

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 Дооснащение грузового полуприцепа под перевозку легковых  
автомобилей

Студент

А.А. Абрамов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Тольятти 2021

## **Аннотация**

Выпускная квалификационная работа бакалавра представлена данной расчетно-пояснительной запиской, в которой изложен технологический процесс и выполнены необходимые расчеты по дооснащению грузового полуприцепа под перевозку легковых автомобилей.

В работе бакалавра выполнены необходимые расчеты прочностных характеристик перевозимой рампы. Произведен подбор аналогов транспортных средств и выполнен анализ необходимости дооснащения. Отдельно представлены конструкторские расчеты транспортного средства, дооснащение которого производится в рамках выпускной квалификационной работы.

Выполнены изыскания в сфере безопасности жизнедеятельности, подобраны нормативные параметры обеспечения безопасных условий труда.

Выполнены расчеты, в результате которых обоснована эффективность дооснащения транспортного средства.

## Содержание

Введение .....	5
1 Тягово-динамический и топливно-экономический расчет автомобиля .....	8
1.1 Скоростная характеристика двигателя .....	8
1.2 Тяговая характеристика автомобиля .....	11
1.3 Мощностная характеристика автомобиля .....	12
1.4 Динамическая характеристика автомобиля .....	15
1.5 Ускорения автомобиля на передачах .....	16
1.6 Время и путь разгона автомобиля .....	16
1.7 Топливная характеристика установившегося движения автомобиля .....	20
2 Технический проект дооснащения полуприцепа транспортного средства ...	24
2.1 Техническое задание на дооснащение полуприцепа транспортного средства .....	24
2.2 Техническое предложение на дооснащение полуприцепа транспортного средства .....	25
2.2.1 Аналогии конструкции, принятой к разработке .....	25
2.2.2 Прочностной расчет конструкции .....	28
3 Описание техпроцесса проведения погрузки транспортного средства на полуприцеп .....	31
3.1 Особенности транспортировки крупногабаритного штучного груза на полуприцепе .....	31
3.2 Технологическая карта проведения погрузочных работ .....	32
4 Основы безопасности проведения работ по дооснащению полуприцепа грузового автомобиля .....	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	41

5 Оценка стоимости дооснащения полуприцепа .....	43
5.1 Исходные данные для расчета .....	43
5.2 Расчет себестоимости изготовления стенда .....	43
Заключение .....	47
Список используемых источников .....	49

## Введение

Выпускная квалификационная работа бакалавра должна отражать весь комплекс знаний и навыков, приобретенных студентом в процессе обучения. Темой данной работы является «Дооснащение грузового полуприцепа под перевозку легковых автомобилей», что позволит продемонстрировать как умение выполнять типовые технологические и конструкторские расчеты, так и умение использовать техническую и справочную литературу, умение пользоваться источниками технической информации, практическими навыками конструирования технологического оборудования.

В рамках выпускной работы необходимо спроектировать рампу для полуприцепа грузового автомобиля, которая позволит производить транспортировку легковых автомобилей. Современные реалии диктуют необходимость расширения функционала транспортных средств для большего охвата оказываемых транспортных услуг. Современный подход предполагает создание дополнительных устройств, которые позволили бы значительно расширить функционал при оказании транспортных услуг. В современном бизнесе, связанном с перевозкой, возникает необходимость транспортировки не только штучных грузов, но и транспортных средств. Перевозка подобного груза обычно производится на специальных прицепах - автовозах, но перевозка именно ими не всегда возможна по причине повышенного спроса на них. Кроме того, в отдельных случаях перевозка автовозами не всегда экономически целесообразно, особенно если речь идет о перевозке не более трех транспортных средств, которые можно было бы транспортировать на обычном полуприцепе. Но сам по себе полуприцеп не предназначен для транспортировки автомобилей по причине отсутствия аппарелей для погрузки автомобилей на платформу. Решение этого возможно, если провести доработку платформы полуприцепа в части разработки устройства для проведения погрузочных работ автомобилей на полуприцеп.

Разработанная конструкция не должна мешать использованию полуприцепа для его основного функционала – перевозки штучных грузов. Кроме того, необходимо выполнить аппарели таким образом, чтобы они могли перевозиться с полуприцепом постоянно и использоваться при необходимости, а значит полуприцеп должен до оснащаться устройствами для перевозки аппарелей.

Проектирование устройства для дооснащения полуприцепа связано с подбором технологического оборудования и инструмента, а также с разработкой или закупкой специализированной оснастки для выполнения специфических технологических операций при выполнении работ. Проект подразумевает проведение воздействия по дооснащению серийно производимого полуприцепа, без вмешательства в его несущую конструкцию, что связано с требованиями Технического регламента. Промышленностью производится большое количество различных транспортных средств для перевозки легковых автомобилей, но высокая стоимость транспортных средств подобного функционала и отсутствие надлежащего функционала у бюджетных моделей, заставляют идти на компромиссы при выборе подобных моделей и зачастую отказываться от специализированного подвижного состава. Поэтому, еще одной задачей будет являться проектирование конструкции устройства с разработкой подробной технологической инструкции по изготовлению и размещению аппарелей на полуприцепе.

Исполнение данного задания позволит максимально полно раскрыть компетенции в конструировании автомобильного оборудования и транспортных приспособлений.

Отдельно будет рассчитана тяговая характеристика автомобиля, используемого в качестве тягача. Подобный расчет позволит подтвердить возможность перевозки автомобилей на полуприцепе с использованием разрабатываемого устройства.

В работе будет проведена разработка технологического процесса по сборке аппарелей и дооснащению полуприцепа и составлена технологическая

карта проведения работ. Умение составлять технологические карты техпроцессов ремонта и обслуживания автомобильных узлов и агрегатов является неотъемлемой частью обучения студента.

Также для разрабатываемого участка определены нормы и правила безопасного проведения работ по техническому воздействию. Рассмотрены основные факторы, оказывающие негативное воздействие на рабочий персонал. Определены мероприятия, снижающие негативное воздействие на рабочих, рассмотрены мероприятия, определяющие порядок безопасной эксплуатации инструмента и оборудования, размещенного на участке.

Произведен расчет себестоимости изготовления аппарелей для перевозки легковых автомобилей на полуприцепе и произведена оценка эффективности его использования при транспортировке.

# 1 Тягово-динамический и топливно-экономический расчет автомобиля

## 1.1 Скоростная характеристика двигателя

«Скоростная характеристика двигателя – зависимость эффективной мощности  $P_e$  и крутящего момента  $M_e$  двигателя при установившемся режиме его работы от угловой скорости  $\omega_e$  коленвала двигателя или частоты его вращения  $n_e$ .» [5]

Важнейшими параметрами внешней (полученной при полной подаче топлива) скоростной характеристики двигателя, снятой на тормозном стенде, являются:

$P_{e\max}^{ct}$  – максимальная эффективная мощность;

$M_{e\max}^{ct}$  – максимальный крутящий момент;

$M_p^{ct}$  – крутящий момент при максимальной мощности;

$n_{e\min}$  и  $n_{e\max}$  – максимальная и минимальная частоты вращения коленвала двигателя;

$n_p$  и  $n_m$  – частоты вращения коленвала двигателя при максимальной мощности и максимальном моменте.

Зависимость  $P_e = f(n_e)$  определяется по формуле, [5]:

$$P_e = P_{e\max} \left[ a \frac{n_e}{n_p} + b \frac{n_e^2}{n_p^2} + c \frac{n_e^3}{n_p^3} \right] \quad (1)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коэффициенты,

$$a = \frac{1 + k_M \times k_W \times (k_W - 2)}{(k_W - 1)^2}; \quad b = \frac{2 \times k_W \times (k_M - 1)}{(k_W - 1)^2}; \quad c = \frac{k_W^2 \times (1 - k_M)}{(k_W - 1)^2}, \quad (2)$$

где  $k_\omega$  и  $k_M$  – соответственно коэффициент приспособляемости двигателя по угловой скорости и крутящему моменту.

$$P_e^{ct} = P_e / k_{ct} \quad (3)$$



«По известной зависимости мощности от частоты вращения коленвала определим крутящий момент» [14]:

$$M_e = 9550 \times P_e / n_e, \quad (4)$$

$$M_e^{CT} = M_e / k_{CT} \quad (5)$$

Рассчитаем значения параметров для частоты вращения 900 об/мин.

$$k_M = 1,05; k_W = 1,46 \quad (6)$$

$$a = 0,814; b = 0,69; c = -0,504.$$

$$P_e = 243 \times 0,95 \times 0,814 \times \frac{900}{1900} + 0,69 \times \frac{900}{1900} \times \frac{\dot{\omega}^2}{\dot{\omega}} - 0,504 \times \frac{900}{1900} \times \frac{\dot{\omega}^3}{\dot{\omega}} = 112,4 \text{ кВт.}$$

$$P_e^{CT} = 112,4 / 0,95 = 118,3 \text{ кВт.}$$

$$M_e = 9550 \times 112,4 / 900 = 1192,3 \text{ Нм}$$

$$M_e^{CT} = 1192,3 / 0,95 = 1255,0 \text{ кВт.}$$

Результаты расчета для построения внешней скоростной характеристики двигателя заносим в таблицу 1. По данным таблицы строим график внешней скоростной характеристики двигателя, который отображается в приложении и на листе графической части.

Таблица 1 – Данные для построения графиков внешней скоростной характеристики двигателя и оценки тягово-скоростных свойств автомобиля

Параметры		Частота вращения, об/мин						
Обозначение	Размерность	900	1100	1300	1500	1700	1900	
$n_e/n_p$	-	0,474	0,579	0,684	0,789	0,895	1	
$P_e^{CT}$	кВт	118,3	146,9	174,6	200,4	223,5	243,0	
$P_e$	кВт	112,4	139,6	165,8	190,4	212,3	230,9	
$M_e^{CT}$	Нм	1255,0	1271,5	1275,0	1271,7	1250,1	1214,4	
$M_e$	Нм	1192,3	1208,0	1211,3	1208,1	1187,6	1153,6	
Передача 1 $U_1=7,3; \delta_1=3,172$	$V_a$	км/ч	4,15	5,07	5,99	6,91	7,83	8,76
	$F_k$	кН	83,4	84,5	84,7	84,5	83,1	80,7
	$f$	-	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070
	$F_f$	кН	1,168	1,169	1,169	1,169	1,170	1,171
	$F_b$	кН	0,007	0,011	0,015	0,020	0,026	0,032
	$D$	-	0,500	0,508	0,508	0,507	0,498	0,484
	$a_x$	м/с <sup>2</sup>	1,525	1,550	1,549	1,545	1,519	1,474

Продолжение таблицы 1

Передача 2	$U_2=4,86;$ $\delta_2=1,985$	$V_a$	км/ч	6,23	7,61	9,00	10,38	11,77	13,15
		$F_k$	кН	55,5	56,3	56,4	56,3	55,3	53,7
		$f$	-	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070
		$F_f$	кН	1,169	1,170	1,171	1,172	1,173	1,175
		$F_B$	кН	0,016	0,024	0,034	0,045	0,058	0,072
		$D$	-	0,333	0,337	0,338	0,337	0,331	0,322
		$a_x$	м/с <sup>2</sup>	1,610	1,632	1,636	1,631	1,603	1,555
Передача 3	$U_3=3,5;$ $\delta_3=1,53$	$V_a$	км/ч	8,65	10,57	12,49	14,42	16,34	18,26
		$F_k$	кН	40,0	40,5	40,6	40,5	39,8	38,7
		$f$	-	0,0070	0,0070	0,0070	0,0071	0,0071	0,0071
		$F_f$	кН	1,171	1,172	1,174	1,176	1,179	1,181
		$F_B$	кН	0,031	0,047	0,065	0,087	0,111	0,139
		$D$	-	0,240	0,243	0,243	0,242	0,238	0,231
		$a_x$	м/с <sup>2</sup>	1,491	1,511	1,514	1,509	1,482	1,437
Передача 4	$U_4=2,48;$ $\delta_4=1,286$	$V_a$	км/ч	12,21	14,92	17,63	20,35	23,06	25,77
		$F_k$	кН	28,3	28,7	28,8	28,7	28,2	27,4
		$f$	-	0,0070	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0072
		$F_f$	кН	1,174	1,177	1,181	1,185	1,190	1,195
		$F_B$	кН	0,062	0,093	0,129	0,172	0,221	0,277
		$D$	-	0,170	0,172	0,172	0,171	0,168	0,163
		$a_x$	м/с <sup>2</sup>	1,239	1,255	1,257	1,251	1,226	1,187
Параметры				Частота вращения, об/мин					
Обозначение	Размерность	900	1100	1300	1500	1700	1900		
Передача 5	$U_5=2,09;$ $\delta_5=1,215$	$V_a$	км/ч	14,49	17,71	20,92	24,14	27,36	30,58
		$F_k$	кН	23,9	24,2	24,3	24,2	23,8	23,1
		$f$	-	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0072	0,0072
		$F_f$	кН	1,176	1,181	1,186	1,192	1,199	1,207
		$F_B$	кН	0,087	0,131	0,182	0,243	0,312	0,389
		$D$	-	0,143	0,144	0,144	0,144	0,141	0,136
		$a_x$	м/с <sup>2</sup>	1,095	1,108	1,108	1,102	1,079	1,041
Передача 6	$U_6=1,39;$ $\delta_6=1,117$	$V_a$	км/ч	21,78	26,62	31,46	36,30	41,14	45,98
		$F_k$	кН	15,9	16,1	16,1	16,1	15,8	15,4
		$f$	-	0,0071	0,0072	0,0072	0,0073	0,0074	0,0075
		$F_f$	кН	1,187	1,197	1,209	1,223	1,239	1,256
		$F_B$	кН	0,198	0,295	0,412	0,549	0,705	0,880
		$D$	-	0,094	0,095	0,094	0,093	0,091	0,087
		$a_x$	м/с <sup>2</sup>	0,763	0,768	0,764	0,754	0,730	0,696
Передача 7	$U_7=1,0;$ $\delta_7=1,08$	$V_a$	км/ч	30,28	37,00	43,73	50,46	57,19	63,92
		$F_k$	кН	11,4	11,6	11,6	11,6	11,4	11,1
		$f$	-	0,0072	0,0073	0,0075	0,0076	0,0078	0,0080
		$F_f$	кН	1,206	1,225	1,248	1,274	1,305	1,339
		$F_B$	кН	0,382	0,570	0,796	1,06	1,361	1,701
		$D$	-	0,066	0,066	0,065	0,063	0,060	0,056
		$a_x$	м/с <sup>2</sup>	0,536	0,533	0,521	0,503	0,475	0,437

Продолжение таблицы 1

Передача 8	$U_8=0,71; \delta_8=1,06$	$V_a$	км/ч	42,64	52,12	61,59	71,07	80,55	90
		$F_k$	кН	8,1	8,2	8,2	8,2	8,1	7,8
		$f$	-	0,0075	0,0077	0,0080	0,0083	0,0086	0,0090
		$F_f$	кН	1,244	1,282	1,327	1,38	1,44	1,508
		$F_B$	кН	0,757	1,131	1,579	2,103	2,701	3,373
		$D$	-	0,044	0,042	0,040	0,037	0,032	0,027
		$a_x$	$m/c^2$	0,339	0,322	0,296	0,263	0,219	0,165

## 1.2 Тяговая характеристика автомобиля

«Тяговая характеристика автомобиля – график зависимости окружной силы на колесах автомобиля от скорости автомобиля.

Кривые изменения окружной силы на передачах строим по данным, определенным по формуле» [5]:

$$F_k = M_e \times U_{тр} \times \eta_{тр} / r_0 \quad (7)$$

«Скорость автомобиля, в зависимости от выбранной передачи и частоты вращения коленвала двигателя определяется по формуле» [14]:

$$V_a = 0,377 \times n_e \times r_0 / U_{тр} \quad (8)$$

Сила сопротивления качению колес, [14, с.22]:

$$F_f = G_a \times f, \quad (9)$$

«где  $f$  – коэффициент сопротивления качению колес», [14]:

$$f = f_0 \times [1 + (0,006 \times V_a)^2], \quad (10)$$

где  $f_0$  – коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью.

$$f_0 = 0,007$$

«Сила сопротивления воздуха» [14]:

$$F_B = k_B \times A_B \times V_a^2 \quad (11)$$

«Также на графике указывается сила сцепления ведущих колес автомобиля с поверхностью дорожного покрытия  $F_\phi$ ,» [14]:

$$F_j = G_j \times j, \quad (12)$$

где  $G_{\varphi}$  – сцепной вес автомобиля, в случае полноприводного автомобиля:

$$G_{\varphi} = G_a. \quad (13)$$

$\varphi$  – коэффициент сцепления шин автомобиля с поверхностью дорожного покрытия.

Принимаем  $\varphi = 0,8$ .

$$F_j = 9,81 \times 7000 \times 0,8 = 133416,0 \text{ Н}$$

Рассчитаем значения параметров для первой передачи и частоты вращения колевала двигателя 900 об/мин.

$$V_a = 0,377 \times 900 \times 0,592 / (7,3 \times 1,644 \times 3,42 \times 1,18) = 4,15 \text{ км/ч};$$

$$F_k = \frac{1192,3 \times 7,3 \times 1,644 \times 3,42 \times 1,18 \times 0,855}{0,592} = 83,4 \text{ кН};$$

$$f = 0,007 \times [1 + (0,006 \times 4,15)^2] = 0,007;$$

$$F_f = 9,81 \times 7000 \times 0,007 = 1,168 \text{ кН};$$

$$F_b = 0,6 \times 8,991 \times 4,15^2 = 0,007 \text{ кН}.$$

Результаты расчета для построения тяговой характеристики автомобиля заносим в таблицу 3. По данным таблицы строим график тяговой характеристики автомобиля, который отображается в приложении и на листе графической части.

### 1.3 Мощностная характеристика автомобиля

Мощностная характеристика автомобиля – это график, отражающий соотношение мощности  $P_k$ , подводимой к ведущим колесам, с мощностью, необходимой для преодоления сопротивления движению.

Пользуясь внешней скоростной характеристикой двигателя и данными, приведенными в таблице 1, для каждой передачи строится зависимость  $P_e = f(V_a)$ .

«Мощность, подводимая на каждой передаче от двигателя к ведущим колесам автомобиля» [5]:

$$P_k = P_e \times \eta_{тр} \quad (14)$$

В нижней части графика помещаем характеристику  $P_{\psi} = P_f = f(V_a)$ , вверх от которой откладываются значения мощности  $P_B$ , затраченной на преодоление сопротивления воздуха.

«Данные мощности определяются из выражений,» [5]:

$$P_f = F_f \times V_a, \quad (15)$$

$$P_B = F_B \times V_a \quad (16)$$

«Отношение мощности, необходимой для равномерного движения автомобиля, к мощности, которую двигатель может развить при полной подаче топлива и той же скорости движения автомобиля называют степенью использования мощности двигателя» [5]:

$$И = (P_f + P_B) / P_k \quad (17)$$

Рассчитаем значения параметров для первой передачи и частоты вращения коленвала двигателя 900 об/мин.

$$P_k = 112,4 \times 0,855 = 96,1 \text{ кВт};$$

$$P_f = 1,168 \times 4,15 / 3,6 = 1,35 \text{ кВт};$$

$$P_B = 0,003 \times 4,15 / 3,6 = 0,001 \text{ кВт};$$

$$И = (1,35 + 0,001) / 96,1 = 0,0141.$$

Результаты расчета для построения мощностной характеристики автомобиля заносим в таблицу 2. По данным таблицы строим график мощностной характеристики автомобиля, который отображается в приложении.

Таблица 2 – Данные для построения мощностной характеристики автомобиля

Параметры			Частота вращения, об/мин						
Обозначение	Размерность		900	1100	1300	1500	1700	1900	
$P_e$		кВт	112,4	139,6	165,8	190,4	212,3	230,9	
Передатчa 1	$\eta_{гр} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	4,15	5,07	5,99	6,91	7,83	8,76
		$V_a$	м/с	1,15	1,41	1,66	1,92	2,18	2,43
		$P_f$	кВт	1,35	1,65	1,95	2,25	2,55	2,85
		$P_B$	кВт	0,01	0,02	0,02	0,04	0,06	0,08
		И	-	0,0141	0,0139	0,0139	0,0140	0,0143	0,0148
Параметры			Частота вращения, об/мин						
Обозначение	Размерность		900	1100	1300	1500	1700	1900	
$P_e$		кВт	112,4	139,6	165,8	190,4	212,3	230,9	
Передатчa 2	$\eta_{гр} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	6,23	7,61	9,00	10,38	11,77	13,15
		$V_a$	м/с	1,73	2,11	2,50	2,88	3,27	3,65
		$P_f$	кВт	2,02	2,47	2,93	3,38	3,83	4,29
		$P_B$	кВт	0,03	0,05	0,08	0,13	0,19	0,26
		И	-	0,0213	0,0212	0,0212	0,0216	0,0222	0,0231
Передатчa 3	$\eta_{гр} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	8,65	10,57	12,49	14,42	16,34	18,26
		$V_a$	м/с	2,40	2,94	3,47	4,00	4,54	5,07
		$P_f$	кВт	10,13	3,44	4,07	4,71	5,35	5,99
		$P_B$	кВт	0,07	0,14	0,23	0,35	0,50	0,70
		И	-	0,1062	0,0300	0,0303	0,0311	0,0322	0,0339
Передатчa 4	$\eta_{гр} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	12,21	14,92	17,63	20,35	23,06	25,77
		$V_a$	м/с	3,39	4,14	4,90	5,65	6,41	7,16
		$P_f$	кВт	3,98	4,88	5,78	6,70	7,62	8,56
		$P_B$	кВт	0,21	0,38	0,63	0,97	1,42	1,98
		И	-	0,0436	0,0441	0,0452	0,0471	0,0498	0,0534
Передатчa 5	$\eta_{гр} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	14,49	17,71	20,92	24,14	27,36	30,58
		$V_a$	м/с	4,02	4,92	5,81	6,71	7,60	8,49
		$P_f$	кВт	4,73	5,81	6,89	7,99	9,11	10,25
		$P_B$	кВт	0,35	0,64	1,06	1,63	2,37	3,31
		И	-	0,0529	0,0540	0,0561	0,0591	0,0633	0,0687
Передатчa 6	$\eta_{гр} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	21,78	26,62	31,46	36,30	41,14	45,98
		$V_a$	м/с	6,05	7,39	8,74	10,08	11,43	12,77
		$P_f$	кВт	7,18	8,85	10,57	12,33	14,15	16,05
		$P_B$	кВт	1,19	2,18	3,60	5,53	8,05	11,24
		И	-	0,0872	0,0925	0,0999	0,1097	0,1223	0,1383

Продолжение таблицы 2

Передача 7	$\eta_{\text{пр}} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	30,28	37,00	43,73	50,46	57,19	63,92
		$V_a$	м/с	8,41	10,28	12,15	14,02	15,89	17,75
		$P_f$	кВт	10,14	12,59	15,16	17,86	20,73	23,77
		$P_B$	кВт	3,21	5,86	9,67	14,86	21,63	30,19
		И	-	0,1390	0,1546	0,1751	0,2010	0,2333	0,2734
Передача 8	$\eta_{\text{пр}} = 0,855$	$P_k$	кВт	96,1	119,3	141,8	162,8	181,5	197,4
		$V_a$	км/ч	42,64	52,12	61,59	71,07	80,55	90,02
		$V_a$	м/с	11,84	14,48	17,11	19,74	22,37	25,01
		$P_f$	кВт	14,73	18,55	22,70	27,24	32,22	37,71
		$P_B$	кВт	8,97	16,37	27,02	41,51	60,42	84,35
		И	-	0,2467	0,2926	0,3506	0,4224	0,5104	0,6184

### 1.4 Динамическая характеристика автомобиля

«Для построения графика динамической характеристики воспользуемся безразмерной величиной  $D$  – динамическим фактором, равным отношению свободной силы тяги к силе тяжести автомобиля» [5]:

$$D = (F_k - F_B) / G_a \quad (18)$$

«Графическое изображение зависимости динамического фактора от скорости движения автомобиля на различных передачах в коробке передач и полной нагрузке на автомобиль называется динамической характеристикой автомобиля. Для расчета динамического фактора воспользуемся данными таблицы 1.» [1]

Рассчитаем значения параметров для первой передачи и частоты вращения коленвала двигателя 900 об/мин.

$$D = (83,4 - 0,007) / (9,81 \times 7) = 0,5$$

Результаты расчета для построения динамической характеристики автомобиля заносим в таблицу 3. По данным таблицы строим график динамической характеристики автомобиля.

## 1.5 Ускорения автомобиля на передачах

«Ускорение автомобиля при разгоне характеризует его способность быстро трогаться с места и увеличивать скорость движения» [5]

Величину ускорения найдем из уравнения:

$$a_x = \frac{D - f}{d} \times g, \quad (19)$$

где  $\delta$  – коэффициент учета вращающихся масс автомобиля, [14, с.37]:

$$d = 1 + s_1 \times U_{\text{кп}}^2 + s_2 \quad (20)$$

Для одиночных автомобилей при номинальной нагрузке принимаем:

$$s_1 = s_2 = 0,04$$

Рассчитаем значения параметров для первой передачи и частоты вращения коленвала двигателя 900 об/мин.

$$d = 1 + 0,04 \times 7,3^2 + 0,04 = 3,172;$$

$$a_x = \frac{0,5 - 0,007}{3,172} \times 9,81 = 1,525 \text{ м/с}^2.$$

Результаты расчета для построения графика ускорений автомобиля на передачах заносим в таблицу 3. По данным таблицы строим график ускорений автомобиля на передачах.

## 1.6 Время и путь разгона автомобиля

«Трогание с места начинают на передаче, обеспечивающей максимальное ускорение. В данном случае передача, на которой обеспечивается максимальное ускорение – третья.

Время разгона автомобиля на  $j$ -й передаче от скорости  $V_{\text{min},j}$  до скорости  $V_{\text{max},j}$  находим, исходя из следующих отношений» [14]:

$$a_x = \frac{dV_a}{dt}, \quad dt = \frac{dV_a}{a_x}, \quad t = \int_{V_{\text{min},j}}^{V_{\text{max},j}} \frac{dV_a}{a_x} \quad (21)$$



Интегрирование последнего выражения производим численным методом. Для этого кривые ускорения на каждой передаче разбиваем на 5 одинаковых интервалов.

Предполагается, что в интервале скоростей  $\Delta V_i = V_{i+1} - V_i$  автомобиль движется равноускоренно с ускорением, [14]:

$$a_{i,cp} = 0,5 \times (a_i + a_{i+1}) \quad (22)$$

Время движения автомобиля, за которое его скорость возрастает на величину  $\Delta V_i$ , определяем по закону равноускоренного движения, [14, с.41]:

$$\Delta t = \Delta V_i / a_{i,cp} \quad (23)$$

Общее время разгона автомобиля на j-й передаче от скорости  $V_{min,j}$  до скорости  $V_{max,j}$ , при которой прекращается движение на j-й передаче, находим суммированием времен разгона в интервалах.

По накопленным значениям  $\Delta t_i$ , определенным для различных скоростей, строим кривую времени разгона на j-й передаче, начиная со скорости  $V_{min,j}$ .

Исходные данные и результаты расчета сводим в таблицу 3.

Путь разгона автомобиля определяется из выражения:

$$S = \int_0^t \dot{V}_a \times dt. \quad (24)$$

Данный интеграл также вычисляется численными методами.

$$V_{i,cp} = 0,5 \times (V_i + V_{i+1}), \quad (25)$$

$$\Delta s_i = \Delta V_{i,cp} \times \Delta t. \quad (26)$$

Результаты расчета сводим в таблицу 3.

По накопленным значениям  $\Delta s_i$ , определенным для различных скоростей, строим кривую пути разгона на j-й передаче, начиная со скорости  $V_{min,j}$  график которой отображается в приложении и на листе графической части.

Таблица 3 - Данные для построения графика времени и пути разгона автомобиля

№ пере- дачи	№ стро- ки	Пара- метр	Раз- мер- ность	Номер точки					
				0	1	2	3	4	5
2	1	$V_{i,3}$	км/ч	6,23	7,7	9,1	10,5	12	13,5
	2	$V_{i,3}$	м/с	1,73	2,14	2,53	2,92	3,33	3,75
	3	$\Delta V_{i,3}$	м/с	0	0,41	0,39	0,39	0,42	0,42
	4	$a_{i,3}$	м/с <sup>2</sup>	1,64	1,71	1,731	1,724	1,67	1,6
	5	$a_{icp,3}$	м/с <sup>2</sup>	0	1,675	1,7201	1,728	1,697	1,635
	6	$\Delta t_{i,3}$	с	0	0,24	0,23	0,23	0,25	0,25
	7	$t_{i,3}$	с	0	0,24	0,47	0,69	0,94	1,20
	8	$t_{\Pi}$	с	1					
	9	$V_{\Pi,3}$	км/ч	0,235					
	10	$V_{\Pi,3}$	м/с	0,065					
	11	$V_{icp,3}$	м/с	0	1,935	2,333	2,722	3,125	3,542
	12	$\Delta S_{i,3}$	м	0	0,47	0,53	0,61	0,77	0,90
	13	$S_{i,3}$	м	0	0,47	1,00	1,61	2,38	3,28
	14	$S_{\Pi,3}$	м	3,72					
3	1	$V_{i,4}$	км/ч	13,27	14,36	15,45	16,54	17,63	18,7
	2	$V_{i,4}$	м/с	3,69	3,99	4,29	4,59	4,90	5,19
	3	$\Delta V_{i,4}$	м/с	0	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	4	$a_{i,4}$	м/с <sup>2</sup>	1,601	1,604	1,587	1,548	1,491	1,411
	5	$a_{icp,4}$	м/с <sup>2</sup>	0	1,603	1,596	1,568	1,52	1,451
	6	$\Delta t_{i,4}$	с	0	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
	7	$t_{i,4}$	с	2,20	2,38	2,57	2,77	2,97	3,17
	8	$t_{\Pi}$	с	1					
	9	$V_{\Pi,4}$	км/ч	0,238					
	10	$V_{\Pi,4}$	м/с	0,066					
	11	$V_{icp,4}$	м/с	0	3,838	4,140	4,443	4,746	5,046
	12	$\Delta S_{i,4}$	м	0	0,73	0,79	0,86	0,95	1,03
	13	$S_{i,4}$	м	7,00	7,72	8,51	9,37	10,31	11,35
	14	$S_{\Pi,4}$	м	5,16					
4	1	$V_{i,4}$	км/ч	18,46	19,92	21,38	22,84	24,3	25,77
	2	$V_{i,4}$	м/с	5,13	5,53	5,94	6,34	6,75	7,16
	3	$\Delta V_{i,4}$	м/с	0	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
	4	$a_{i,4}$	м/с <sup>2</sup>	1,411	1,387	1,349	1,295	1,225	1,144
	5	$a_{icp,4}$	м/с <sup>2</sup>	0	1,399	1,368	1,322	1,26	1,185
	6	$\Delta t_{i,4}$	с	0	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34
	7	$t_{i,4}$	с	4,17	4,46	4,76	5,06	5,39	5,73
	8	$t_{\Pi}$	с	1					
	9	$V_{\Pi,4}$	км/ч	0,241					
	10	$V_{\Pi,4}$	м/с	0,067					
	11	$V_{icp,4}$	м/с	0	5,331	5,736	6,142	6,547	6,954
	12	$\Delta S_{i,4}$	м	0	1,55	1,70	1,88	2,11	2,40
	13	$S_{i,4}$	м	16,51	18,05	19,75	21,64	23,75	26,14
	14	$S_{\Pi,4}$	м	7,12					

Продолжение таблицы 3

№ пере- дачи	№ стро- ки	Пара- метр	Раз- мер- ность	Номер точки					
				0	1	2	3	4	5
5	1	$V_{i,4}$	км/ч	25,53	26,54	27,55	28,56	29,57	30,58
	2	$V_{i,4}$	м/с	7,09	7,37	7,65	7,93	8,21	8,49
	3	$\Delta V_{i,4}$	м/с	0	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
	4	$a_{i,4}$	м/с <sup>2</sup>	1,116	1,096	1,063	1,018	0,959	0,89
	5	$a_{icp,4}$	м/с <sup>2</sup>	0	1,106	1,08	1,041	0,989	0,925
	6	$\Delta t_{i,4}$	с	0	0,25	0,26	0,27	0,28	0,30
	7	$t_{i,4}$	с	6,73	6,98	7,24	7,51	7,80	8,10
	8	$t_{\Pi}$	с	1					
	9	$V_{\Pi,4}$	км/ч	0,245					
	10	$V_{\Pi,4}$	м/с	0,068					
	11	$V_{icp,4}$	м/с	0	7,232	7,513	7,793	8,074	8,354
	12	$\Delta S_{i,4}$	м	0	1,84	1,95	2,10	2,29	2,54
	13	$S_{i,4}$	м	33,27	35,10	37,06	39,16	41,45	43,98
	14	$S_{\Pi,4}$	м	8,46					
6	1	$V_{i,4}$	км/ч	30,34	33,47	36,6	39,73	42,86	45,98
	2	$V_{i,4}$	м/с	8,43	9,30	10,17	11,04	11,91	12,77
	3	$\Delta V_{i,4}$	м/с	0	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
	4	$a_{i,4}$	м/с <sup>2</sup>	0,808	0,791	0,764	0,726	0,676	0,618
	5	$a_{icp,4}$	м/с <sup>2</sup>	0	0,799	0,777	0,745	0,701	0,647
	6	$\Delta t_{i,4}$	с	0	1,09	1,12	1,17	1,24	1,34
	7	$t_{i,4}$	с	9,10	10,19	11,31	12,48	13,72	15,06
	8	$t_{\Pi}$	с	1					
	9	$V_{\Pi,4}$	км/ч	0,255					
	10	$V_{\Pi,4}$	м/с	0,071					
	11	$V_{icp,4}$	м/с	0	8,863	9,732	10,601	11,471	12,339
	12	$\Delta S_{i,4}$	м	0	9,64	10,89	12,38	14,23	16,53
	13	$S_{i,4}$	м	52,44	62,08	72,97	85,34	99,58	116,11
	14	$S_{\Pi,4}$	м	12,74					
7	1	$V_{i,4}$	км/ч	45,73	49,37	53,01	56,65	60,3	63,92
	2	$V_{i,4}$	м/с	12,70	13,71	14,73	15,74	16,75	17,76
	3	$\Delta V_{i,4}$	м/с	0	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
	4	$a_{i,4}$	м/с <sup>2</sup>	0,546	0,527	0,501	0,466	0,423	0,375
	5	$a_{icp,4}$	м/с <sup>2</sup>	0	0,537	0,514	0,483	0,445	0,399
	6	$\Delta t_{i,4}$	с	0	1,88	1,97	2,09	2,28	2,52
	7	$t_{i,4}$	с	16,06	17,94	19,91	22,00	24,28	26,80
	8	$t_{\Pi}$	с	1					
	9	$V_{\Pi,4}$	км/ч	0,278					
	10	$V_{\Pi,4}$	м/с	0,077					
	11	$V_{icp,4}$	м/с	0	13,208	14,219	15,231	16,243	17,253
	12	$\Delta S_{i,4}$	м	0	24,88	27,97	31,85	37,02	43,46
	13	$S_{i,4}$	м	128,84	153,72	181,70	213,55	250,58	294,04
	14	$S_{\Pi,4}$	м	17,72					

Продолжение таблицы 3

№ пере- дачи	№ стро- ки	Пара- метр	Раз- мер- ность	Номер точки					
				0	1	2	3	4	5
8	1	$V_{i,4}$	км/ч	63,64	68,9	74,2	79,5	84,8	90
	2	$V_{i,4}$	м/с	17,68	19,14	20,61	22,08	23,56	25,00
	3	$\Delta V_{i,4}$	м/с	0	1,46	1,47	1,47	1,47	1,44
	4	$a_{i,4}$	м/с <sup>2</sup>	0,346	0,320	0,294	0,263	0,227	0,189
	5	$a_{icp,4}$	м/с <sup>2</sup>	0	0,333	0,307	0,279	0,245	0,208
	6	$\Delta t_{i,4}$	с	0	4,39	4,79	5,28	6,00	6,94
	7	$t_{i,4}$	с	27,80	32,18	36,98	42,26	48,26	55,20
	8	$V_{icp,4}$	м/с	0	18,408	19,875	21,347	22,819	24,278
	9	$\Delta S_{i,4}$	м	0	80,77	95,26	112,77	136,96	168,51
	10	$S_{i,4}$	м	311,75	392,52	487,79	600,55	737,51	906,02

### 1.7 Топливная характеристика установившегося движения автомобиля

«Топливная характеристика установившегося движения – зависимость путевого расхода топлива  $Q_s$  от установившейся скорости  $V_a$  при движении автомобиля по ровной горизонтальной дороге на высшей передаче в КПП.» [1]

Удельный расход топлива, [5]:

$$g_e = g_{ep} \cdot k_{И} \cdot k_{E}, \quad (27)$$

где  $k_{И}$  и  $k_{E}$  – коэффициенты, зависящие соответственно от степени использования мощности и частоты вращения двигателя.

Степень использования частоты вращения двигателя, [5]:

$$E = n_e/n_p \quad (28)$$

Зависимости  $k_{И} = f(I)$  и  $k_{E} = f(E)$  при расчетах определяются как, [14, с.53]:

$$k_{И} = 1,2 + 0,14 \cdot I - 1,8 \cdot I^2 + 1,8 \cdot I^3,$$

$$k_{E} = 1,25 - 0,99 \cdot E + 0,98 \cdot E^2 - 0,24 \cdot E^3.$$

Удельный расход топлива двигателем при максимальной мощности  $g_{ep}$  обычно на 5...10% больше минимального удельного расхода топлива  $g_{emin}$ . Для выбранного двигателя  $g_{emin} = 194,5$  г/кВт·ч.

Принимаем  $g_{ep} = 1,07 \cdot g_{emin} = 1,07 \cdot 194,5 = 208,12$  г/кВт·ч.

При построении графика топливной характеристики установившегося движения для скорости автомобиля на высшей передаче определяются:

– обороты двигателя  $n_{ei}$ , соответствующие заданной в км/ч скорости  $V_i$  и вычисляемые по выражению:

$$n_e = \frac{V_i \times U_{\text{тр}}^B}{0,377 \times r_0}; \quad (29)$$

– значения эффективной мощности на валу двигателя  $P_{ei}^{\text{ст}}$ , соответствующие полученным оборотам двигателя  $n_{ei}$ :

$$P_{ei}^{\text{ст}} = P_{e_{\text{max}}}^{\text{ст}} \times \left[ a \times \frac{n_{ei}}{n_p} + b \times \left( \frac{n_{ei}}{n_p} \right)^2 + c \times \left( \frac{n_{ei}}{n_p} \right)^3 \right]; \quad (30)$$

– значения мощности, передающейся в трансмиссию автомобиля  $P_{ei}$ :

$$P_{ei} = P_{e_{\text{max}}}^{\text{ст}} \times k_{\text{ст}}; \quad (31)$$

– значения мощности, подводимой к ведущим колесам автомобиля  $P_{ki}$ :

$$P_{ki} = P_{ei} \times \eta_{\text{тpи}}; \quad (32)$$

– значения мощностей, затрачиваемых на преодоление сил дорожного сопротивления  $P_{\psi i}$  и сопротивления воздуха  $P_{vi}$ :

$$P_{\psi i} = G_a \times f_v \times V_i; \quad (33)$$

$$P_{vi} = k_B \times A_B \times V_i^2 \times V_i; \quad (34)$$

– значения степени использования мощности  $I_i$  и частоты вращения двигателя  $E_i$ :

$$I_i = (P_{\psi i} + P_{vi}) / P_{ki}, \quad (35)$$

$$E_i = n_{ei} / n_p; \quad (36)$$

«Далее определяются коэффициенты, зависящие от степени использования мощности двигателя  $k_{И}$  и частоты вращения двигателя  $k_E$ .» [5]

«Значения путевых расходов топлива при постоянных скоростях движения автомобиля на высшей передаче» [10]:

$$Q_s = 100 \times \frac{g_{ep} \times k_{Иi} \times k_{Ei} \times (P_{yi} + P_{bi})}{h_{TP}^B \times \rho_T \times V_i}, \quad (37)$$

где  $\rho_T$  – плотность используемого топлива.

Для дизельного топлива  $\rho_T = 860 \text{ кг/м}^3$ .

Рассчитаем параметры для скорости 45 км/ч.

$$n_e = \frac{45 \times 0,71 \times 1,18 \times 1,644 \times 3,42}{0,377 \times 0,592} = 950 \text{ об/мин};$$

$$P_{ei}^{ст} = 243 \times 0,814 \times \frac{950}{1900} + 0,69 \times \frac{950^2}{1900^2} - 0,504 \times \frac{950^3}{1900^3} = 125,4 \text{ кВт};$$

$$P_{ei} = 125,4 \times 0,95 = 119,2 \text{ кВт};$$

$$P_{ki} = 119,2 \times 0,855 = 101,9 \text{ кВт};$$

$$P_{yi} = 17000 \times 9,81 \times 0,0075 \times 45 = 15,7 \text{ кВт};$$

$$P_{bi} = 0,6 \times 8,991 \times 45^3 = 10,54 \text{ кВт};$$

$$E_i = 950/1900 = 0,5;$$

$$k_{И} = 1,2 + 0,14 \cdot 0,257 - 1,8 \cdot 0,257^2 + 1,8 \cdot 0,257^3 = 1,142;$$

$$k_E = 1,25 - 0,99 \cdot 0,5 + 0,98 \cdot 0,5^2 - 0,24 \cdot 0,5^3 = 0,97;$$

$$Q_s = 100 \times \frac{208,12 \times 1,142 \times 0,97 \times (15,7 + 10,54)}{0,855 \times 860 \times 45} = 17,6 \text{ л/100км.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Данные для построения топливной характеристики установившегося движения автомобиля

$V_a$ , км/ч	$n_e$ , об/мин	$P_{ei}^{ст}$ , кВт	$P_e$ , кВт	$P_{ki}$ , кВт	$P_{\psi}$ , кВт	$P_b$ , кВт	И	Е	$k_{И}$	$k_E$	$Q_s$ , л/100 км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42,64	900	118,3	112,4	96,1	14,7	8,96	0,247	0,474	1,147	0,975	17,60
45	950	125,4	119,2	101,9	15,7	10,54	0,257	0,500	1,142	0,97	18,25
50	1055	140,6	133,5	114,2	17,7	14,45	0,281	0,556	1,129	0,961	19,75
55	1161	155,5	147,7	126,3	19,8	19,24	0,309	0,611	1,115	0,956	21,40

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	1266	170,0	161,5	138,1	22,0	24,98	0,340	0,667	1,097	0,954	23,19
65	1372	184,1	174,9	149,5	24,3	31,75	0,375	0,722	1,077	0,956	25,11
70	1477	197,6	187,7	160,5	26,7	39,66	0,414	0,778	1,053	0,96	27,13
75	1583	210,3	199,8	170,8	29,2	48,78	0,457	0,833	1,028	0,967	29,25
80	1688	222,2	211,1	180,5	31,9	59,20	0,505	0,889	1,0	0,976	31,45
85	1794	233,1	221,5	189,4	34,7	71,01	0,558	0,944	0,971	0,987	33,75
90	1900	243,0	230,8	197,3	37,7	84,29	0,618	1,0	0,944	1	36,20

Выводы по разделу. В результате выполнения тягового расчета были построены графики кривых мощности и крутящего момента двигателя автомобиля-тягача. Определены характеристики ускорения транспортного средства на различных передачах. По результатам расчета строим топливную характеристику установившегося движения автомобиля график которой отображается в приложении расчетно-пояснительной записки.

## **2 Технический проект дооснащения полуприцепа транспортного средства**

### **2.1 Техническое задание на дооснащение полуприцепа транспортного средства**

В соответствии с полученным в рамках выпускной квалификационной работы заданием требуется произвести дооснащение полуприцепа для перевозки легковых автомобилей. Для проектирования оснастки требуется составление технического задания, в котором будет описана конструкция и приведены ее предварительные технические характеристики.

Доработка конструкции полуприцепа под транспортировку проводится с целью обеспечения возможности перевозки легковых автомобилей без использования специальных устройств для погрузочно-разгрузочных работ. В рамках доработки полуприцепа требуется разработать аппарели, по которым производится загрузка автомобилей на платформу полуприцепа без использования дополнительных погрузочных устройств. К конструкции предъявляются следующие требования:

- доработка полуприцепа должна быть произведена средствами погрузки автомобилей на платформу полуприцепа;
- средства погрузки должны иметь возможность перевозки вместе с полуприцепом, но при этом не занимать место в кузове или платформе, препятствуя погрузке штучного груза;
- средства погрузки должны иметь разборную конструкцию. Сборка конструкции должна выполняться одним человеком, для чего конструкция должна разделяться на модули, массой не более 15 кг;
- конструкция аппарели должна быть рассчитана на перевозку легковых автомобилей массой до 3,5 тонн.

Требования к эргономике конструкции носят рекомендательный характер. Для удобства транспортировки, погрузке и транспортировки



аппарели необходимо закрепить на аппарели рукоятки, выполненные из строп или синтетических ремней. Поверхность конструкции необходимо зачистить и удалить заусенцы, острые грани притупить, во избежание порезов при работе. Поверхность аппарелей следует окрасить порошковыми эмалями. Для привлечения внимание к объекту, как объекту повышенной опасности, рекомендуется окрасить аппарели в желтый цвет.

Стоимость конструкции не должна превышать 100 000 рублей.

## **2.2 Техническое предложение на дооснащение полуприцепа транспортного средства**

### **2.2.1 Аналоги конструкции, принятой к разработке**

Оснащение прицепа аппаратами для перевозки техники не является абсолютно новым техническим решением и известна из практики науки и техники. Поэтому, при проработке конструкции, будет производиться подбор технических решений, производимых для прицепов.



Рисунок 1 – Аппарель для прицепа легкового автомобиля

Одним из аналогов будет являться аппарат, производимая ООО «Автотехника», г. Москва, для прицепов, используемых с легковыми автомобилями для перевозки квадроциклов и мототехники. Конструкция показана на рисунке 1.

Данные аппараты выполняются из алюминиевого сплава Для максимального снижения веса и размещения на прицепе легкового автомобиля. Подобные аппараты применяются для легковых автоприцепов и не эксплуатируются в грузовых перевозках.

Другим аналогичным изделием будет являться аппарат, производимая компанией ООО «Инструмент Плюс», г. Нижний Новгород. Конструкция показана на рисунке 2.



Рисунок 2 – Аппарель для низкорамного прицепа грузового автомобиля

Представленная на рисунке конструкция аппарели предназначена для использования на грузовом транспорте, преимущественно на низкорамных прицепах, но может быть использована и на грузовых прицепах и полуприцепах. Изделие изготавливается из легких сплавов методом сварки и

представляет собой неразборную конструкцию. Изделие перевозится в кузове или на трале транспортного средства. Низкий вес позволяет оперировать аппаратами одному человеку, но производитель рекомендует работы проводить силами двух человек.

Еще одним аналогом будет являться конструкция аппарата, представленная на рисунке 3.



Рисунок 3 – Аппарель для прицепа автомобиля

Данная аппаратель предназначена для использования с прицепами легковых автомобилей. Предназначается для проведения погрузочных работ при перевозке мототехники. Особенностью данной аппарели является возможность соединения пары аппарателей в одну, что позволяет повысить компактность разборной конструкции. Как и многие подобные изделия, конструкция выполняется из алюминиевого сплава, что позволяет значительно понизить массу конструкции. Сборки и использование аппарели может быть выполнена одним человеком.

Рассмотренные аналоги в целом конструктивно схожи с полученным заданием. Главное отличие состоит в том, что аппаратели в основном используются для легкой техники, за исключением одного из представленных

образцов. Итоговая конструкция будет сборной и будет выполняться из конструкционной стали, что значительно проще в условиях авторанспортного предприятия.

## 2.2.2 Прочностной расчет конструкции

Определение опорных реакций

Определение размеров.

При расчётах аппаратель принимаем как балку на двух опорах. Производим расчёты на изгиб.

Материал Сталь 20, где  $s_B$ - предел прочности,  $s_B=780$  МПа,  $s_T$ - предел текучести,  $s_T=540$  МПа;  $[s]$ - допускаемое напряжение, МПа

$$[s]=s_{\text{пред}}/n; \quad (38)$$

где  $s_{\text{пред}}$ - для пластичных материалов  $s_T$ ;

для хрупких материалов  $s_B$

$n$  - коэффициент запаса прочности принимается равным 1,1-5.

Определяем реакции опор, для этого записываем уравнение действующих сил относительно опор.

$$0,5 T = 4,905 \text{ кН};$$

$$\overset{\circ}{a} M_B = 0; - R_C \times 0,33 + 4,905 \times 0,62 = 0; R_C = 9,215 \text{ кН};$$

$$\overset{\circ}{a} M_C = 0; - R_B \times 0,33 + 4,905 \times 0,95 = 0; R_B = 14,12 \text{ кН}.$$

Строим эпюру моментов и определяем опасное сечение.

Для того, чтобы стрела выдержала приложенную нагрузку должно удовлетворяться условие:

$$s_{\text{max}} = \frac{I_{\text{сч}}}{W_x} \leq [s], \quad (39)$$

где  $M$  - опасный момент Н·м;

$W_x$ - момент сопротивления изгибу, м<sup>3</sup>;

$[s]$ - допускаемое напряжение, принимается равным 160 МПа.

Определим осевой момент, который должна выдержать балка, при минимальных размерах.

$$W_x \cdot \frac{\dot{I}_{\text{сц}}}{[\text{s}]} = \frac{3,0411}{160 \times 10^3} = 1,9 \times 10^{-5} \text{ i}^3$$

Исходя, из полученного осевого момента мы выбираем геометрические размеры стрелы. По сортаменту ГОСТ 8509-86 мы находим, что  $B=0,07\text{м}$ ,  $H=0,6\text{м}$ ,  $b=0,05\text{м}$ ,  $h=0,04\text{м}$ .

Выполненный расчет показывает, что конструкция аппарелей может быть выполнена из профильной трубы.

Выводы по разделу. Конструкция аппарелей будет выполняться из профильной трубы, аппаратель будет представлять пространственную ферму. Для снижения массы и упрощения работы с аппарателью она будет разделена на два сегмента. Соединение сегментов будет производиться посредством пальцев, без использования специнструмента или гаечных ключей. Для уменьшения нагрузки на место шарнирного соединения будут изготовлены подпорные тумбы, выполняемые складными.

Проведенные в разделе расчеты показали, что при проектировании конструкции полностью соблюдаются требования к прочности конструкции, а значит, разработанная конструкция отвечает требованиям надежности и безопасности.

### **3 Описание техпроцесса проведения погрузки транспортного средства на полуприцеп**

#### **3.1 Особенности транспортировки крупногабаритного штучного груза на полуприцепе**

«При перевозке разносортных грузов и техники на платформе полуприцепа возникают различные опасности. Чтобы избежать смещения, выпадения груза, переворота трала используются специальные средства и методики крепления, разработаны международные правила. Соблюдение правил желательно при международных автоперевозках и обязательно для транспортировки негабаритного и тяжеловесного оборудования.» [15]

«На автомобильный кузов, платформу в движении действуют гравитационные (весовые) и инерционные нагрузки, которые зависят от массы и центра тяжести груза. При погрузке стандартной тары и техники нужно рассчитать вес с учетом продольного и поперечного инерционного скольжения.

Чтобы избежать смещения перевозимых грузов, машин их необходимо надежно закрепить. Чтобы закрепить груз на полуприцепе к грузовому автомобилю, достаточно использовать комплекты ремней, для которых используется прямая или петлевая увязка. Для крепления лесоматериалов, металлопроката используются стальные тросы или цепи. Сохранность груза при торможениях и ускорениях обеспечивается прокладочными материалами (матами, досками, блокирующими поперечинами).» [15]

Перевозка такого груза как автомобиль на платформе связана с необходимостью закрепления на платформе перевозимого транспортного средства. С этой целью платформа оснащается грузовыми проушинами и рым-скобами. Устройство грузовых проушин представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 – Устройства для закрепления груза на платформе

«В зависимости от нагрузок на тросы, ленты, цепи разрабатываются схемы крепления негабарита (с прямой, верхней, рессорной, петлевой увязкой). При транспортировке негабарита обязательно использование противооткатных упоров и для полуприцепа. Упоры удерживают платформу полуприцепа при остановках на неровных дорожных участках.

При погрузке кузова магистральной фуры, среднетоннажного грузовика, фургона рефрижератора распределение веса рассчитывается достаточно просто. При расчете учитываются вес и объемные габариты каждого грузового места, ограничивается штабелирование. Для негабаритного оборудования такой расчет усложнен, так как перемещение по платформе отдельных частей невозможно. Оптимальным считается погрузка с расположением наиболее тяжелой части груза перед сдвоенными или строеными задними осями. Поэтому в разработке плана грузоперевозки транспортники используют чертежи и схемы оборудования с весовыми характеристиками по длине и высоте. На эти параметры автотранспортное предприятие ориентируется при подборе низкорамной или высокорамной платформы, выборе грузоподъемности и количества осей полуприцепа.» [15]

### 3.2 Технологическая карта проведения погрузочных работ

Перечень работ по проведению погрузочных работ при транспортировке легковых автомобилей на платформе полуприцепа включает ряд типовых работ, характерных для всех транспортных операций подобного вида.

Технологическая карта на проведение работ по погрузке и перевозке автомобилей на платформе полуприцепа приводится в таблице 5.

Таблица 5 – Технологическая карта на проведение погрузочных работ

Наименование операции, перехода	Трудоемкость выполнения операции, перехода чел-мин	Инструмент, оснастка, место выполнения	Примечание
1	2	3	4
<b>1 Извлечение аппарели</b>			
1.1 Снять крепежные стропы с аппарелей	1,0	под поверхностью платформы	стропы не должны мешать извлечению аппарелей
1.2 Извлечь подпорные тумбы	1,5	под поверхностью платформы	нет
1.3 Извлечь аппарели	1,5	под поверхностью платформы	аппарели извлекать последовательно, методом перемещения
<b>2 Установка аппарелей</b>			
2.1 Установить тумбы	1,0	позади платформы	тумбы устанавливать на ровную твердую поверхность, лапы тумбы раздвинуть до упора
2.2 Установить верхнюю часть аппарели	1,5	платформа	крюки аппарели зафиксировать в отверстиях рамы платформы
2.3 Установить нижнюю часть аппарели	2,0	платформа	вдвинуть нижнюю часть аппарели и зафиксировать пальцами
2.4 Установить заход на аппарель	1,0	платформа	нет



Продолжение таблицы 5

Наименование операции, перехода	Трудоёмкость выполнения операции, перехода чел-мин	Инструмент, оснастка, место выполнения	Примечание
<b>3 Погрузка автомобиля на платформу</b>			
3.1 Подвести автомобиль к аппаратам	0,5	позади платформы убедиться, что движение автомобиля по аппаратам возможно без увода	
3.2 Вкатить автомобиль на кузов платформы	1,0	платформа	использовать лебедку, либо произвести заезд своим ходом
3.3 Установить под колеса автомобиля противооткатные башмаки	2,0	платформа	нет
3.4 Зафиксировать колеса автомобиля стяжками к платформе	3,0	платформа	убедиться в надежной фиксации, без провисов и соскальзывания ремней стяжек
3.5 Для следующего автомобиля повторить переходы 3.1 – 3.4	6,5	платформа	нет
<b>4 Уборка аппарелей</b>			
4.1 Извлечь нижний сегмент аппарели	1,0	позади платформы	извлечь фиксирующие пальцы и разъединить аппарат
4.2 Снять верхний сегмент аппарели	1,0	позади платформы	нет
4.3 Сложить подпорную тумбу	1,5	позади платформы	нет
4.4 Убрать аппарели и тумбы на полку под платформой	2,0	под поверхностью платформы	нет
4.5 Зафиксировать аппарели стяжками	1,5	под поверхностью платформы	убедиться в надежной фиксации, без провисов и соскальзывания ремней стяжек

В разделе выполнена разработка технологического процесса проведения транспортной работы, связанной с проведением погрузочных операций. В работе использована конструкция, разрабатываемая в рамках выпускной квалификационной работы.

Определен порядок проведения погрузочно-разгрузочных работ и процесса транспортировки, на основе нормативной документации, определяющей регламент и порядок проведения этих операций.

Разработана технологическая карта проведения транспортных работ, в которых учтена специфика перевозки легковых автомобилей на платформе полуприцепа, а также применена разработанная конструкция.

## **4 Основы безопасности проведения работ по дооснащению полуприцепа грузового автомобиля**

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта**

Участок, на котором производится дооснащение полуприцепа транспортного средства, относится к участку текущего ремонта. Работы, осуществляемые на участке, необходимы для производства ремонта, проведения технического обслуживания, диагностики неисправностей, регулировочных и монтажных работ. Показатель площади участка не превышает 1200 м<sup>2</sup>. Кроме упомянутых работ, на участке производят сварочные, заготовочные и сборочные работы, необходимые для производства оснастки для перевозки легковых автомобилей на полуприцепе (таблица 6).

Таблица 6 – Технологический паспорт участка текущего ремонта

Технологический процесс	Технологическая операция	Должность работника	Оборудование, инструмент	Материалы, вещества
сварочно-сборочные работы	сварка и подгонка деталей аппарели	слесарь	набор инструмента, съемники, сварочный аппарат	электроды, ветошь
разборочно-сборочные работы	разборочно-сборочные работы по узлам и агрегатам	слесарь	набор инструмента, спецприспособления, подвесная кран-балка, съемники	масло, ветошь, метизы
ремонт узлов и агрегатов	ремонт агрегатов	слесарь,	набор инструментов, съемники	масло, ветошь,

### **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Идентификация профессиональных рисков производится для определения опасностей, имеющих и возникающих на участке текущего ремонта с целью их последующей минимизации посредством средств и методов инженерной безопасности и охраны труда.

Таблица 7 – Определение профессиональных рисков

Наименование производственное технологической операции и/или эксплуатационной технологической операции	Наименование опасного и/или вредного фактора на производстве	Наименование источника, откуда осуществляется формирование опасного и, или вредного производственного аспекта
проведение разборочных сборочных мероприятий	Наличие заостренных мелких повреждений и шероховатости в соответствии с поверхностью средств и оборудования, перенапрягаются зрительные анализаторы, освещение в соответствии с рабочей зоной организовано не должным образом, наличие движущихся механизмов и узлов, производственное оборудование находится в движении	Наличие острых кромок технических средств, имеются квантовали, агрегаты, оборудование не освещено должным образом
проведение работ по ремонту узлов и агрегатов	Наличие движущегося оборудования, производственное оборудование находится в движение, уровень шума превышает норму, наличие острых кромок и заусенцев Наличие заостренных кромок, заусенцев и шероховатости в соответствии с поверхностью инструмента и оборудования, перенапрягаются зрительные анализатора, недостаточное освещение в соответствии с рабочей зоной, наличие движущихся механизмов и узлов, производственное оборудование находится в движении	Наличие консольного крана, шум и вибрации не нормированы, что противоречит тому, когда обкатываются агрегаты/

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение профессиональных рисков производится методами и средствами инженерной защиты. Влияние вредных производственных факторов может быть нейтрализовано, либо сведено к минимуму использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ), либо путем применения методов инженерной защиты, данные приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Наименование вредного для здоровья работника фактора на производстве	Применение организационных способов и внедрение технических средств защиты, снижается, устраняется опасный и/или вредный производственный аспект на предприятии	Индивидуальная защита рабочего аппарата – основные средства
1	2	3
Наличие движущихся машин и узлов, подвижных элементов соответствия с производственным оборудованием	Необходимо максимально рационально спланировать отделение и расставить оборудование, проинструктировать персонал, установить предупреждающие знаки и таблички	спецодежда, рукавицы или перчатки
Наличие острых кромок, заусенцев, шероховатости в соответствии с инструментами и оборудованием	Необходимо максимально рационально спланировать отделение и расставить оборудование, проинструктировать персонал, установить предупреждающие знаки и таблички, применять только сертифицированное оборудование с инструментами	спецодежда, рукавицы или перчатки
Наличие повышенного уровня шума в соответствии с рабочим пространством	Необходимо снижать шум в соответствии с источником шума – смазывать трущиеся детали, отделять максимально шумные участки от рабочего пространства, приобретать оборудование, у которого отмечается сниженный уровень шума, применять противозумные кожухи в соответствии со стендами	Применение наушников, противозумных средств, вкладышей

## Продолжение таблицы 8

Наименование вредного для здоровья работника фактора на производстве	Применение организационных способов и внедрение технических средств защиты, снижается, устраняется опасный и/или вредный производственный аспект на предприятии	Индивидуальная защита рабочего аппарата – основные средства
Перенапрягаются зрительные органы	Необходимо в обязательном порядке правильно подобрать освещение, спланировать перерыв между рабочими часами, осуществлять проведение производственной гимнастики	Применение защитных очков
Наличие недостаточно уровня освещения в соответствии с рабочим пространством	Необходимо в обязательном порядке максимально рационально располагать оборудование в соответствии с оконными проемами, использовать искусственное освещение, в результате чего достигается требуемая освещенность в процессе производственной деятельности	Применение переносных лам и фонарей

### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности является важным фактором обеспечения безопасности труда на участке. Пожар является наиболее разрушительным бедствием, способным привести не только к материальному ущербу, но и человеческим жертвам. Поэтому, следует предусмотреть средства защиты от пожара на участке, с учетом специфики проведения работ, в том числе с использованием сварки и открытого пламени при газосварке. Идентификация классов пожарной опасности объекта и технических средств пожаротушения приводятся в таблице 9 и таблице 10. Организационные мероприятия по предотвращению возникновения пожара приведены в таблице 11. Описанные мероприятия могут уточняться и пересматриваться при изменении технологии проведения работ или появления нового оборудования, влияющего на пожарную безопасность объекта.

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Следствие пожара
Территория, в соответствии с которой осуществляется ремонт транспортных средств	технологическое оборудование	Класс пожара - Д	Окружающая среда характеризуется повышенными температурными показателями с наличием пламени, искр	Осколки от пожара

Таблица 10 – Технические средства пожарной безопасности

Средства тушения пожара первичного типа	Средства тушения пожара мобильного типа	Система тушения пожара стационарного типа	Пожарная автоматика	Оборудование пожаротушения	Индивидуальная защита для работников предприятия	Инструменты тушения пожара	Противопожарная сигнализация
пенные и водные огнетушители вместимостью 10л.-2+, углекислотные огнетушители вместимостью 2л. – 4+, ящики с песком для присыпания легковоспламеняющихся жидкостей	спецавтомобили ближайшей пожарной части		сигнальные извещения (дымовой и тепловой) прибор приемно-контрольный, пожарный сигнал отправляется на пульт охраны			лопата, ведро, лопата, багор, топор, песок	звуковые оповещатели

Таблица 11 – Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Технологический процесс - названия	Реализуемые организационные мероприятия - названия	Требования, чтобы обеспечить пожарную безопасность
Проведение сварочных и газосварочных работ	своевременно и качественно осуществлять профилактическую деятельность, ремонт, модернизировать и реконструировать энергетическое оборудование	Реализовывать профилактические работы в соответствии с установленным планом-графиком.
	Оборудование и инструменты должны быть в обязательном порядке сертифицированы	Приобретать лишь сертифицированное оборудование
	инструктаж по пожарной безопасности	Проводить все виды инструктажей и расписываться за них
	Правильно расстановивать технологическое оборудование без препятствия эвакуационным выходам персоналу – свободный доступ к средствам тушения пожара	должно быть обеспечено беспрепятственное передвижение работников автотранспортного в соответствии с эвакуационными зонами
	Наличие предписывающих и указательных знаков безопасности в соответствии с эвакуационными дверями	Предусмотренные знаки
	Необходимо разработать и внедрить план эвакуации в случае возникновения пожара	Необходимо, чтобы предприятие имело план эвакуации на случай возникновения пожара
	Требуется своевременное обновление инструментов тушения пожара	Планы эвакуации должны быть размещены в соответствии с видными местами
	Необходимо изготавливать и внедрять инструменты наглядной агитации	Показательное агитирование к тому, чтобы обеспечивалась пожарная безопасность на автотранспортном предприятии



#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности объекта необходима для снижения влияния предприятия на окружающую среду. Снижение антропогенного воздействия является важным мероприятием защиты окружающей среды от неблагоприятного воздействия. Идентификация экологического воздействия на окружающую среду и организационно-технические мероприятия по снижению воздействия представлены в таблице 12 и таблице 13.

Таблица 12 – Идентификация экологического технического объекта

Технический объект по названию	Технический объект со структурными элементами	Как влияет технический объект в соответствии с окружающей средой	Как влияет технический объект в соответствии с гидросферой	Как влияет технический объект в соответствии с литосферой
Участок по текущему ремонту транспортных средств	производственный персонал, оборудование	не выявлено	не выявлено	не выявлено

Таблица 13 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Технический объект по наименованию	Организационно-технические мероприятия снижения антропогенного воздействия
1	2
Мероприятия, которые направлены на то, чтобы минимизировать негативное влияние в соответствии с антропогенным воздействием	Применять фильтрующие элементы в соответствии с имеющимися участками в соответствии с вытяжными шкафами. Контролировать состояние воздуха в соответствии с рабочим пространством.
Мероприятия, которые направлены на то, чтобы минимизировать негативное влияние антропогенных факторов в соответствии с гидросферой	Необходимо утилизировать отходы, ветошь, мусор и водные осадки, соблюдать мероприятия, которые направлены на то, чтобы предотвратить загрязнение почвы. Наличие персональной ответственности за то, как охраняется окружающая среда.

Продолжение таблицы 13

Технический объект по наименованию	Организационно-технические мероприятия снижения антропогенного воздействия
<p>Мероприятия, который направлены на то, чтобы минимизировать негативное влияние антропогенных факторов в соответствии с литосферой по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу</p>	<p>Утилизация отработанных ламп в соответствии со специализированными предприятиями. Отходы собираются и складировуются в соответствии со специальными закрытыми контейнерами, бочками и так далее, которые устанавливаются в соответствии со специально отведенными местами. Применение использованной одежды осуществляется в соответствии с вторичным сырьем, когда производится ветошь. Отходы выводят специализированные предприятия на основании официального договора в соответствии с вывозом, утилизацией и захоронением отходов. Складирование металлолома осуществляется в соответствии с площадкой до накопления и после накопления, после чего подрядная организация вывозит лом.</p>

В разделе рассмотрены основные аспекты, касающиеся обеспечения безопасности при проведении доработки конструкции полуприцепа и изготовления аппарелей для полуприцепа. Выявлены основные аспекты, касающиеся вредных производственных факторов и обозначены основные направления их нейтрализации.

Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности объекта необходима для снижения влияния предприятия на окружающую среду. Снижение антропогенного воздействия является важным мероприятием защиты окружающей среды от неблагоприятного воздействия. Идентификация экологического воздействия на окружающую среду и организационно-технические мероприятия по снижению воздействия представлены в разделе.

## **5 Оценка стоимости дооснащения полуприцепа**

### **5.1 Исходные данные для расчета**

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы рассмотрим себестоимость изготовления аппарелей для погрузки транспортных средств и дополнительных мест на полуприцепе для их хранения и транспортировке. Поскольку предполагается перевозка легковых автомобилей на коммерческой основе, то прибыль от использования дооснащенного прицепа будет извлекаться из оплаты оказанных транспортных услуг. Проведя анализ рынка, было выявлено, что среднерыночная стоимость перевозки транспортных средств в среднем составит 5000 рублей при плече транспортировке до 1000 км.

При проведении экономических расчетов мы будем ориентироваться на эту стоимость. Стоимость проведения работ по дооснащению будет определяться из расчета, приведенного ниже.

### **5.2 Расчет себестоимости изготовления конструкции**

Поскольку не предполагается продажа конструкции сторонним организациям, расчет ведем только для себестоимости его изготовления, т.е. определяем наши затраты при его изготовлении. За основу при выполнении расчетов берем сборочные чертежи и детализовку, полученные на этапе конструкторской разработки.

Как и для любого изделия, требуется рассчитать затраты на сырье и материалы, покупные изделия и сборочные единицы, определить трудовые затраты на изготовление и сборку стенда.

Расчеты материальных затрат конструкции стенда приводятся в таблице 14.

Таблица 14 – Материальные затраты конструкции стенда

Наименование	Единицы	Норма расхода	Цена, руб	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Трубный прокат в ассортименте	кг	120	75,5	9060
Грунтовка	кг	3,5	95	332,5
Краска	кг	3	120	360
Круг катанный, в ассортименте	кг	110	80,0	8800
Листовой металл в асс.	кг	75	78	5850
Резина листовая	кг	0,8	220	176
Литол	кг	0,1	95	9,5
Швеллер №10	кг	150	78	11700
Уголок 30х30	кг	50	79,5	3975
Прочие				5000
ИТОГО				45 348,5р.
Транспортно-заготовительные расходы, 3%				1 360,46р.
Возвратные отходы, 1,5%				110,00р.
ВСЕГО				46 818,96р.

Расчеты затрат на покупные изделия и полуфабриката, используемые в конструкции стенда приводятся в таблице 15.

Таблица 15 – Материальные затраты конструкции стенда

Покупные изделия и полуфабрикаты	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Болты М10х25	40	8,0	320,00
Винты М8	60	6,0	360,00
Выключатель автоматический	4	1 250,00	5 000,00
Гайка М10	40	3,00	120,00
Ролики в сборе	20	400,00	8 000,00
Колеса грузовые	2	1 450,00	2 900,00
Трос стальной, м	20	95,0	1 900,00
Электрооборудование			16 000,00
ВСЕГО			34 600,00

Расчеты затрат на заработную плату при изготовлении оборудования, приводятся в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет затрат на заработную плату

Операции по изготовлению станда	Рабочий разряд	Трудоемкость, ч/час	Часовая ставка, руб/ч	Тарифная зарплата
Заготовительная	3	12	250,00	3 000,00р.
Гибочная	4	4	285,00	1 140,00р.
Сварочная	5	16	355,00	5 680,00р.
Токарная	5	8	355,00	2 840,00р.
Фрезерная	5	6	355,00	2 130,00р.
Шлифовальная	5	4	355,00	1 420,00р.
Сверлильная	4	4	285,00	1 140,00р.
Слесарная	4	8	285,00	2 280,00р.
Сборочная	5	16	355,00	5 680,00р.
Окрасочная	4	4	285,00	1 140,00р.
Испытательная	6	4	420,00	1 680,00р.
ИТОГО				23 990,00р.
Премииальные доплаты				4 798,00р.
Основная заработная плата				28 788,00р.

Рассчитаем затраты на дополнительную заработную плату:

$$ЗД = Зосн * (Кд - 1), \quad (40)$$

где Кд – коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату,

$$Кд = 1,08$$

$$ЗД = 28 788 * (1,08 - 1) = 2 303,04 \text{ руб}$$

Засчитаем затраты на отчисления в фонд социального страхования:

$$СОЦ = (Зо + ЗД) * Ксоц \quad (41)$$

где Ксоц – коэффициент отчислений в фонд социального страхования,

$$Ксоц = 30\%$$

$$СОЦ = (28 788,00 + 2 303,04) * 0,30 = 9 327,31 \text{ руб}$$

Определим затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$Зсэоб = Зо * (Ксэоб - 1) \quad (42)$$

где Ксэоб – коэффициент понесенных затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования, Ксэоб = 2,04

$$Зсэоб = 28\,788 * (2,04 - 1) = 29\,939,52 \text{ руб}$$

Произведем расчет общепроизводственных расходов:

$$Робщ = Зо * (Кобщ - 1) \quad (43)$$

где Кобщ – коэффициент общепроизводственных расходов, Кобщ = 2,6

$$Робщ = 28\,788 * (2,6 - 1) = 46\,060,80 \text{ руб}$$

Произведем расчет общехозяйственных расходов:

$$Рохр = Зо * (Кохр - 1) \quad (44)$$

где Кохр – коэффициент общехозяйственных расходов, Кохр = 2,5

$$Рохр = 28\,788 * (2,5 - 1) = 43\,182,00 \text{ руб}$$

Расчет себестоимости стенда представим в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет себестоимости доработки полуприцепа

Статьи затрат	Обозначение	Затраты	
		Сумма	%
Сырье и материалы	М	46 818,96	11,2%
Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	34 600,00	45,8%
Зарплата основная	Зо	28 788,00	6,9%
Зарплата дополнительная	Зд	2 303,04	0,6%
Отчисления на соцстрах	СОЦ	9 327,31	2,2%
Расходы на содержание оборудования	Зсэоб	29 939,52	7,2%
Общепроизводственные расходы	Робщ	46 060,80	11,0%
Общехозяйственные расходы	Рохр	43 182,00	10,3%
Производственная себестоимость	Спр	206 419,63	95,2%
Внепроизводственные расходы	Рвн	9 891,23	4,8%
Полная себестоимость	Сп	216 310,86	100,0%

Выводы по разделу. Были рассчитаны экономические показатели эффективности проекта. Была определена стоимость проведения работ по доработке полуприцепа и изготовлению аппарелей.

## Заключение

В выпускной квалификационной работе выполнен расчёт тягово-мощностных характеристик автомобиля-тягача, который рассматривается в качестве основного транспортного средства, эксплуатируемого вместе с полуприцепом. В результате выполнения тягового расчета были построены графики кривых мощности и крутящего момента двигателя автомобиля-тягача. Определены характеристики ускорения транспортного средства на различных передачах. По результатам расчета строим топливную характеристику установившегося движения автомобиля.

Был произведен подбор аналогов разрабатываемой конструкции. Выявлены основные направления конструкций подобного вида. Конструкция аппарелей будет выполняться из профильной трубы, аппаратель будет представлять пространственную ферму. Для снижения массы и упрощения работы с аппарателью она будет разделена на два сегмента. Соединение сегментов будет производиться посредством пальцев, без использования специнструмента или гаечных ключей. Для уменьшения нагрузки на место шарнирного соединения будут изготовлены подпорные тумбы, выполняемые складными. Подробная конструкция аппарелей представлена на листах графической части выпускной квалификационной работы.

В технологическом разделе выпускной квалификационной работы выполнена разработка технологического процесса проведения транспортной работы, связанной с проведением погрузочных операций. В работе использована конструкция, разрабатываемая в рамках конструкторского раздела работы.

В разделе безопасности объекта проектирования рассмотрены основные аспекты, касающиеся обеспечения безопасности при проведении доработки конструкции полуприцепа и изготовления аппарелей для полуприцепа. Выявлены основные аспекты, касающиеся вредных производственных факторов и обозначены основные направления их нейтрализации.

Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности объекта необходима для снижения влияния предприятия на окружающую среду. Снижение антропогенного воздействия является важным мероприятием защиты окружающей среды от неблагоприятного воздействия. Идентификация экологического воздействия на окружающую среду и организационно-технические мероприятия по снижению воздействия представлены в разделе.

В заключительном разделе выпускной квалификационной работы были рассчитаны экономические показатели эффективности проекта. Была определена стоимость проведения работ по доработке полуприцепа и изготовлению аппарелей.

На основании проделанной работы можно сделать выводы о полностью выполненных задачах, поставленных в рамках выпускной квалификационной работы.



## Список используемых источников

1. 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.
2. 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
3. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов — М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
4. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
5. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.
6. 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
7. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3

8. 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.
9. 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.
10. 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
11. Крутов В. И. Двигатель внутреннего сгорания как регулируемый объект / В. И. Крутов. - Москва : Машиностроение, 1978. - 472 с. : ил. - Библиогр.: с. 458-462
12. 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
13. 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
14. 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
15. 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.

16. Тимофеев Ю. Л. Неисправности и техническое обслуживание электрооборудования автомобилей / Ю. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. - Москва : Транспорт, 1977. - 125, [1] с. : ил

17. 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

18. 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).

19. Ремонт легковых автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

20. Строительные машины и оборудование, справочник [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://stroy-technics.ru/>

