

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему

Грузовое АТП международных перевозок

Студент

А.Б. Курбонов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Ивлиев

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка грузового АТП международных перевозок.

Цель работы: технологический расчет грузового АТП международных перевозок.

ВКР бакалавра включает в себя четыре раздела.

В первом разделе выполнен технологический расчет грузового АТП международных перевозок.

Во втором разделе выполнена конструкторская разработка передвижного электромеханического гайковерта, рассмотрен технологический процесс демонтажа колеса седельного тягача МАЗ-5440.

В третьем разделе рассмотрена безопасность и экологичность передвижного электромеханического гайковерта.

В четвертом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции передвижного электромеханического гайковерта.

Выпускная квалификационная работа состоит из 76 страниц, и включает в себя 8 иллюстраций, 12 таблиц, 28 источников.

Abstract

The topic of the given graduation work is: «The development of a road transport enterprises for international traffic».

The importance of road transport is very high, because it is the main participant in the production processes that affects the feasibility of location, trade, and, as a consequence, production efficiency.

Road transport is involved in almost all production stages (from the manufacturer to the consumer of production and goods), in view of the undeniable advantages: delivery of cargo and passengers «door-to-door»; ensuring safe carriage of freight; reducing the need to use expensive and bulky packaging, that leads to savings of packaging material; rather high speed of delivery of goods and passengers due to mobility; the possibility of combining delivery types.

In our work, we carried out the technological calculation of a cargo motor transport enterprise, and the calculation of the production program of the work scope. we determined the structure of the enterprise with the calculation of the areas of the main workshops, zones and departments. We also proposed a space-planning solution for the building of the maintenance.

The thesis of graduation project consists of 4 parts.

In the first part we perform the technological calculation of the enterprise.

In the second part we develop the construction of a mobile electromechanical screwdriver and we consider the technological process of wheel dismantling of the truck tractor MAZ-5440.

In the third part describes the safety and ecological compatibility of a mobile electromechanical screwdriver.

In the fourth part the economic efficiency of mobile electromechanical screwdriver construction is confirmed.

The graduation work consists of 76 pages, including 8 illustrations, 12 tables, 28 sources of literature.

Содержание

Введение.....	4
1 Технологический расчет предприятия.....	6
1.1 Исходные данные для расчета.....	6
1.2 Расчет производственной программы по ТО и ремонту	7
1.3 Годовые объёмы производства на предприятии.....	14
1.4 Формирование структуры АТП.....	16
1.5 Расчет трудоемкости ТО и ТР	17
1.6 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений.....	29
1.7 Используемое технологическое оборудование.....	32
2 Разработка конструкции передвижного электромеханического гайковерта.....	35
2.1 Обзор аналогов конструкции.....	35
2.2 Описание конструкторской разработки.....	42
2.3 Расчет основных элементов конструкции	44
2.4 Технологический процесс	54
3 Безопасность и экологичность конструкции передвижного электромеханического гайковерта	55
3.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики конструкции передвижного электромеханического гайковерта	55
3.2 Определение профессиональных рисков	56
3.3 Способы снижения профессиональных рисков	56
3.4 Пожарная безопасность передвижного электромеханического гайковерта	60
3.5 Экологическая безопасность электромеханического гайковерта.....	62
4 Расчет экономической эффективности конструкции передвижного электромеханического гайковерта	65
4.1 Определение себестоимости изготовления.....	65
4.2 Определение затрат на выплату заработной платы.....	66
4.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	68

4.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции передвижного электромеханического гайковерта.....	69
Заключение	71
Список используемой литературы и используемых источников.....	72
Приложение А Спецификация.....	76

Введение

Одним из резервов увеличения автомобильного парка страны является организация на должном уровне ремонта автомобилей. Необходимость и целесообразность ремонта обусловлены прежде всего тем, что при длительной эксплуатации автомобили достигают такого состояния, когда затраты средств и труда, связанные с поддержанием их в работоспособном состоянии, превосходят доходы, поступающие от их дальнейшей эксплуатации. Такое техническое состояние автомобилей считается предельным и обусловлено неравнопрочностью их деталей и агрегатов. Известно, что создать равнопрочную машину, все детали которой изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, практически невозможно. Следовательно, ремонт автомобиля даже только заменой некоторых деталей, имеющих небольшой ресурс, всегда целесообразен и с экономической точки зрения оправдан.

«Основным источником экономической эффективности ремонта автомобилей является использование остаточного ресурса их деталей. Около семидесяти процентов деталей автомобиля, прошедших срок службы до ремонта, имеют остаточный ресурс и могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после небольшого ремонтного воздействия»[1].

Для подвижного состава автомобильного транспорта государственного сектора задача поддержания его в исправном состоянии, а также ремонт узлов и агрегатов успешно реализуется четко регламентированной системой контроля и периодических технических воздействий на предприятиях автомобильного транспорта и на авторемонтных заводах.

«Проводимый в настоящее время курс на сосредоточение ремонта автомобилей в производственных объединениях автомобильной промышленности позволит укрупнить и специализировать предприятия. На крупных специализированных предприятиях по ремонту автомобилей создаются условия для широкого применения наиболее совершенных

технологических процессов, современного высокопроизводительного оборудования. Это генеральное направление в развитии авторемонтного производства приведет к резкому повышению качества ремонта автомобилей и наиболее полной реализации его экономических преимуществ»[2].

Целью работы является разработка грузового автотранспортного предприятия международных перевозок.

1 Технологический расчет предприятия

1.1 Исходные данные для расчета

В таблице 1 представлены исходные параметры для расчета АТП.

Таблица 1 – Исходные параметры АТП

Наименование	Обозначение	Значение
Тип предприятия	–	грузовое
Мощность парка, ед.	A_u	225
Марочный состав, ед. МАЗ-5440	A_u	225
Среднесуточный пробег автомобилей, км	L_{cc}	300
Климатические условия эксплуатации автомобилей	–	умеренный
Категории условий эксплуатации автомобилей	–	III
Количество рабочих дней предприятия	$D_{раб}$	365
Продолжительность работы автомобилей на линии (среднее время нахождения автомобиля в наряде), час	T_n	8
Пробег с начала эксплуатации, км	$L_{нэ}$	50 000
Нормативный пробег, км	–	–
до ТО – 1	L_1^n	5 000
до ТО – 2	L_2^n	20 000
до КР	$L_{кр}^n$	400 000

Действующие нормы трудоемкостей работ для автомобилей МАЗ-5440 составляют:

$$t_{нео} = 0,6 \text{ чел - ч.};$$

$$t_{н1} = 5 \text{ чел - ч.};$$

$$t_{н2} = 12 \text{ чел - ч.};$$

$$t_{нтр} = 5,6 \text{ чел - ч./1000 км.}$$

Габаритные размеры подвижного состава, мм (длина×ширина×высота):
МАЗ-5440 – 88000×2500×3146.

1.2 Расчет производственной программы по ТО и ремонту

Расчет количества ежедневных обслуживаний (ЕО), технических обслуживаний (ТО), диагностики (Д), текущих (ТР) и капитальных (КР) ремонтов в программе предприятия.

Предусмотренный пробег, связанный с уборочно-моечными работами (УМР):

$$L_M = L_{CC} \cdot D_M, \quad (1)$$

где $D_M = 1$ день – средняя периодичность мойки автомобиля.

$$L_M = 300 \cdot 1 = 300 \text{ км.}$$

Периодичность технического обслуживания (ТО-1 или ТО-2) автомобилей определяем путем корректирования нормативной периодичности обслуживания по формуле:

$$L_i = L_{ин} \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2)$$

где $K_1 = 0,8$ – «коэффициент корректировки по условиям эксплуатации (для III категории условий эксплуатации);

$K_3 = 0,8$ – коэффициент корректировки по климатическим условиям» [104] (для умеренных климатических условий).

$$L_1 = 5000 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 4000 \text{ км.}$$

$$L_2 = 20000 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 16000 \text{ км.}$$

Пробег автомобиля до КР:

$$L_{кр} = L_{кр}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3)$$

где $K_2 = 1,0$ – коэффициент корректирования по модификации и организации работы.

$$L_{кр} = 400000 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 = 390000 \text{ км.}$$

В составленном графике по обслуживанию автомобильного состава предприятия, следует периодичность воздействий подобрать кратной величине среднего по парку среднесуточного пробега автомобилей.

Учитывая, что периодичности и трудоемкости технических обслуживаний и ремонтов должны соответствовать среднесуточному пробегу, пробеги до 2-го обслуживания должны быть кратны пробегам до 1-го обслуживания, а ремонтный пробег – кратен пробегу до 2-го обслуживания.

Результаты расчётов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормативы пробегов ТО и ТР подвижного состава

Виды обслуживания	Обозначение пробега	Скорректированные пробеги, км		Пробег, принятый для расчета, км
		по коэффициентам	по кратности	
ЕО	L_{cc}	–	–	300
ТО–1	L_1	4000	300×13	3900
ТО–2	L_2	16000	4000×4	15600
КР	$L_{кр}$	390000	15400×25	390000

Расчет производственной программы основан на методике циклов.

Цикл – это пробег автомобиля до КР ($L_{ц} = L_{кр}$).

Число цикловых обслуживаний 1 автомобиля за

1) Капитальных ремонтов:

$$N_{кр} = \frac{L_{ц}}{L_{кр}} = 1. \quad (4)$$

2) Количество ТО–2:

$$N_2 = \frac{L_u}{L_2} - N_{кр}, \quad (5)$$

$$N_2 = \frac{396000}{15400} - 1 = 24.$$

3) Количество ТО–1:

$$N_1 = \frac{L_u}{L_1} - (N_{кр} + N_2), \quad (6)$$

$$N_1 = \frac{390000}{3900} - (1 + 24) = 75$$

4) Количество УМР (ЕО):

$$N_m = \frac{L_u}{L_{cc}}, \quad (7)$$

$$N_m = \frac{390000}{300} = 1300.$$

Соотношение обслуживаний за годовой цикл:

$$\eta_r = \frac{D_{гп}}{D_{цгэ}} \cdot \alpha_r, \quad (8)$$

где $D_{гп}$ – количество дней эксплуатации в году;

$D_{цгэ}$ – число дней, когда, когда автомобиль эксплуатируется, в цикле соответствует формуле (9);

α_r – коэффициент технической готовности автомобильного парка, определяется по формуле (9).

$$D_{цгэ} = \frac{L_u}{L_{cc}}, \quad (9)$$

$$D_{цгэ} = \frac{390000}{300} = 1300.$$

$$\alpha_T = \frac{D_{цгэ}}{D_{цгэ} + D_{рц}}, \quad (10)$$

где $D_{рц}$ – число дней, когда суммарный простой автомобиля в ТО–2, ТР и КР за цикл равен:

$$D_{рц} = D + D_{кр} \cdot N_{кр} \quad (11)$$

где D – количество дней в году простоя на постах ТО и ТР, определяется по формуле (12);

$D_{кр}$ – простой автомобиля в ТР, определяется по формуле (14).

$$D = \frac{d \cdot L_{кр}}{1000}, \quad (12)$$

где d – удельный простой автомобиля на постах ТО–2 и ТР на 1000 км пробега.

$$d = d_H \cdot K_4, \quad (13)$$

где $d_H = 0,5$ дн/1000 км – нормативный удельный простой автомобиля на постах ТО–2 и ТР на 1000 км пробега.

$K_4 = 0,7$ – коэффициент, который учитывает пробег с начала эксплуатации.

Тогда, в соответствии с формулой (12) и (13):

$$d = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \text{ дн/1000 км,}$$

$$D = \frac{0,3 \cdot 390000}{1000} = 117 \text{ дней.}$$

Число дней, когда автомобили могут простаивать в КР:

$$D_{KP} = D_{HKP} + D_{ДОК}, \quad (14)$$

где $D_{HKP} = 25$ дней – нормативная численность простоя автомобиля в КР;
 $D_{ДОК} = 10$ дней – количество дней транспортирования автомобиля на специализированное предприятие и обратно.

$$D_{KP} = 25 + 10 = 35.$$

Согласно формулам (10) и (11):

$$D_{PI} = 117 + 31 \cdot 1 = 148 \text{ дней.}$$

$$\alpha_T = \frac{1300}{1300 + 148} = 0,9.$$

Согласно формуле (8):

$$\eta_T = \frac{365}{1300} \cdot 0,9 = 0,25.$$

Число обслуживаний одного автомобиля в год:

$$N_{ГKP} = N_{KP} \cdot \eta_T, \quad (15)$$

$$N_{ГKP} = 1 \cdot 0,25 = 0,25.$$

$$N_{Г2} = N_2 \cdot \eta_T, \quad (16)$$

$$N_{Г2} = 24 \cdot 0,25 = 6.$$

$$N_{Г1} = N_1 \cdot \eta_T, \quad (17)$$

$$N_{Г1} = 75 \cdot 0,25 = 18,75.$$

$$N_{ГM} = N_M \cdot \eta_T, \quad (18)$$

$$N_{ГM} = 1300 \cdot 0,25 = 325.$$

Программа производства обслуживаний по группе автомобилей в

ГОД:

$$\sum N_{KP} = N_{ГKP} \cdot A_H, \quad (19)$$

$$\sum N_{KP} = 0,25 \cdot 225 = 56.$$

$$\sum N_2 = N_{Г2} \cdot A_H, \quad (20)$$

$$\sum N_2 = 6 \cdot 255 = 1530.$$

$$\sum N_1 = N_{Г1} \cdot A_H, \quad (21)$$

$$\sum N_1 = 18,75 \cdot 225 = 4219.$$

$$\sum N_{EO} = N_{ГEO} \cdot A_H, \quad (22)$$

$$\sum N_{EO} = 325 \cdot 225 = 73125.$$

Расчетная плановая зависимость числа технических обслуживаний в сутки по типам работ:

$$N_{C2} = \frac{\sum N_2}{D_{раб}}, \quad (23)$$

$$N_{C2} = \frac{1530}{305} = 5.$$

$$N_{C1} = \frac{\sum N_1}{D_{раб}}, \quad (24)$$

$$N_{C1} = \frac{4219}{305} = 14.$$

$$N_{CM} = \frac{\sum N_M}{D_{раб}}, \quad (25)$$

$$N_{CM} = \frac{73125}{365} = 200.$$

В соответствии с положением, Д1 нужно проводить накануне ТО–1, по завершению ТО–2, накануне или по окончании ТР, таким образом годовое плановое число Д1:

$$N_{Д1}^Г = \sum N_1 + \sum N_2 + N_{ГТРД1} \quad (26)$$

где $N_{ГТРД1}$ – годовое плановое число необходимых диагностик на постах Д1 накануне или по окончании текущего ремонта.

$$N_{ГТРД1} = 0,1 \cdot \sum N_1, \quad (27)$$

$$N_{ГТРД1} = 0,1 \cdot 4219 = 422.$$

Следовательно:

$$N_{Д1}^Г = 4219 + 1530 + 422 = 6171.$$

Диагностика Д2 проводится накануне ТО–2 и по окончании ТР:

$$N_{Д2}^Г = \sum N_2 + N_{ТРД2}, \quad (28)$$

где $N_{ТРД2}$ – годовое число диагностик Д2 до или после ТР

$$N_{ТРД2} = 0,2 \cdot \sum N_2, \quad (29)$$

$$N_{ТРД2} = 0,2 \cdot 1530 = 306.$$

Следовательно:

$$N_{Д2}^Г = 1530 + 306 = 1836.$$

Количество диагностирования за сутки определится:

$$N_{СД1} = \frac{N_{ГД1}}{D_{раб}}, \quad (30)$$

$$N_{сд1} = \frac{6171}{365} = 17.$$

$$N_{сд2} = \frac{N_{ГД2}}{D_{раб}}, \quad (31)$$

$$N_{сд2} = \frac{1836}{365} = 5.$$

1.3 Годовые объёмы производства на предприятии

Расчетные трудоёмкости по типам работ:

$$t_{EO} = t_{HEO} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (32)$$

$$t_1 = t_{H1} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (33)$$

$$t_2 = t_{H2} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (34)$$

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (35)$$

где K_5 «– коэффициент увеличения трудоёмкости ТО и ТР в зависимости от числа автомобилей на предприятии и числа совместных групп подвижного состава (при числе автомобилей» [104] 100 и группах подвижного состава), $K_5 = 1,2$;

K_M – коэффициент механизации ($K_M = 0,4$ для ЕО и $K_M = 0,8$ для ТО–1, ТО–2 и ТР).

Вычисленные по формулам 32 – 34 значения и заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Трудоёмкости по видам работ

Виды обслуживания	Нормативная трудоёмкость, чел-ч	Коэффициенты						Скорректированная трудоёмкость, чел.-ч
		K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_M	
МАЗ-5440								
t_{EO}	0,6	–	1,0	–	–	0,95	0,4	0,361
t_1	5	–	1,0	–	0,7	0,95	0,8	3,8
t_2	12	–	1,0	–	0,7	0,95	0,8	9,1
t_{mp}	5,6	0,9	1,0	0,9	0,7	0,95	0,8	2,13

Определение трудоёмкостей работ на постах ТО и ТР за год:

$$t_{EO} = t_{HEO} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (36)$$

$$t_{EO} = 1,2 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,4 = 0,361 \text{ чел. - ч.}$$

$$t_{EO} = t_{HEO} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (36)$$

$$t_1 = t_{H1} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (37)$$

$$t_1 = 5 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 3,8 \text{ чел. - ч.}$$

$$t_2 = t_{H2} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (38)$$

$$t_2 = 12 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 9,1 \text{ чел. - ч.}$$

$$t_{TP} = t_{HTP} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (39)$$

$$t_{TP} = 5,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 2,13 \text{ чел. - ч.}$$

Окончательная трудоёмкость работ на постах ТО и ТР за год в целом по АТП за год:

$$T_{EO} = \sum N_{EO} \cdot t_{EO}, \quad (40)$$

$$T_{EO} = 73125 \cdot 0,361 = 26398 \text{ чел. - ч.}$$

$$T_1 = \sum N_1 \cdot t_1, \quad (41)$$

$$T_1 = 4219 \cdot 3,8 = 16032 \text{ чел. - ч.}$$

$$T_2 = \sum N_2 \cdot t_2, \quad (42)$$

$$T_2 = 1530 \cdot 9,1 = 13923 \text{ чел. - ч.}$$

$$T_{TP} = \frac{l_{cc} \cdot D_{zu} \cdot \alpha_T \cdot t_{TP} \cdot A_u}{1000}, \quad (43)$$

$$T_{TP} = \frac{300 \cdot 365 \cdot 0,9 \cdot 2,13 \cdot 225}{1000} = 47230 \text{ чел. - ч.}$$

Работы, предусмотренные для самообслуживания предприятия в течение года:

$$T_C = 0,15 \cdot (T_{EO} + T_1 + T_2 + T_{TP}) \cdot K, \quad (44)$$

$$T_C = 0,15 \cdot (26398 + 16032 + 13923 + 47230) \cdot 0,15 = 15337 \text{ чел. - ч.}$$

1.4 Формирование структуры АТП

Результаты расчетов годовой трудоемкости ЕО, СО, ТО-1 и ТО-2 и текущего ремонта сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Общие трудозатраты по производственным отделениям

Виды работ	Доля от общей трудоемкости	Трудоемкость, чел.-ч	Пост		Участки	
			%	Чел/ч	%	Чел/ч
ТО в полном объеме	35	16769	100	16769	–	–
Смазочные	9	4312	100	4312	–	–
Регулировочные	12	5749	100	5749	–	–
Контрольно-диагностические	15	7187	30	2156	70	1509
Электротехнические	6	2875	80	2300	20	460
Систем питания	7	3354	70	2348	30	704
Ремонт, узлов систем и агрегатов	11	5270	50	2635	50	1318
Шиномонтажные	5	2396	50	1198	50	599
Всего	100	39955	–	47230	–	13923

Объемы самообслуживающих работ в соответствии с их видами приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Объем работ, предусмотренных для самообслуживания предприятия

Типы работ	Трудоемкость	
	%	чел-ч
Электротехнические	25	1450,0
Строительно-ремонтные	6	534,8
Сантехнические	22	4517,6
Всего выполняемые ОГМ	69	5505,2
Сварочные	4	758,2
Слесарно – механические	10	678,0
Столярные	12	740,0
Всего выполняемые в цехах	31	1994,8
Итого	100	6180

1.5 Расчет трудоемкости ТО и ТР

1.5.1 Диагностика агрегатов и систем

Предназначение – для определения работоспособности автомобилей без разборки узлов и агрегатов.

Для всех видов диагностик между Д1 и Д2 производится суммирование и распределение трудоемкостей диагностических работ:

$$T_{д} = T_{дТО} + T_{дТР}, \quad (45)$$

где $T_{1д}$ – трудоемкости на диагностические работы при ТО–1;

$T_{2д}$ – трудоемкость диагностических работ при ТО–2;

$T_{ТРд}$ – трудоемкость диагностических работ при ТР.

Трудоемкость Д1 и Д2:

$$T_{д1} = 0,6 \cdot T_{д}, \quad (46)$$

$$T_{д1} = 0,6 \cdot 5958 = 3575 \text{ чел. - ч.}$$

$$T_{д2} = 0,4 \cdot T_{д}, \quad (47)$$

$$T_{д2} = 0,4 \cdot 5958 = 2383 \text{ чел. - ч.}$$

$$T_{д} = 3575 + 2383 = 5958 \text{ чел. - ч.}$$

Определяется трудоемкость диагностирования 1 автомобиля:

$$t_{д1} = \frac{T_{д1}}{N_{ГД1}}, \quad (48)$$

$$t_{д1} = \frac{3575}{6922,5} = 0,52 \text{ чел. - ч.}$$

$$t_{д2} = \frac{T_{д2}}{N_{ГД2}}, \quad (49)$$

$$t_{Д2} = \frac{2383}{1872} = 1,3 \text{ чел. - ч.}$$

При расчете специализированных постов диагностирования используют такт поста и ритм производства.

Время, нахождения автомобиля на посту является тактом поста диагностики

$$\tau_{Д1} = \frac{t_{Д1} \cdot 60}{P_{Д}} + t_{П}, \quad (50)$$

$$\tau_{Д1} = \frac{0,52 \cdot 60}{1} + 3 = 34 \text{ мин.}$$

$$\tau_{Д2} = \frac{t_{Д2} \cdot 60}{P_{Д}} + t_{П}, \quad (51)$$

$$\tau_{Д2} = \frac{1,3 \cdot 60}{2} + 3 = 42 \text{ мин.}$$

где $P_{Д} = 1$ чел. – среднее число рабочих на одном посту;

$t_{П} = 3$ мин. – время установки и съёма автомобиля с поста.

Интервал времени между последовательно сходящими с поста автомобилями является ритмом производства.

$$R_{Д1} = \frac{T_{ОБ} \cdot 60}{N_{СД1}}, \quad (52)$$

$$R_{Д1} = \frac{8 \cdot 60}{19} = 25,3 \text{ мин.}$$

$$R_{Д2} = \frac{T_{ОБ} \cdot 60}{N_{СД2}}, \quad (53)$$

$$R_{Д2} = \frac{8 \cdot 60}{5,1} = 94 \text{ мин.}$$

Число специализированных постов Д1 и Д2:

$$X_{Д1} = \frac{\tau_{Д1}}{R_{Д1} \cdot \eta_M}, \quad (54)$$

где η_M – коэффициенты по определению загрузки рабочего поста при диагностировании (для поста Д1 $\eta_M = 0,8$; для поста Д2 $\eta_M = 0,9$)

$$X_{Д1} = \frac{34}{25,3 \cdot 0,75} = 1,8 \approx 2 \text{ поста.}$$

$$X_{Д2} = \frac{\tau_{Д2}}{R_{Д2} \cdot \eta_M}, \quad (55)$$

$$X_{Д2} = \frac{42}{94 \cdot 0,75} = 0,6 \approx 1 \text{ пост.}$$

Д1 осуществляется накануне ТО, в связи с чем посты Д1 и ТО работают одновременно.

Посты Д2 и ТО–2 также работают одновременно, но начиная с первой смены. Д2 проводится перед ТО–2 и при ТО–2 автомобиль снимается с линии.

Количество штатных рабочих:

$$P_{шт.Д1} = \frac{T_{Д1}}{\Phi_{шт}}, \quad (56)$$

где $\Phi_{шт}$ – годовой фонд времени штатного рабочего, $\Phi_{шт} = 1840$ ч.

$$P_{шт.Д1} = \frac{860,4}{1840} = 0,47 \approx 1 \text{ чел.}$$

$$P_{шт.Д2} = \frac{T_{Д2}}{\Phi_{шт}}, \quad (57)$$

$$P_{шт.Д2} = \frac{576,6}{1840} = 0,31 \approx 1 \text{ чел.}$$

Явочное количество рабочих:

$$P_{яв.Д1} = P_{шт.Д1} \cdot \eta_{шт}, \quad (58)$$

где $\eta_{шт}$ – коэффициент штатности, $\eta_{шт} = 0,93$.

$$P_{яв.Д1} = 1 \cdot 0,93 = 0,93 \approx 1 \text{ чел.}$$

$$P_{яв.Д2} = P_{шт.Д2} \cdot \eta_{шт}, \quad (59)$$

$$P_{яв.Д2} = 1 \cdot 0,93 = 0,93 \approx 1 \text{ чел.}$$

Площадь зон Д1 и Д2:

$$F_{Д1} = 1 \cdot f_a \cdot K_{П}, \quad (60)$$

где f_a – площадь автомобиля в плане;

$K_{П}$ – коэффициент плотности расстановки постов и оборудования,

$K_{П} = 5$.

$$F_{Д1} = 1 \cdot 29,4 \cdot 5 = 147 \text{ м}^2.$$

$$F_{Д2} = 1 \cdot f_a \cdot K_{П}, \quad (61)$$

$$F_{Д2} = 1 \cdot 29,4 \cdot 5 = 147 \text{ м}^2.$$

Для наиболее габаритного автомобиля (МАЗ-5440): $f_a = 8,8 \cdot 2,5 = 22 \text{ м}^2$.

1.5.2 Зона ежедневного обслуживания

Суточная программа моек:

$$N_{СУТ}^{УГЛ} = N_{СУТ}^{ТО} + N_{СУТ}^Д, \quad (62)$$

где $N_{СУТ}^{ТО}$ – суточная программа ЕО;

$N_{СУТ}^Д$ – суточная программа диагностических работ.

$$N_{СУТ}^{ТО} = N_1^c + N_2^c, \quad (63)$$

$$N_{CVT}^{TO} = 3 + 1 = 4 \text{ автомобиля.}$$

$$N_{CVT}^D = N_{D1}^c + N_{D2}^c, \quad (64)$$

$$N_{CVT}^D = 5 + 1 = 6 \text{ автомобилей.}$$

$$N_{CVT}^{VGL} = 4 + 6 = 10 \text{ автомобилей.}$$

Суточная программа мойки автомобилей:

$$N_{CVT}^{HAP} = N_{EO}^c - N_{CVT}^{VGL}, \quad (65)$$

$$N_{CVT}^{HAP} = 53 - 10 = 43 \text{ автомобиля.}$$

Ритм производства:

$$R_{VMP} = \frac{T_{об} \cdot 60}{N_{EO}^c}, \quad (66)$$

где $T_{об}$ – продолжительность работы зоны в сутки, $T_{об} = 12$ ч.

$$R_{VMP} = \frac{12 \cdot 60}{53} = 13,6 \text{ мин.}$$

Такт линии ежедневного обслуживания:

$$\tau_{VMP} = \frac{60}{N_{Ц}}, \quad (67)$$

где $N_{Ц}$ – производительность моечной установки, $N_{Ц} = 10$ автомобилей/ч.

$$\tau_{VMP} = \frac{60}{10} = 6 \text{ мин.}$$

Линейная подача конвейера:

$$V_K = \frac{L_a + a}{\tau_{YMP}}, \quad (68)$$

где L_a – длина автомобиля, $L_a = 8,8$ м;

a – продольное расстояние между автомобилями при движении поточной линии ЕО (с учетом габаритов автомобиля), $a = 2$ м.

$$V_K = \frac{11,76 + 2}{6} = 2,3 \text{ м/мин.}$$

Таким образом:

$$m = \frac{\tau_{YMP}}{R_{YMP}}, \quad (69)$$

$$m = \frac{6}{13,6} \approx 1.$$

По технологическим соображениям принимаем число рабочих постов на автоматизированной линии $X_{EO} = 2$.

Количество рабочих:

$$P_{EO} = \frac{t_{EO} \cdot m \cdot K \cdot 60}{\tau_{YMP}}, \quad (70)$$

где K – доля ручного труда при выполнении ЕО, $K = 0,45$.

$$P_{EO} = \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 0,45 \cdot 60}{6} \approx 1 \text{ чел.}$$

Площадь зоны ЕО:

$$F_{EO} = f_a \cdot X_{EO} \cdot k_{II}, \quad (71)$$

где k_{II} – коэффициент плотности расстановки постов, $k_{II} = 4,5$.

$$F_{EO} = 29,4 \cdot 2 \cdot 4,5 = 264,6 \text{ м}^2.$$

Зона ЕО работает в 12-ти часовом режиме. Время проведения работ с 2 час. 00 мин. до 14 час. 00 мин.

1.5.3 Зона технического обслуживания

Необходима корректировка годовых объёмов по ТО, в связи с тем, что планируется проведение диагностики на специализированных постах.

$$T_1' = T_1 - T_{1Д}, \quad (72)$$

$$T_1' = 24472,5 - 22203 = 22270 \text{ чел. - ч.}$$

$$T_2' = T_2 - T_{2Д} - T_{ОГД}, \quad (73)$$

$$T_2' = 30592 - 2141 = 28451 \text{ чел. - ч.}$$

Трудоёмкость для обслуживания одного автомобиля:

$$t_1' = \frac{T_1'}{\sum N_1}, \quad (74)$$

$$t_1' = \frac{22270}{4875} = 4,57 \text{ чел. - ч.}$$

$$t_2' = \frac{T_2'}{\sum N_2}, \quad (75)$$

$$t_2' = \frac{28451}{1560} = 18,23 \text{ чел. - ч.}$$

Поскольку общее рассчитанное число обслуживаний за сутки меньше 12 (3,6) обслуживаний, то ТО целесообразно проводить на постах специализированных работ.

Определение такта поста технических обслуживаний:

$$\tau_{TO1} = \frac{t_1' \cdot 60}{P_{TO1}} + t_{II}, \quad (76)$$

$$\tau_{TO1} = \frac{4,57 \cdot 60}{4} + 3 = 71,5 \text{ мин.}$$

$$\tau_{TO2} = \frac{t_2' \cdot 60}{P_{TO2}} + t_{II}, \quad (77)$$

$$\tau_{TO2} = \frac{18,23 \cdot 60}{5} + 3 = 221,8 \text{ мин.}$$

Определение ритма работ по обслуживанию:

$$R_{TO1} = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_{C1}}, \quad (78)$$

$$R_{TO1} = \frac{8 \cdot 60}{16} = 30 \text{ мин.}$$

$$R_{TO2} = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_{C2}}, \quad (79)$$

$$R_{TO1} = \frac{8 \cdot 60}{5,1} = 94 \text{ мин.}$$

Количество постов специализированных работ технического обслуживания:

$$X_{TO1} = \frac{\tau_{TO1}}{R_{TO1} \cdot \eta_M}, \quad (80)$$

$$X_{TO1} = \frac{71,5}{30 \cdot 0,85} = 2,8 \approx 3 \text{ поста.}$$

$$X_{TO2} = \frac{\tau_{TO2}}{R_{TO2} \cdot \eta_M}, \quad (81)$$

$$X_{TO2} = \frac{221,8}{94 \cdot 0,95} = 2,5 \approx 3 \text{ поста.}$$

Численность работающих:

$$P_{умТО1} = \frac{T_1'}{\Phi_{ПР}}, \quad (82)$$

$$P_{умТО1} = \frac{22270}{1840} = 12,1 \approx 12 \text{ чел.}$$

$$P_{явТО1} = P_{умТО1} \cdot \eta_{ум}, \quad (83)$$

$$P_{явТО1} = 12 \cdot 0,93 = 11 \text{ чел.}$$

$$P_{умТО2} = \frac{T_2'}{\Phi_{ПР}}, \quad (84)$$

$$P_{умТО2} = \frac{28451}{1840} = 15,5 \text{ чел.}$$

$$P_{явТО2} = P_{умТО2} \cdot \eta_{ум}, \quad (85)$$

$$P_{явТО2} = 15,5 \cdot 0,93 = 14 \text{ чел.}$$

В соответствии с расчетом, принимается 3 поста технического обслуживания.

Согласно вычисленной проекционной площади, для автомобиля может быть определен размер площади рассчитываемого участка, учитывая плотность расстановки постов при помощи коэффициентов:

$$F_{ТО} = X_{ТО1} \cdot f_a \cdot K_{П}, \quad (86)$$

где $f_a = A \cdot B = 22 \text{ м}^2$ – площадь автомобиля в проекции;

$K_{П} = 6,5$ – коэффициент по учету плотностной расстановки постов;

$A = 8,8 \text{ м}$ – габарит длины автомобиля;

$B = 2,5 \text{ м}$ – габарит автомобиля по ширине.

$$F_{ТО} = 3 \cdot 22 \cdot 5 = 330 \text{ м}^2.$$

Ритм производства линии ТО–2:

$$R_{ТО2} = \frac{T_{об} \cdot 60}{N_2^C}, \quad (87)$$

$$R_{ТО2} = \frac{8 \cdot 60}{1} = 480 \text{ мин.}$$

Такт поста ТО–2:

$$\tau_{ТО2} = \frac{t_2^{kop} \cdot 60}{P_l} + t_{II}, \quad (88)$$

$$\tau_{ТО2} = \frac{18,6 \cdot 60}{5} + 1,5 = 224,7 \text{ мин.}$$

Для определения рабочих постов воспользуемся следующей формулой:

$$X_{ТО2} = \frac{\tau_{ТО2}}{R_{ТО2} \cdot \eta_M}, \quad (89)$$

$$X_{ТО2} = \frac{224,7}{480 \cdot 0,8} \approx 1 \text{ пост.}$$

Штатное количество рабочих на посту ТО–2:

$$P_{шт.ТО2} = \frac{T_2^{kop}}{\Phi_{шт}}, \quad (90)$$

$$P_{шт.ТО2} = \frac{7162}{1840} \approx 4 \text{ чел.}$$

Явочное количество рабочих:

$$P_{яв.ТО2} = P_{шт.ТО2} \cdot \eta_{шт}, \quad (91)$$

$$P_{яв.ТО2} = 4 \cdot 0,93 \approx 4 \text{ чел.}$$

Площадь зоны ТО–2:

$$F_{.ТО2} = f_a \cdot X_{ТО2} \cdot K_n, \quad (92)$$

$$F_{.ТО2} = 29,4 \cdot 1 \cdot 4,5 = 132,3 \text{ м}^2.$$

1.5.4 Количество постов текущего ремонта

Для определения рабочих постов используется следующая формула:

$$X_{ТР} = \frac{T_{П} \cdot K_{ТР} \cdot \phi}{D_{РАБ} \cdot T_C \cdot C \cdot P_{П} \cdot \eta}, \quad (93)$$

где $T_{П}$ – годовая трудоемкость постовых работ;

$K_{ТР}$ – коэффициент коррекции объёмов постовых работ в смену с наибольшей загрузкой, $K_{ТР} = 0,8$;

ϕ – коэффициент неравномерности поступающих в ремонт автомобилей, $\phi = 1,5$;

C – количество смен;

$P_{П}$ – средняя численность рабочих на 1 посту, $P_{П} = 3$;

η – коэффициент использования рабочего времени поста, $\eta = 0,85 - 0,9$.

$$X_{ТР} = \frac{22599 \cdot 0,8 \cdot 1,5}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0,8} = 4,6 \approx 5 \text{ постов.}$$

Численность работающих:

$$P_{умТР} = \frac{T_{ТР}}{\Phi_{ПР}}, \quad (94)$$

$$P_{умТР} = \frac{22599}{1840} = 12,2 \text{ чел.}$$

$$P_{ябТР} = P_{умТР} \cdot \eta_{ум}, \quad (95)$$

$$P_{явТР} = 12 \cdot 0,93 = 11 \text{ чел.}$$

$$P_{и} = \frac{T_{Г}}{\Phi_{и}}, \quad (96)$$

где $\Phi_{и}$ – годовой фонд времени штатного рабочего.

Временной фонд определяем по формуле:

$$\Phi_{и} = (D_{К} - (D_{ВЫХ} + D_{ОТ} + D_{П} + D_{УП} + D_{ОД})) \cdot T_{СМ} - (D_{ПШ} + D_{ОД}), \quad (97)$$

где $D_{ВЫХ}$ – количество выходных дней, $D_{ВЫХ} = 104$ дня;

$D_{ОТ}$ – дни отпуска, $D_{ОТ} = 28$ дней;

$D_{П}$ – праздничные дни, $D_{П} = 12$ дней;

$D_{УП}$ – дни отсутствий по уважительной причине, $D_{УП} = 4$ дня;

$D_{ОД}$ – общественный долг, $D_{ОД} = 1$ день;

$D_{ПШ}$ – предпраздничные дни.

$$\Phi_{и} = (365 - (104 + 36 + 12 + 4 + 1)) \cdot 8 - (12 + 1) \cdot 1 = 1651 \text{ ч.}$$

Получаем:

$$P_{и} = \frac{47912}{1651} \approx 29 \text{ чел.}$$

Определение площади участка:

$$F_{ТР} = X_{ТР} \cdot f_a \cdot K_{П}, \quad (98)$$

$$F_{ТР} = 5 \cdot 22 \cdot 5 = 550 \text{ м}^2.$$

1.5.5 Площадь отделений, участков

Площади для производственных помещений представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Расчетные площади производственных помещений

Наименование зоны, участка, отделения	Число рабочих постов	Численность персонала, чел.	Площадь, м ²
1	2	3	4
Участок УМР	2	1	264,6
Участок диагностики	2	2	294,0
Зона ТО	4	8	529,2
Зона ТР	2	3	264,4
Окрасочное отделение	1	1	132,2
Кузовное отделение	1	1	132,2
Агрегатное отделение	–	2	36,0
Моторное отделение	–	1	22,0
Отделение электротехническое и ремонта топливной аппаратуры	–	3	33,0
Аккумуляторное отделение	–	1	21,0
Шинное отделение	1	1	132,2
Слесарно – механическое отделение	–	2	30,0
Отделение кузнечно–рессорное, сварочно–жестяницкое, медницкое	–	2	26,0
Обойно–арматурное отделение	–	1	18,0
Отдел главного механика ОГМ	–	4	60,0
Итого:	18	34	1995

Определяем число вспомогательных рабочих по формуле:

$$P_{\text{вспом}} = 0,2 \cdot P_{\text{ш}}, \quad (99)$$

$$P_{\text{вспом}} = 0,2 \cdot 29 = 6 \text{ чел.}$$

1.6 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений

1.6.1 Складские площади

«Площади складских помещений и сооружений АТП определяются как результат произведения удельных нормативов» [23] на количество автомобилей в парке и корректируется коэффициентами

$$F_{\text{СК}} = \frac{A_u \cdot f_{\text{yd}}}{10} \cdot K_{\text{np}} \cdot K_{\text{nc}} \cdot K_{\text{mc}} \cdot K_{\text{e}} \cdot K_{\text{yz}} \cdot K_{\text{p}}, \quad (100)$$

где f_{yd} – площадь удельная для складского помещения в расчете 10

учитываемых единиц;

K_{np} – коэффициент учета пробега за сутки в среднем, $K_{np} = 1,19$;

K_{nc} – коэффициент по учету технологически совместного подвижного состава, $K_{nc} = 1,4$;

K_{mc} – коэффициент по учету типажа состава, $K_{mc} = 0,9$;

K_g – коэффициент учета высоты складирования, $K_g = 1$;

$K_{юз}$ – коэффициент учета условий эксплуатации, $K_{юз} = 1,05$;

« K_p – коэффициент сокращения площади склада» [21] в связи с переходом на «экономику рынка» [15], $K_p = 0,5$.

$$F_{СК} = \frac{60 \cdot f_{юд}}{10} \cdot 1,19 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,5 = 4,73 \cdot f_{юд}.$$

В таблице 7 представлены площади складских помещений.

Таблица 7 – Площадь помещения склада

Наименование склада	Удельная площадь $f_{юд}$, м ²	Коэффициент сокращения площади	Принятая площадь склада, м ²
Запасных частей	4,4	0,5	20,8
Агрегатов	3,0	1,0	28,4
Смазочных материалов с насосной	1,8	0,5	8,5
Шин	2,6	0,5	12,3
Кислорода, азота и ацетилена в баллонах	0,2	1,0	1,9
Лакокрасочных материалов	0,6	0,5	2,8
Инструментально–раздаточная кладовая	0,15	1,0	1,4
Промежуточный	0,9	1,0	8,5
Порожних дегазированных баллонов	0,25	1,0	2,4
Итого			87

Вспомогательные помещения в соответствии с СП18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий» составляют по площади: трансформаторная, тепловой узел, водораспределительный 5-10% к производственным.

$$F_{\text{тех.пом.}} = 0,1 \cdot 770 \approx 36 \text{ м}^2.$$

1.6.2 Расчёт площадей бытовых помещений

Поскольку принято, что на одного штатного и вспомогательного рабочего необходимая площадь не менее 2 м^2 .

$$F_{\text{быт}} = f_{\text{быт}} \cdot (P_{\text{ш}} + P_{\text{вспом.}}), \quad (101)$$

$$F_{\text{быт}} = 2 \cdot (29 + 6) = 70 \text{ м}^2.$$

$$X_{\text{ЕО}}^{\text{ОЖ}} = 2 \text{ поста}; \quad X_{\text{ТО1}}^{\text{ОЖ}} = 1 \text{ пост}; \quad X_{\text{ТО2}}^{\text{ОЖ}} = 1 \text{ пост}; \quad X_{\text{ТР}}^{\text{ОЖ}} = 1 \text{ пост};$$

Общее число постов в зоне ожидания $X_{\Sigma}^{\text{ОЖ}} = 5$ постов.

Площадь зоны ожидания:

$$F = f_a \cdot X_{\Sigma}^{\text{ОЖ}} \cdot K_{\Pi}, \quad (102)$$

где K_{Π} – коэффициент плотности расстановки постов, $K_{\Pi} = 2$

$$F = 29,4_a \cdot 5 \cdot 2 = 294 \text{ м}^2.$$

Общую площадь здания цеха определяем по формуле:

$$F_{\text{зд}} = F + F_{\text{пр.п}} + F_{\text{адм}} + F_{\text{быт}} + F_{\text{скл}} + F_{\text{тех.пом.}}, \quad (103)$$

Получаем:

$$F_{\text{зд}} = 416 + 77 + 42 + 70 + 8 + 8 = 1262 \text{ м}^2.$$

$$A_{\text{КР}} = (1 - \alpha_T) \cdot A_{\text{И}}, \quad (104)$$

$$A_{\text{КР}} = (1 - 0,877) \cdot 60 = 7 \text{ автомобилей.}$$

$$X_{\text{ТР}} = X_{\text{ТР}} + X_{\text{куз}} + X_{\text{мал}} \quad (105)$$

$$X_{TP} = 2 + 1 + 1 = 4 \text{ поста.}$$

$$X_{OB} = X_{TO1} + X_{TO2} + X_{EO}, \quad (106)$$

$$X_{OB} = 3 + 1 + 2 = 6 \text{ постов.}$$

$$A_{CT} = 60 - (7 + 4 + 6 \cdot 0) - 0 = 49 \text{ автомобилей.}$$

Площадь стоянки:

$$F = f_a \cdot A_{CT} \cdot q, \quad (107)$$

где q – коэффициент удельной площади на 1 автомобиле-место,
 $q = 2,45$.

$$F = 29,4 \cdot 49 \cdot 2,45 = 3530 \text{ м}^2.$$

1.7 Используемое технологическое оборудование

В проектируемом подразделении выполняется относительно большой объем работ. Необходимость организации ремонтных отделений для небольшого количества транспортных средств обусловлена тем, что предприятия удалено от сторонних предприятий, занимающихся обслуживанием тяжелой грузовой техники. Также в перспективе возможно дополнительное увеличение транспортных средств, что увеличит затраты на обслуживание у сторонних предприятий. В связи с этим проведение расчета ремонтного подразделения, направленного на увеличение производственных мощностей, является актуальной задачей.

На основе проведенного анализа и расчетов подразделения проводится планировка по следующим направлениям:

- уменьшение площади под теплую стоянку транспортных средств до 500 м^2 ;
- в структуру предприятия вводятся дополнительные участки. В измененную структуру входят следующие участки: участки ТО-1 и

- ТО-2 (каждый площадью 400 м²), участок ТР (площадь 360 м²), шиномонтажный участок (площадь 48 м²); агрегатный участок (площадь 54 м²); слесарно-механический участок (площадь 48 м²);
- электротехнический участок (площадь 32 м²); участок по ремонту приборов системы питания (площадь 24 м²);
 - с целью расширения возможностей предприятия по выполнению ТО и ТР организуется дополнительная смотровая канава;
 - для повышения эффективности производства на предприятии приобретается дополнительное оборудование.

Для выполнения ТО-1 потребуется технологическое оборудование и технологическая оснастка закупка, которой не планируется, представленные в таблице 8.

Таблица 8 – Производственное оборудование

Наименование	Тип или модель	Количество	Размеры в плане, мм
1	2	3	4
1 Верстак слесарный	ОРГ-1468-01	4	1400×800
2 Тележка слесаря-авторемонтника	СК-9	5	900×450
3 Подъемник канавный	–	2	800×1000
4 Стеллаж для колес автомобилей	–	5	1600×1000
5 Стеллаж-вертушка для нормалей	2С132Л	4	450×450
6 Тележка для снятия и постановки тормозных барабанов	КО-90	1	550×550
7 Гайковерт для гаек колес	собственного изготовления	1	1100×662
8 Ларь для обтирочных материалов	–	2	500×400
9 Емкость для сбора отработанного масла	МЦКБ-133	1	550×350
10 Приемник для слива охлаждающей жидкости	М-316	1	500×400
11 Ларь для отходов	Р-12	2	400×500
12 Нагнетатель смазочный передвижной	ВК-71	1	450×405
13 Приемник для слива трансмиссионного масла	В-305	2	300×400
14 Тележка для транспортировки деталей	–	3	585×800
15 Кран передвижной для снятия агрегатов	СК-10	2	1500×1000
16 Маслораздаточный бак	МК-60	1	550×450
18 Шкаф инструментальный	В-4	2	1200×500
19 Стеллаж для узлов и деталей	СТ-2	3	1000×450

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
20 Подъемник электромеханический четырехстоечный	СТ-4-20	4	4500×2900
21 Кран подвесной	КП-10	1	11000×1000
22 Тележка для снятия и установки колес	П-254	2	1000×650

Выводы по разделу «Технологический расчет предприятия».

В результате проведенной работы в технологической части ВКР выполнено следующее:

- проведен расчет производственной программы грузового АТП международных перевозок;
- определены годовые объёмы производства на грузовом АТП международных перевозок;
- определено необходимое количество рабочих и площадей для организации ТО и Р автомобилей;
- выполнен расчет складских помещений.

2 Разработка конструкции передвижного электромеханического гайковерта

2.1 Обзор аналогов конструкции

Одной из основных работ, проводимых на автотранспортных предприятиях, станциях технического обслуживания, в той или иной степени связаны с монтажом или демонтажем колес автомобилей. И если операция по снятию колес автомобиля не вызывает большие сложности в организациях с малой производственной программой, то для больших пассажирских и грузовых предприятий для минимизации трудовых ресурсов необходимо предусматривать различные мероприятия, в том числе приобретение специального оборудования.

К такому оборудованию можно отнести подъемники, гайковерты, тележки для снятия и установки крупногабаритных колес.

Темой выпускной квалификационной работы предусмотрена разработка конструкции передвижного электромеханического гайковерта, об этом и предлагается поговорить далее.

В первую очередь определим его назначение, устройство, принцип работы, а также проведем сравнение аналогичного оборудования для выявления преимуществ и недостатков, которые в свою очередь послужат отправной точкой для разработки оптимальной конструкции.

«Гайковерты – устройства, предназначенные для выполнения монтажно-демонтажных операций резьбовых соединений (обычно болт-гайка)» [2].

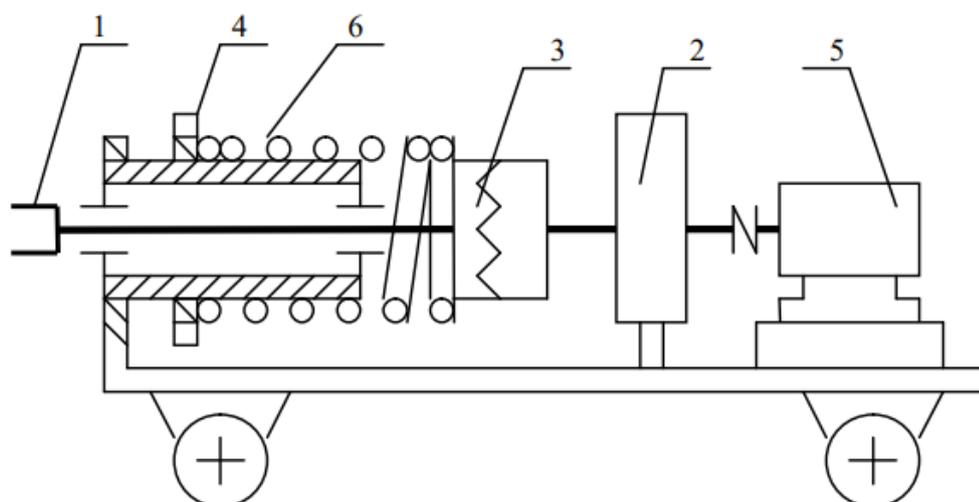
Их используют на сборочных конвейерах при производстве автомобилей, а также при выполнении операций технического обслуживания и ремонта.

«Гайковерты классифицируют, следующим образом:

а) по назначению:

- для крепления (демонтажа) дисков колес;
 - для сборки-разборки стремянок рессор;
 - для монтажа-демонтажа приводных звездочек бортовых передач гусеничных тракторов.
- б) по способу привода исполнительного органа:
- с механическим приводом;
 - с электрическим приводом;
 - с электромеханическим приводом;
 - с пневматическим приводом.
- в) по направлению вращения исполнительного элемента:
- нереверсивные (только для затяжки или демонтажа);
 - реверсивные (для монтажных и демонтажных работ).
- г) по способу перемещения:
- переносные (ручные);
 - передвижные (по полу или по направляющим)» [3].

Рассмотрим принципиальную схему электромеханического гайковерта (рисунок 1).



1 – шестигранная головка; 2 – редуктор; 3 – предохранительная муфта;
4 – регулировочная гайка; 5 – электродвигатель; 6 – регулировочная пружина

Рисунок 1 – Принципиальная схема электромеханического гайковерта

«В электромеханическом гайковерте непосредственного действия крутящий момент от двигателя передается на ключ напрямую через редуктор и предохранительную муфту. Величина крутящего момента настраивается с помощью регулировочной гайки, которая изменяет жесткость регулировочной пружины, что приводит к изменению усилия разъединения полумуфт» [3].

Следующим этапом предлагается рассмотреть конструктивные особенности гайковертов, имеющих на отечественном и зарубежном рынках:

- гайковерт модели И-322;
- гайковерт модели 2460-М;
- гайковерт Columbus;
- гайковерт модели И-330.

«Гайковерт И-322 (рисунок 2) предназначен для откручивания/закручивания гаек стремянок рессор трехосных автомобилей с нормированным крутящим моментом. Тип гайковерта – передвижной электромеханический, реверсивный» [4].



Рисунок 2 – Гайковерт И-322

«Гайковерт со стойкой, к которой прикреплена болтами плита с установленными на ней электродвигателем и редуктором. Передача вращения от редуктора к ключу осуществляется через муфту, вал. Управление электродвигателем и редуктором производится двумя кнопками по рукоятке. Пружина служит опорой для плиты и дает возможность смещать ключ вниз при нажатии ногой на педаль» [4].

«Техническая характеристика гайковерта И-322 представлена ниже:

- регулируемый момент затяжки гаек, Н·м 150-700;
- частота вращения головки, об/мин 21;
- величина смещения ключа по вертикали при регулировке, мм
..... 180;
- габаритные размеры, мм 1300×740×1130;
- масса, кг 120» [4].

Анализ конструкции гайковерта модели И-322 позволил выявить следующие недостатки:

- небольшая частота вращения шестигранной головки;
- большая масса и габаритные размеры;
- ручной привод тележки.

«Гайковерт модели 2460-М (рисунок 3) представляет собой двухколесную передвижную установку с торцовым ключом под гайки колес автомобилей. Торцовый ключ приводится во вращение от электродвигателя двумя клиновыми ремнями через муфту сцепления. Сцепление гайковерта включает вилкой с помощью, шарнирно закрепленного на рукояти тележки гайковерта и, соединенного вилкой.

Подъем или пускание гайковерта производится винтовым телескопическим механизмом подъема. Переставлять ключ от одной гайки к другой можно за счет вертикального перемещения механизма гайковерта» [5].



Рисунок 3 – Гайковерт модели 2460-М

Техническая характеристика гайковерта 2460-М представлена ниже:

- регулируемый момент затяжки гаек, Н·м 35-40;
- максимальный размеры шестигранной головки, мм 38;
- число оборотов маховика об/мин 470;
- мощность электродвигателя, кВт 1;
- габаритные размеры, мм 1275×670×925;
- масса, кг 87.

Анализ конструкции гайковерта модели 2460-М позволил выявить следующие недостатки:

- ручной привод тележки;
- большие габаритные размеры;
- большая масса.

Электрический гайковерт для колес грузовых автомобилей и автобусов производитель Columbus представлен на рисунке 4.

«Гайковерт оснащен маховиком, который трансформирует электроэнергию в ударное усилие. При своей достаточно небольшой массе (55 кг) развивает колоссальную мощность – до 3500 Н·м.

Рабочий процесс проходит в несколько этапов (ударов) с нарастающим усилием: 1 удар – 520 Н·м, 2 удар – 640 Н·м, 3 удар – 710 Н·м и так далее» [6].

Технические характеристики:

- габаритные размеры (Д×Ш×В), мм 1300×600×1000;
- мощность электродвигателя, кВт 1,1 кВт;
- электропитание, В 380.



Рисунок 4 – Гайковерт модели Columbus

Анализ конструкции гайковерта модели Columbus позволил выявить следующие недостатки:

- плохая устойчивость, так как гайковерт имеет 2 колеса;
- при передвижении гайковерта мешает сетевой кабель;
- высокая стоимость по сравнению с аналогичными гайковертами;
- во время работы гайковерт приходится придерживать ногой, для того, чтобы он не откатывался назад.

Рассмотрим электромеханический гайковерт модели И-330 (рисунок 5).

«Гайковерт И-330 предназначен для откручивания/закручивания гаек колес грузовых автомобилей и автобусов. Гайковерт передвижной,

электромеханический, реверсивный, ударно-инерционный представляет собой передвижную установку инерционно-ударного действия. Состоит из тележки, рабочего механизма, двух рукояток управления.

На каретке крепится плита с монтированным на ней двигателем и ударно-силовым механизмом, имеющим на конус четырехгранником для ключей, подбираемым в зависимости от размера отвертываемой (завертываемой) гайки» [7].



Рисунок 5 – Гайковерт И-330

«Техническая характеристика гайковерта И-330 представлена ниже:

- наибольший крутящий момент, Н·м 1200;
- пределы установки ключа по высоте, мм 300-800;
- мощность электродвигателя, кВт 0,65;
- габаритные размеры, мм 1250x650x1100;
- масса, кг 95» [7].

Анализ конструкции гайковерта модели И-330 позволил выявить следующие недостатки:

- сложность конструкции;
- большие габаритные размеры,
- нет стопорящего устройства, может откатываться во время работы.

Основные преимущества предлагаемой конструкции гайковерта является:

- гайковерт дешевле зарубежных аналогов;
- для удобства перемещения гайковерта предусмотрен крюк для подвешивания сетевого кабеля;
- легкость передвижения благодаря электрического привода колеса;
- 2 передних колеса обеспечивают устойчивость гайковерта, а два пневматических прорезиненных задних – плавность хода;
- стопорящее (фиксирующее) устройство для предотвращения самопроизвольного перемещения гайковерта во время работы.

Гайковерт (рисунок б) состоит из ходовой части, за счет которой гайковерт перемещается и вертикальной стойки 1, по которой перемещается каретка 3 с ударно-инерционным механизмом. Каретка имеет устройство для фиксации на необходимой высоте – фиксатор 11.

Внутри вертикальной стойки расположен пружинный механизм противовеса 4, служащий для уменьшения усилия перемещения каретки с механизмом гайковерта.

На каретке закреплен механизм управления гайковертом 5, кнопку пуска-останова привода гайковерта и переключатель направления вращения привода, также имеется блок управления ходовой частью гайковерта, который включает в себя кнопка пуска-останова мотор-редуктора и переключатель направления вращения мотор-редуктора.

Ударно-инерционный механизм гайковерта монтируется на плите 7 каретки и состоит из приводного электродвигателя 15, шкива-маховика 13, шпинделя 14 и механизм привода муфты 2.

На конце шпинделя устанавливается ключ S38 или переходник. В квадратное отверстие ключа S38 устанавливаются остальные ключи из прилагаемого комплекта, в зависимости от размера монтируемой гайки.

Переходник предназначен для использования торцевых головок с посадочным размером 3/4'' (19 мм).

2.3 Расчет основных элементов конструкции

2.3.1 Выбор мотор-редуктора

Диаметр колеса гайковерта составляет 0,25 м (смотри графическую часть работы), а длина окружности колеса при этом составляет:

$$L = \pi \cdot D, \quad (108)$$
$$L = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785 \text{ м.}$$

Гайковерт должен двигаться со скоростью не больше 1 м/с, для того, чтобы рабочий успевал за ним (принимаем мотор-редуктор МЦ-63-224-ЦУ-2).

Передаточное число открытой передачи принимается равным четырем (4). В таком случае число оборотов колеса гайковерта составит:

$$n_2 = \frac{n_1}{U}, \quad (109)$$
$$n_2 = \frac{224}{4} = 56 \text{ мин}^{-1}.$$

Определим скорость вращения гайковерта:

$$v = \frac{L \cdot n_2}{60}, \quad (110)$$
$$v = \frac{0,785 \cdot 56}{60} = 0,733 \text{ м/с.}$$

2.3.2 Расчет на прочность рамы гайковерта

Рама гайковерта состоит из балки и трубы, в которой находится вал. Между собой балка и труба скреплена при помощи сварки и усилена косынками и уголками.

На рисунке 7 показана расчетная схема балки, где вес гайковерта вместе с ходовой частью составляет 1,75 кН.

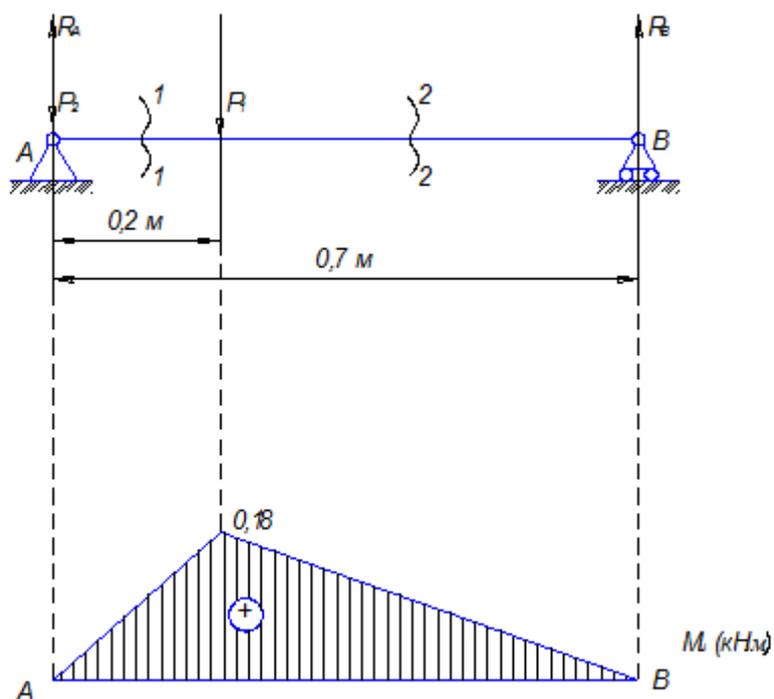


Рисунок 7 – Расчетная схема балки

Условия равновесия:

$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow R_A + R_B - P_1 - P_2 = 0, \quad (111)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow P_1 \cdot 0,2 - R_B \cdot 0,7 = 0, \quad (112)$$

$$R_B = \frac{1 \cdot 0,2}{0,7} = 0,286 \text{ кН},$$

$$R_A = P_1 + P_2 - R_B = 1 + 0,54 - 0,285 = 1,254 \text{ кН}$$

Рассмотрим сечение 1-1:

$$0 \leq z_1 \leq 0,2, \quad (113)$$

$$M_{u1} = R_A \cdot z_1 - P_2 \cdot z_1, \quad (114)$$

$$z_1 = 0 \Rightarrow M_{u1} = 0,$$

$$z_1 = 0,2 \Rightarrow M_{u1} = 1,254 \cdot 0,2 - 0,54 \cdot 0,2 = 0,18 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Рассмотрим сечение 2-2:

$$0,2 \leq z_2 \leq 0,7, \quad (115)$$

$$M_{u2} = R_A \cdot z_2 - P_2 \cdot z_2 - P_1 \cdot (z_2 - 0,2), \quad (116)$$

$$z_2 = 0,2 \Rightarrow M_{u2} = 1,254 \cdot 0,2 - 0,54 \cdot 0,2 - 0 = 0,18 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$z_2 = 0,7 \Rightarrow M_{u2} = 1,254 \cdot 0,7 - 0,54 \cdot 0,7 - 1 \cdot (0,7 - 0,2) = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Из эпюры видно, что наибольший изгибающий момент $-18 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Балка изготовлена из стали 20, допускаемое напряжение составляет 160 МПа , а с учетом коэффициента запаса прочности, равным $2,5$ получим:

$$\sigma_H = \frac{[\sigma_H]}{2,5}, \quad (117)$$

$$\sigma_H = \frac{160}{2,5} = 64 \text{ МПа}.$$

Момент сопротивления сечения определяется по формуле:

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma_H}, \quad (118)$$

$$W = \frac{0,18}{64 \cdot 10^3} = 2,8125 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 2812,5 \text{ мм}^3.$$

Для прямоугольного сечения:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (119)$$

где b – ширина балки, мм;

h – высота балки, мм.

«С учетом того, что у нас две параллельных балки объединены в одну, а высота балки в два раза больше ширины формула 11 примет вид»[4]:

$$W = \frac{h^3}{6}, \quad (120)$$

$$h = \sqrt[3]{6 \cdot W}, \quad (121)$$

$$h = \sqrt[3]{6 \cdot 2812,5} = 25,6 \text{ мм.}$$

Принимаем высоту 26 мм, тогда ширина равняется 13 мм.

Расчетная схема трубы представлена на рисунке 8.

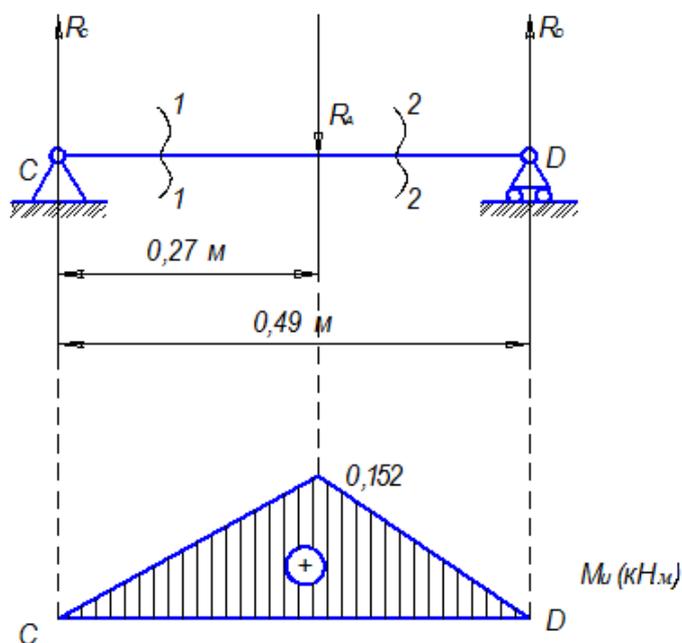


Рисунок 8 – Расчетная схема трубы

Условия равновесия:

$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow R_C + R_D - R_A = 0, \quad (122)$$

$$\sum M_C = 0 \Rightarrow R_A \cdot 0,27 - R_D \cdot 0,49 = 0, \quad (123)$$

$$R_D = \frac{1,254 \cdot 0,27}{0,49} = 0,691 \text{ кН,}$$

$$R_C = R_A - R_D = 1,254 - 0,691 = 0,563 \text{ кН},$$

Рассмотрим сечение 1-1:

$$0 \leq z_1 \leq 0,27, \quad (124)$$

$$M_{И1} = R_C \cdot z_1, \quad (125)$$

$$z_1 = 0 \Rightarrow M_{И1} = 0,$$

$$z_1 = 0,27 \Rightarrow M_{И1} = 0,563 \cdot 0,27 = 0,152 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Рассмотрим сечение 2-2:

$$0,27 \leq z_2 \leq 0,49, \quad (126)$$

$$M_{И1} = R_C \cdot z_2 - R_A \cdot (z_2 - 0,27), \quad (127)$$

$$z_2 = 0,27 \Rightarrow M_{И2} = 0,563 \cdot 0,27 - 0 = 0,152 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$z_2 = 0,49 \Rightarrow M_{И2} = 0,563 \cdot 0,49 - 1,254 \cdot (0,49 - 0,27) = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Из эпюр видно, что наибольший изгибающий момент составляет 0,152 кН·м. Труба изготовлена из стали 20, допускаемое напряжение составляет 160 МПа.

Момент сопротивления сечения:

$$W = \frac{0,152}{160 \cdot 10^3} = 0,95 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 950 \text{ мм}^3.$$

«Действительный момент сопротивления сечения для трубы:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot \left(1 - \left(\frac{d_0}{d} \right)^4 \right) \quad (128)$$

где d – наружный диаметр трубы, равняется 80 мм;

d_0 – внутренний диаметр трубы, равняется 72 мм» [4].

$$W = \frac{\pi \cdot 80^3}{32} \cdot \left(1 - \left(\frac{72}{80} \right)^4 \right) = 17277,5 \text{ мм}^3.$$

Действительный момент сопротивления сечения больше чем расчетный, следовательно, конструкция выдержит существующие нагрузки.

2.3.3 Расчет прямозубой цилиндрической передачи

Исходные данные для расчета прямозубой цилиндрической передачи:

T_1 – крутящий момент на шестерне, равен 65,7 Н·м;

T_2 – крутящий момент на колесе, равен 240,5 Н·м;

n_1 – частота вращения шестерни, равна 224 мин⁻¹;

n_2 – частота вращения колеса, равна 56 мин⁻¹;

t_Σ – срок службы передачи, принимаем равным 20000 ч.

Материалом для шестерни и колеса предлагается применять сталь 40Х с термоотбрабойкой, закалкой ТВЧ, твердость 45-50 HRC.

«Допускаемые контактные напряжения определяем для шестерни и для колеса отдельно по формуле:

$$[\sigma]_Y = [\sigma]_{H0} \cdot z_N, \quad (129)$$

где $[\sigma]_{H0}$ – базовое допускаемое напряжение, МПа;

z_N – коэффициент долговечности» [2].

«Базовые допускаемые напряжения для зубчатых колес, работающих при постоянном режиме в зоне горизонтального участка кривой усталости, определяются по формуле:

$$[\sigma]_{H0} = \frac{\sigma_{H\lim} \cdot z_R \cdot z_V}{S_H}, \quad (130)$$

где $\sigma_{H\lim}$ – длительный предел контактной выносливости, определяемый в зависимости от термообработки и группы материалов;

z_R – коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей, принимаем равный 1;

z_V – коэффициент, учитывающий влияние скорости при проектном расчете. Коэффициент принимаем равный 1;

S_H – коэффициент запаса прочности, при поверхностных упрочнениях коэффициент принимается равный 1,3» [4].

$$\sigma_{H\lim} = 17HRC + 200, \quad (131)$$

$$\sigma_{H\lim} = 17 \cdot 47,5 + 200 = 1007,5 \text{ МПа},$$

$$[\sigma]_{H0} = \frac{1007,5 \cdot 1 \cdot 1}{1,3} = 775 \text{ МПа}.$$

«Коэффициент долговечности определяется по формуле:

$$z_N = \sqrt[3]{\frac{N_{H0}}{N_{HE}}}, \quad (132)$$

где N_{H0} – базовое число циклов нагружения;

N_{HE} – эквивалентное число циклов нагружения;

m – показатель степени кривой усталости поверхностных слоев зубьев, принимается равный 6» [7].

$$N_{H0} = (10HRC)^3 \leq 12 \cdot 10^7, \quad (133)$$

$$N_{H0} = (10 \cdot 47,5)^3 \leq 10,72 \cdot 10^7,$$

Эквивалентное число циклов нагружения определяется по следующей зависимости

$$N_{HE} = 60 \cdot n \cdot t_{\Sigma} \cdot (a_1 \cdot b_1^3 + a_2 \cdot b_2^3), \quad (134)$$

где a_i, b_i – коэффициенты нагрузки.

Определяем эквивалентное число циклов нагружения для шестерни:

$$N_{HE} = 60 \cdot 224 \cdot 20000 \cdot (0,15 \cdot 1^3 + 0,85 \cdot 0,5^3) = 6,89 \cdot 10^7.$$

Определяем эквивалентное число циклов нагружения для колеса:

$$N_{HE} = 60 \cdot 56 \cdot 20000 \cdot (0,15 \cdot 1^3 + 0,85 \cdot 0,5^3) = 1,72 \cdot 10^7.$$

Определяем коэффициент долговечности для шестерни:

$$z_{N_1} = \sqrt[6]{\frac{10,72 \cdot 10^7}{6,89 \cdot 10^7}} = 1,08.$$

Определяем коэффициент долговечности для колеса:

$$z_{N_1} = \sqrt[6]{\frac{10,72 \cdot 10^7}{1,69 \cdot 10^7}} = 1,36.$$

Определяем допускаемое контактное напряжение для шестерни:

$$[\sigma]_{H1} = 775 \cdot 1,08 = 837 \text{ МПа}.$$

Определяем допускаемое контактное напряжение для колеса:

$$[\sigma]_{H2} = 775 \cdot 1,36 = 1054 \text{ МПа.}$$

За расчетное допускаемое напряжение принимается меньшее из двух допускаемых напряжений, то есть равным 837 МПа.

«Допускаемые напряжения на изгиб определяют для шестерни и колеса отдельно:

$$[\sigma]_F = [\sigma]_{FO} \cdot Y_A \cdot Y_N, \quad (135)$$

где $[\sigma]_{FO}$ – базовые допускаемые напряжения изгиба при нереверсивной нагрузке, МПа

Y_A – коэффициент, вводимый при двустороннем приложении нагрузки, принимается равный 1;

Y_N – коэффициент долговечности» [4].

«Базовые допускаемые напряжения на изгиб для зубчатых колес, работающих в зоне горизонтальной ветви кривой усталости, определяются по формуле:

$$[\sigma]_{FO} = \frac{[\sigma]_{F \text{ lim}} \cdot Y_R \cdot Y_X \cdot Y_\delta}{S_F}, \quad (136)$$

где $[\sigma]_{F \text{ lim}}$ – предел выносливости, определяемый на зубьях при нулевом цикле, находящийся в пределах 500-600 МПа;

Y_R – коэффициент, учитывающий шероховатость переходной поверхности, принимается равный 1;

Y_X – коэффициент размеров, при проектном расчете принимается равный 1;

Y_δ – коэффициент, учитывающий чувствительность материала к концентрации напряжений, при проектном расчете принимается равный 1;

S_F – коэффициент запаса прочности, принимается равный 1,7» [9]

$$[\sigma]_{F0} = \frac{550 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,7} = 323,5 \text{ МПа.}$$

«Коэффициент долговечности определяют, как:

$$Y_N = \sqrt[m]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} \geq 1, \quad (137)$$

где N_{FO} – число циклов нагружения, которое принимается равным $4 \cdot 10^6$ циклам;

N_{FE} – эквивалентное число циклов нагружения;

m – показатель степени кривой выносливости, принимается равный 7» [7].

Эквивалентное число циклов нагружения:

$$N_{FE} = 60 \cdot n \cdot t_\Sigma \cdot (a_1 \cdot b_1^m + a_2 \cdot b_2^m), \quad (138)$$

Определяем эквивалентное число циклов нагружения для шестерни:

$$N_{FE} = 60 \cdot 224 \cdot 20000 \cdot (0,15 \cdot 1^9 + 0,85 \cdot 0,5^9) = 4,08 \cdot 10^7.$$

Определяем эквивалентное число циклов нагружения для колеса:

$$N_{F0} = 60 \cdot 56 \cdot 20000 \cdot (0,15 \cdot 1^9 + 0,85 \cdot 0,5^9) = 1,02 \cdot 10^7.$$

Так как эквивалентное число циклов нагружения для шестерни больше чем для колеса, то коэффициент долговечности принимается равный 1.

Определяем допускаемое напряжение на изгиб для шестерни:

$$[\sigma]_{F1} = 323,5 \cdot 1 \cdot 1 = 323,5 \text{ МПа.}$$

Определяем допускаемое контактное напряжение для колеса:

$$[\sigma]_{F2} = 323,5 \cdot 1 \cdot 1 = 323,5 \text{ МПа.}$$

2.4 Технологический процесс

Технологическая карта процесса демонтажа колеса седельного тягача МАЗ-5440 представлена на листе графической части ВКР. Общая трудоемкость составляет 0,4 чел.-ч. Исполнителем является слесарь по ремонту автомобилей 3 разряда.

Выводы по разделу «Разработка конструкции передвижного электромеханического гайковерта».

В результате проведенной работы:

- проведен обзор аналогов конструкций гайковертов, прототипом для разрабатываемой конструкции послужила модель И-330;
- выполнена конструкторская разработка передвижного электромеханического гайковерта;
- проведен расчет основных элементов конструкции передвижного электромеханического гайковерта;
- рассмотрен технологический процесс демонтажа колеса седельного тягача МАЗ-5440.

3 Безопасность и экологичность конструкции передвижного электромеханического гайковерта

3.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики конструкции передвижного электромеханического гайковерта

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 9 представлен паспорт безопасности на конструкцию передвижного электромеханического гайковерта

Таблица 9 – Паспорт безопасности на конструкцию передвижного электромеханического гайковерта

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Замена колес при сезонном обслуживании	1 Подъем автомобиля. 2 Замена колес. 3 Снятие автомобиля с подъемника	Слесарь по ремонту автомобилей 3 разряда	Четырехстоечный подъемник для обслуживания легковых автомобилей, электромеханический гайковерт, головка «на 17»	Перчатки, защитные очки

3.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании передвижного электромеханического гайковерта представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Подъем автомобиля. 2 Замена колес. 3 Снятие автомобиля с подъемника	Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего	Автомобиль, четырехстоечный подъемник, электромеханический гайковерт
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования	
	Возможность поражения электрическим током	
	Повышенный уровень шума	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию.	
	Напряжение зрительных анализаторов	

3.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных

рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

«Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) организация обучения и проверки знаний по охране труда работников;
- г) проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований;

- д) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- е) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- ж) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- з) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- и) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- к) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- л) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи;
- м) организация и проведение производственного контроля;

н) издание (тиражирование) инструкций по охране труда» [21].

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем техническом состоянии; – эксплуатация инструмента, приспособлений в соответствии	Оборудование подъемника защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства с инструкцией	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей
Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	Использование СИЗ защиты органов слуха (наушников, беруш)
Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего	Применение специальной обуви с защитным подноском, уборка рабочего места и рабочей зоны от лишних инструментов, компонентов, материалов	–

Продолжение таблицы 11

1	2	3
<p>Статические нагрузки, связанные с рабочей позой Напряжение зрительных анализаторов</p>	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; – занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия</p>	<p>–</p>

3.4 Пожарная безопасность передвижного электромеханического гайковерта

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;

- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании но по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе замены колес при сезонном обслуживании представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе замены колес при сезонном обслуживании

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия

Продолжение таблицы 12

1	2
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

3.5 Экологическая безопасность электромеханического гайковерта

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса замены колес при сезонном обслуживании представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Идентификация экологических факторов технологического процесса замены колес при сезонном обслуживании

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Четырехстоечный	Не обнаружено	Не обнаружено	Спецодежда

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
подъемник, электромеханический гайковерт			пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса замены колес при сезонном обслуживании представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса замены колес при сезонном обслуживании

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса замены колес при сезонном обслуживании на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Изнюшенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность конструкции передвижного электромеханического гайковерта».

В разделе «Безопасность и экологичность конструкции передвижного электромеханического гайковерта»:

- составлен паспорт безопасности на конструкцию передвижного электромеханического гайковерта (таблица 9);

- определены профессиональные риски при использовании конструкции передвижного электромеханического гайковерта (таблица 10) и способы их снижения (таблица 11);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе замены колес при сезонном обслуживании (таблица 12, 13);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса замены колес при сезонном обслуживании (таблица 14).

4 Расчет экономической эффективности конструкции передвижного электромеханического гайковерта

4.1 Определение себестоимости изготовления

Определение затрат на покупку сырья и материалов, выполняется по формуле (139):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (139)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Уголок	10 кг	75,1	751	самовывоз
Труба	2,1 кг	82,2	172,62	самовывоз
Грунтовка ГФ-020	2 кг	80,4	160,8	самовывоз
Эмаль НЦ-11	2,5 кг	125,23	313,07	самовывоз
Итого:	–	–	1397,495	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	143,00	–
Всего:	–	–	1540,49	–

Определение затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (140):

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (140)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 16.

Таблица 16 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Электродвигатель	1 шт.	6060	6060	самовывоз
Мотор редуктор МЦ-63-224	1 шт.	26200	26200	самовывоз
Блок управления	1 шт.	8000	8000	самовывоз
Крепеж	16 шт.	4	64	самовывоз
Итого:	–	–	40324	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	2822,68	–
Всего:	–	–	43146,68	–

4.2 Определение затрат на выплату заработной платы

Для определения затрат на заработную плату воспользуемся формулой (141):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (141)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 17.

Таблица 17 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно- квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
1	2	3	4	5
1 Заготовительная	3	2	52,8	105,60
2 Сварочная	4	6	55,74	334,44
3 Токарная	4	4	55,74	222,96
4 Фрезерная	4	1,26	55,74	70,23
5 Электромонтажные	4	2	55,74	111,48

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
6 Сверлильные	3	1	52,8	52,80
7 Слесарные	5	3	61,2	183,60
8 Сборочные	5	4	61,2	244,80
9 Окрасочные	3	2	52,8	105,60
10 Отладочные	5	2	61,2	122,40
Итого:	–	–	–	1553,91
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	310,78
Основная заработная плата:	–	–	–	1864,69

Для определения затрат на выплату дополнительной заработной платы воспользуемся формулой (142):

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (142)$$

где K_d – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_d = 1,1 [20].$$

$$Z_d = 1864,69 \cdot 1,1 = 186,46 \text{ р.}$$

Для определения затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (143):

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot K_c, \quad (143)$$

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_c = 0,26 [19].$$

$$O_c = (1864,69 + 186,46) \cdot 0,26 = 533,3 \text{ р.}$$

4.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Для определения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования воспользуемся формулой (144):

$$P_{\text{cod.ob}} = Z_O \cdot K_{\text{ob}}, \quad (144)$$

где K_{ob} – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $K_{\text{ob}} = 1,04$ [20].

$$P_{\text{cod.ob}} = 1864,69 \cdot 1,04 = 1939,28 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой (145):

$$P_{\text{opr}} = Z_O \cdot K_{\text{opr}}, \quad (145)$$

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, $K_{\text{opr}} = 1,5$.

$$P_{\text{opr}} = 1864,69 \cdot 1,5 = 2797,04 \text{ р.}$$

Для определения цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости воспользуемся формулой (146):

$$C_{\text{ц}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_O + Z_{\text{д}} + O_C + P_{\text{cod.ob}} + P_{\text{opr}}, \quad (146)$$

$$C_{\text{ц}} = 1540,49 + 43146,68 + 1864,69 + 186,46 + 533,3 + 1939,28 + 2797,04 = 52007,97 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общехозяйственные (общезаводские) расходы воспользуемся формулой (147):

$$P_{\text{охр}} = Z_O \cdot K_{\text{охр}}, \quad (147)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы,

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 1864,69 \cdot 1,6 = 2983,51 \text{ р.}$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (148):

$$C_{ПП} = C_{Ц} + P_{охр}, \quad (148)$$

$$C_{ПП} = 52007,97 + 2983,51 = 54991,48 \text{ р.}$$

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (149):

$$P_{ВН} = C_{ПП} \cdot K_{внепр}, \quad (149)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы,

$$K_{внепр} = 0,05.$$

$$P_{ВН} = 54991,48 \cdot 0,05 = 2749,57 \text{ р.}$$

4.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции передвижного электромеханического гайковерта

Для определения общих затрат на изготовление конструкции гайковерта, покупку материалов, выплату денежных средств воспользуемся формулой (150):

$$C_{ОБЩ} = C_{ПП} + P_{ВН}, \quad (150)$$

$$C_{ОБЩ} = 54991,48 + 2749,57 = 57741,05 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного передвижного электромеханического гайковерта 57741,05 р.

Для определения экономического эффекта, необходимо произвести расчёт процента снижения себестоимости по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{эф} = 100 - \frac{C_{проект}}{C_{баз}} \cdot 100\%, \quad (151)$$

где $C_{проект}$ – полная себестоимость изготовления передвижного электромеханического гайковерта;

$C_{баз}$ – себестоимость изготовления станда на заказ. Проведенный обзор аналогичных конструкций передвижных электромеханических гайковертов показал, что средняя себестоимость изготовления данного оборудования по чертежам на рынке составляет 75600 р.

$$\mathcal{E}_{эф} = 100 - \frac{57741,05}{75600} \cdot 100\% = 23,62\%.$$

Таким образом, эффект от экономии по статьям, составляет 23,62%.

Из выше рассчитанных данных, можно сделать вывод о том, что изготовление передвижного электромеханического гайковерта силами грузового АТП международных перевозок является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для токарных, фрезерных, сверлильных, сварочных, сборочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия до места установки. Все затраты связаны лишь с закупками материалов для изготовления гайковерта, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка грузового АТП международных перевозок.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- выполнен технологический расчет грузового АТП международных перевозок;
- проведен обзор аналогов конструкций гайковертов, прототипом для разрабатываемой конструкции послужила модель И-330;
- выполнена конструкторская разработка передвижного электромеханического гайковерта;
- проведен расчет основных элементов конструкции передвижного электромеханического гайковерта;
- рассмотрен технологический процесс демонтажа колеса седельного тягача МАЗ-5440;
- рассмотрена безопасность и экологичность передвижного электромеханического гайковерта;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции передвижного электромеханического гайковерта.

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного передвижного электромеханического гайковерта составляет 57741,05 р. Изготовление передвижного электромеханического гайковерта силами грузового АТП международных перевозок является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для токарных, фрезерных, сверлильных, сварочных, сборочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия до места установки. Все затраты связаны лишь с закупками материалов для изготовления гайковерта, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Тахтамышев, Х. М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Х. М. Тахтамышев. - М. : Академия, 2011 (Саратов). - 351 с.

2 Глазков, Ю. Е. Технологический расчет и планирование автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Ю. Е. Глазков, Н. Е. Портнов, А. О. Хренников. - Тамбов : ТГТУ, 2008 (Тамбов). - 78 с.

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

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

5 Вахламов, В. К. Автомобили : основы конструкции : учеб. для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2004. - 528 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 525. - ISBN 5-7695-1593-7.

6 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 [Текст] / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Перечень ГОСТов: с. 909-912. - Предм. указ.: с. 913-920. - ISBN 5-217-02963-3.

7 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А., Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

8 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

9 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

10 Детали машин : учеб. для вузов / Л. А. Андриенко [и др.] ; под ред. О. А. Ряховского. - 2-е изд., перераб. ; Гриф МО. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 519 с.

11 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

12 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

13 Краткий каталог современного оборудования для обслуживания автомобилей / Всесоюз. объединение "Союзсельхозтехника" Совета Министров СССР. Гос. всесоюз. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка "ГосНИТИ". - Москва : [б. и.], 1975. - 118 с.

14 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

15 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

16 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

17 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

18 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

19 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

20 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

21 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

22 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

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

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

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

26 König, R. Schmieretechnik / R. König. – Springer, 1963. – p.164.

27 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1976. – p. 134.

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

Приложение А
Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №						<i>Документация</i>				
		A4			20.БР.222.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1			
		A1			20.БР.222.61.00.000.ВО	Чертеж общего вида	1			
						<i>Сборочные единицы</i>				
Подп. и дата				1	20.БР.222.61.01.000	Кожух защитный	1			
		A3		2	20.БР.222.61.02.000	Переднее колесо	1			
		A1		3	20.БР.222.61.03.000	Ходовая часть	1			
				4	20.БР.222.61.04.000	Рама	1			
				5	20.БР.222.61.05.000	Шпиндель	1			
						<i>Стандартные изделия</i>				
				6		Болт М12-6gx40.58.016 ГОСТ 7798-70	4			
				7		Гайка М8x1,5-7Н.05.05 ГОСТ 5915-70	2			
				8		Гайка М12x1,5-7Н.05.05. ГОСТ 5915-70	4			
				9		Гайковерт Г-120	1			
				10		Мотор-редуктор МЦ-63-224-ЦУ-2 ГОСТ 20754-75	1			
				11		Шайба 8 65Г ГОСТ 6402-70	2			
				12		Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70	4			
		13		Блок управления	1					
					20.БР.ПЭА.222.61.00.000					
Изм. № подл.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Гайковерт для откручивания гаек колес грузовых автомобилей и тракторов		Лит.	Лист	Листов
Разраб.			Курбанов А.Б.							1
Пров.			Ивлиев В.А.							
Н.контр.			Ивлиев В.А.							
Утв.			Бодобдский А.В.					ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-16018		
						<i>Копировал</i>		<i>Формат А4</i>		