-сторожевая охрана                           |                       |
| Всего                                               | 4                     |

#### 1.5 Расчет площадей корпуса СТО, помещений, складов и стоянок

«Для расчёта размеров производственного корпуса принимается единый норматив производственной площади в размере 120 м<sup>2</sup>». [13]

$$F_{пк} = x \cdot 120$$

$$F_{пк} = 2 \cdot 120 = 240 \text{ м}^2$$

Площадь производственных подразделений:

$$F_{пп} = f \cdot R_{шт},$$



где  $f = 20$  - площадь, приходящаяся на одного рабочего

$$F_{пп} = 20 \cdot 5,5 = 110,0 \text{ м}^2$$

Площадь складов и стоянок:

Площадь зоны хранения или стоянки автомобилей определяется по формуле:

$$F_{ст} = f_a \cdot X_{ст} \cdot k_{п},$$

где  $X_{ст}$  - число постов стоянки автомобилей

$$X_{ст} = X_{хр} + X_{ос}$$

$$X_{ст} = 6 + 9 = 15,0$$

$k_{п} = 2,5$ - коэффициент плотности расстановки автомобилей

$$F_{ст} = 8,4 \cdot 15 \cdot 2,5 = 314,4 \text{ м}^2$$

Таблица 1.9 - Расчет площади складов

| Наименование склада                             | Ед. площадь, м <sup>2</sup> | Площадь, м <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Склад запчастей и агрегатов                     | 3,2                         | 15,6                    |
| Лакокрасочных, смазочных материалов и химикатов | 3,5                         | 12,5                    |
| Склад кислорода и ацетилен                      | 1                           | 3,0                     |

Станция технического обслуживания располагается в отдельно стоящем здании промышленного типа. Площадь помещения образуется стенами, собранными из стеновых панелей на стальном несущем каркасе. Помещение разделено перегородками на несколько объемов – постовые работы, складское помещение и цеховые работы.

Планировка производится исходя из необходимости размещения имеющегося оборудования, а также организации рабочих мест и мест стоянки транспорта.

Наиболее рациональной представляется планировка, в которой оборудование будет располагаться вдоль стен, оставляя свободным центральный проход. Оборудование будет сгруппировано по технологическим

признакам, оборудование задействованное на схожих работах располагается вместе.

Посты – универсальные, имеют тупиковое расположение, что наиболее удобно при малой годовой производственной программе.

Компрессор располагается в отдельном помещении. Здесь его размещение продиктовано соображениями безопасности производства работ, а также фактором шума, который он производит во время работы.

Покрытие пола станции технического обслуживания – кафельная плитка. Отделка стен и потолков – акриловая негорючая краска.

На участках имеется подвод электропитания от одно- и трехфазной сети. Имеется подвод сжатого воздуха.

Освещение постов и участков осуществляется люминисцентными лампами, имеются оконные проемы для доступа естественного света и обеспечения притока свежего воздуха в помещение. Участки, где производится работа с испаряющимися и едкими веществами оборудованы вытяжкой.

## 1.6 Участок ремонта агрегатов и двигателей – рабочий проект

### 1.6.1 Выполняемые работы и основные технологические процессы

В рабочем проекте мы рассматриваем участок ремонта агрегатов и двигателей. Этот участок располагается в корпусе СТО, на участке осуществляется работы по ремонту двигателей, узлов и агрегатов, снятых с автомобиля. Для простоты перемещения габаритных агрегатов, данный участок располагается в непосредственной близости от поста текущего ремонта, где производится технологическая операция демонтажа агрегатов. Рядом расположен слесарно-механический участок.

На участке осуществляются следующие виды работ, относящиеся к капитальному ремонту двигателя:

- проведение работ, связанных с разборкой-сборкой двигателя: проведение разборки-сборки цилиндро-поршневой группы, проведение

разборки-сборки поршневой группы, проведение разборки-сборки поршней, проведение разборки-сборки коленчатого вала, проведение разборки-сборки механизма газораспределения, работа с генераторной установкой, проведение монтажа-демонтажа топливного фильтра, проведение монтажа-демонтажа по механизму регулирования подачи топлива, проведение разборки-сборки масляного насоса, и др.

- проведение дефектовки и комплектации деталей двигателя: промерка диаметра цилиндра по внутреннему диаметру в трех поясах, измерение диаметра технических отверстий блока, визуальный контроль на предмет наличия трещин, сколов, раковин, проведение осмотра поршней на наличие повреждений, измерение геометрии поршня, измерение толщин канавок под кольца, проведение осмотра втулок и стержней и др.

#### 1.6.2 Расчет численности работников на участке

На участке ремонта агрегатов и двигателей численность рабочих определена ранее, на участке работает один человек.

Участок ремонта двигателя и агрегатов располагается в обособленно выгороженном помещении, являющимся частью общего объема общей планировки корпуса СТО.

Работник, находящийся на участке, выполняет следующие виды работ, связанные с проведением технического обслуживания и ремонта агрегатов и двигателя:

- Проведение сборочно-разборочных работ по узлам, агрегатам и двигателю;
- Проведение дефектации деталей агрегатов и двигателя автомобиля;
- Подбор и комплектация отдефектованных агрегатов новыми деталями;
- Восстановление базовых деталей;

Для проведения всех операций технологического процесса необходимо наличие соответствующего оборудования, причем оборудование должна иметь

универсальные характеристики, которые позволили бы применять его для проведения ремонтных работ по агрегатам и двигателям различных производителей.

Заданием на выполнение выпускной квалификационной работы будет являться проектирование устройства, применяемого для разборки и сборки двигателя, который будет являться частью комплекта оборудования, расположенного на участке.

Режим работы персонала:

Время начала работы – 8.00

Обеденный перерыв – 12.00-13.00

Окончание рабочего дня – 17.00

Списочный состав персонала приводится в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Персонал участка ремонта двигателя и агрегатов

| Наименование работника            | Численность,<br>чел | Фонд<br>рабочего<br>времени,<br>чел-час | Оклад, руб/мес |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|----------------|
| Слесарь по ремонту<br>автомобилей | 1                   | 1840                                    | 25 000         |

### 1.6.3 Инструмент и оборудование участка

Для осуществления необходимого техпроцесса на участке ремонта двигателя и агрегатов будет размещаться оборудование, перечисленное в таблице 1.11:

Таблица 1.11 – Оборудование участка

| Оборудование, оснастка              | Марка | Количество,<br>ед. | Площадь,<br>м <sup>2</sup> |
|-------------------------------------|-------|--------------------|----------------------------|
| Шкаф для инструмента и оборудования | б/н   | 2                  | 0,90                       |
| Слесарный верстак                   | б/н   | 2                  | 1,26                       |

Продолжение таблицы 1.11

|                                                      |             |   |       |
|------------------------------------------------------|-------------|---|-------|
| Стеллаж                                              | МС-800      | 1 | 2,20  |
| Поддон для хранения ДВС                              |             | 1 | 1,40  |
| Стенд проверки герметичности блоков и головок блоков |             | 1 | 1,70  |
| Стенд контроля геометрии ЦПГ                         | 357843      | 1 | 0,40  |
| Плита контроля геометрии коленвала                   |             | 1 | 0,60  |
| Тележка транспортировочная                           |             | 1 | 1,65  |
| Кантователь ДВС и агрегатов                          | самоизгот.  | 1 | 0,80  |
| Пресс механико-гидравлический                        | Р-338       | 1 | 0,80  |
| Плита контроля плоскостности блока и головки блока   |             | 1 | 1,70  |
| Ванна для очистки деталей                            | Ignico      | 1 | 1,20  |
| Электрогайковерт                                     | DeWalt 1200 | 1 | -     |
| ИТОГО                                                |             |   | 14,61 |

Кроме указанного оборудования, на участке находятся необходимые слесарные инструменты, динамометрический ключ, мерительный инструмент и материалы, используемые в ремонте агрегатов и двигателей.

#### 1.6.4 Расчет площади участка

Площадь участка определяется исходя из площади оборудования, расположенного на участке:

$$S = S_{об} \cdot k_n,$$

где  $S_{об}$  – площадь оборудования, расположенного на участке;

$k_n = 4,5$  – коэффициент плотности расстановки оборудования

$$S = 14,61 \cdot 4,5 = 65,75 \text{ м}^2$$

## 2 Разработка конструкции устройства для разборки-сборки двигателя

### 2.1 Техническое задание на разработку конструкции устройства для разборки-сборки двигателя

Настоящее техническое задание устанавливает требования технического характера к проектируемому устройству для разборки-сборки двигателя, состоящему из конструкции и технической документации на устройства для разборки-сборки двигателя - далее по тексту «устройство».

Основанием для разработки конструкции прицепа является потребность в оснащении проектируемого участка оборудованием, отвечающим современным требованиям, предъявляемым к технике, используемой для проведения ремонта, а также потребность в оборудовании, обеспечивающем универсальность технического обслуживания.

Требуется произвести разработку устройства для разборки, сборки двигателя, обеспечивающим его кантовку при помощи механического привода и адаптируемому к другим габаритным агрегатам автомобиля, таким как коробка передач и редуктор моста. Устройство должно иметь возможность крепления различных агрегатов к поворотному узлу. Устройство должно быть оснащено механизмом, обеспечивающим подгонку и адаптацию высоты расположения агрегата к высоте проведения работ, удобных для конкретного агрегата, исходя из его габаритных характеристик. В качестве механизма кантовки рекомендуется использовать электромеханический привод. Устройство будет располагаться стационарно, поэтому в конструкции должна быть предусмотрена возможность ее фиксации к полу цеха.

Технические характеристики проектируемого устройства приводятся в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики проектируемого устройства

| Технические характеристики                  | Значения                                                                                                  |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Масса кантуемого агрегата, кг,              | не более 100                                                                                              |
| Собственная масса устройства, кг,           | не более 90                                                                                               |
| Частота вращения привода кантовки, об/мин   | 4,0                                                                                                       |
| Мощность привода, кВт, не более:            | 0,8                                                                                                       |
| Габаритные размеры устройства, мм, не более | 700x550x1200                                                                                              |
| Погрузочная высота, мм, не более            | 1000                                                                                                      |
| Изменение высоты, мм, не менее              | 150                                                                                                       |
| Адаптация к агрегатам:                      | Двигатель<br>Коробка передач<br>Раздаточная коробка<br>Редуктор заднего моста<br>Редуктор переднего моста |

Эргономические показатели:

Эргономика проектируемого устройства должна соответствовать требованиям, предъявляемым к транспортным средствам в соответствии с ГОСТ 20.39.108-85. «Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора».[22]

Эстетические требования:

Внешняя форма устройства должна отвечать требованиям технической эстетики и информировать о функциональном характере изделия. По необходимости следует избегать острых и выступающих углов, требуется окрасить устройство в цвет, характерный для подобных технологических объектов, например оранжевый, либо желтый. Раму устройства требуется окрасить в черный цвет. Чрезмерно выступающие за габариты узлы и детали не приемлемы, если это не обеспечивает функциональных характеристик

устройства. Внешний вид устройства должен быть продиктован соображениями технической компоновки элементов конструкции в единое целое.

Условия эксплуатации:

Устройство предназначено для эксплуатации в закрытых отапливаемых помещениях с твердым покрытием. Для обеспечения безопасности и эффективности функционирования устройства необходимо проводить его техническое обслуживание с интервалами не менее 1 раза в 12 месяцев. Техническое обслуживание заключается в контроле работоспособности электромеханического привода и в замене технологических жидкостей. Отдельные части конструкции устройства должны иметь возможность демонтажа для облегчения доступа к его силовым элементам. Для антикоррозионной защиты все металлические детали должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Транспортировка устройства производится в собранном виде, при отсоединенном механизме кантовки.

Предполагаемая себестоимость, не более: 55 000 руб

Срок рентабельности: 2,42 года

Конструкторская и техническая документация на различных этапах проектирования должна согласовываться с руководителем и консультантами по ВКР.

2.2 Техническое предложение на разработку конструкции устройства для разборки-сборки двигателя

2.2.1 Анализ конструкции устройства для разборки-сборки двигателя и аналогов

Получено техническое задание на разработку конструкции устройства для разборки-сборки двигателя, в дальнейшем «устройство». Его конструкционный тип относится к категории технических устройств, предназначенных для механизации технологического процесса ремонта



двигателя и агрегатов. Проектирование устройства следует начать с обзора аналогов, производимых промышленностью России и зарубежных стран, с целью выявления общих технических решений, характерных для конструкции устройств подобного вида.

Одним из прототипов будет являться кантователь MATRIX, 56725 (Германия), рисунок 2.1.



Рисунок 2.1 – Кантователь двигателя и КПП MATRIX, 56725 (Германия)

Кантователь предназначается для проведения ремонтных работ по двигателю и коробке передач массой до 500 кг. Стенд обладает возможностью фиксации в 8 положениях и осуществлять позиционирование в пределах 360°. Высота опорной тележки позволяет свободно ей проезжать под днищем автомобиля, благодаря чему кантователь можно располагать вплотную к моторному отсеку автомобиля.

Кантователь двигателя и КПП используется для следующих видов работ:

- Проведение сборочно-разборочных и ремонтных работ по агрегатам и двигателю автомобиля.
- Осуществление транспортировки двигателя автомобиля непосредственно к месту его монтажа;

– Осуществление кантовки двигателя, в соответствии с проведением технологического процесса.

Другим аналогом будет являться устройство для сборки-разборки двигателя для двигателя СТ-A1157, представленное на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 - Кантователь для двигателя СТ-A1157

Кантователь двигателя с редуктором:

- Кантователь предназначен для сборки-разборки агрегатов легковых автомобилей с массой двигателя до 300 кг
- Универсальность станда обеспечивается регулируемым кронштейном для различных типов двигателей
- Червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и его фиксацию в удобном положении
- Универсальный стенд имеет подвижные опоры для транспортировки к месту ремонта и опоры для стационарной установки

На рисунке 2.3 представлен кантователь двигателя DC/WW-MG 600/V.



Рисунок 2.3 - Кантователь двигателя DC/WW-MG 600/V

Устройство для разборки двигателя DC/WW-MG 600/V предназначается для переборки двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов. Устройство универсально и может быть использовано как для ремонта двигателей, так и для проведения ремонтных работ по коробкам передач массой до 500 кг. Устройство может перемещаться с закрепленным на нем двигателем. Стенд оснащен самотормозящимся редуктором, позволяющим осуществлять фиксацию двигателя в любом положении при его кантовке. Присутствует возможность поворота закрепленного агрегата на 360 градусов. Конструкция оснащается стойкой для масла и инструмента.

Таблица 2.2 - Технические характеристики устройства:

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Длина стенда, мм                | 1060 |
| Ширина стенда, мм               | 790  |
| Высота стенда, мм               | 900  |
| Максимальная масса агрегата, кг | 500  |
| Диаметр крепежного фланца, мм   | 200  |
| Собственный вес конструкции, кг | 100  |

Еще одним аналогом конструкции будет являться кантователь двигателя мобильный двухстоечный, Ravaglioli R12, рисунок 2.4.



Рисунок 2.4 - Кантователь двигателя мобильный двухстоечный, Ravaglioli R12

Стенд предназначен для проведения разборочно-сборочных работ двигателей и коробок передач.

Стенд оснащен двойной вращающейся опорой с колесиками для проведения ревизии двигателей с сцеплением. Особенности конструкции стенда являются: возможность фиксации и позиционирования в пределах 360 градусов; двухсторонняя система крепления двигателя и агрегатов с возможностью регулировки ширины; мобильная конструкция стенда.

Технические характеристики устройства:

Длина стенда: 950-1350 мм.

Ширина стенда: 710 мм.

Высота стенда: 880 мм.

Вес стенда: 56 кг.

Грузоподъемность: 800 кг.

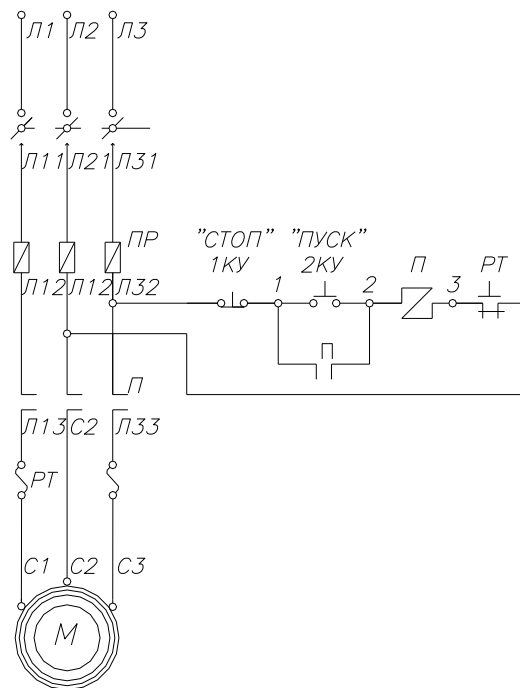
На основании рассмотренных аналогов делаем вывод о конструкции проектируемого устройства:

- конструкция стенда будет выполнена стационарным, для повышения безопасности проведения работ;
- устройство будет оснащаться электромеханическим приводом кантовки агрегата;
- устройство будет оснащаться механизмом подъема агрегата по высоте размещения;
- устройство будет иметь возможность адаптации как для кантовки двигателя, так и для кантовки агрегатов;

#### 2.2.2 Проработка конструкции устройства для разборки-сборки двигателя

При проработке возможных вариантов был учтен опыт при проектировании стендов подобного типа, также были учтены тенденции в развитии и современные разработки.

Электрическая схема устройства представлена на рисунке 2.5

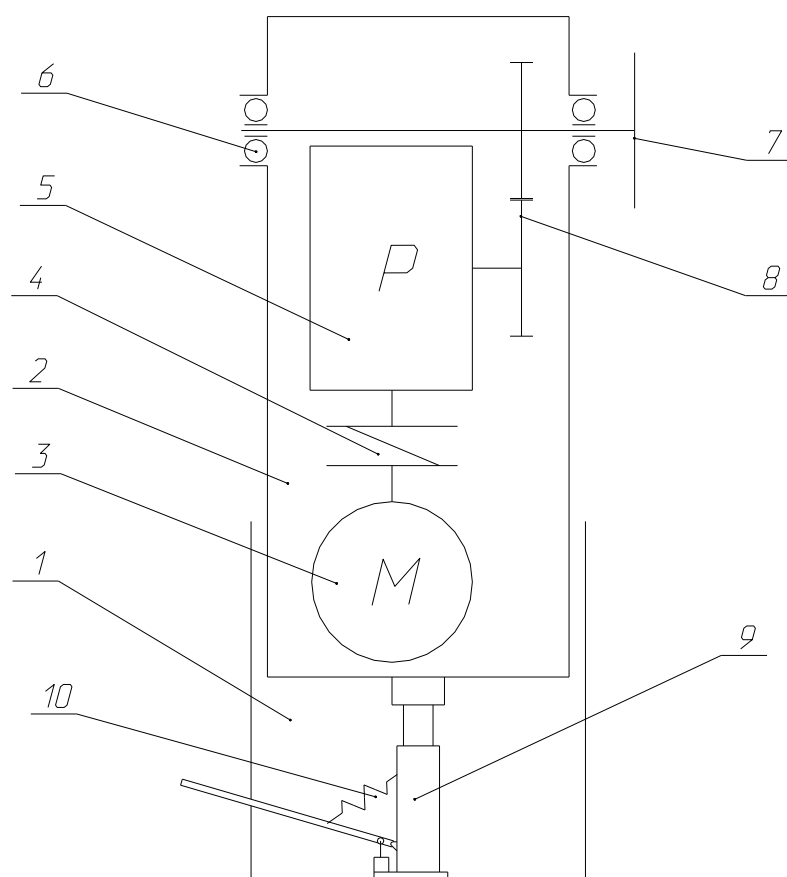


ПР – предохранительное реле; РТ – реле тепловое; П – магнитный пускатель; 1КУ, 2КУ – кнопочная станция.

Рисунок 2.5 - Электрическая схема устройства

На рисунке 2.5 представлена схема подключения двигателя устройства. Предполагается применение в конструкции электродвигателя с мощностью 0,8 кВт, поэтому, с точки зрения монтажа, схема выполняется в соответствии с мощностью. Каких-либо иных особенностей подключения схема не имеет. Электродвигатель предназначен для приведения в действие механизма поворота агрегата через червячный редуктор.

Рассмотрим кинематическую схему изделия, для выявления наиболее характерных для данного изделия разрезов, с целью их дальнейшего их анализа (рис. 2.6).



1 – фундаментная опора; 2 – рамка; 3 – двигатель привода; 4 – муфта; 5 – редуктор червячный; 6 – опорные подшипники; 7 – кантовочный фланец; 8 – зубчатая передача; 9 – подъемник; 10 – пружина.

Рисунок 2.6 – Кинематическая схема конструкции

Представленная на рисунке 2.6 конструкция в целом идентична описанной в техническом задании, с той разницей, что предложенная конструкция позволяет устранить те недостатки, которые были выявлены при проведении обзора аналогов. Регулировка по высоте осуществляется при помощи гидравлического домкрата, который двигает по направляющим фундаментной опоры рамку со смонтированными в ней двигателем и редуктором, кинематически связанных с валом фланца.

Поворот двигателя, который закрепляется на фланце, производится при помощи электродвигателя, через червячный редуктор, выбранный по причине возможности самофиксирования. Применяемый в конструкции двигатель

подключается без возможности реверсивного вращения, так как в этом случае потребовалось бы значительное усложнение и удорожание электрической части конструкции устройства, а также усложнило бы работу червячного редуктора.

На рисунке 2.7 представлен узел крепления двигателя.

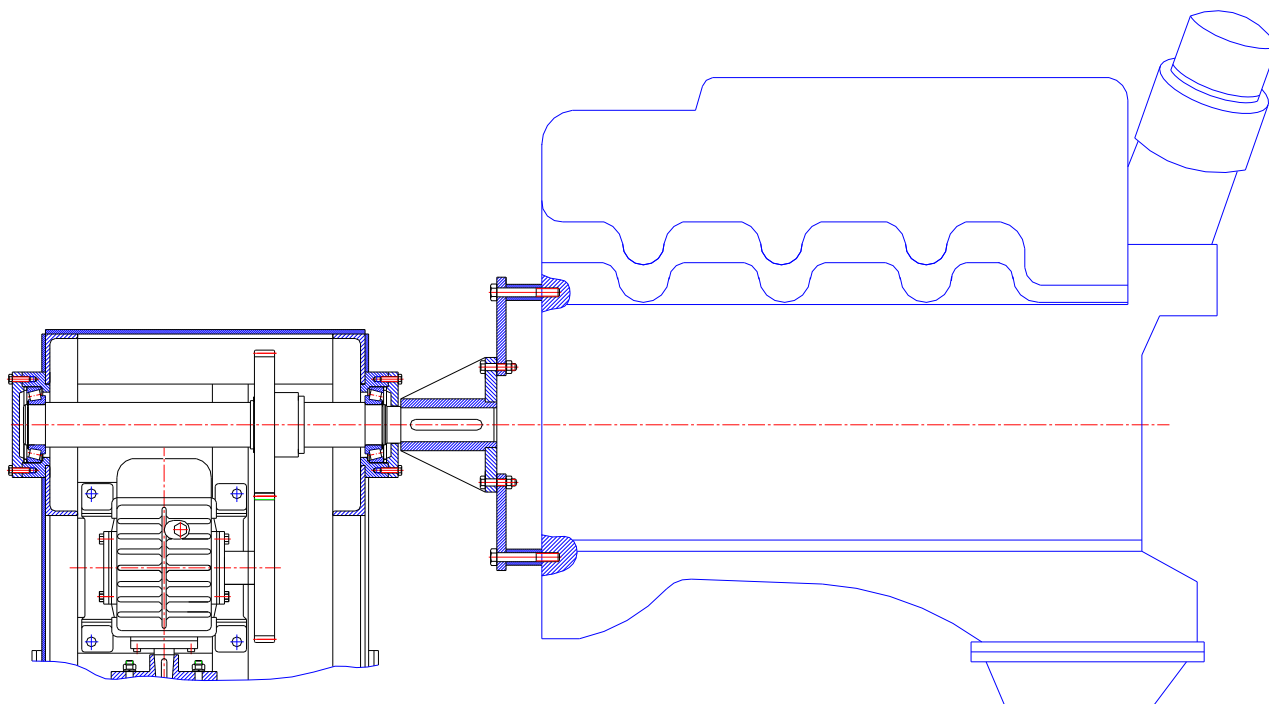


Рисунок 2.7 - Узел крепления и поворота двигателя.

Узел крепления и поворота двигателя позволяет производить поворот двигателя на стенде относительно его продольной оси. Привод производится благодаря кинематической связи между червячным редуктором и электродвигателем. Вал, к которому крепится фланцевый фиксатор, непосредственно являющийся опорой ремонтируемого агрегата или двигателя, приводится во вращение от редуктора посредством зубчатой передачи с передаточным отношением 1:1. Электродвигатель соединен с редуктором через муфту, которая также позволяет гасить рывки, возникающие при включении стенда, благодаря наличию резино-металлических вставок.

На рисунке 2.8. представлен узел регулировки стенда по высоте.



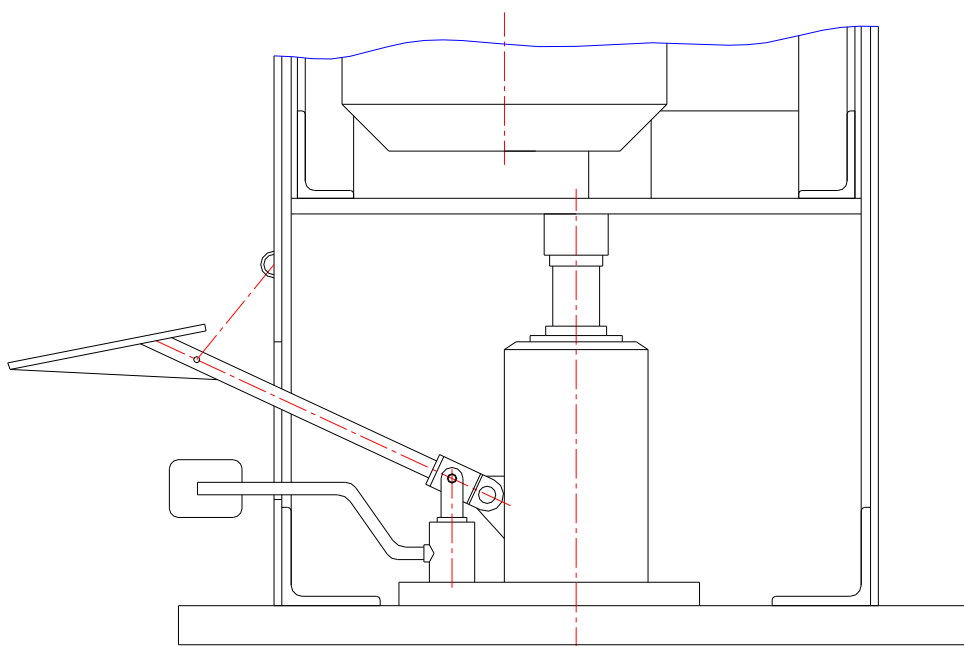


Рисунок 2.8 - Узел регулировки стенда по высоте

Узел регулировки позволяет настроить при проведении работ высоту стенда, удобную для слесаря. Регулировка производится благодаря установленному в нижней части рамы гидравлическому домкрату, грузоподъемностью до 3 т. Нижняя часть стенда представляет собой короб, по стенкам которого, как по направляющим перемещается верхняя часть со всеми механизмами. Подъем производится при накачивании давления в рабочую полость домкрата педалью. Спуск – поворотом стопорного рычага. И педаль, и рычаг подпружинены, что обеспечивает возврат их в исходное положение.

### 2.2.3 Эстетические требования к конструкции устройства

Проработка внешнего вида разрабатываемого стенда проводится для повышения привлекательности изделия, а также с целью минимизации эстетического воздействия на персонал, работающий с данным стендом.

Раму стенда следует изготовить из пространственно сваренных уголков, таким образом, чтобы они образовали пространственную конструкцию.

Силовые узлы и агрегаты следует закрыть защитными кожухами, что, во-первых, позволит исключить попадание пыли и влаги, а во-вторых, позволит повысить травмобезопасность стенда. Размещение узлов следует произвести таким образом, чтобы не создавать впечатление избыточности механизмов, но вместе с этим, составлять единое композиционное решение внешнего вида стенда.

Изделие в полной мере отражает своё функциональное предназначение, т.е. установка для проведения работ по ремонту двигателя и агрегатов и имеет все признаки своего класса. Установка имеет четко выраженные рабочие органы, т.е. фланец крепления агрегата и узлы кантовки, что подчеркивает ее функциональное предназначение, указывает на ее роль в производственном процессе.

#### 2.2.4 Эргономические требования к конструкции устройства

Немаловажное значение при проектировании любого изделия имеют его эргономические показатели, то есть его степень приспособленности к усредненным человеческим параметрам. Именно эти параметры и являются определяющими при дальнейшем внедрении изделия в производство.

Стенд предназначен для проведения ремонтных работ по двигателю и агрегатам, что сопряжено с длительным нахождением в статичной позе, следовательно, необходимо предусмотреть в конструкции устройство регулировки по высоте, чтобы минимизировать напряжение, возникающее при работе. Установку следует закрепить к полу цеха анкерами, чтобы исключить ее опрокидывание. Требуется обеспечить дополнительное освещение рабочей зоны. Усилие рабочего при нажатии на кнопку должно составлять не более 15 Н. Пульт управления устройством следует заземлить.

Требование к углам обзора конструкции типично для всех устройств, относящихся к классу производственного технологического оборудования.

### 2.3. Расчет конструкции устройства для разборки-сборки двигателя

Проектируемая установка рассчитана на двигатели автомобиля массой до 100 кг. Расчет проводится с учетом запаса прочности:

$$m = 100 \text{ kg}$$

Максимальный крутящий момент необходимо прикладывать при повороте двигателя относительно поперечной оси. Тогда крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = G * (L + f * d) * k ,$$

где  $G = 1000 \text{ Н}$  – вес ДВС

$L$  – максимальное расстояние от центра тяжести до оси вращения

$f = 0,1$  – коэффициент трения в подшипниковом узле

$d = 0,5 \text{ м}$  – диаметр вращения

$k = 1,2$  – коэффициент, учитывающий инерционное сопротивление.

$$M_{\text{кр}} = 1000 * (0,15 + 0,1 * 0,5) * 1,1 = 220 \text{ Н*м}$$

Также требуется учесть трение в подшипниках, принимаемое приблизительно, исходя из эмпирических расчетов:

$$M_{\text{тр}} = 7,4 \text{ Н*м}$$

Окончательно крутящий момент принимаем в размере:

$$M = c * (M_{\text{кр}} + M_{\text{тр}}),$$

где  $c = 1,2$  – коэффициент запаса прочности

$$M = 1,2 * (220 + 7,4) = 272,9 \text{ Н*м}$$

Для создания подобного крутящего момента предполагается применение в конструкции червячного редуктора. В качестве приводного редуктора принимаем редуктор 2Ч-40-50-51-3-У3 ТУУ 29.1 24587

Нагрузка на подшипник приходится в основном от веса двигателя и усилий, прикладываемых рабочим при проведении работ, поэтому для расчета вала увеличим нагрузку в четыре раза,  $R_a = G = 4000 \text{ Н}$ . Боковые нагрузки не учитываем. Ввиду малой частоты вращения вала, размеры подшипников принимаем конструктивно, исходя из размеров вала. Схема нагружения вала представлена на рисунке 2.9.

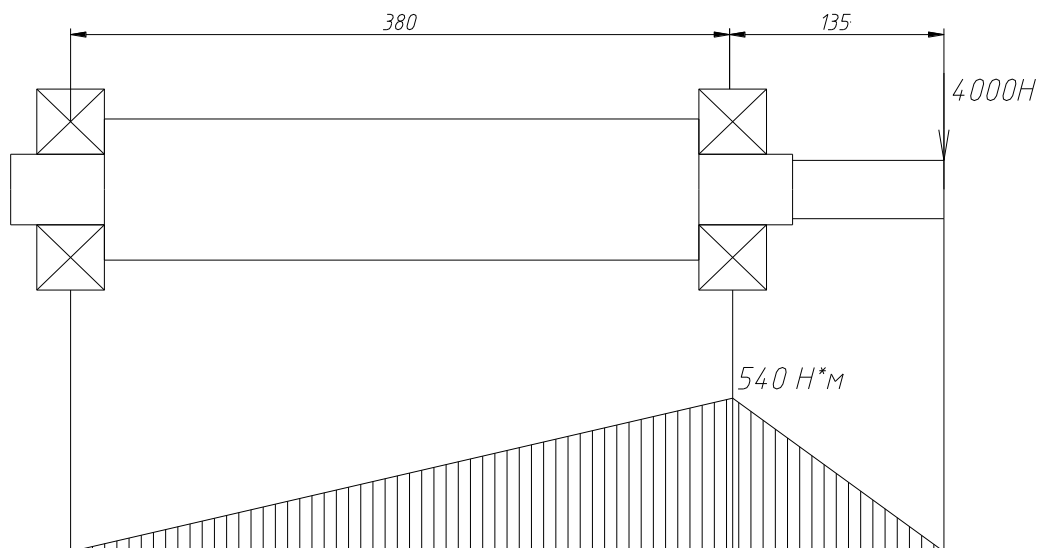


Рисунок 2.9 - Схема распределения нагрузки опорного вала.

Произведем расчет диаметра вала в наиболее опасном сечении, работающем на кручение.

$$d = \sqrt[3]{10 \sqrt{M_u^2 + M_{кр}^2} / [\sigma]}$$

$$M_{кр} = 220 \text{ Н*м}$$

$$M_u = 540 \text{ Н*м.}$$

$$[\sigma] = 112.5 \text{ МПа}$$

$$d = \sqrt[3]{10 \sqrt{220^2 + 540^2} / 112.5}$$

$$d = 35 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вала  $d = 38,0$  мм в наименьшем сечении, исходя из соображений обеспечения запаса прочности.

Исходя из соображений подбора подшипника радиального, принимаем подшипник 207,  $d_{вн} = 40$  мм.

## 2.4 Технология проведения ремонта устройства

Агрегат предназначается для увеличения крутящего момента при передаче его от электродвигателя на кантуемый агрегат. Ввиду особенности компоновки узла предполагается, что редуктор будет выполняться одноступенчатым, червячным, с вертикальным исполнением быстроходного вала.

Учитывая особенности работы данного механизма, можно выявить следующие виды нагрузок, которые испытывают детали данной конструкции. Валы нагружены изгибающей нагрузкой от присоединенных агрегатов и реакции зубьев, а также скручивающие нагрузки от передаваемого крутящего момента; зубья нагружаются циклической изгибной нагрузкой; в узлах трения возможен износ.

Общие требования, предъявляемые к конструкции узла типичны для всех механизмов подобного рода. Необходимо регулярно производить смазку трущихся частей консистентной и жидкой смазкой, а также производить контроль осевого и радиального зазора в подшипниках качения вала, контролировать пятно зацепления шестерен. Регулировка пятна контакта проводится путем подбора регулировочных шайб зубчатых колес. Положения пятна контакта шестерен показаны на рис. 3.1.

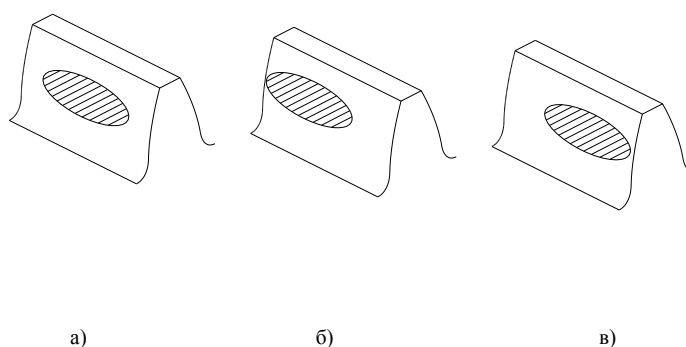


Рис.3.1. Положение пятна контакта шестерен

а) – правильно; б), в) – неправильно

Валы контролируют на износ и деформацию. Контроль на износ производится при помощи микрометра, при контроле на износ проверяют посадочные места под подшипники, зубчатые колеса и хвостовики под муфты.

При этом отклонения от номинального размера для посадочных мест под подшипники должны составлять  $\pm 0,15$  мм, для колес  $\pm 0,2$  мм, для выходных валов и хвостовиков  $\pm 0,2$  мм. Промеры посадочных мест производят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, при этом номинальный размер должен соблюдаться по обоим точкам замера. Овальность при этом должна составлять не более 0,075 мм.

Изгиб валов контролируют в центрах при помощи индикаторной головки часового типа. Стрела прогиба вала по его центру (где нет крепления шестерен и подшипников) должна составлять не более 0,005 мм. Схема проведения замера приведена на рис. 3.2.

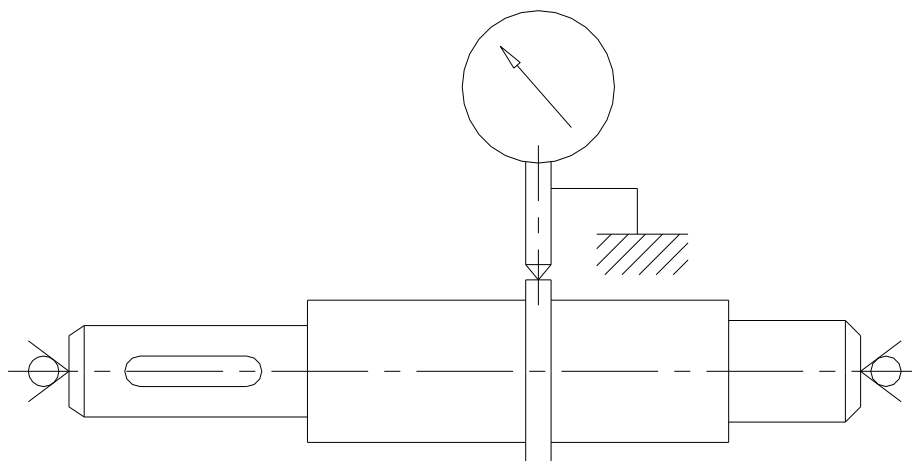


Рис. 3.2 Измерение стрелы прогиба вала

Корпус редуктора контролируют на плоскостность поверхностей разъема и износ посадочных мест.

Плоскостность контролируют на измерительной плите при помощи щупов, при этом отклонения не должны превышать 0,1 мм. При отклонениях, превышающих нормативные плоскость разъема необходимо шлифовать.

Износ посадочных мест проверяют при помощи нутромера. Как и для валов, контроль проводится по двум взаимно перпендикулярным плоскостям, отклонения от номинала не должны превышать 0,1 мм, овальность не более 0,075 мм.

В процессе эксплуатации механизма возможно возникновение следующих дефектов.

- износ посадочных мест валов под шестерни
- износ поверхности вала
- разбивание отверстия под шпонку
- выработка посадочных поверхностей под подшипники
- деформации вала
- усталостные трещины на валу
- трещины и разрушение зубьев шестерен
- износ зубьев
- износ подшипников
- разрушение шпонок
- разрыв прокладок
- нарушение плоскостности поверхностей разъема

Учитывая эксплуатационные особенности механизмов подобного типа, наиболее вероятными стоит признать возникновение дефектов в местах расположения валов и в подшипниковых узлах. Следовательно, для дальнейшей разработки принимаем ремонт подшипникового узла тихоходного вала.

При проведении замены подшипников необходимо произвести довольно значительный объем демонтажных работ, что связано с положением узла и особенностью компоновки редуктора. В узле применяются открытые радиально-упорные подшипники, требующие после установки регулировок, на валу подшипники устанавливаются через регулировочные шайбы. При этом сам подшипник монтируется на вал с натягом, а в отверстие по переходной посадке, что облегчает демонтаж, обеспечивая достаточную точность посадки.

### 3 Технологический процесс ремонта двигателя

#### 3.1 Условия работы агрегата

Двигатель легкового автомобиля является агрегатом, наиболее ответственным и наиболее дорогостоящим в общей конструкции автомобиля. Кроме этого, двигатель работает в очень сложных условиях. Детали двигателя подвергаются в процессе эксплуатации знакопеременным нагрузкам. Кроме этого, детали работают в сложных температурных условиях, особенно это касается деталей цилиндро-поршневой группы и газораспределительного механизма. Кроме этого, современные автомобильные двигатели отличаются повышенной мощностью, что кроме возникновения дополнительных нагрузок на все детали, приводит к необходимости предъявления повышенных требований к качеству топлива и смазочных материалов. Естественно, все это в совокупности говорит о повышенных требованиях, предъявляемых как к материалам двигателя, так и к тем технологиям и качеству ремонта, в которых данный двигатель обслуживался. Именно поэтому, на большинстве автопредприятий, ремонт двигателя – сложный технологический процесс, который производится специалистами высокой квалификации.

Таким образом, в выпускной квалификационной работе, следует констатировать наличие в работе двигателя множества опасных факторов, которые способны значительно сократить ресурс двигателя, что, в свою очередь, может усугубиться некачественно проведенным ремонтом.

#### 3.2 Наиболее характерные неисправности

Наиболее характерными для двигателя являются неисправности системы питания, системы охлаждения, газораспределительного и кривошипно-шатунного механизма, а также дефекты коленчатого вала.

Система питания:

1. Нарушение работы топливной форсунки;
2. Нарушение работы топливного насоса по причине:



- попадания инородных частиц с топливом,
  - поломки электродвигателя
  - засора фильтра тонкой очистки
  - нарушения герметичности топливопроводов.
3. Засор топливных фильтров грубой и тонкой очистки отложениями, содержащимися в топливе.

Неисправности системы охлаждения:

1. Закупоривание каналов охлаждения двигателя накипью
2. Повреждение рубашки охлаждения двигателя
3. Попадание охлаждающей жидкости в масло вследствие коробления головки блока;
4. Разрыв шлангов подвода охлаждающей жидкости;
5. Разрушение радиатора;
6. Выход из строя водяной помпы;
7. Протечки охлаждающей жидкости вследствие нарушения герметичности.

Система газораспределения:

1. Прогар тарелки клапана
2. Поломка клапанной пружины;
3. Нарушение геометрии распределительного вала;
4. Выработка опорных постелей распределительного вала;
5. Разрушение привода распределительного вала;
6. Выход из строя гидрокомпенсаторов;
7. Нарушение геометрии маслосъемных колпачков;
8. Разрушение седел клапанов.

Кривошипно-шатунный механизм:

1. Износ шатунных вкладышей;
2. Нарушение геометрии шатуна;
3. Увеличенный зазор между шатуном и шейкой коленчатого вала;
4. Износ поршневого пальца.

Цилиндро-поршневая группа:

1. Разрушение поршня;
2. Поломка поршневых колец;
3. «Западание» колец
4. Разрушение канавок поршня;
5. Образование нагара на поршне;
6. Износ цилиндра;
7. Царапины зеркала цилиндра;
8. Образование каверн цилиндра;

Коленчатый вал:

1. Выработка коренных и шатунных шеек
2. Разрушение шпонки механизма ГРМ;
3. Разрушение вкладышей вследствие отсутствия смазки либо перегрева;
4. Нарушение геометрии коленчатого вала;
5. Износ сальниковых уплотнений.

### 3.3 Технологический процесс разборки двигателя

Разборка и сборка двигателя производится поэтапно в соответствии с технологической картой. Процессу ремонта предшествует очистка двигателя от загрязнений. После разборки обязательно следует дефектовка деталей, подбор и комплектация. Современные технологии изготовления деталей и требования, предъявляемые к ним, требуют замены изношенных деталей новыми. Сборка двигателя осуществляется после выполнения всех перечисленных работ и производится на моторном масле. Разумеется, перед сборкой производится очистка внутренних каналов блока цилиндров и головки блока от нагара и иных отложений. После сборки производят первичную регулировку всех систем. Окончательно двигатель регулируется на участке обкатки, где контролируется качество проведения ремонта. Все работы по разборке-сборке двигателя производит слесарь по ремонту автомобилей, имеющий соответствующую квалификацию.

Технологическая карта снятия-установки рессор приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технологическая карта на проведение процесса ремонта двигателя

| Наименование операции, перехода                                                  | Инструмент, оборудование                                           | Длительность чел-мин | Примечание                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Подготовка стенда и двигателя к работе                                           |                                                                    | 1,0                  |                                                                           |
| 1.1 Произвести регулировку положения рамы стенда по высоте.                      |                                                                    | 0,5                  | Сообразно росту рабочего                                                  |
| 1.2 Произвести регулировку траверсы до нормального положения                     |                                                                    | 0,5                  | Полки траверсы должны занять горизонтальное положение, штифтами вверх.    |
| 1.3 Слить масло с двигателя                                                      |                                                                    | 2,5                  |                                                                           |
| 1.4 Вымыть двигатель снаружи                                                     | Моечная установка «Тайфун-20 М»                                    |                      | Работа выполняется в моечном отделении                                    |
| Установка двигателя на стенд                                                     |                                                                    | 5                    |                                                                           |
| 2.1 Закрепить кронштейны на блоке цилиндров двигателя                            | Ключ 14-17                                                         | 2,5                  |                                                                           |
| 2.2 Установить двигатель на стенд                                                | Лебедка либо кран-балка, два ключа 14-17.                          | 2                    | Убедиться в соответствии отверстий на кронштейнах отверстиям на траверсе. |
| 2.3 Закрепить двигатель                                                          | Два ключа 14-17                                                    | 1,5                  |                                                                           |
| Разборка двигателя                                                               |                                                                    | 91,2                 |                                                                           |
| 3.1 Снять с двигателя ремни привода водяной помпы и остальные наружные агрегаты. | Набор гаечных ключей, пневмогайговерт ударно-импульсного действия. | 10,2                 |                                                                           |
| 3.2 Снять блок форсунок                                                          | То-же                                                              | 12                   |                                                                           |
| 3.3 Снять головку блока                                                          | -"                                                                 | 7                    |                                                                           |
| 3.4 Перевернуть двигатель                                                        |                                                                    | 0,5                  |                                                                           |
| 3.5 Снять крышку картера                                                         | Шестигранная головка 12, ключ храповый                             | 5,5                  |                                                                           |

Продолжение таблицы 3.1

|                                        |                                                                    |       |                                                |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|
| 3.6 Снять масляный насос               | Шестигранная головка 14, ключ храповый                             | 3     |                                                |
| 3.7 Удалить распределительные валы     | То-же                                                              | 10    |                                                |
| 3.8 Снять шатунные крышки              | Набор гаечных ключей, пневмогайговерт ударно-импульсного действия. | 16    |                                                |
| 3.9 Извлечь поршни с шатунами в сборе  |                                                                    | 10    | Выполняется снизу                              |
| 3.10 Снять маховик коленчатого вала    | Набор гаечных ключей, пневмогайговерт ударно-импульсного действия. | 5     |                                                |
| 3.11 Снять шкив                        | То-же                                                              | 4     |                                                |
| 3.12 Снять заднюю крышку               | -"                                                                 | 2,5   |                                                |
| 3.13 Снять переднюю крышку             | -"                                                                 | 2,5   |                                                |
| 3.14 Снять крышки коренных подшипников | -"                                                                 | 2,5   |                                                |
| 3.15 Извлечь коленчатый вал            |                                                                    | 0,5   |                                                |
| Сборка двигателя                       |                                                                    | 136,8 | Выполняется в последовательности, обратной п.3 |

Описанный технологический процесс находит свое применение на участке ремонта двигателя и агрегатов, поскольку отражает применение реального оборудования при работе с деталями и узлами, применяющимися в конструкциях транспортных средств.

## 4 Безопасность и экологичность участка ремонта двигателя

### 4.1 Наименование объекта проектирования в рамках ВКР

В ходе выпускной квалификационной работы производится проработка участка ремонта двигателя. В качестве технологического процесса рассматривается процесс ремонта двигателя.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт участка ремонта двигателя

| Технологический процесс | Исполнитель                   | Производимые работы         | Инструменты и оборудование          | Материалы техпроцесса       |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Ремонт двигателя        | Слесарь по ремонту автомобиля | Сборочно-разборочные работы | Стенд, набор слесарных инструментов | Ветошь, смазочные материалы |

### 4.2 Производственные и эксплуатационные профессиональные риски

Таблица 4.2 – Виды профессиональных рисков

| Операция или вид выполняемых работ | Опасный или вредный производственный фактор                                                                           | Источник опасного и / или вредного производственного фактора <sup>3</sup> |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Ремонт двигателя                   | Отсутствие или недостаток естественного освещения                                                                     | Работа под днищем прицепа                                                 |
|                                    | Химически опасные и вредные производственные факторы<br>Проникающие через органы дыхания, раздражающие, sensibilizing | Смазочные материалы, растворитель                                         |
|                                    | Статические перегрузки                                                                                                | Работа в согнутом положении корпуса                                       |
|                                    | Перенапряжение и монотонность операций                                                                                | Длительность проведения операции демонтажа;<br>значительный вес агрегата  |
|                                    | Подвижные узлы машин и механизмов                                                                                     | Использование гайковерта и ключа-трещетки                                 |
|                                    | Недостаток освещения                                                                                                  |                                                                           |

### 4.3 Методы и средства снижения воздействия профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

| Опасный и / или вредный производственный фактор                                                        | Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора                                                                                    | Средства индивидуальной защиты работника                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Движущиеся части машин и механизмов                                                                    | Мероприятия, относящиеся к проведению обучения, созданию безопасных условий труда, организации режимов труда и отдыха, обеспечению рабочих средствами индивидуальной защиты                                       | Выдача работнику травмобезопасных перчаток, закрытие кожухами подвижных частей |
| повышенный уровень шума на рабочем месте;                                                              |                                                                                                                                                                                                                   | Респиратор                                                                     |
| Отсутствие или недостаток естественного света                                                          |                                                                                                                                                                                                                   | Защитные наушники                                                              |
| Химически опасные и вредные производственные факторы<br>Проникающие через органы дыхания, раздражающие |                                                                                                                                                                                                                   | Лампа-переноска                                                                |
| Статические и динамические физические нагрузки                                                         | Мероприятия, относящиеся к лечебно-профилактическим: проведение периодического медицинского освидетельствования работников, организация отдыха работников, организация санаторно-курортного отдыха для работников | Респиратор                                                                     |
| Нервно-психические перегрузки вызванные монотонностью труда                                            |                                                                                                                                                                                                                   | Не предусмотрено                                                               |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                   | Не предусмотрено                                                               |

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности и безопасности техногенных факторов на участке

Таблица 4.4 – Классы и опасные факторы пожара

| Оборудование                 | Класс пожара | Опасные факторы пожара                                                                                                                 | Сопутствующие проявления факторов пожара                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Стенд для ремонта двигателей | В            | Пламя и искры;<br>Поражение тепловым излучением;                                                                                       | вызванные разрушением оборудования, зданий и сооружений крупные и мелкие осколки.<br>токсичные вещества и материалы, образующиеся в результате горения, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технических объектов;<br>поражение электрическим током в результате разрушения токопроводящих коммуникаций;<br>ударная волна, возникающая при взрыве технических объектов<br>термохимическое воздействие на людей и предметы<br>отравление людей продуктами горения токсичных веществ и материалов |
| Электрогайковёрт             | В            | высокая температура окружающей среды;                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Пресс гидравлический         | В            | отравление токсичными продуктами горения;<br>понижение концентрации кислорода в воздухе;<br>снижение видимости в результате задымления |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

#### 4.5 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.5 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

| Наименование технологического процесса | Наименование видов организационно-технических мероприятий                                                                | Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности                                                                                            |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ремонт двигателя                       | – разработка и реализация программ и норм, направленных на выработку порядка работы с огнеопасными материалами и средами | 1) «соблюдение противопожарного режима и организация действий людей при возникновении пожара; регламентов и норм ведения технологических процессов» [12] |

Продолжение таблицы 4.5

|  |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | – проведение паспортизации сред, материалов и изделий, в сфере обеспечения пожаробезопасности;                                                                                                      | Улучшение противопожарной обстановки                                                                           |
|  | – проведение обучения персонала, занятого на пожароопасных работах, либо работающего с пожароопасными материалами;                                                                                  | Улучшение противопожарной обстановки                                                                           |
|  | - организация пожарной службы на предприятии, проведение инструктажа и тренировочных занятий, направленных на первичное пожаротушение                                                               | Повышение уровня готовности персонала к возникновению пожара, организация дружины для первичного пожаротушения |
|  | – организация пожаробезопасного хранения легковоспламеняющихся материалов                                                                                                                           | Улучшение противопожарной обстановки на участке                                                                |
|  | – разработка системы оповещения рабочих в случае возникновения пожара, проведение периодического планового инструктажа, направленного на отработку действий персонала в случае возникновения пожара | Повышение уровня безопасности в случае возникновения чрезвычайной ситуации                                     |

#### 4.6 Обеспечение экологической безопасности на участке

Таблица 4.6 – Идентификация экологических факторов на участке

| Наименование технического объекта, технологического процесса | Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса | Воздействие технического объекта на атмосферу | Воздействие технического объекта на гидросферу | Воздействие технического объекта на литосферу                                                        |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ремонт двигателя                                             | Использование смазки и растворителя                                      | Испарение растворителя                        | Смыв смазочных сред с рук и инструмента        | Попадание смазочных сред и металлической стружки в почву при утилизации ветоши и остатков материалов |



#### 4.7 Разработка комплекса мероприятий по уменьшению отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду

Таблица 4.7 – Разработанные комплекса мероприятий по уменьшению отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду

| Наименование объекта                                                         | Участок ремонта двигателя |                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу  | по                        | Фильтрация воздуха, отбираемого вытяжкой при проведении ремонтных работ                                                                                                  |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу | по                        | Очистка сточных вод предприятия очистными сооружениями перед сливом в канализационную систему (фильтрация нефтепродуктов).                                               |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу  | по                        | Соблюдение требований, предъявляемых к размещению, строительству и эксплуатации потенциально опасных объектов, а также к осуществлению потенциально опасной деятельности |

## 5 Расчет себестоимости нормо-часа работ в производственном подразделении предприятия

### 5.1 Определение затрат на материальные ресурсы

5.1.1 Определение затрат на вспомогательные и расходные материалы, требуемые для обеспечения непрерывности производственного процесса

Таблица 5.1 - Определение затрат на вспомогательные и расходные материалы [9]

| Вид применяемого материала<br>(расходного компонента) | Норма расхода, | Цена за<br>ед, руб. | Годовые<br>затраты, руб |
|-------------------------------------------------------|----------------|---------------------|-------------------------|
| 1                                                     | 2              | 3                   | 4                       |
| Шлифовальный материал в ассортименте                  | 25 упак/год    | 240                 | 6000                    |
| Герметик жидкий                                       | 10 емк./год    | 300                 | 3000                    |
| Ткань для обтирки                                     | 20 кг/год      | 130                 | 2600                    |
| Фирменная одежда СТО                                  | 2 пар/чел      | 3500                | 7000                    |
| Перчатки                                              | 2 пар/чел      | 140                 | 280                     |
| Ботинки специальные                                   | 2 пар/чел      | 2700                | 5400                    |
| Затраты на остальные материалы                        | -              | -                   | 10000                   |
| Всего                                                 | 34280          |                     |                         |

### 5.1.2 Определение затрат на электрическую энергию

Определение затрат на электрическую энергию проводится после определения суммарного потребления электричества всем оборудованием в производственном подразделении по формуле[14-16]:

$$C_{\text{э}} = \frac{M_{\text{у}} \cdot T_{\text{маш}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}{\eta},$$

где  $M_{\text{у}}$  – потребляемая оборудованием(инструментом) мощность, кВт

$T_{\text{маш}}$  – величина годового эффективного фонда работы технологического оборудования(инструмента), для режима работы в 1 рабочую смену:

$$T_{\text{маш}} = 3000 \text{ час.}$$

$K_{\text{од}}$  – величина коэффициента одномоментной работы технологического оборудования, принимаем  $K_{\text{од}} = 0,8$

$K_M$  – величина коэффициента, характеризующего степень его загруженности, принимаем  $K_M = 0,75$

$K_B$  – величина коэффициента загрузки электродвигателей по времени, принимаем  $K_B = 0,5$

$K_{II}$  – величина коэффициента потерь электроэнергии в сети, принимаем  $K_{II} = 1,04$

$C_{\varepsilon}$  – стоимость электрической энергии, принимаем  $C_{\varepsilon} = 4,42 \text{ руб./кВт} \cdot \text{час}$

$\eta$  – коэффициент полезного действия технологического оборудования, выбираем по нормам  $\eta = 0,8$

Итоги расчетов приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 - Определение затрат на электрическую энергию

| Название оборудования<br>(электрического инструмента) | Кол-<br>во. | Потребляемая<br>мощность<br>$M_y$ , кВт | Фонд<br>работы<br>$T_{маш}$ , час. | Годовые<br>расходы,<br>$C_{\varepsilon}$ ,<br>руб. |
|-------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1                                                     | 2           | 3                                       | 4                                  | 5                                                  |
| Стенд для разборки двигателя автомобиля               | 1           | 3,5                                     | 3000                               | 6300                                               |
| Пресс гидравлический                                  | 1           | 3,0                                     | 3000                               | 5400                                               |
| Электрогайковерт                                      | 1           | 0,5                                     | 3000                               | 1650                                               |
| Переносное ручное оборудование                        | -           | 3,0                                     |                                    | 5400                                               |
| Всего                                                 |             |                                         |                                    | 18750                                              |

5.1.3 Расчет отчислений на реновацию и амортизацию основных производственных фондов производственного подразделения предприятия

Определение амортизационных отчислений на площадь участка по ремонту шин по формуле[9]:

$$A_{ПЛ} = F_{пл} \cdot C_{ПЛ} \cdot H_{аПЛ}$$

$$A_{ПЛ} = 78 \cdot 4000 \cdot 2,5/100 = 7800 \text{ руб.}$$

Определение амортизации технологического оборудования ведется по формуле:

$$A_{OB} = C_{OB} \cdot H_{aOB}$$

где  $H_{aOB}$  - норматив на амортизацию оборудования, %, выбирается по нормативным документам и устанавливается законодательно.

Итоги расчётов представлены таблице 5.3

Таблица 5.3 - Расчет отчислений на реновацию и амортизацию ОПФ

| Наименование оборудования                    | Кол-во, шт. | Цена, руб. за ед. | Норматив отчислений на амортизацию, % | Затраты на амортизацию, руб. |
|----------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1                                            | 2           | 3                 | 4                                     | 5                            |
| Площадь помещения по чертежу                 | 78          | 4000              | 2,5                                   | 7800                         |
| Стенд для разборки двигателя автомобиля      | 1           | 59400             | 14,3                                  | 8494                         |
| Пресс гидравлический                         | 1           | 35670             | 14,3                                  | 5389,7                       |
| Электрогайковерт                             | 1           | 17760             | 25                                    | 4625                         |
| Переносное дорогостоящее ручное оборудование | -           | 400000            | 20                                    | 80000                        |
| Всего                                        |             | -                 | -                                     | 106308,7                     |

## 5.2 Оценка затрат на заработную плату сотрудников

По штатному расписанию предприятия на участке приемки-выдачи предусмотрены только основные производственные работники – слесари по ТО и Р автомобилей, специализация диагност. [13], [9]

Расчет основной заработной платы сотрудников предприятия ведем по следующей формуле:

$$З_{пл} = C_q \cdot T_{шт} \cdot K_{пр} \quad (5.4)$$

где  $C_q$  – почасовая оплата труда сотрудников, руб/час.

$T_{шт}$  – величина фонда рабочего времени за календарный год, для слесарей по ремонту автомобилей выбираем  $T_{маш} = 1840 \text{ час}$ .

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий величину премии для сотрудников, для СТО выбираем  $K_{пр} = 1,25$

Определение затрат на заработную плату представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Определение затрат на заработную плату

| Число сотрудников | Наименование должности по штатному расписанию                                | Разряд | Почасовая оплата труда сотрудников | Заработная плата | Премияльные выплаты | Всего  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------|------------------|---------------------|--------|
| 1                 | Слесарь по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей(профиль-диагност) | 5      | 120                                | 220300           | 110400              | 330700 |

### 5.3 Прочие расходы

Затраты на единый социальный налог получим путем вычисления по формуле[14-16]:

$$E_{CH} = Z_{ПЛОСН} \cdot K_C / 100 \quad (5.5)$$

где  $K_C = 34 \%$  - законодательно установленная норма социальных отчислений.

$$E_{CH} = 552000 \cdot 34 / 100 = 187680 \text{ руб.}$$

Величину накладных расходы рассчитаем: [14-16]

$$H_H = Z_{ПЛОСН} \cdot K_H \quad (5.6)$$

где  $K_H = 0,25$  – норматив накладных расходов в долях затрат на оплату труда.

$$H_H = 552000 \cdot 0,25 = 138000 \text{ руб}$$

Таблица 5.5 – Итоговая смета годовых расходов по подразделению

| Наименование статьи расходов                         | Расходы, руб. |
|------------------------------------------------------|---------------|
| Затраты на вспомогательные и расходные материалы     | 34280         |
| Затраты на электрическую энергию                     | 18750         |
| Затраты на отчисления на реновацию и амортизацию ОПФ | 106308,7      |
| Затраты на зарплату сотрудников                      | 330700        |
| Затраты на иные нужды                                | 325680        |
| Всего по подразделению(цеху, участку)                | 815718,7      |

#### 5.4 Расчет себестоимости нормо-часа работ в производственном подразделении предприятия

Проведем оценку стоимости нормо-часа работ на участке(отделении):

$$C_{нч} = \frac{З_{ОБЩ}}{T_{ОТД}}$$

где  $З_{ОБЩ}$  – итоговая сумма с смете расходов по подразделению;

$T_{ОТД}$  – объем работ в производственном подразделении(цехе)

$T_{ОТД} = 539 \text{ чел.} - \text{час.}$

$$C_{нч} = \frac{815718,7}{539} = 1513.4 \text{ руб.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы бакалавра работы был выполнен технологический проект участка ремонта двигателей. Были определены потребности в рабочем инструменте и оборудовании, исходя из технологических процессов, осуществляемых на разрабатываемом участке. В соответствии с выданным заданием был произведен технический расчет участка ремонта автомобильных двигателей, определено потребное количество рабочих, подобрано оборудование под те технологические операции, которые выполняются на участке.

Был выполнен конструкторский расчет устройства для сборки-разборки автомобильного двигателя. Представлены техническое задание и техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, выполнены силовые расчеты. Результаты проделанной работы представлены в виде расчетной части и чертежей.

Разработана технология ремонта автомобильного двигателя, в котором нашло свое отражение применение разрабатываемой конструкции.

Определены параметры безопасности жизнедеятельности на участке, определены вредные производственные факторы и предложены способы защиты от них. По разделу представлены выводы, в которых отражены основные результаты проделанной работы.

Величина затрат на один день функционирования участка ремонта автомобильных двигателей подтверждается результатами технико-экономического изыскания.

На основании представленных результатов, можно сделать заключение о полном выполнении поставленной задачи в рамках работы бакалавра.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Росс Т.** Ремонт двигателя "Жигулей" : (модели 2101, 2103, 2105, 2106) / Т. Росс. - Москва : За рулем, 1996. - 128 с. : ил. - (Мастер)
2. **Корниенко, Евгений.** Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2000. – Режим доступа [http://www.kornienko-ev.ru/teoria\\_auto/page233/page276/index.html](http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html), свободный
3. **Родичев В. А.** Тракторы и автомобили. Общие сведения. Двигатель. Шасси. Электрооборудование : учебник для профтехучилищ / В. А. Родичев, Г. И. Родичева. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1987. - 350, [1] с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для подготовки кадров массовых профессий). - Библиогр.: с. 347
4. **Дунаев, П.Ф.** Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для студентов техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1998. - 447 с. : ил.
5. **Газарян А. А.** Техническое обслуживание автомобилей / А. А. Газарян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Третий Рим, 2000. - 263 с. : ил. - Библиогр.: с. 262. - ISBN 5-88924-086-2: 40-91
6. **Тимофеев Ю. Л.** Неисправности и техническое обслуживание электрооборудования автомобилей / Ю. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. - Москва : Транспорт, 1977. - 125, [1] с. : ил
7. **Вахламов В. К.** Автомобили ВАЗ. Самостоятельное устранение неисправностей. Двигатель / В. К. Вахламов. - Москва : Транспорт, 1997. - 49 с. : ил. - Прил.: с. 47-49
8. **Пархиловский И. Г.** Автомобильные листовые рессоры : теория, расчет и испытания / И. Г. Пархиловский. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1978. - 226, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 222-224
9. **Боргардт Е. А.** Автотранспортное предприятие: экономика и управление : учеб.-метод. пособие для студ. спец. 190601 "Автомобили и автомобильное



- хозяйство" всех форм обуч. / Е. А. Боргардт; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Менеджмент организации". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 154 с. : ил. - Библиогр.: с. 133-134. - Глоссарий: с. 127-132. - Прил.: с. 135-152. - ISBN 978-5-8259-0625-6: 47-03
10. Двигатель ВАЗ-2111 с системой распределенного впрыска топлива (Контроллер М1.5.4) : Устанавливается на автомобилях : ВАЗ-21102, ВАЗ-2111, ВАЗ-21083, ВАЗ-21093, ВАЗ-21099 : рук. по техн. обслуживанию и ремонту / [ред. В. И. Коноплев]. - Москва : За рулем, 2003. - 99 с. : ил. - ISBN 5-85907-292-9(5): 65-45
11. **Аксенова З. И.** Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий : учеб. для вузов по специальности "Экономика и орг. автомоб. трансп." и "Орг. упр-я на автомоб. трансп." / З. И. Аксенова. - 2-е изд., перераб., доп. . - Москва : Высш. шк., 1980. - 287 с. : ил
12. **Фесина М. И.** Безопасность и экологичность автотранспортных средств : учеб.-метод. пособие-справ. для дипломного проектирования / М. И. Фесина, Л. Н. Горина, А. В. Краснов; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Управление пром. и экол. безопасностью". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2010. - 201 с. - Библиогр.: с. 200-201. - 46-62
13. **Епишкин, В.Е.** Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» для специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец – Тольятти, ТГУ, 2008.
14. **Крутов В. И.** Двигатель внутреннего сгорания как регулируемый объект / В. И. Крутов. - Москва : Машиностроение, 1978. - 472 с. : ил. - Библиогр.: с. 458-462
15. ГОСТ 14959-79. - Взамен ГОСТ 14959-69 и ГОСТ 1050-74 в части стале марок 60,70,75,80,85,60Г,65Г,70Г ; введ. 01.01.81. - Москва : Стандартиформ, 2006. - 13 с. : ил. - (Межгосударственный стандарт). - Группа В32. - 220-00

16. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта : учеб. пособие для вузов / ТГУ ; сост. Л. Н. Горина. - Тольятти : ТГУ, 2003. - 139 с. : ил. - Библиогр.: с. 137. - ISBN 5-8259-0052-7 : 10-00
17. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.
18. **Газарян**, А.А. Техническое обслуживание автомобилей / А. А. Газарян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Третий Рим, 2000. - 263 с. : ил. - Библиогр.: с. 262. - ISBN 5-88924-086-2 : 24-26.
19. Экономика предприятия (фирмы) : учебник / О. И. Волков [и др.] ; под ред. О. И. Волкова, О. В. Девяткина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Инфра-М, 2002. - 600 с. - (Высшее образование).
20. ГОСТ 20.39.108-85. «Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора».
21. Автотранспортное предприятие : справочник кадровика / авт.-сост. В. В. Волгин. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2010. - 726 с. : ил. - Библиогр.: с. 726. - ISBN 978-5-394-00698-2: 370-00