

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Специальность: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация: «Автомобили и тракторы»

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «специалист»

Тема: «Проектирование легкового автомобиля категории М₁ с разработкой системы питания для работы на сжиженном нефтяном газе».

Шифр ВКР 23.05.01.165.20.СП 00.00.00.ПЗ

Студент Б262-12 группы



Антонов А.В.

Ф.И.О.

Руководитель доцент

ученое звание

подпись

подпись

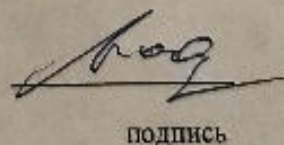
Хафизов Р.Н.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 7 от 06.02 2020 г.)

Зав. кафедрой профессор

ученое звание


подпись

Хафизов К.А.

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Антонова А.В. «Проектирование легкового автомобиля категории М₁ с разработкой системы питания для работы на сжиженном нефтяном газе».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 110 страницах машинописного текста и графической части на 10 листах. Записка состоит из введения, 7 разделов, заключения и включает 16 рисунков и 10 таблиц. Список используемой литературы содержит 29 источников.

В первом разделе представлен тяговый и динамический расчет и определены основные параметры проектируемого автомобиля.

Во втором разделе приведена эскизная компоновка проектируемого легкового автомобиля категории М₁.

В третьем разделе приведено описание проектируемой конструкции системы питания, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе представлены технологические расчеты по изготовлению детали «защита переднего баллона».

В пятом разделе рассмотрены мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В шестом разделе рассмотрены вопросы по экологической защите окружающей среды.

В седьмом разделе представлен расчёт экономической эффективности проекта.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы и спецификации.

ABSTRACT

For the graduation qualification of Antonov A.V. «Design of a passenger car of category M_1 with the development of a power system for operation on liquefied petroleum gas».

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 110 pages of typewritten text and a graphic part on 10 sheets. The note consists of an introduction, 7 sections, a conclusion and includes 16 drawings and 10 tables. The list of literature used contains 29 sources.

The first section presents traction and dynamic calculation and defines the main parameters of the designed car.

The second section shows the sketch layout of the designed passenger car of category M_1 .

The third section describes the design of the power supply system and carries out design calculations.

The fourth section presents the process calculations for manufacturing the "front cylinder protection" part.

In the fifth section, life safety measures are considered.

The sixth section deals with environmental protection.

The seventh section provides a calculation of the cost effectiveness of the project.

The explanatory note also contains an opinion, a list of literature used and specifications.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ	11
1.1 Выбор и оценка параметра тягового расчета	11
1.2 Расчет параметров двигателя	13
1.3 Расчет параметров трансмиссии	19
1.4 Определение оценочных параметров тягово-скоростных свойств	22
2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ	41
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	48
3.1 Обзор и анализ выполненных конструкторских решений	48
3.2 Обоснование модернизации системы питания автомобиля	49
3.3 Описание конструкторской разработки	54
3.3.1 Расчет крепления переднего баллона	54
3.3.2 Расчет крепления заднего баллона	59
3.3.3 Расчет крепления запасного колеса	62
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	65
4.1 Описание детали	65
4.2 Анализ технологичности детали	67
4.3 Выбор способа получения заготовки	69
4.3.1 Выбор габаритов листов и их раскроя	69
4.4 Выбор оборудования	71
4.4.1 Подбор гильотинных ножниц	71
4.4.2 Выбор прессы	71
4.4.3 Расчет процесса сверления	72
4.5 Обоснование выбора контрольных операций и средств контроля	78
4.6 Структурная схема маршрутного техпроцесса	79

5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	81
5.1 Актуальность вопросов безопасности жизнедеятельности	81
5.2 Анализ производственного травматизма	82
5.3 Мероприятия по улучшению условий по охране труда	83
5.4 Требования безопасности при эксплуатации автомобиля	
работающего на сжиженном нефтяном газе	84
5.5 Обеспечение необходимой вентиляции в кабине	88
5.5.1 Расчёт вентиляции кабины проектируемого автомобиля	89
5.6 Противопожарная безопасность	90
5.7 Инструкция по охране труда при заправке автомобилей	
сжатым природным газом	91
6 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ	
ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	95
6.1 Защита окружающей среды	95
6.2 Обоснование экономической эффективности затрат на охрану	
природы	98
7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР	101
7.1 Расчёт срока окупаемости капиталовложений	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	107
СПЕЦИФИКАЦИИ	110

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт относят к числу наиболее энергоемких отраслей народного хозяйства. Он является одним из основных потребителей жидкого топлива нефтяного происхождения, мировые запасы которого непрерывно сокращаются. Высокие темпы развития автомобильного транспорта вызывают значительный рост масштабов потребления жидкого топлива и заметное загрязнение атмосферного воздуха в крупных городах и промышленных центрах. Одним из радикальных средств решения проблемы экономичного и рационального использования топливно-энергетических ресурсов является создание эффективных конструкций газобаллонных автомобилей и широкое их внедрение на автомобильном транспорте.

В 2018 году Министерство энергетики совместно с Министерством транспорта и с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации представили проект «Развитие рынка газомоторного топлива», который должен быть реализован до 2024 года. Официальный документ предполагает, что из бюджета будет выделено 174,7 млрд рублей на субсидии автопроизводителям, нефтегазовым компаниям, регионам на закупку общественного транспорта и остальным участникам рынка. Нефтегазовым компаниям, которые будут заниматься возведением газовых заправок, компенсируют до 40% всех расходов.

Самый главный плюс перехода на газ — улучшение экологии. Отработавшие газы газобаллонных автомобилей содержат в своем составе меньшее количество токсичных и канцерогенных компонентов по сравнению с бензиновыми и дизельными двигателями, что позволяет улучшить состояние атмосферы. Снижение токсичности отработавших газов по основным контролируемым параметрам составляет: окиси углерода (CO) в 3-4 раза, окислами азота (NO_x) в 1,2 - 2,0, углеводородам (CH) в 1,2-1,4 раза. В отработавших газах газобаллонного автомобиля не содержатся вредные соединения свинца. Это заметно снижает суммарную их токсичность.

1 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

1.1 Выбор и оценка параметра тягового расчета

Полная масса автомобиля и распределение ее по осям

Полную массу одиночного грузопассажирского автомобиля можно оценить по формуле:

$$M_a = m_0 + m_{\text{г}} + (m_{\text{ч}} + m_{\text{б}}) \cdot n, \quad (1.1)$$

где m_0 - масса снаряженного автомобиля, принимаем $m_0 = 1850$ кг;
 $m_{\text{г}}$ - масса перевозимого груза, принимаем $m_{\text{г}} = 330$ кг;
 $m_{\text{ч}}$ - масса водителя и пассажиров, принимаем $m_{\text{ч}} = 75$ кг;
 $m_{\text{б}}$ - масса багажа на одного человека, принимаем $m_{\text{б}} = 2$ кг;
 n - число мест для сиденья.

$$M_a = 1850 + 330 + (75 + 2) \cdot 7 = 2719 \text{ кг}$$

Типоразмер шин и радиусы колес

Так как проектируемый автомобиль предназначен как для движения по дорогам общей сети, так и для движения по грунтовым дорогам и пересеченной местности, то принимаем колесную формулу 4х4.

Для определения нагрузки на заднюю ось воспользуемся развесовкой автомобиля-прототипа при полной нагрузке.

$$m_z = 0,48 \cdot M_a$$

$$m_z = 0,48 \cdot 2719 = 1305 \text{ кг}$$

Нагрузка на переднюю ось составит:

$$m_n = 2719 - 1305 = 1414 \text{ кг}$$

Размер шин устанавливается исходя из наибольшей нагрузки, приходящейся на одно колесо, и максимальной скорости движения по ГОСТ Р 52900-2007 – для легковых автомобилей и по ГОСТ Р 52899-2007 – для грузовых. Кроме указанных параметров при выборе типа и модели шин следует учитывать условия эксплуатации.

Нагрузка приходящаяся на одно колесо, рассчитывается по формуле:

$$q = M_a g k / n , \quad (1.2)$$

где g – ускорение свободно падающего тела, м/с^2 ;

k – доля нагрузки, приходящейся на наиболее нагруженную ось;

n – число колес на оси.

$$q = 2719 \cdot 9,81 \cdot 0,52 / 2 = 6935 \text{ Н}$$

Выбор шин осуществляется по максимальной скорости и нагрузке на колесо.

Выбираем следующий размер шин: 215/90R15.

где 215 - ширина профиля шин в мм,

90 - отношение высоты профиля к ширине в процентах,

R - радиальная шина,

15 - посадочный диаметр, соответствующий диаметру обода колеса в дюймах.

Рассчитываем радиус качения колеса с выбранной шиной:

$$r_K = (0,9 \dots 0,95) \cdot r_c \quad (1.3)$$

где r_c - статический радиус колеса, определяемый по формуле:

$$r_c = 0,5 \cdot d + \lambda_{ш} \cdot H \quad (1.4)$$

где d - диаметр обода колеса, м
 $\lambda_{ш} = 0,88 \dots 0,9$ - коэффициент, учитывающий вертикальную деформацию шин,
 H - высота профиля шины, м

$$r_c = 0,5 \cdot 0,381 + 0,9 \cdot 0,1935 = 0,364 \text{ м},$$

$$r_K = 0,88 \cdot 0,364 = 0,320 \text{ м}$$

1.2 Расчет параметров двигателя

Определим максимальную мощность двигателя $N_{\max}$. Для этого сначала найдем мощность двигателя при выбранной максимальной скорости автомобиля при движении на горизонтальной асфальтобетонной дороге. Мощность двигателя при $V_{\max}$ рассчитаем по формуле:

$$N_{V_{\max}} = \frac{\psi_{V_{\max}} G_a \frac{V_{\max}}{3,6} + k_w F \left(\frac{V_{\max}}{3,6} \right)^3}{1000 \eta_{\text{тр}} V_{\max}} \text{ кВт}, \quad (1.5)$$

где $\psi_{V_{\max}}$ - коэффициент дорожного сопротивления,

G_a - полный вес автомобиля, кг;

$V_{\max}$ - максимальная скорость автомобиля, принимаем $= 110 \text{ км/ч}$;

k_w - коэффициент сопротивления воздуха,

F - лобовая площадь автомобиля.

$\eta_{\text{тр}} V_{\max}$ - механический КПД трансмиссии при максимальной скорости, принимаем $\eta_{\text{тр}} V_{\max} = 0,82$;

$$\psi_{V_{\max}} = f = f_0 (1 + k_1 V_{\max}^2), \quad (1.6)$$

где $f_0 = 0,012 \dots 0,015$ - коэффициент сопротивления качения для асфальто-бетона, относящийся к малым скоростям;

$$k_1 = (4...5)10^{-5};$$

$$G_a = m_a g = 2719 \cdot 9,8 = 26646 \text{ Н} - \text{вес автомобиля}$$

$$\psi_{V_{\max}} = f = 0,015 \cdot (1 + 4,5 \cdot 10^{-5} \cdot 110^2) = 0,023$$

$$K_w = \frac{C_x \cdot \rho_{\text{в}}}{2} \quad (1.7)$$

где - C_x - коэффициент обтекаемости автомобиля;

$\rho_{\text{в}}$ - плотность воздуха, кг/м^3 (при температуре 20°C , давлении $101,325 \text{ кПа}$ и сухом воздухе плотность атмосферы составляет $1,2041 \text{ кг/м}^3$).

$$K_w = \frac{0,6 \cdot 1,2041}{2} = 0,36, \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$

$$F = C \cdot (B_a \cdot (H_a - h_3)) + n \cdot h_3 \cdot b_{\text{ш}} \quad (1.8)$$

где C - коэффициент формы, равный для автобусов $1,0$; для легковых автомобилей $0,89$;

B_a - наибольшая ширина автомобиля, $B=1,94 \text{ м}$;

H_a - наибольшая высота автомобиля, $H_a=2,1 \text{ м}$;

$b_{\text{ш}}$ - ширина колеса с шиной, $b_{\text{ш}}=0,215 \text{ м}$;

n - количество колес (при односкатных задних колесах $n = 2$);

h_3 - расстояние от бампера до дороги, $h_3=0,598 \text{ м}$

$$F = 1 \cdot (1,94 \cdot (2,1 - 0,598)) + 2 \cdot 0,598 \cdot 0,215 = 3,16 \text{ м}^2$$

Тогда мощность двигателя при выбранной максимальной скорости по формуле 1.5:

$$N_{V_{\max}} = \frac{0,023 \cdot 26642 \frac{110}{3,6} + 0,36 \cdot 3,16 \left(\frac{110}{3,6} \right)^3}{1000 \cdot 0,82} = 54,5 \text{ кВт}$$

На транспортных автомобилях, устанавливается двигатель несколько завышенной мощности для того, чтобы создать собственную приспособляемость его к внешним перегрузкам и уменьшить количество вынужденных переключений передач.

Для бензиновых двигателей без ограничителя числа оборотов степень использования равна:

$$\lambda = \frac{n_V}{n_N} = 1,1 \dots 1,2. \quad (1.9)$$

Максимальную мощность двигателя определим по формуле:

$$N_{\max} = \frac{N_{V_{\max}}}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3}, \quad (1.10)$$

где a , b и c – коэффициенты, характеризующие тип и конструкцию двигателя внутреннего сгорания ($a = b = c = 1$),

$$N_{\max} = \frac{54,5}{1,1 + 1,1^2 - 1,1^3} = 55,7 \text{ кВт}.$$

Определим стендовую мощность:

$$N_{ст. \max} = k_2 N_{\max}, \quad (1.11)$$

где $k_2 = 1,1 \dots 1,2$.

$$N_{ст. \max} = 1,2 \cdot 55,7 = 66,8 \text{ кВт}$$

Величину $N_{ст.мах}$ двигателя проектируемого автомобиля используют лишь для сравнения ее с данными существующих двигателей и установления возможности применения выпускаемых промышленностью двигателей.

Внешняя скоростная характеристика может быть получена из решения следующей формулы:

$$N_m = N_{мах} \left[a \frac{n_m}{n_N} + b \left(\frac{n_m}{n_N} \right)^2 - c \left(\frac{n_m}{n_N} \right)^3 \right] \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где N_m и n_m – текущие значения мощности и числа оборотов вала двигателя в минуту,

a , b и c – коэффициенты, характеризующие тип и конструкцию двигателя внутреннего сгорания, $a = b = c = 1$

$$n_N = 4000 \text{ об/мин}; n_{мин} = 700 \text{ об/мин}; n_{мах} = 4300 \text{ об/мин}$$

Зададим в интервале от $n_{мин}$ до $n_{мах}$ еще ряд значений n_m , находим соответствующие значения N_m и строим кривую зависимости $N_m = f(n_m)$, а затем и $M_m = f(n_m)$, имея ввиду, что:

$$M_m = \frac{1000 N_m}{\omega_m} = 1000 N_m \left(\frac{30}{\pi \cdot n_m} \right) \text{ Н·м},$$

$$M_m = \frac{30000 N_m}{\pi \cdot n_m} = 9550 \frac{N_m}{n_m} \text{ Н·м},$$

где ω_m – угловая частота вращения коленчатого вала, 1/с.

Результаты расчета занесем в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

Частота вращения коленчатого вала n_m , об/мин	Мощность N_m , кВт	Крутящий момент M_m , Н·м
700	9,23	125,95
1100	18,37	159,49
1500	25,78	164,15
1900	33,06	166,15
2300	39,85	165,48
2700	45,85	162,16
3100	50,69	156,17
3500	54,07	147,53
3900	55,63	136,23
4300	55,05	122,26

Графики зависимости $N_m = f(n_m)$ и $M_m = f(n_m)$ представлены соответственно на рисунке 1.1 и 1.2.

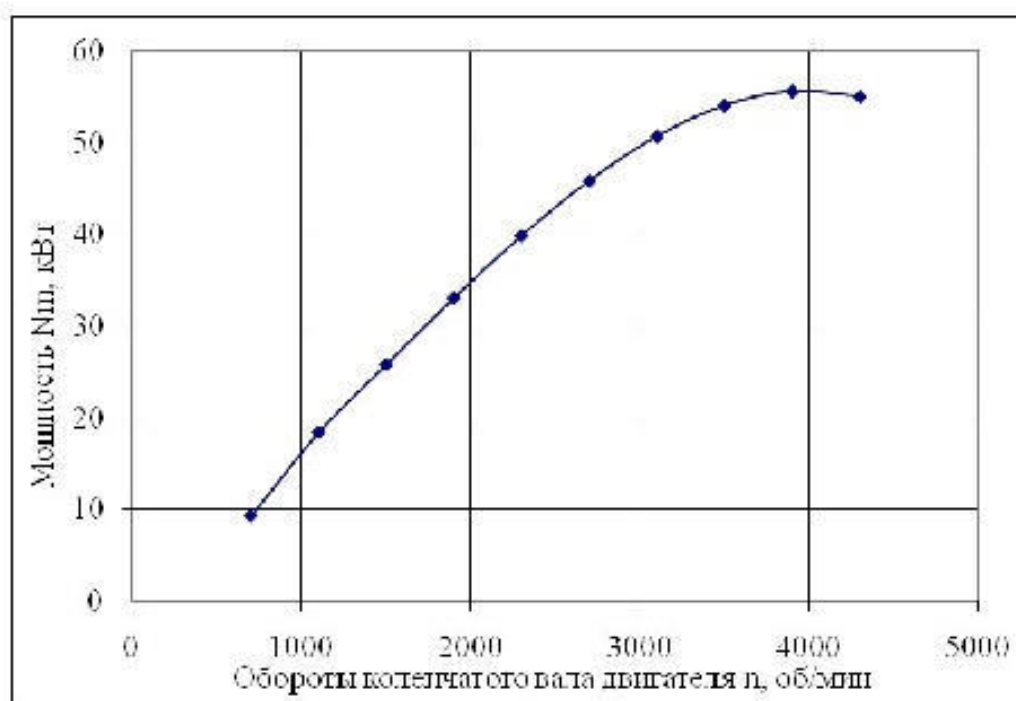


Рисунок 1.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя (в зависимости $N_m = f(n_m)$)

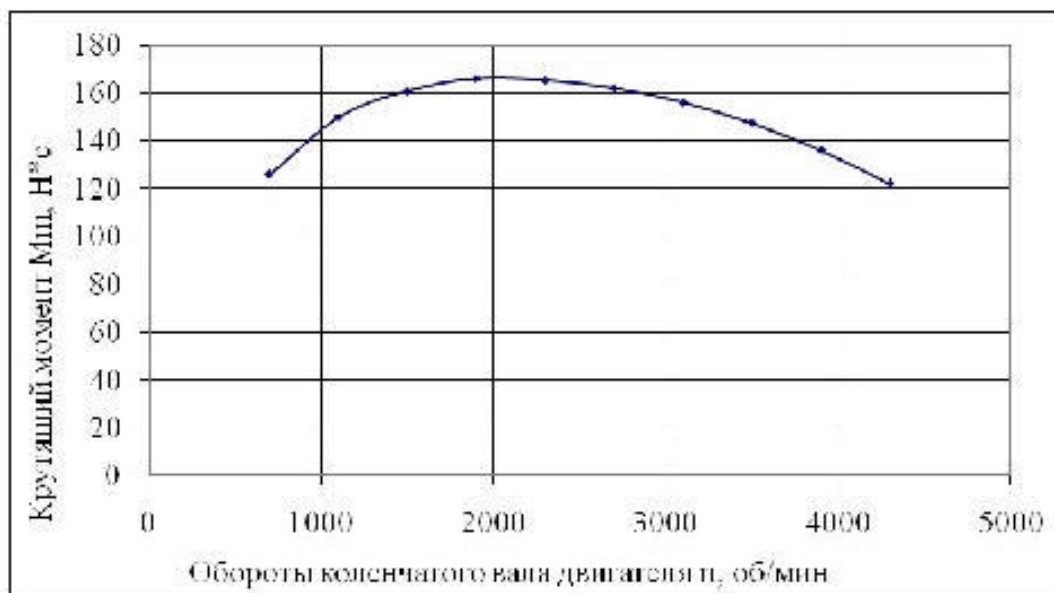


Рисунок 1.2 - Внешняя скоростная характеристика двигателя (в зависимости $M_m = f(n_m)$)

Определим рабочий объем (литраж) двигателя по формуле:

$$V_h = \frac{30 \tau N_{\max}}{p_{eN} n_N} \text{ л}, \quad (1.13)$$

где $N_{\max}$ (кВт) и n_N (об/мин) – выбираются по внешней скоростной характеристике;

τ – тактность двигателя, $\tau=4$ – для четырехтактного;

p_{eN} – среднее эффективное давление при максимальной мощности, МПа.

Для современных автомобильных двигателей $p_{eN}=0,6 \dots 1,6$ МПа.

$$V_h = \frac{30 \cdot 4 \cdot 55,7}{0,7 \cdot 4000} = 2,4 \text{ л}$$

По полученному рабочему объему двигателя можно установить класс и некоторые характеристики проектируемого легкового автомобиля. Автомобиль – среднего класса, первой группы.

1.3 Расчет параметров трансмиссии

Правильный расчет параметров трансмиссии автомобиля является необходимой предпосылкой получения высоких средних скоростей движения и хорошей топливной экономичности, обеспечивающих минимальные затраты на осуществление заданного объема автомобильных перевозок [1].

Передаточное число главной передачи

Передаточное число главной передачи определяются из условия обеспечения заданной максимальной скорости движения автомобиля на высшей ступени в коробке передач по формуле:

$$i_0 = 0,376 \frac{r_k n_v}{i_{кв} i_{дв} V_{\max}}, \quad (1.14)$$

где n_v – обороты коленчатого вала, соответствующие максимальной скорости автомобиля, об/мин;

$i_{кв} = 1,0$ – передаточное число коробки передач на высшей передаче;

$i_{дв} = 1,0$ – передаточное число высшей передачи в раздаточной коробке.

$$i_0 = 0,376 \frac{0,32 \cdot 4300}{1 \cdot 1 \cdot 110} = 4,703$$

Выбор числа передач и определение передаточных чисел коробки передач

При выборе числа передач в коробке передач обычно учитывают два фактора:

- чем выше число передач, тем выше динамические качества автомобиля и меньше расход топлива;

По формуле 1.16 получим

$$i_{k1} = \frac{0,376 n_{\min} r_k}{i_0 i_{\partial d} V_{\min}} = \frac{0,376 \cdot 700 \cdot 0,32}{4,703 \cdot 1 \cdot 4} = 4,477$$

При трехвальной коробке передач высшую передачу или предшествующую ей обычно выбирают прямой, промежуточные по геометрической прогрессии по формуле:

$$i_{km} = {}^{n-1}\sqrt{i_{k1}^{n-m}}, \quad (1.17)$$

где i_{km} – передаточное число промежуточной передачи;

m – номер произвольной промежуточной передачи;

n – номер расчетной высшей передачи.

Тогда:

$$i_1 = 4,477; i_2 = 2,716; i_3 = 1,648; i_4 = 1,0.$$

Для улучшения разгона автомобиля учитывают возрастающее сопротивление воздуха при движении на более высоких скоростях. Практически это осуществляют, уменьшая на 5...15% передаточные числа промежуточных передач, вычисленных по формулам геометрической прогрессии, до получения соотношения:

$$\frac{i_{k1}}{i_{k2}} > \frac{i_{k2}}{i_{k3}} > \dots > \frac{i_{kn-1}}{i_{kn}} \quad (1.18)$$

$$\frac{4,477}{2,58} > \frac{2,58}{1,56} > \frac{1,56}{1,0}$$

$$1,74 > 1,65 > 1,56$$

Тогда получаем: $i_1 = 4,477; i_2 = 2,58; i_3 = 1,56; i_4 = 1,0.$

Передаточное число, низшей передачи дополнительной коробки рассчитывают, исходя из условия получения минимальной скорости:

$$i_{\partial n} = 0,376 \frac{r_k n_{\min}}{i_{k1} i_0 V_{\min}} \quad (1.19)$$

где $n_{\min}$ – минимальное число оборотов коленчатого вала в минуту,

$V_{\min} = 2 \dots 3$ км/ч.

$$i_{\partial n} = 0,376 \frac{0,32 \cdot 700}{4,477 \cdot 4703 \cdot 2} = 2,0$$

1.4 Определение оценочных параметров тягово-скоростных свойств

Тяговая и динамическая характеристика автомобиля

Тяговая и динамическая характеристика представляют собой графики зависимостей $P_k = f(V)$ и $D = f(V)$ на всех передачах, а также $P_w = f(V)$; $P_\psi = f(V)$; $\psi = f(V)$; на горизонтальной дороге, и рассчитываются на основании следующих зависимостей:

- сила тяги на колесе:

$$P_k = \frac{M_{mnp} i_{np}}{r_d} \quad H; \quad (1.20)$$

- скорость движения:

$$V = 0,376 \frac{r_k n_m}{i_{np}} \quad \text{км/ч}; \quad (1.21)$$

- сопротивление дороги:

$$P_\psi = \Psi G_a \quad H; \quad (1.22)$$

$$\Psi = f = f_0 (1 + k_1 V^2) \quad , \text{ при } \alpha = 0$$

- сопротивление воздуха:

$$P_w = \frac{k F V^2}{13} (1 + k_3 \Pi) \quad \text{Н}; \quad (1.23)$$

- динамический фактор:

$$D = \frac{P_k - P_B}{G_a}; \quad (1.24)$$

где $i_{\text{тр}} = i_k i_d i_0$ – передаточное число трансмиссии при наличии коробки передач, дополнительной коробки и главной передачи;

$r_d \approx r_k$ при движении без пробуксовывания;

$\Pi = 0$ – количество прицепов или полуприцепов;

k_3 – коэффициент, учитывающий влияние прицепа или полуприцепа на сопротивление воздуха;

$f_0 = 0,012 \dots 0,015$ – табличное значение коэффициента сопротивления дороги для сухого асфальтобетона.

Угол подъема, который преодолевает автомобиль на каждой передаче при разных значениях равномерной скорости и заданном коэффициенте сопротивления качению определяется по уравнению:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{D - f \sqrt{1 - D^2 + f^2}}{1 + f^2} \right) \quad (1.25)$$

Вычисленные значения запишем в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Расчётные показатели

n, об/мин	V, м/с	V, км/ч	P _k , Н	P _w , Н	D	ψ	α, °	P _ψ , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Движение на пониженной передаче								
700	0,56	2,0	13591,3	0,3	0,59	0,01500	35,3	345,5
1100	0,87	3,1	17210,9	0,8	0,75	0,01501	47,7	345,6
1500	1,19	4,3	17713,1	1,4	0,77	0,01501	49,4	345,7
1900	1,51	5,4	17928,4	2,3	0,78	0,01502	50,2	345,9
2300	1,83	6,6	17856,6	3,3	0,77	0,01503	49,9	346,1
2700	2,14	7,7	17497,9	4,6	0,76	0,01504	48,6	346,4
3100	2,46	8,9	16852,1	6,0	0,73	0,01505	46,1	346,7
3500	2,78	10,0	15919,4	7,7	0,69	0,01507	42,8	347,0
3900	3,10	11,1	14699,6	9,6	0,64	0,01508	38,8	347,4
4300	3,41	12,3	13192,9	11,6	0,57	0,01510	34,1	347,8

продолжение таблицы 1.2

Движение на I передаче								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
700	1,11	4,0	6797,3	1,2	0,30	0,01501	16,3	345,7
1100	1,75	6,3	8607,5	3,0	0,37	0,01503	21,1	346,1
1500	2,38	8,6	8858,7	5,6	0,38	0,01505	21,7	346,6
1900	3,02	10,9	8966,3	9,1	0,39	0,01508	22,0	347,3
2300	3,65	13,1	8930,4	13,3	0,39	0,01512	21,9	348,1
2700	4,28	15,4	8751,0	18,3	0,38	0,01516	21,4	349,1
3100	4,92	17,7	8428,1	24,1	0,36	0,01521	20,5	350,3
3500	5,55	20,0	7961,6	30,8	0,34	0,01527	19,2	351,7
3900	6,19	22,3	7351,6	38,2	0,32	0,01534	17,6	353,2
4300	6,82	24,6	6598,0	46,4	0,28	0,01541	15,6	354,8
Движение на II передаче								
700	1,9	7,0	3905,4	3,7	0,169	0,01503	8,9	346,2
1100	3,0	10,9	4945,4	9,2	0,214	0,01508	11,5	347,3
1500	4,1	14,9	5089,7	17,1	0,220	0,01515	11,8	348,9
1900	5,2	18,9	5151,6	27,5	0,222	0,01524	12,0	351,0
2300	6,3	22,9	5131,0	40,2	0,221	0,01535	11,9	353,6
2700	7,5	26,8	5027,9	55,4	0,216	0,01549	11,6	356,7
3100	8,6	30,8	4842,3	73,1	0,207	0,01564	11,1	360,2
3500	9,7	34,8	4574,3	93,2	0,195	0,01582	10,3	364,3
3900	10,8	38,8	4223,8	115,7	0,178	0,01602	9,4	368,8
4300	11,9	42,8	3790,9	140,6	0,158	0,01623	8,2	373,9
Движение на III передаче								
700	3,19	11,5	2368,	10,1	0,102	0,01509	5,0	347,5
1100	5,01	18,0	2998,7	25,0	0,129	0,01522	6,5	350,5
1500	6,83	24,6	3086,2	46,5	0,131	0,01541	6,6	354,9
1900	8,66	31,21	3123,7	74,7	0,132	0,01566	6,7	360,5
2300	10,48	37,7	3111,2	109,4	0,130	0,01596	6,5	367,6
2700	12,30	44,3	3048,7	150,8	0,126	0,01632	6,3	375,9
3100	14,12	50,8	2936,2	198,8	0,119	0,01674	5,9	385,6
3500	15,94	57,4	2773,7	253,4	0,109	0,01722	5,3	396,7
3900	17,77	64,0	2561,2	314,6	0,098	0,01776	4,6	409,0
4300	19,59	70,5	2298,7	382,5	0,083	0,01836	3,7	422,7
Движение на IV передаче								
700	4,97	17,9	1517,9	24,7	0,0648	0,01522	2,8	350,4
1100	7,82	28,1	1922,2	60,9	0,0808	0,01554	3,6	357,8
1500	10,66	38,4	1978,3	113,3	0,0810	0,01599	3,7	368,3
1900	13,50	48,6	2002,3	181,8	0,0791	0,01660	3,6	382,2
2300	16,34	58,8	1994,3	266,3	0,0750	0,01733	3,3	399,3
2700	19,19	69,1	1954,2	367,0	0,0689	0,01822	2,9	419,6
3100	22,03	79,3	1882,1	483,8	0,0607	0,01925	2,3	443,2
3500	24,87	89,5	1777,9	616,8	0,0504	0,02041	1,7	470,1
3900	27,72	99,8	1641,7	765,8	0,0380	0,02172	0,9	500,2
4300	30,56	110,0	1473,4	930,9	0,0236	0,02317	0,1	533,6

Строим графики зависимостей $P_k = f(V)$; $P_w = f(V)$ и $P_\psi = f(V)$

(рисунок 1.3); $\psi = f(V)$ и $D = f(V)$ (рисунок 1.4).

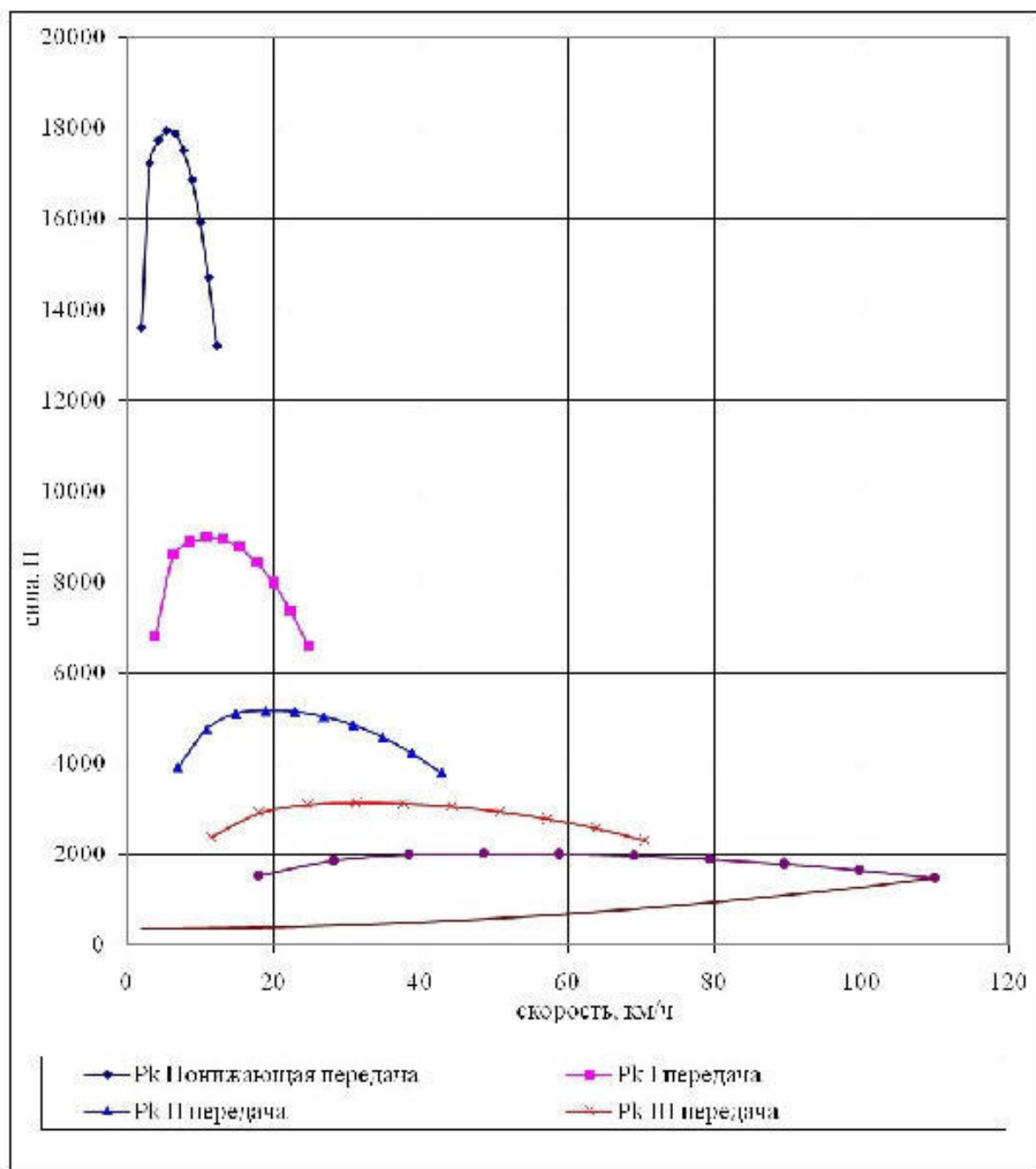


Рисунок 1.3 - Тяговый баланс автомобиля

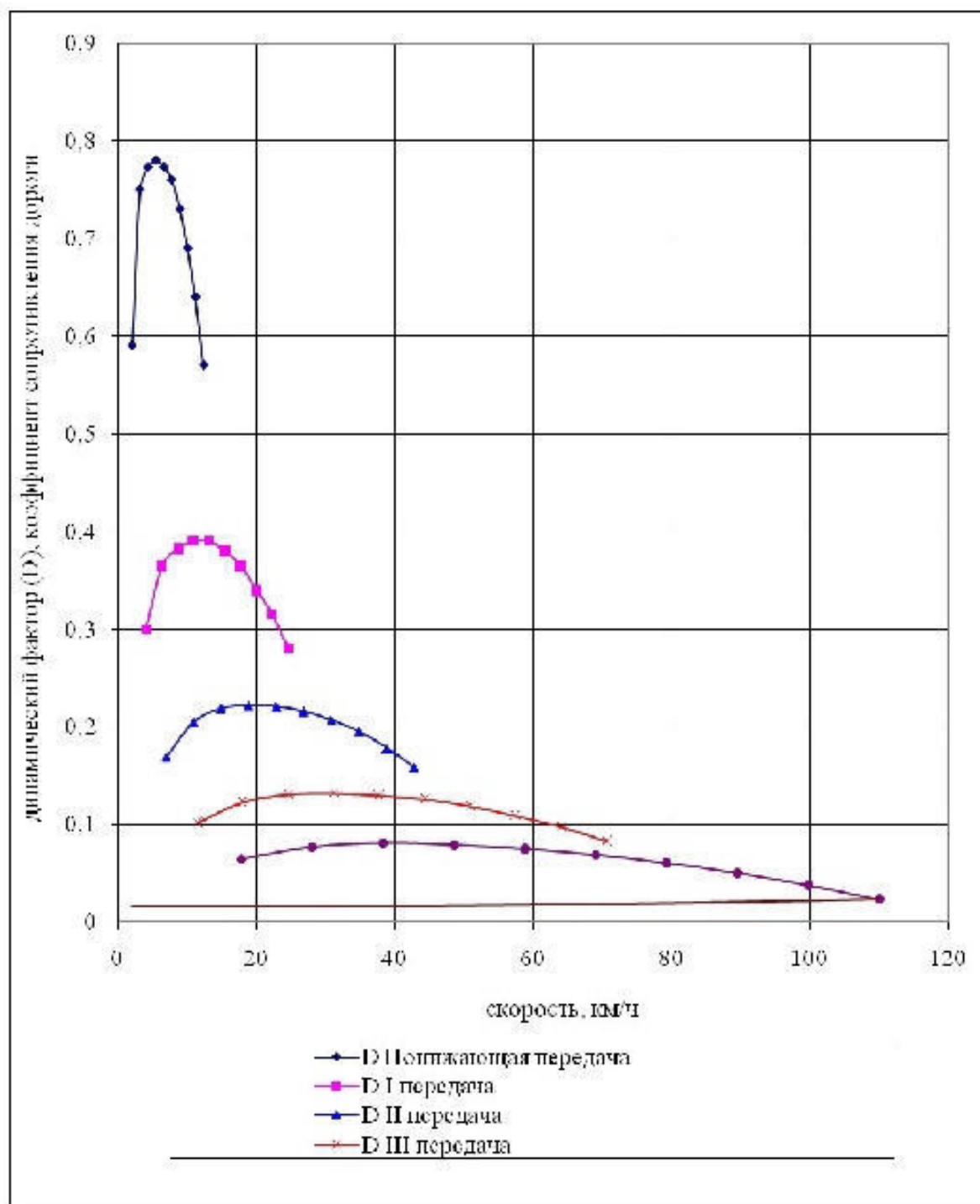


Рисунок 1.4 - Динамический баланс автомобиля

о о

о о

$$\delta_{\text{горизонт}} = 1 + \frac{0,3 \cdot 4,477^2 \cdot 2,0^2 \cdot 4,703^2 \cdot 0,82 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} + \frac{4,0 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} = 2,830$$

$$\delta_1 = 1 + \frac{0,3 \cdot 4,477^2 \cdot 1,0^2 \cdot 4,703^2 \cdot 0,82 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} + \frac{4,0 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} = 1,470$$

$$\delta_2 = 1 + \frac{0,3 \cdot 2,716^2 \cdot 1,0^2 \cdot 4,703^2 \cdot 0,82 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} + \frac{4,0 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} = 1,184$$

$$\delta_3 = 1 + \frac{0,3 \cdot 1,648^2 \cdot 1,0^2 \cdot 4,703^2 \cdot 0,82 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} + \frac{4,0 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} = 1,078$$

$$\delta_4 = 1 + \frac{0,3 \cdot 1,0^2 \cdot 1,0^2 \cdot 4,703^2 \cdot 0,82 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} + \frac{4,0 \cdot 9,8}{0,32 \cdot 0,32 \cdot 23030} = 1,040$$

Найденные значения ускорений запишем в таблицу 1.3

Таблица 1.3 – Расчётные значения ускорений

Jнизш, м/с ²	1/Jнизш, с ² /м	J1, м/с ²	1/J1, с ² /м	J2, м/с ²	1/J2, с ² /м	J3, м/с ²	1/J3, с ² /м	J4, м/с ²	1/J4, с ² /м
1,991	0,502	1,900	0,526	1,274	0,785	0,790	1,266	0,467	2,141
2,545	0,393	2,366	0,423	1,646	0,607	1,034	0,967	0,615	1,626
2,614	0,382	2,433	0,411	1,696	0,590	1,051	0,952	0,613	1,632
2,649	0,377	2,499	0,400	1,711	0,584	1,058	0,946	0,589	1,698
2,614	0,382	2,499	0,400	1,702	0,587	1,037	0,965	0,543	1,840
2,580	0,388	2,432	0,411	1,660	0,603	0,997	1,003	0,478	2,094
2,476	0,404	2,299	0,435	1,584	0,631	0,930	1,076	0,391	2,560
2,337	0,428	2,165	0,462	1,483	0,674	0,834	1,199	0,283	3,539
2,164	0,462	2,031	0,492	1,341	0,746	0,729	1,371	0,153	6,519
1,922	0,520	1,764	0,567	1,173	0,852	0,588	1,702	0,040	246,6

Строим кривые зависимости ускорений автомобиля от скорости движения (рисунок 1.5) и (рисунок 1.6).

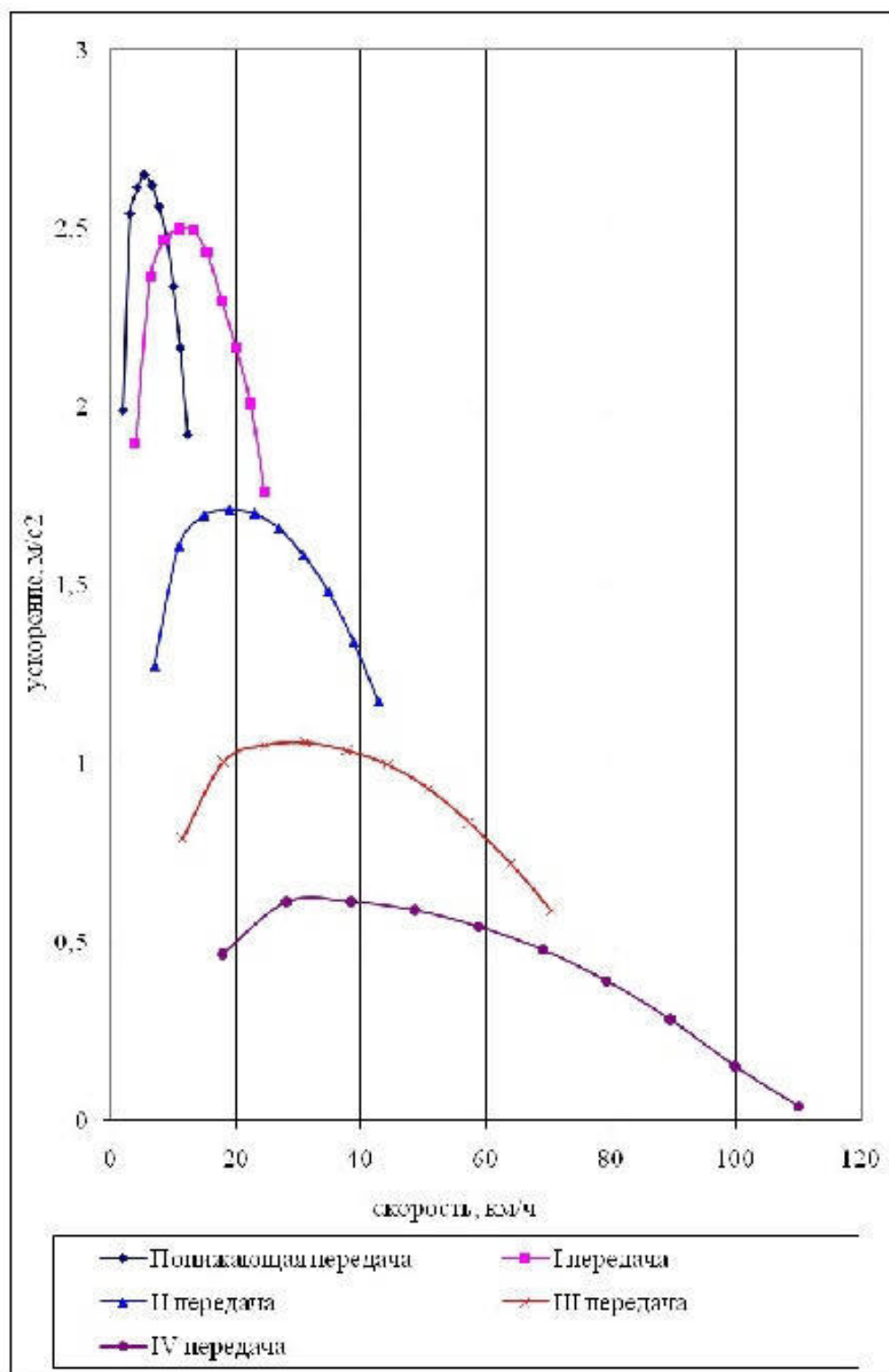


Рисунок 1.5 - График ускорений

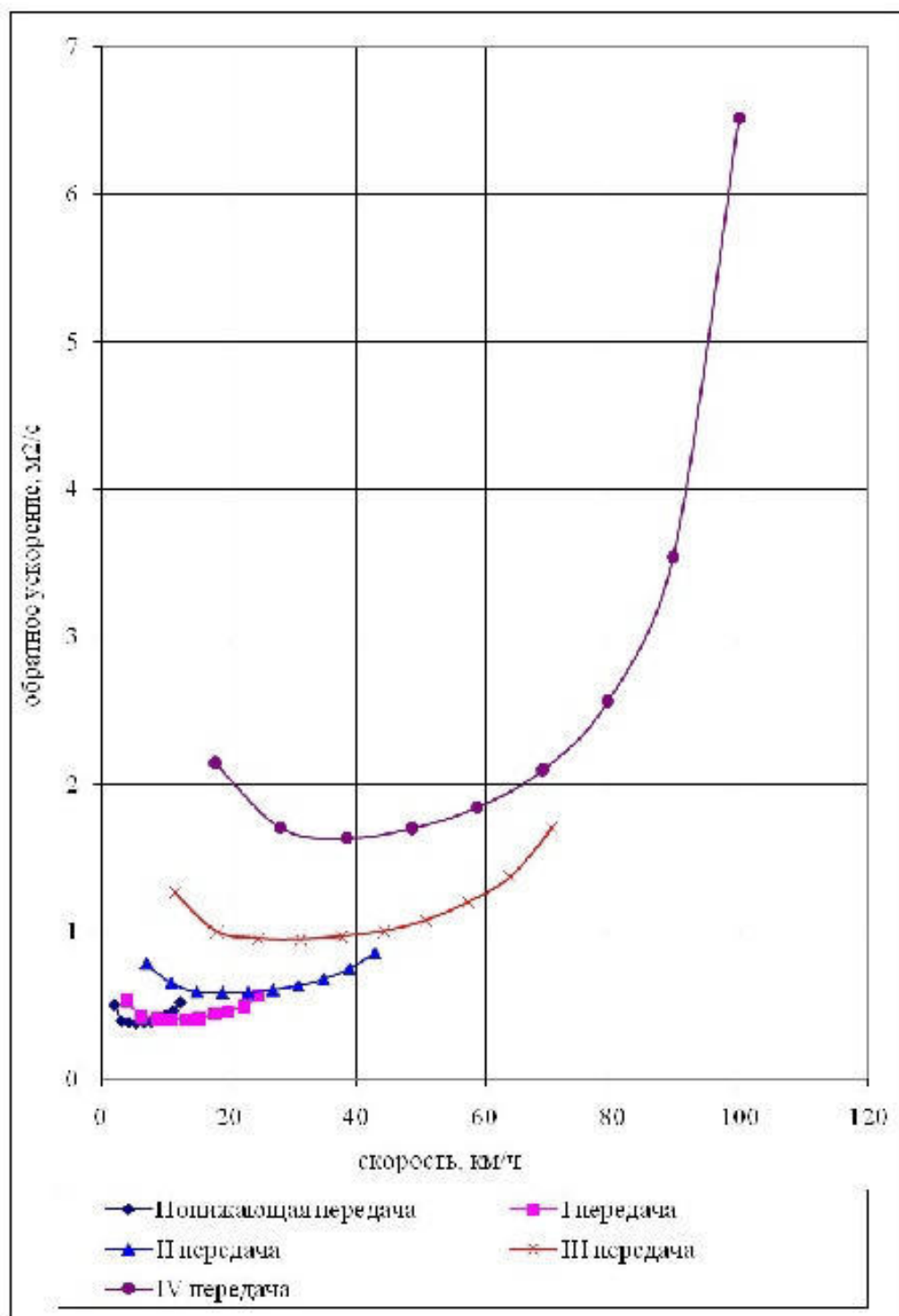


Рисунок 1.6 - График обратных ускорений

Путь разгона определяют из соотношения:

$$V = \frac{dS}{dt} \quad (1.30)$$

Этот интеграл решают также графоаналитически, используя график $t=f(V)$.

Для построения графика $S=f(V)$ эту площадь разбивают горизонтальными линиями на несколько участков. Для упрощения подсчета площадь каждого участка заменяют площадью равновеликого участка с тем же основанием и высотой

$$V'_{cp} = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (1.31)$$

Здесь V_1 и V_2 – скорости соответственно в начале и в конце участка.

При изменении скорости от V_1 до V_2

$$S_1 = (t_2 - t_1) \frac{V'_{cp}}{3,6}. \quad (1.32)$$

Аналогично определяются $S_2, S_3 \dots S_n$ по остальным участкам.

Запишем найденные значения точек в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Расчётные значения точек для диаграммы времени и пути разгона

V, км/ч	t, с	S, м
0	0	0
10	1,1	1,5
20	2,0	5,6
30	3,1	12,9
40	4,9	27,2
50	6,7	46,5
60	9,2	76,7
70	11,4	110,8
80	15,1	167,8
90	17,5	218,8
100	22,4	311,1
110	28,7	438,5

По найденным значениям построим график $S = f(V)$ и $t = f(V)$ соответственно (рисунок 1.7 и 1.8).

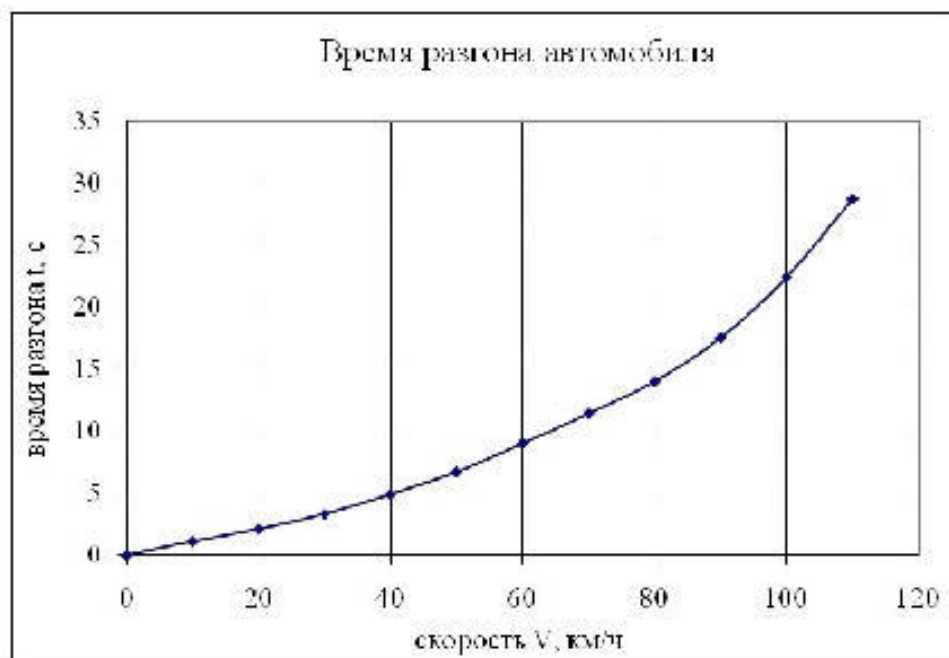


Рисунок 1.7 - Время разгона автомобиля

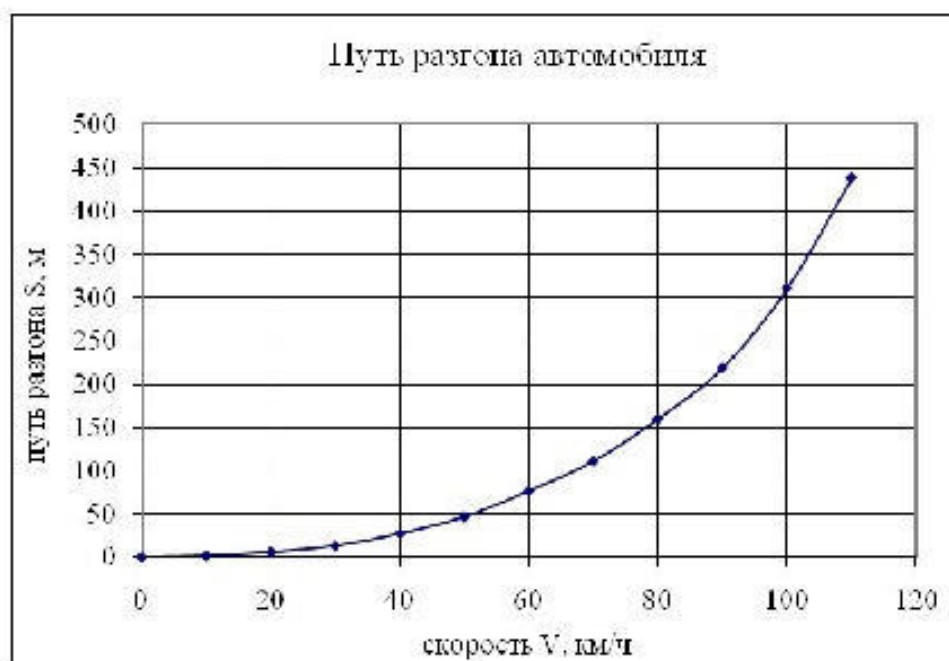


Рисунок 1.8 - Путь разгона автомобиля

Мощностной баланс

Для оценки тягово-скоростных свойств и тяговой экономичности используют уравнение мощностного баланса, которое иллюстрирует распределение мощности по видам сопротивления:

$$N_k = N_m \eta_{mp} = N_{\psi} + N_{\omega} + N_f \quad \text{кВт} \quad (1.33)$$

Разность мощности подводимая к ведущим колесам есть:

$$N_f = N_k - (N_{\psi} + N_{\omega}) \quad \text{кВт} \quad (1.34)$$

Найденные значения мощности запишем в таблицу 1.5 и 1.6.

Таблица 1.5 - Расчётные значения мощности

Пониженная передача			I передача			II передача		
n, об/мин	Nm, кВт	V, км/ч	n, об/мин	Nm, кВт	V, км/ч	n, об/мин	Nm, кВт	V, км/ч
700	9,23	2,0	700	9,23	4,0	700	9,23	7,0
1100	18,37	3,1	1100	18,37	6,3	1100	18,37	10,9
1500	25,78	4,3	1500	25,78	8,6	1500	25,78	14,9
1900	33,06	5,4	1900	33,06	10,9	1900	33,06	18,9
2300	39,85	6,6	2300	39,85	13,1	2300	39,85	22,9
2700	45,85	7,7	2700	45,85	15,4	2700	45,85	26,8
3100	50,69	8,9	3100	50,69	17,7	3100	50,69	30,8
3500	54,07	10,0	3500	54,07	20,0	3500	54,07	34,8
3900	55,63	11,1	3900	55,63	22,3	3900	55,63	38,8
4300	55,05	12,3	4300	55,05	24,6	4300	55,05	42,8
III передача			IV передача					
n, об/мин	Nm, кВт	V, км/ч	n, об/мин	Nm, кВт	V, км/ч			
700	9,23	11,5	700	9,23	17,9			
1100	18,37	18,0	1100	18,37	28,1			
1500	25,78	24,6	1500	25,78	38,4			
1900	33,06	31,21	1900	33,06	48,6			
2300	39,85	37,7	2300	39,85	58,8			
2700	45,85	44,3	2700	45,85	69,1			
3100	50,69	50,8	3100	50,69	79,3			
3500	54,07	57,4	3500	54,07	89,5			
3900	55,63	64,0	3900	55,63	99,8			
4300	55,05	70,5	4300	55,05	110,0			

Таблица 1.6 - Расчётные значения

$V, \text{ км/ч}$	$P_{\omega}, \text{ Н}$	ψ	$P_{\psi}, \text{ Н}$	$N_{\psi/\eta}, \text{ кВт}$	$N_{\psi+N_{\omega}/\eta}, \text{ кВт}$
0	0	0,0150	345,5	0	0
10	7,7	0,0151	347,0	1,2	1,5
20	30,8	0,0153	351,7	2,4	3,1
30	69,2	0,0156	359,4	3,7	5,2
40	123,1	0,0161	370,3	5,0	7,8
50	192,3	0,0167	384,3	6,5	11,2
60	276,9	0,0174	401,4	8,2	15,6
70	376,9	0,0183	421,6	10,0	21,1
80	492,3	0,0193	444,9	12,1	28,0
90	623,1	0,0205	471,4	14,4	36,5
100	769,2	0,0218	500,9	17,0	46,8
110	930,8	0,0232	533,6	19,9	54,8

По найденным значениям построим график мощностного баланса (рисунок 1.8).

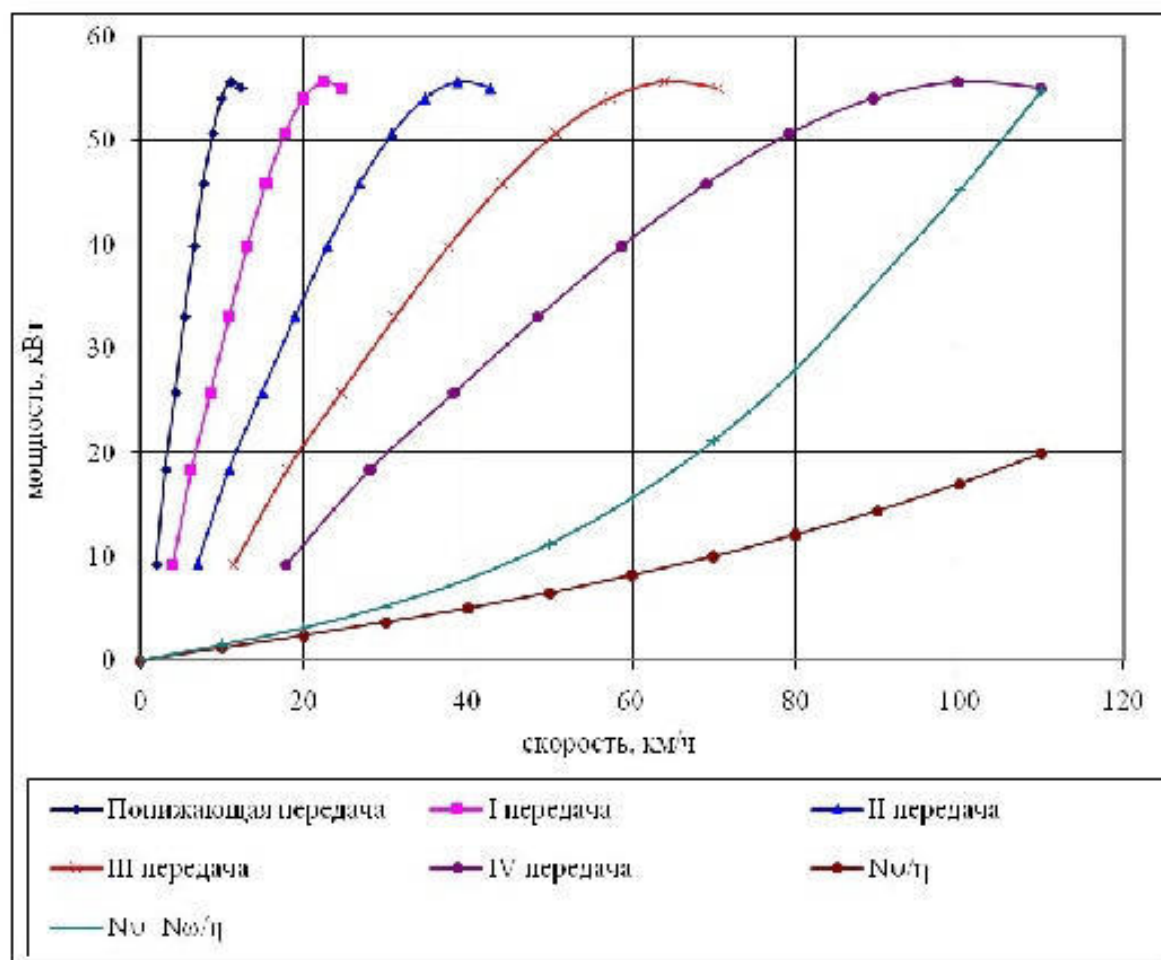


Рисунок 1.8 - Мощностной баланс

Удельный эффективный расход топлива определяется по следующей формуле:

$$g_e = g_N \cdot K_u \cdot K_\omega, \quad (1.38)$$

где $g_N = 330 \text{ г/кВтч}$ - удельный расход топлива при максимальной мощности;

K_u - коэффициент использования мощности двигателя

K_ω - коэффициент использования частоты вращения коленчатого вала

$$K_u = 3,27 - 8,22 \cdot U + 9,13 \cdot U^2 - 3,18 \cdot U^3,$$

$$K_\omega = 1,25 - 0,99 \cdot E + 0,98 \cdot E^2 - 0,24 \cdot E^3,$$

где U - степень использования мощности;

E - степень использования оборотов двигателя.

$$U = (N_\psi + N_w + N_j) / (N_m \eta_{mp}), \quad (1.39)$$

$$E = \omega_m / \omega_N \quad (1.40)$$

Найденные значения расхода топлива при установившемся движении представлены в таблице 1.7.

Зададим ускорение $j = 0,153 \text{ м/с}^2$. Найденные значения расхода топлива при движения автомобиля на высшей передаче при определенном ускорении представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.7 - Расход топлива при установившемся движении

V, м/с	V, км/ч	U	KU	E	K ω	g _e , г/кВтч	Q, кг/100км
1	2	3	4	5	6	7	8
4,97	17,9	0,246	1,751	0,16	1,116	644,8	8,2

7,82	28,1	0,217	1,882	0,26	1,055	654,9	9,3
------	------	-------	-------	------	-------	-------	-----

продолжение таблицы 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8
10,66	38,4	0,243	1,767	0,35	1,013	590,8	9,6
13,5	48,6	0,281	1,611	0,44	0,984	522,9	9,9
16,34	58,8	0,333	1,429	0,53	0,965	454,9	10,3
19,19	69,1	0,401	1,236	0,63	0,955	389,5	10,4
22,03	79,3	0,491	1,058	0,72	0,956	333,7	10,5
24,87	89,5	0,610	0,932	0,81	0,964	296,2	10,9
27,72	99,8	0,769	0,902	0,91	0,980	291,6	12,5
30,56	110	0,991	0,996	1,00	1,000	328,6	15,3

Таблица 1.8 - Значения расхода топлива при движения автомобиля на высшей передаче при определенном ускорении

$V, \text{ м/с}$	$V, \text{ км/ч}$	U	KU	E	$K\omega$	$g_e, \text{ г/кВтч}$	$Q, \text{ кг/100км}$
4,97	17,9	0,492	1,057	0,16	1,116	389,2	11,80
7,82	28,1	0,412	1,212	0,26	1,055	421,8	11,31
10,66	38,4	0,431	1,168	0,35	1,013	390,5	11,32
13,50	48,6	0,467	1,098	0,44	0,984	356,5	11,33
16,34	58,8	0,520	1,017	0,53	0,965	324,0	11,41
19,19	69,1	0,592	0,943	0,63	0,955	297,4	11,69
22,03	79,3	0,689	0,900	0,72	0,956	283,9	12,52
24,87	89,5	0,819	0,915	0,81	0,964	290,9	14,40
27,72	99,8	0,997	0,998	0,91	0,980	322,7	17,93
30,56		110,0			Ускорение $j = 0,153 \text{ м/с}^2$ не обеспечивается		

По данным таблицы 1.7 и 1. 8 строим экономическую характеристику (рисунок 1.9).

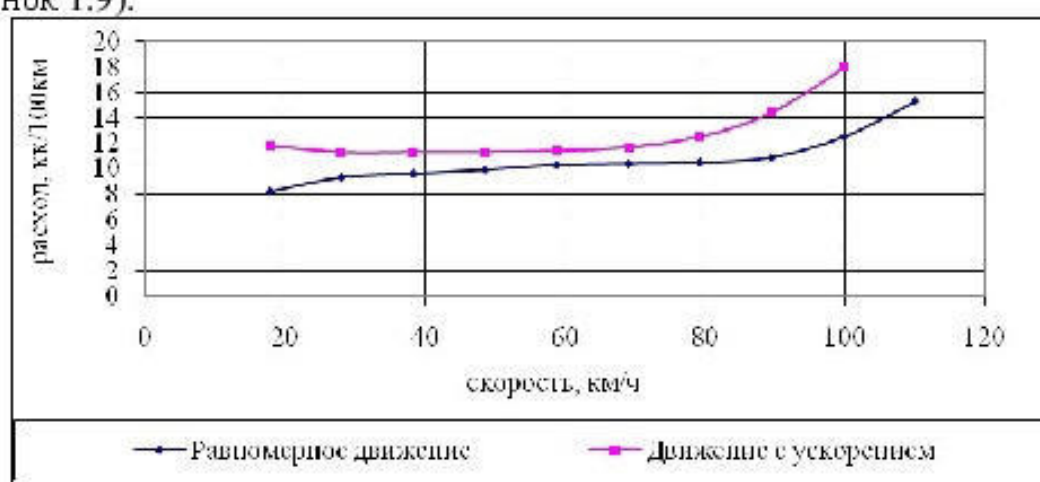


Рисунок 1.9 - Экономическая характеристика

Определим расход топлива при движении на каждой передаче.

Найденные значения запишем в таблицу 1.9 и построим график (рисунок 1.10).

Таблица 1.9 - Расход топлива при движении на различных передачах

V, м/с	V, км/ч	N _ψ , кВт	N _ω , кВт	N _j , кВт	g _e , г/кВтч	Q, кг/100км
1	2	3	4	5	6	7
Движение на пониженной передаче						
0,56	2,0	0,19	0,0002	7,42	369,2	205,5
0,87	3,1	0,30	0,0007	14,73	347,6	203,4
1,19	4,3	0,41	0,0017	20,69	334,1	200,7
1,51	5,4	0,52	0,0034	26,60	324,7	197,6
1,83	6,6	0,63	0,0060	31,81	317,3	190,6
2,14	7,7	0,74	0,0098	36,72	314,7	186,7
2,46	8,9	0,85	0,0148	40,51	314,6	179,3
2,78	10,0	0,96	0,0214	43,21	317,5	170,9
3,10	11,1	1,08	0,0298	44,61	323,7	161,7
3,41	12,3	1,19	0,0396	43,59	328,8	146,4
Движение на I передаче						
1,11	4,0	0,38	0,001	7,29	369,2	102,1
1,75	6,3	0,61	0,005	14,30	347,6	100,3
2,38	8,6	0,82	0,013	20,00	334,1	99,1
3,02	10,9	1,05	0,027	26,07	324,7	98,9
3,65	13,1	1,27	0,048	31,51	317,3	96,7
4,28	15,4	1,50	0,078	35,96	314,7	93,5
4,92	17,7	1,72	0,118	39,07	314,6	88,6
5,55	20,0	1,95	0,170	41,51	317,5	84,5
6,19	22,3	2,19	0,236	43,43	323,7	81,2
6,82	24,6	2,42	0,316	41,56	328,8	72,3
Движение на II передаче						
1,9	7,0	0,66	0,007	6,74	369,2	59,3
3,0	10,9	1,04	0,027	13,74	347,6	58,1
4,1	14,9	1,43	0,070	19,35	334,1	57,5
5,2	18,9	1,83	0,143	24,76	324,7	56,5
6,3	22,9	2,23	0,253	29,83	317,3	55,1
7,5	26,8	2,68	0,416	34,64	314,7	53,6
8,6	30,8	3,10	0,629	37,90	314,6	51,6
9,7	34,8	3,53	0,904	40,03	317,5	49,3
10,8	38,8	3,98	1,249	40,29	323,7	46,2
11,9	42,8	4,45	1,673	38,83	328,8	42,1
Движение на III передаче						
3,19	11,5	1,11	0,032	6,38	369,2	36,2
5,01	18,0	1,76	0,125	13,12	347,6	35,3
6,83	24,6	2,42	0,318	18,18	334,1	34,7
8,66	31,21	3,12	0,647	23,21	324,7	34,3
10,48	37,7	3,85	1,147	27,53	317,3	33,4
12,30	44,3	4,62	1,855	31,07	314,7	32,5
14,12	50,8	5,44	2,807	33,27	314,6	31,3
15,94	57,4	6,32	4,039	33,68	317,5	29,7
17,77	64,0	7,27	5,590	32,82	323,7	28,2
19,59	70,5	8,28	7,493	29,18	328,8	25,6

продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4	5	6	7
Движение на IV передаче						
4,97	17,9	1,74	0,12	5,67	369,2	22,9
7,82	28,1	2,80	0,48	11,75	347,6	22,6
10,66	38,4	3,93	1,21	15,97	334,1	22,4
13,50	48,6	5,16	2,45	19,43	324,7	22,0
16,34	58,8	6,52	4,35	21,68	317,3	21,4
19,19	69,1	8,05	7,04	22,42	314,7	20,8
22,03	79,3	9,77	10,66	21,05	314,6	20,1
24,87	89,5	11,7	15,34	17,20	317,5	19,1
27,72	99,8	13,9	21,23	10,37	323,7	17,9
30,56	110,0	16,3	28,45	2,99	328,8	17,4

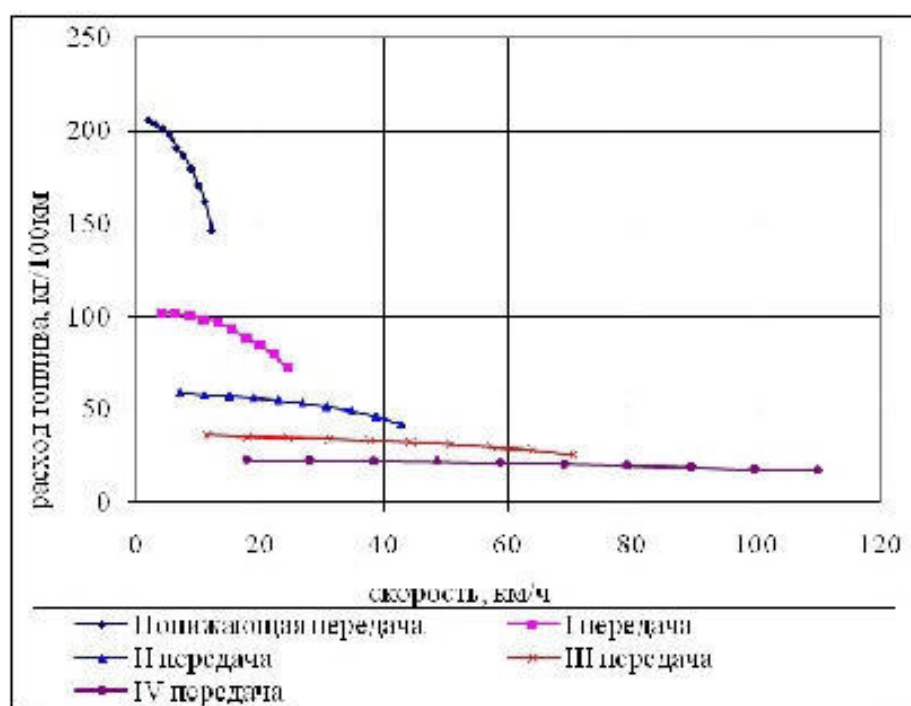


Рисунок 1.10 - Общая экономическая характеристика

2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

За основу проектируемого автомобиля был взят уже существующий автомобиль УАЗ - 3909, который представлен на рисунке 2.1.

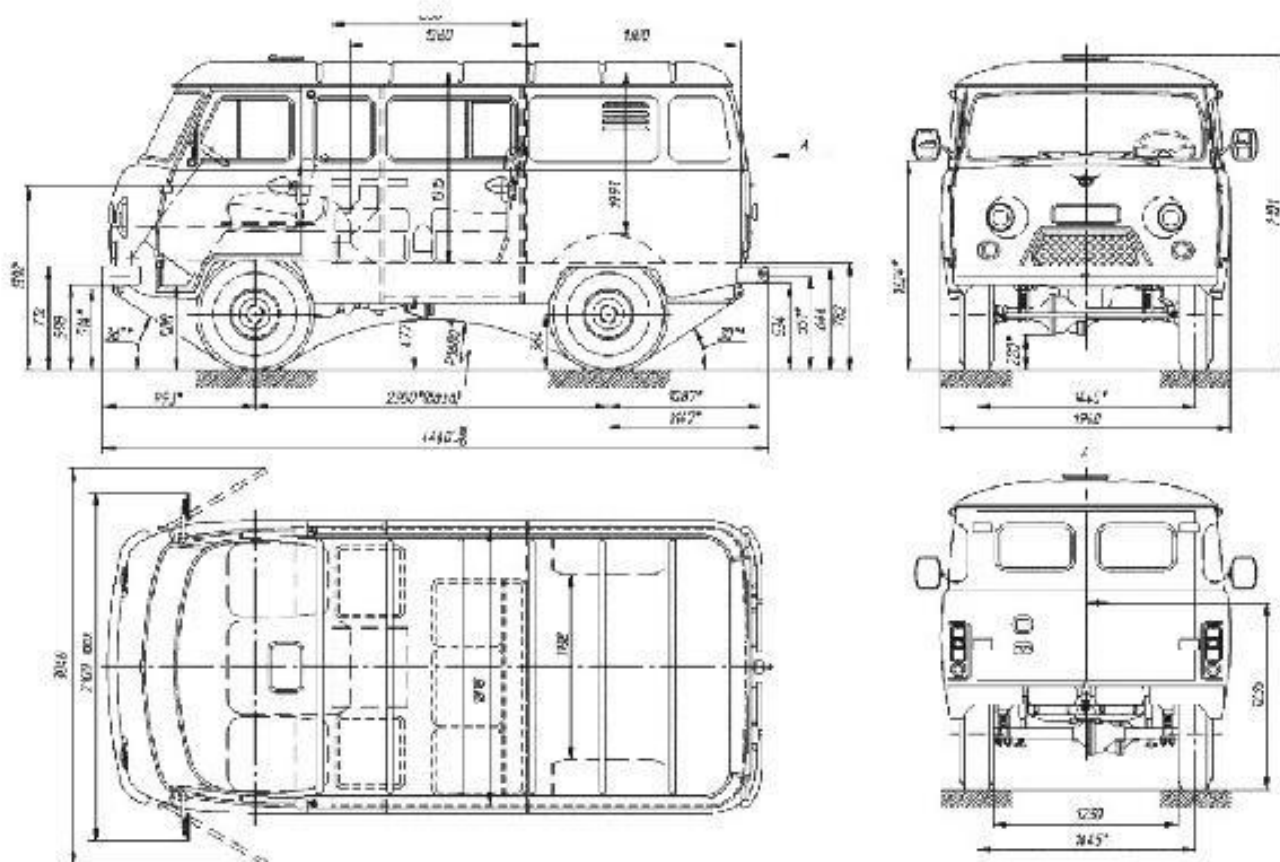


Рисунок 2.1 – УАЗ «КОМБИ» - 3909

УАЗ-3909 является грузопассажирским автомобилем, имеющим вагонный кузов. Отличительными чертами данной модели является высокая проходимость, позволяющая осуществлять перевозку каких-либо грузов и пассажиров по дорогам с любым покрытием, включая и бездорожье.

Автомобиль был впервые выпущен на Ульяновском автомобильном заводе в 1994 году. Серийное производство этой модели продолжается также и в наши дни.

Тормоза

Рабочая тормозная система - двух контурная, с гидравлическим приводом и вакуумным усилителем, с барабанными механизмами (диаметр 280 мм, ширина колодок 50 мм), разжим - кулачковый. Стояночный тормоз - трансмиссионный, барабанный, с механическим приводом

Рулевое управление

Рулевой механизм - глобоидальный червяк и двухгребневый ролик, передаточное число 20,3.

Электрооборудование

Напряжение 12 В, аккумуляторная батарея 6СТ-60ЭМ, генератор Г250-П2 с регулятором напряжения РР132-А, стартер 42.3708, распределитель 33.3706, транзисторный коммутатор 13.37, катушка зажигания Б116, свечи АН.

Заправочные объемы и рекомендуемые эксплуатационные материалы

Топливные баки - 55 и 30 л, бензин А-76;

Система охлаждения - 13,4 л, охлаждающая жидкость;

Система смазки - 5,8 л, всесезонно М-8В1, зимой М-6/10В;

Картер рулевого механизма - 0,25 л, ТСП-15К, ТАП-15В;

Раздаточная коробка - 0,70 л, ТСП-15К, ТАП-15В;

Картер ведущего моста 2х0,85 л, ТСП-15К, ТАП-15В;

Гидропривод тормозов и сцепления - 0,70 л, тормозная жидкость "Томь";

Амортизаторы - 4х0,32 л, масло веретенное, АУ;

Бачок омывателя ветрового стекла - 2,0 л.

Масса агрегатов (кг)

Двигатель с оборудованием и сцеплением - 166;

Коробка передач - 34;

Раздаточная коробка - 37;

Карданные валы - 15;

Передний мост - 133;

Задний мост - 101;

Кузов - 768;

Колесо в сборе с шиной - 37;

Радиатор - 10.

Технические характеристики автомобиля УАЗ-3909 приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Технические характеристики УАЗ-3909

Наименование	Значение
Вместимость:	
число мест для сиденья	6
число служебных мест	1
грузоподъемность, кг	925
Снаряженная масса, кг	1850
В том числе:	
на переднюю ось, кг	1020
на заднюю ось, кг	830
Полная масса, кг	2720
В том числе:	
на переднюю ось, кг	1300
на заднюю ось, кг	1420
Макс. скорость, км/ч	110
Время разгона до 60 км/ч, с	20
Максимальный преодолеваемый подъем, %	30
Выбег с 50 км/ч, м	400
Тормозной путь с 60 км/ч, м	32,1
Контрольный расход топлива при 60 км/ч, л/100 км смешанный цикл, л/100 км	13,5 17,5
Радиус поворота:	
по внешнему колесу, м	6,3
габаритный, м	6,8

Преимущества и недостатки систем полного привода

Крутящий момент от двигателя и трансмиссии в автомобилях может передаваться либо на одну ось, либо на обе, если не рассматривать многоосные автомобили. Во втором случае тип привода принято называть полным

Как реализуется полный привод – схемы

Полный привод имеет много преимуществ перед моно приводом, но и определенные недостатки. И то и другое в разной мере проявляется при различных схемах его реализации.

Подключаемый полный привод

Наиболее простая и недорогая схема – это подключаемый полный привод, или Part Time в англоязычном мире. Здесь присутствует раздаточная коробка, которая принимает момент от коробки передач и распределяет его по ведущим мостам. Распределение, как принято говорить, жёсткое, то есть меж осевой дифференциал отсутствует. Оба выходных вала раздаточной коробки могут вращаться только с одинаковой угловой скоростью. Обычно включен только один мост автомобиля, а при ухудшении дорожной ситуации, водитель или электронный мозг машины, подключает второй. Так устроен автомобиль УАЗ – 3909 и многое другие утилитарные автомобили высокой проходимости.

Преимущества и недостатки подключаемого полного привода

Преимуществами такой схемы является её простота и надежность, необходимый минимум деталей и понятные реакции автомобиля на действия водителя. Недостаток – невозможность без повышенного износа применять полный привод на быстро меняющихся свойствах дорожного покрытия.

Полный привод с межосевым дифференциалом

От всего этого избавлена другая схема – постоянный, полный привод с меж осевым дифференциалом. В народе принято называть её «честным» полным приводом. Такой принцип распределения момента пригоден для использования на любых дорогах, поскольку дифференциал позволяет всем колесам вращаться с разной скоростью. При возникновении же сложностей в сцеплении колес с дорогой, межосевой дифференциал можно принудительно заблокировать, получив тот же эффект, что и в предыдущем случае. Такая схема ещё называется — Full Time. Иногда межосевой дифференциал делается само блокирующимся, или просто выполняется с повышенным

трением. Отечественная Нива – классический пример машины с постоянным полным приводом

Недостаток у схемы – повышенный расход топлива на вращение элементов привода.

Схема подключения вспомогательного ведущего моста

Третьим, крупным типом полного привода, является система с подключением вспомогательного ведущего моста, вязкостной или электронно управляемой фрикционной муфтой. По такой схеме сделано подавляющее большинство современных кроссоверов. Она дает наибольшую экономию на деталях, поскольку муфта обычно не передает максимум момента на подключаемую ось и нагрузки там невелики. В обычных условиях автомобиль переднеприводный, а задняя ось лишь помогает движению, когда электроника сочтет это нужным или сам водитель не заблокирует муфту принудительно. Как правило, это допускается на ограниченное время, далее муфта перегревается и отключается.

Выбор схемы полного привода

Есть типовые основания выбора той или иной схемы. Настоящим внедорожникам предписаны схемы Part Time и иногда Full Time. Здесь всё заточено на прочность и проходимость плюс максимальное влияние водителя на поведение машины.

В проектируемом автомобиле выбираем схему подключаемого полного привода (Part Time).

Эскизная компоновка проектируемого автомобиля приведена на рисунке 2.2.

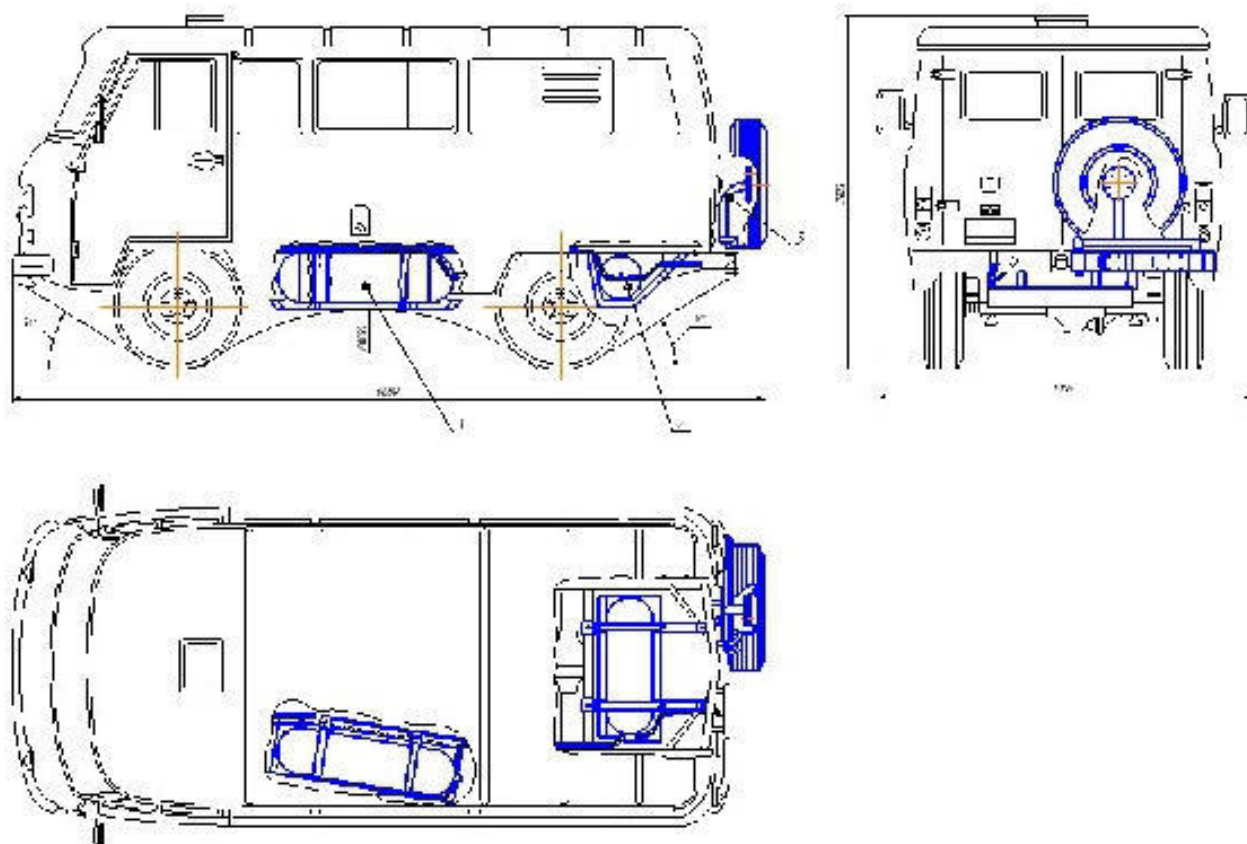


Рисунок 2.2 - Эскизная компоновка проектируемого автомобиля

1 - основной (передний) баллон, 2 – дополнительный (задний) баллон,
3 – крепление запасного колеса.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор и анализ выполненных конструкторских решений

Газовую топливную аппаратуру можно установить на любую модель легкового автомобиля отечественного производства с карбюраторным или инжекторным двигателем. Установки ГБО для автомобилей выпускают заводы в Рязани, Санкт-Петербурге, Новогрудке (Белоруссия), Перми, а также оборонные предприятия в плане конверсии. Причем продукция завода в Перми с большим успехом конкурирует с аналогичными изделиями производства Италии, Франции, Болгарии, Югославии и ряда других стран.

Основным отличительным элементом газобаллонной аппаратуры производства различных заводов является двухступенчатый газовый редуктор низкого давления. Редуктор низкого давления осуществляет автоматическое снижение газового давления до рабочего, близкого к атмосферному, независимо от объема имеющегося газа, обеспечивает дозировку подачи газа в смеситель и четкий переход двигателя с одного режима работы на другой, автоматически прекращает подачу газа при остановке двигателя.

В настоящее время в России широко распространены редукторы, работающие по двухступенчатой схеме, такие как редуктор-испаритель Новогрудского завода газовой аппаратуры, Рязанского завода автомобильной аппаратуры, Пермской Научно-производственной фирмы «Сага», итальянских фирм «Ловатто» и «Бедини». Все они имеют одинаковый принцип действия и отличаются только конструктивно.

В полости первой ступени двухступенчатого редуктора происходит снижение давления газа до 0,05...0,1 МПа. В полости второй ступени обеспечивается рабочее давление. Для компенсации тепловых потерь при испарении газа и предотвращения замерзания клапанов в редуктор подается горячая жидкость из системы охлаждения двигателя, которая циркулирует в специальной полости редуктора, выполненной в виде теплообменника. Для дозировки выхода газа редуктор через вакуумную трубку и специальный

Схема газобаллонной аппаратуры Рязанского завода автомобильной аппаратуры приведена на листе 3 графического приложения дипломного проекта.

3.3 Описание конструкторской разработки

Обычно на автомобилях данного типа баллон располагают на полу передней части пассажирского (грузопассажирского) отделения, рядом с двигателем. Такое расположение баллона, особенно большой емкости, неизбежно приводит к сокращению пассажировместимости (грузовместимости) автомобиля, постоянному запаху одоранта газа в салоне, особенно в первые часы после заправки, нарушению требований технической эстетики в глазах пассажиров.

Конструкторская разработка заключается в расположении баллонов для сжиженного газа на автомобиле. Оба баллона и запасное колесо закрепляются на раме автомобиля при помощи креплений, прочностной расчет которых приведен ниже.

3.3.1 Расчет крепления переднего баллона

На рисунке 3.2 приведена расчетная схема крепления переднего баллона.

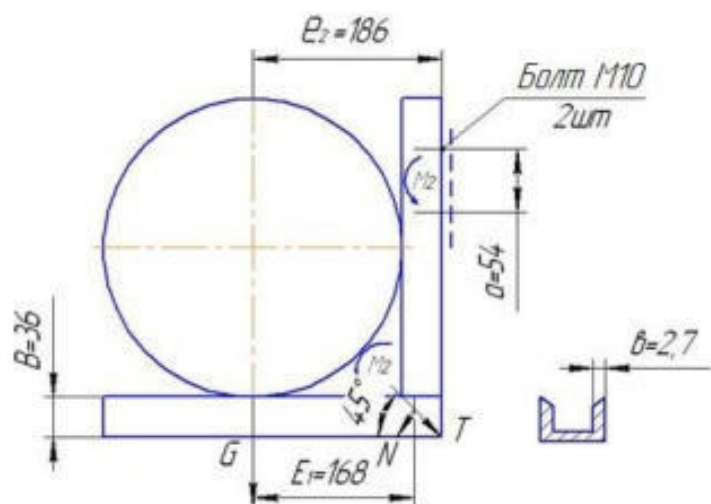


Рисунок 3.2 - Расчетная схема крепления переднего баллона

Расчет сварных швов

Сила тяжести G складывается из силы тяжести баллона и силы тяжести защиты

Масса баллона - $m_6 = 60 \text{ кг}$,

Масса защиты - $m_3 = 9 \text{ кг}$.

$$G = G_6 + G_3 = (m_6 + m_3)g = (60 + 9) \cdot 9,81 = 677 \text{ Н.}$$

Так как опоры две, то сила тяжести, приходящаяся на одну опору:

$$G_i = G/2 = 677/2 = 338,5 \text{ Н.}$$

С учетом инерционных нагрузок:

$$G_2 = k G_i, \quad (3.1)$$

где $k=2$ - коэффициент учитывающий инерционные нагрузки [18].

$$G_2 = 338,5 \cdot 2 = 677 \text{ Н.}$$

Момент действующий в сварном шве:

$$M_1 = G_2 \cdot E_1 \quad (3.2)$$

где E_1 – плечо действия силы (рисунок 3.2)

$$M_1 = 677 \cdot 168 \cdot 10^{-3} = 113,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Силу тяжести G_2 раскладываем на две составляющие:

- силу, действующую вдоль шва:

$$T = G_2 \cdot \cos 45^\circ = 677 \cdot \cos 45^\circ = 478,7 \text{ Н,}$$

- силу, действующую перпендикулярно шву:

$$N = G_2 \cdot \sin 45^\circ = 677 \cdot \sin 45^\circ = 478,7 \text{ Н,}$$

Условие прочности сварного шва:

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma], \quad (3.3)$$

Нормальное напряжение определяем по формуле:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_c \cdot Z} + \frac{N}{F \cdot Z}, \quad (3.4)$$

где W_c - момент сопротивления шва, м^3 ;

F - площадь сварного шва, м^2 ;

Z - число сварных швов, $Z=2$.

Момент сопротивления сварного шва:

$$W_c = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (3.5)$$

где b - толщина шва, $b = 7,2 \text{ мм}$,

h - длина шва.

$$h = B / \cos 45^\circ, \quad (3.6)$$

где B - толщина кронштейна.

$$h = 36 / \cos 45^\circ = 50,9 \text{ мм}.$$

$$W = \frac{7,2 \cdot 10^{-3} \cdot (50,9 \cdot 10^{-3})^2}{6} = 3,11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$F = b \cdot h = 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot 50,9 \cdot 10^{-3} = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

$$\sigma = \frac{113,7}{3,11 \cdot 10^{-6} \cdot 2} + \frac{487,7}{3,66 \cdot 10^{-4}} = 19,59 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Касательные напряжения:

$$\tau = \frac{T}{F \cdot Z} = \frac{478,7}{3,66 \cdot 10^{-4} \cdot 2} = 0,65 \cdot 10^6 \text{Па}.$$

$$\sigma_3 = \sqrt{19,59^2 + 3 \cdot 0,65^2} = 19,62 \text{МПа}.$$

Определяем допустимое напряжение по формуле:

$$[\sigma] = \frac{R \cdot m}{k}, \quad (3.7)$$

где $R=(0,85...0,9)$ $[\sigma]$ - расчетное сопротивление с учетом неоднородности материала, принимаем 0,9 - для малоуглеродистой стали Ст 3, $[\sigma] = 220 \text{ МПа}$;

k - коэффициент перегрузки, $k=1,5$ [18];

m - коэффициент условий работы, $m = 0,8$ [18].

$$[\sigma] = \frac{0,9 \cdot 220 \cdot 0,8}{1,5} = 106 \text{МПа}.$$

$$\sigma_3 = 19,62 \text{МПа} < [\sigma] = 106 \text{МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

Расчет болтов на прочность

Считаем, что болты М10 (рисунок 4.1) установлены с зазором.

Необходимая сила затяжки болтов:

$$F_{\text{зат}} = \frac{K_{\text{сц}} \cdot G_2}{f \cdot i \cdot 2} + \frac{M_2}{2a}, \quad (3.8)$$

где $K_{\text{сц}}$ - запас сцепления, $K_{\text{сц}} = 1,5$ [18];

f - коэффициент трения, $f = 0,3$;

i - число стыков, $i = 1$;

M_2 — момент действующий в болтовом соединении,

a - расстояние между болтами.

По формуле 3.2:

$$M_2 = G_2 \cdot e_2 = 677 \cdot 186 \cdot 10^{-3} = 125,9 \text{ Нм},$$

По формуле 3.8:

$$F_{\text{затн}} = \frac{1,5 \cdot 677}{0,3 \cdot 1 \cdot 2} + \frac{125,9}{2 \cdot 54 \cdot 10^{-3}} = 2858,2 \text{ Н},$$

Напряжение разрыва [18]:

$$\sigma_p = 1,3 \frac{4F_{\text{затн}}}{\pi d_1^2} = 1,3 \frac{4 \cdot 2858,2}{\pi (12 \cdot 10^{-2})^2} = 32,85 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Допустимое напряжение разрыва:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3.9)$$

где $\sigma_T = 220 \text{ МПа}$ = для болта из стали Ст3 [2];

S - коэффициент запаса прочности, $S = 4$ [18].

$$[\sigma]_p = \frac{220}{4} = 55 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_p = 32,85 \text{ МПа} < [\sigma]_p = 55 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

3.3.2 Расчет крепления заднего баллона

На рисунке 3.3 приведена расчетная схема крепления заднего баллона.

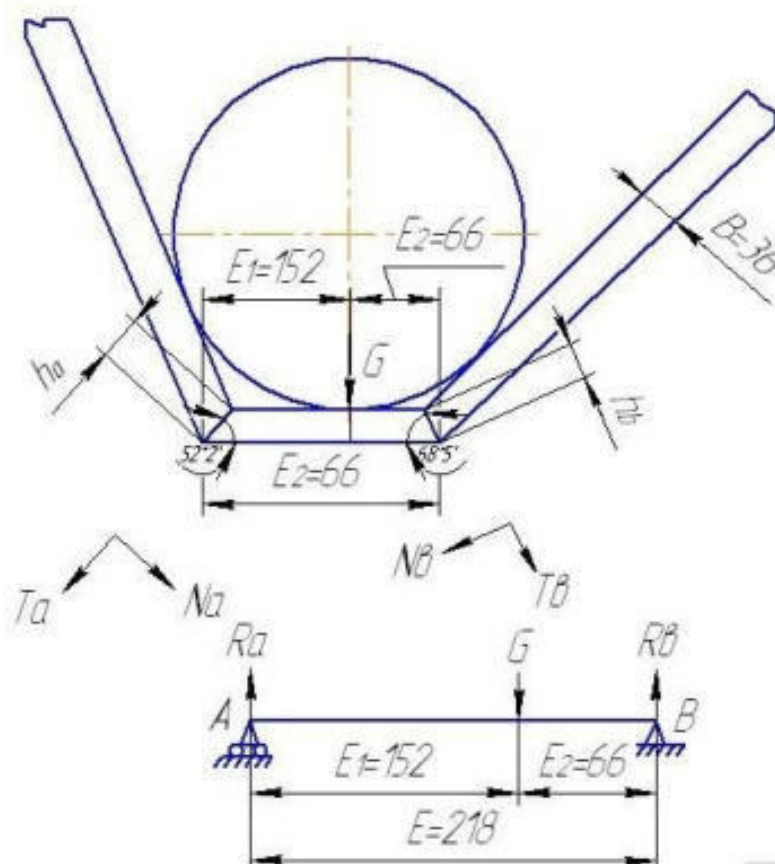


Рисунок 3.3 - Расчетная схема крепления заднего баллона.

$$\alpha_1 = 90 - 52,5 = 37,5^\circ;$$

$$\alpha_2 = 90 - 68,5 = 21,5^\circ.$$

Условно прикладываем силу тяжести баллона и защиты только к нижним опорам, тогда сила, действующая на одну опору по формуле 3.1:

$$G = k(m_6 + m_3) \cdot g/2.$$

где $m_6 = 48\text{кг}$ - масса баллона;

$m_3 = 9\text{кг}$ - масса защиты, $k = 2$;

$$G = 2 \cdot (48 + 9) \cdot 9,81/2 = 559,17 \text{ Н.}$$

Определяем реакции опор R_A и R_B :

$$\sum M_A = R_B \cdot l - G \cdot E_1. \quad (3.10)$$

$$R_B = \frac{G \cdot E_1}{E} = \frac{559,17 \cdot 152}{218} = 389,88 \text{ Н.}$$

$$\sum M_B = -R_A \cdot E + G \cdot E_2 = 0; \quad (3.11)$$

$$R_A = \frac{G \cdot E_2}{E} = \frac{559,17 \cdot 66}{218} = 169,29 \text{ Н.}$$

Раскладываем реакции опор на силы, действующие нормально швам N и силы, действующие вдоль швов T .

$$N_A = R_A \sin \alpha_b.$$

$$N_A = 169,29 \cdot \sin 37,5^\circ = 103,06 \text{ Н.}$$

$$T_A = R_A \cos \alpha_b.$$

$$T_A = 169,29 \cdot \cos 37,5^\circ = 134,31 \text{ Н.}$$

$$N_B = R_B \sin \alpha_2$$

$$N_B = 389,88 \cdot \sin 21,5^\circ = 142,89 \text{ Н.}$$

$$T_B = R_B \cos \alpha_2$$

$$T_B = 389,88 \cos 21,5^\circ = 362,75 \text{ Н.}$$

Условие прочности швов:

$$\sigma_{\sigma} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]. \quad (3.12)$$

Нормальные напряжения в швах определяем по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{F \cdot Z}, \quad (3.13)$$

где F - площадь шва, m^2 ,

Z - количество швов, $Z = 2$.

$$F_A = b \cdot h_A;$$

$$h_A = B / \sin 52,5^\circ = 36 / \sin 52,5^\circ = 54,38 \text{ мм};$$

$$F_A = 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot 54,38 \cdot 10^{-3} = 3,27 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$\sigma_A = \frac{N_A}{F_A \cdot Z} = \frac{103,06}{3,27 \cdot 10^{-4} \cdot 2} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\tau_A = \frac{T_A}{F_A \cdot Z} = \frac{134,31}{3,27 \cdot 10^{-4} \cdot 2} = 0,21 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_{\Sigma A} = \sqrt{0,16^2 + 3 \cdot 0,21^2} = 0,4 \text{ МПа};$$

$$h_B = B / \sin 68,5^\circ = 36 / \sin 68,5^\circ = 38,69 \text{ мм};$$

$$F_B = b \cdot h_B = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 38,69 \cdot 10^{-3} = 2,79 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$\sigma_B = \frac{N_B}{F_B \cdot Z} = \frac{142,89}{2,79 \cdot 10^{-4} \cdot 2} = 0,26 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\tau_B = \frac{T_B}{F_B \cdot Z} = \frac{362,75}{2,79 \cdot 10^{-4} \cdot 2} = 0,65 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_{\Sigma B} = \sqrt{0,26^2 + 3 \cdot 0,65^2} = 1,16 \text{ МПа};$$

Допустимое напряжение по 3.7 $[\sigma] = 106 \text{ МПа}$

$$\sigma_{\Sigma A} = 0,4 \text{ МПа} < [\sigma] = 106 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\Sigma B} = 1,16 \text{ МПа} < [\sigma] = 106 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

3.3.3 Расчет крепления запасного колеса

На рисунке 3.4 приведена расчетная схема крепления запасного колеса.

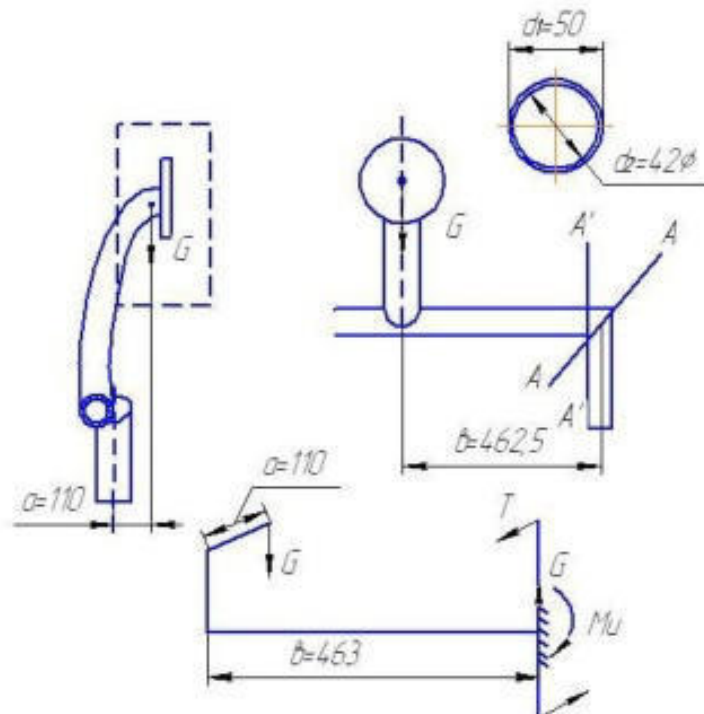


Рисунок 3.4 - Расчетная схема крепления запасного колеса

В данной металлоконструкции наиболее нагруженным является сварной шов соединяющий горизонтальную трубу крепления с трубой-осью.

Для упрощения расчетов условно располагаем плоскость сварного шва (А-А) вертикально (А'-А'), компенсируя погрешность расчета уменьшением длины шва.

По формуле 3.1 находим силу G:

$$G = k \cdot G_k,$$

где G сила тяжести, приходящаяся на колесо $G = 300 \text{ Н}$;

$k = 2$;

$$G = 300 \cdot 2 = 600 \text{ Н}$$

Определяем крутящий и изгибающий моменты в сечении А'-А':

$$T = G \cdot a = 600 \cdot 0,110 = 66 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_{из} = G \cdot b = 600 \cdot 0,463 = 277,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Аналогично расчету валов [18], находим нормальные напряжения изгиба σ и касательные напряжения кручения τ :

$$\sigma = \frac{M_{и}}{0,1(d_1^3 - d_2^3)}, \quad (3.14)$$

где d_1 и d_2 - наружный и внутренний диаметры трубы,
 $d_1 = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $d_2 = 42 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$$\tau = \frac{T}{0,1(d_1^3 - d_2^3)}, \quad (3.15)$$

Подставляя значения в формулу 3.14 и 3.15, получим:

$$\sigma = \frac{277,8}{0,1[(50 \cdot 10^{-3})^3 - (42 \cdot 10^{-3})^3]} = 54,56 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\tau = \frac{66}{0,2[(50 \cdot 10^{-3})^3 - (42 \cdot 10^{-3})^3]} = 6,48 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

По условию прочности:

$$\sigma_s = \sqrt{54,56^2 + 3 \cdot 6,48^2} = 55,7 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = 144 \text{ МПа} > \sigma_s = 55,7 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Описание детали

Деталь «Защита» предназначена для защиты переднего газового баллона от механических повреждений.

Деталь представляет собой полосу из листовой стали толщиной 3,0 мм, длиной 1140 мм и шириной 350 мм. Торцы защиты изогнуты под углом 45° к горизонтальной плоскости, радиус гiba 10 мм. Горизонтальная часть имеет длину 1000 мм. На детали имеется 4 сквозных отверстия диаметром 11,0 мм расположенных на расстоянии 300 мм от торца и 30 мм от края детали.

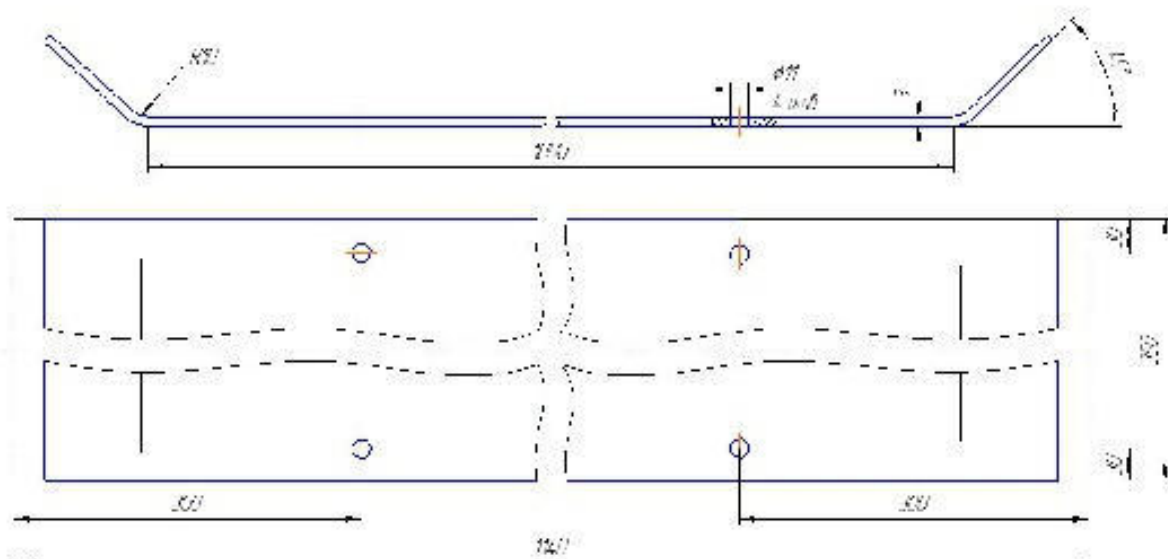


Рисунок 4.1 - Эскиз защиты переднего баллона

К детали предъявлены следующие требования:

1. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий Н12, остальных $\pm IT 12/2$.
2. R* размеры обеспечиваются инструментом.
3. Неуказанная шероховатость Ra 3,2.

Коэффициент точности обработки детали [13,16]:

$$K_{тч} = Q_{тч.н} / Q_{тч.о}, \quad (4.3)$$

где $Q_{тч.н}$ – число размеров не обоснованной степени точности обработки;
 $Q_{тч.о}$ – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_{тч} = 2/8 = 0,25$$

По нормам ЕСТПП $K_{тч} \leq 0,97$. Требования выполняется, значит деталь технологична.

Последовательность и содержание работ по обеспечению технологичности детали на отдельных стадиях разработки конструкции зависит от сложности и принадлежности детали.

4.3 Выбор способа получения заготовки

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпущенных деталей. От этого зависит степень расхода материала, количество операций, их трудоемкость, себестоимость и процесс изготовления детали в целом. Производство данного изделия является единичным. Принимаем для разрабатываемого техпроцесса, что лист на полосы разрезается на гильотинных ножницах, гибка в инструментальном штампе.

4.3.1 Выбор габаритов листов и их раскроя

Учитывая выше перечисленные факторы примем для изготовления заготовки горячекатаный лист из стали 20 ГОСТ 1577-93 в следующем сортаменте:

- толщина листа – 3,0 мм;

4.4 Выбор оборудования

4.4.1 Подбор гильотинных ножниц

Подбор гильотинных ножниц производится исходя из усилия резания и ширины (длинной стороны) отрезаемой полосы. Усилие резание определим по формуле:

$$P = 0,5 \cdot \frac{S^2}{\operatorname{tg} \varphi} \sigma_{ср} k, \quad (4.5)$$

где S - толщина материала, $S = 3,0$ мм,

$\sigma_{ср}$ - сопротивление материала срезу, $\sigma_{ср} = 265$ МПа,

φ - угол створа ножниц, примем ориентировочно, $\varphi = 2^\circ$ [12];

k - коэффициент, учитывающий затупление ножей, разброс толщины и механических свойств материала, $k = 1,3$ [12].

$$P = 0,5 \cdot \frac{3^2}{\operatorname{tg} 2} 265 \cdot 1,3 = 19656 \text{ Н}$$

По каталогу оборудования выбираем гильотинные ножницы модели Н-475.

4.4.2 Выбор пресса

Производим выбор пресса по каталогу оборудования в зависимости от, величины рабочего хода ползуна, закрытой высоты и габаритов штампа в плане.

При этом условно принимаем следующее:

- рабочий ход ползуна должен быть не менее 5-10 толщин материала,
- закрытая высота штампа $H_{закр} = 100S = 100 \cdot 3,0 = 300$ мм,
- габариты штампа в плане 450х1650 мм

Эксперименты показали, что при сверлении осевая сила P_0 и крутящий момент определяется в основном диаметром сверла D , величиной подачи S_0 и прочностью обрабатываемого материала и могут быть определены по формулам:

$$P_0 = C_p D^q S_0^y K_p, \quad (4.12)$$

$$M_{рез} = C_m D^q S_0^y K_p, \quad (4.13)$$

где K_p - коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала.

Рассчитаем скорость резания, осевую силу и крутящий момент при сверлении отверстия диаметром 11 мм сверлом из быстрорежущей стали Р6М5.

По справочнику [10] находим, что при сверлении конструктивной стали быстрорежущими сверлами при диаметре сверла 11 мм оптимальная стойкость инструмента $T = 15$ мин, подача должна быть $S_0 = 0,2$ мм/об [12].

При сверлении углеродистой стали сверлом из быстрорежущей стали при подаче $S_0 = 0,2$ мм/об, $C_v = 7,0$; $q_v = 0,4$; $Y_v = 0,7$; $m = 0,2$.

При обработке углеродистой стали быстрорежущими сверлами коэффициент на качество обрабатываемого материала:

$$K_{MV} = K_z \left(\frac{75}{\sigma_B} \right)^{n_z}, \quad (4.13)$$

При обработке углеродистой стали с содержанием углерода 0,2% $K_z = 1,0$; $n = 0,9$.

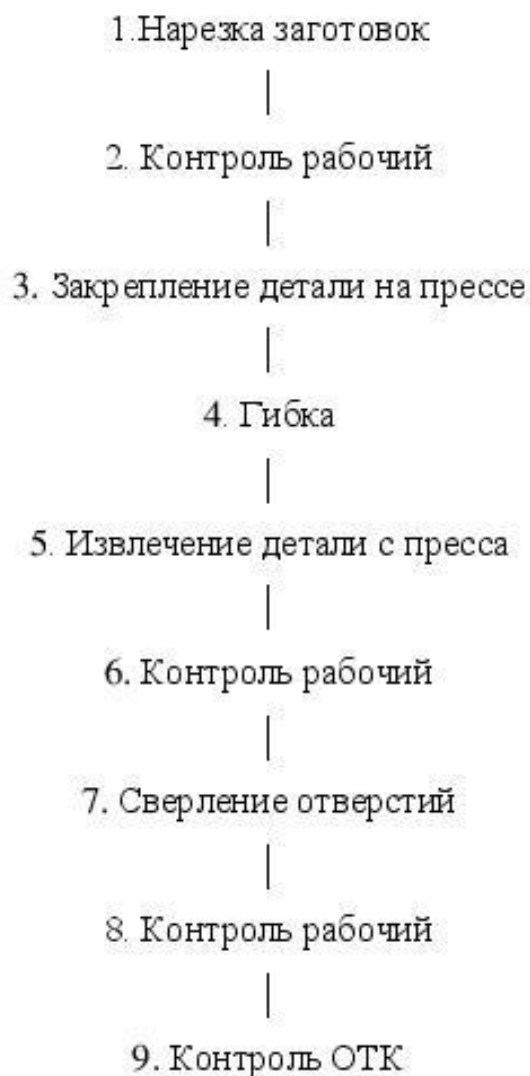
По справочнику [10] находим, что поправочный коэффициент на инструментальный материал $K_{\kappa} = 1$.

По справочнику находим, что при отношении длины сверления к диаметру сверления менее трех $K_{l_v} = 1$.

- отверстия – калибр-пробка, линейка.

Окончательный контроль выполняется контрольным мастером ОТК, после чего ставится клеймо окончательной приёмки продукции.

4.6 Структурная схема маршрутного технологического процесса



Технологический процесс

1. Нарезка заготовок.

Резать стандартный лист размером $3 \times 2500 \times 1250$ мм на полосы размером: $3 \times 1140 \pm 0,5 \times L$ раскроя.

Резать полосы на заготовки размером $3 \times 1140 \pm 0,5 \times 350 \pm 0,5$ мм

Оборудование и материалы: ножницы Н-475.

5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

5.1 Актуальность вопросов безопасности жизнедеятельности

Под охраной труда понимают систему жизни здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающую в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [3].

Законодательство Российской Федерации об охране труда основывается на Конституции Российской Федерации, законах и нормативно-правовых актах Российской Федерации.

Предпринимаемые условия по внедрению и разработке предприятий, снижающих уровень травматизма, как показывают исследования Рострудинспекции, не оказывают существенного влияния на его стабилизацию.

В Республике Татарстан, как и в целом по России, в последнее время наблюдается снижение производственного травматизма с тяжелыми последствиями, во всех категориях несчастных случаев на производстве. Так уровень травматизма с 2018 по 2019 год снизился на 12,5%. Казалось бы, цифры показывают незначительное снижение, но если смотреть на человеческие жизни, каждая из которых бесценна, то это большой успех не только органов государственного контроля и надзора, Профсоюзных организаций, но и в первую очередь работодателей.

Произведенный анализ несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями в большинстве случаев показывает, что основными причинами несчастных случаев продолжают оставаться:

- неудовлетворительная организация производства – 36,5% от общего числа подобных несчастных случаев;
- недостатки в организации проведения и подготовки работников по охране труда – 11,5% от общего числа несчастных случаев;
- эксплуатация неисправных машин, механизмов оборудования – 9% от общего числа подобных несчастных случаев;

- нарушение правил дорожного движения – 8,5%;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест – 5,1%;
- нарушение работником трудового порядка и дисциплины труда – 4,7%.

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда закон возлагает на администрацию предприятий и учреждений. Добиваться этого администрация должна путём внедрения современных средств безопасности и обеспечения санитарно-гигиенических условий, предотвращающих профессиональные заболевания. Для устранения нарушений в области обеспечения безопасности производство приняло ряд мер, которые должны снять проблему риска производства.

5.2 Анализ производственного травматизма

Целью анализа является выявление количественных показателей производственного травматизма, причинно-факторных взаимосвязей и разработка мероприятий по снижению травматизма. Причины травматизма многообразны.

При статическом методе анализа количественными показателями являются коэффициент частоты травматизма, коэффициент тяжести и коэффициент потерь труда [23].

Коэффициент частоты травматизма определяется по формуле[4]:

$$K_q = (T/P) \cdot 10^3, \quad (5.1)$$

где Т- количество травм, приведших к утрате трудоспособности на срок не менее одних суток за отчетный период, чел,

Р - среднесписочное число работающих, чел.

Коэффициент тяжести определяется по формуле

$$K_{\tau} = D/T_1, \quad (5.2)$$

где D_{τ} - общее количество дней нетрудоспособности из-за несчастных случаев, дней;

T_1 - число несчастных случаев без смертельных исходов.

Коэффициент летальности

$$K_{\pi} = T_{\pi}/P \cdot 10^4 \quad (5.3)$$

где T_{π} - число летальных исходов, чел.

Коэффициент потерь рабочего времени по формуле

$$K_{\Pi} = (\Pi/P) \cdot 10^3 \quad (5.4)$$

5.3 Мероприятия по улучшению условий по охране труда

Для предотвращения нарушений по технике безопасности необходимо постоянно проводить следующие мероприятия:

- 1) Внеочередной инструктаж со всеми работниками в соответствии с ГОСТ 12.0.004 - 90.
- 2) Разработать инструкции на каждый вид работ.
- 3) Организовать обучение работающих по безопасности труда (по ГОСТ 12.0.004-90).
- 4) Организовать обучение и проверку знаний по охране труда специалистов, руководителей производства, участков.

Назначение вытяжной вентиляции – локализовать вредные выделения в производственных процессах, предотвращая тем самым распространение их в рабочей зоне.

Местная приточная вентиляция работает по следующей схеме: очищенный и, если надо, подогретый воздух засасываясь вентилятором снаружи, попадает в кабину, несколько повышает давление воздушной среды и тем самым заставляет загрязненный воздух выходить наружу через открытые проемы.

Приточно-вытяжная вентиляция работает на принципе совмещения местной приточной и местной вытяжной вентиляции.

Общеобменная вентиляция предназначена для создания средних метеорологических условий во всем объеме рабочей зоны.

В кабинах машин требуется, как зимой, так и летом обеспечить постоянство температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха независимо от метеорологических условий внешней среды. Для поддержания заданных параметров воздуха применяют различные системы кондиционирования.

Для обеспечения в кабине автомобиля надлежащего микроклимата и предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе в соответствии с нормами ГОСТ 12.1.005-96, 12.1.007-96, 12.2.019-96 и 12.2.023-96 устанавливают естественную вентиляцию (люки, форточки, опускающиеся стекла) и принудительную, а также пылеуловители, воздухоохладители, кондиционеры и отопители.

5.5.1 Расчёт вентиляции кабины проектируемого автомобиля

Расчет вентиляции кабины автомобиля производим из условий поддержания оптимальной температуры.

Определим воздухообмен в кабине L_{np} , м³, по формуле [3,4]:

$$L_{np} = Q_A / 0,24(t_{yx} - t_{np}) \quad (5.5)$$

где t_{yx}, t_{np} – температура уходящего и приходящего воздуха, °С;
 Q_a – количество явного тепла выделяемого в кабине, ккал/ч

$$L_{np} = 160 / 0,24(25 - 20) = 133 \text{ м}^3$$

Определяем необходимую мощность вентилятора N , кВт, по формуле:

$$N = L_{np} H k / 3600 \cdot 102 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n \quad (5.6)$$

где H - создаваемое вентилятором давление, Па;
 k - коэффициент запаса, принимаем равным 1,1 ... 1,2;
 η_6 - КПД вентилятора;
 η_n - КПД передачи.

$$N = 133 \cdot 27 \cdot 1,2 / 3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 0,2 \text{ кВт}$$

Определяем необходимую мощность электродвигателя вентилятора $N_{дв}$, кВт, по формуле:

$$N_{дв} = (1,4 - 1,5) \cdot N_n, \quad (5.7)$$

$$N_{дв} = 1,4 \cdot 0,02 = 0,03 \text{ кВт.}$$

5.6 Противопожарная безопасность

Для предотвращения возникновения пожара на автомобиле не допускается:

- применять для мойки двигателя бензин и другие легковоспламеняющиеся жидкости;
- оставлять в кабине и на двигателе загрязненные маслом и топливом использованные обтирочные материалы (ветошь и тому подобное);
- скопление на двигателе и его картере грязи и масла;

2. Заправка автомобилей

2.1. Въезд автотранспорта на заправку производится по разрешению наполнителя, либо по зеленому сигналу на колонке, разрешающему въезд.

2.2. После остановки автотранспорта у газозаправочной колонки водитель обязан выключить двигатель, включить стояночный тормоз, отключить бортовую электрическую сеть (массу), снять заглушку с заправочного штуцера и подойти к наполнителю.

2.3. Перед заправкой автотранспорта газом наполнитель обязан проверить:

- 1) наличие документов, перечисленных в п.1.7. настоящей инструкции;
- 2) наличие штатных огнетушителей;
- 3) выполнение требований п.2.2. настоящей инструкции;
- 4) наличие (по манометру на заправочной колонке) остаточного давления в ГБУ.

2.4. При положительных результатах проверки автомобиля в соответствии п.2.3 по указанию и под наблюдением наполнителя водитель обязан:

2.4.1. Подсоединить шланг к автомобилю.

2.4.2. Закрыть свечу на колонке.

2.4.3. Открыть заправочный и перекрыть магистральный вентили на автомобиле.

2.4.4. Следить за заправкой автомобиля по показаниям манометра на колонке.

2.5. Во время заправки водитель обязан находится около газораздаточной колонки в зоне видимости наполнителя.

2.6. Находиться водителю между автомашиной и панелью заправочного бокса при заправке **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.

2.7. Операции по открытию и перекрытию линии заправки газа производятся наполнителем.

2.7.1. В автоматическом и дистанционном режимах с пульта операторной в соответствии с технологическим регламентом по заправке автомобилей.

2.7.2. В ручном режиме перестановкой запорного вентиля на колонке.

2.8. По окончании заправки водитель по указанию наполнителя (световой сигнализации):

2.8.1. Перекрывает заправочный вентиль на автомобиле.

2.8.2. Открывает свечу сброса газа из шланга.

2.8.3. Убедившись в отсутствии давления в линии (по манометру колонки) отсоединяет шланг на автомобиле.

2.9. После заправки газом с разрешения наполнителя или по разрешающему зеленому сигналу на колонке, вторично убедившись в отсоединении шланга, автомобиль удаляется с территории АГНКС.

2.10. Расчет за отпущенный газ производится талонами установленной формы. Количество отпускаемого газа определяется расчетным путем по утвержденной методике, имеющейся на АГНКС.

3. Меры безопасности в аварийных ситуациях

3.1. При появлении утечки газа из газобаллонной установки в процессе заправки, заправка немедленно прекращается, и автомобиль удаляется с территории АГНКС.

3.2. При появлении утечек из оборудования колонки, заправка прекращается, и колонка выводится в ремонт.

3.3. При разрыве трубопроводов и шлангов, а также пожаре и других аварийных ситуациях персонал АГНКС и водители действуют в соответствии с планом ликвидации аварий.

6 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1 Защита окружающей среды

Защита окружающей среды является важнейшей социально-экономической задачей.

В условиях промышленно развитого общества при все возрастающем уровне развития сельского хозяйства, средств транспорта, добычи и переработки природных материалов происходит постепенное наступление на окружающую среду, ведущее к коренным, подчас необратимым ее изменениям.

Загрязнение атмосферы, водных источников и почвы приводит к снижению отдачи всех видов производственных ресурсов. Экономический ущерб от загрязнений окружающей среды проявляется в росте заболеваемости населения, ускорении износа и порче основных фондов и личного имущества граждан, падении продуктивности земельных, водных и лесных ресурсов.

Планирование функций управления охраной окружающей среды должно обеспечивать предотвращение вредного воздействия промышленных отходов на окружающую среду и здоровье человека.

Снижение загрязнения окружающей среды достигается путем разработки и внедрения различных методов, направленных на охрану окружающей среды. Под методами охраны окружающей среды от загрязнений понимается совокупность технических и организационных мероприятий, позволяющих свести к минимуму или совершенно исключить выбросы в биосферу загрязнений. Методы охраны окружающей среды от промышленных загрязнений включают как различные методы очистки с использованием специальной аппаратуры и очистных сооружений, так и совершенствование существующих и разработку новых технологических процессов и оборудования с сокращением отходов до минимума.

Состояние атмосферного воздуха характеризуется содержанием загрязняющих веществ, концентрации которых зависят от количества

7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР

7.1 Расчёт срока окупаемости капиталовложений

Исходные данные:

- балансовая стоимость автомобиля 790000 руб;
- стоимость газобаллонного оборудования, устанавливаемого на автомобиль 15000 руб;
- стоимость работ по установке газобаллонного оборудования на автомобиль 6000 руб;
- стоимость металлоконструкций крепежа газовых баллонов и работ по их изготовлению 2000 руб;
- нормативный расход топлива, л/100 км:
 - бензина - 17,5;
 - сжиженного газа - 22;
- условный годовой пробег автомобиля 30000 км;
- стоимость одного литра бензина АИ-80 - 41,1 руб;
- стоимость одного литра сжиженного газа - 22,4 руб.

Производим расчет.

Определяем годовой расход топлива по формуле:

$$G_{гoд} = G_{нoрм} + G_{прoг}, \quad (7.1)$$

где $G_{гoд}$ - годовой нормативный расход топлива, л/год,

$G_{прoг}$ - принятый годовой расход бензина на прогрев для базового и проектного вариантов, $G_{прoг} = 300$ л.

$$G_{нoрм} = H \cdot L_{гoд} / 100, \quad (7.2)$$

где H - нормативный расход топлива, л/100 км,

$L_{гoд}$ - условный годовой пробег автомобиля, $L_{гoд} = 30000$ км

Подставляя численные значения в формулу (7.2), получим:

- расход бензина для базового варианта:

$$C_{г\text{од}} = 17,5 \cdot 30000/100 = 5250 \text{ л/год}$$

- расход сжиженного нефтяного газа для нового варианта:

$$G_{г\text{од газ}} = 22 \cdot 30000/100 = 6600 \text{ л/год}$$

Подставляя численные значения в формулу (7.1), получим:

- для базового варианта (расход бензина)

$$G_{г\text{од}} = 5250 + 300 = 5550 \text{ л / год}$$

- для проектного варианта:
- годовой расход газа - 6600 л/год,
- годовой расход бензина (прогрев ДВС) - 300 л/год.

Определяем стоимость топлива за год по формуле:

$$C_{г\text{од}} = G_{г\text{од}} \cdot Ц, \quad (7.3)$$

где Ц - стоимость одного литра топлива, руб./л. Подставляя численные значения в формулу (7.3), получим:

- для базового варианта:

$$C_{г\text{одб}} = 5550 \cdot 41,1 = 228105 \text{ руб/год};$$

- для проектного варианта:

$$C_{г\text{одп}} = 6600 \cdot 22,4 + 300 \cdot 41,1 = 147840 + 12330 = 160170 \text{ руб/год}$$

Определяем годовую экономию от снижения стоимости топлива:

$$\mathcal{E}_{г\text{одпл}} = C_{г\text{одб}} - C_{г\text{одп}} \quad (7.4)$$

$$\mathcal{E}_{г\text{одпл}} = 228105 - 160170 = 67935 \text{ руб/год}$$

В эксплуатационные затраты включаем затраты на амортизацию ($З_A$), затраты на ТО и ТР ($З_{т\text{о.тр}}$) и отдельно от $З_{т\text{о.тр}}$, затраты на моторное масло ($З_M$):

$$З = З_A + З_{\text{ТО.ТР}} + З_M. \quad (7.5)$$

Затраты на амортизацию находим по формуле:

$$З_A = \frac{B_{1,2} \cdot a \cdot L_{\text{год}}}{100 \cdot 1000}, \quad (7.6)$$

где $B_{1,2}$ - балансовая стоимость соответственно базовой и проектной модели, руб;

a - норма амортизации отчислений, %/1000 км, $a = 0,3\%/1000$ км.

Балансовая стоимость проектируемого автомобиля складывается из балансовой стоимости базовой модели, стоимости ГБО, металлоконструкций крепежа газовых баллонов и работ по их установке.

Подставляя численные значения из исходных данных, получим:

$$B_2 = 790000 + 15000 + 6000 + 2000 = 813000 \text{ руб.}$$

Подставляя численные значения в формулу (7.6), получим:

- для базового варианта:

$$З_A = \frac{790000 \cdot 0,3 \cdot 30000}{100 \cdot 1000} = 71100 \text{ руб./год.}$$

- для проектного варианта:

$$З_A = \frac{813000 \cdot 0,3 \cdot 30000}{100 \cdot 1000} = 73170 \text{ руб./год.}$$

Затраты на ТО и ТР определяем по формуле:

$$З_{\text{ТО.ТР}} = \frac{H_{\text{то.тр}} \cdot L_{\text{год}}}{1000}, \quad (7.7)$$

где $H_{\text{то тр}}$ - норма затрат на ТО и ТР, руб/1000км

Принимаем $H_{\text{то тр}} = 100$ руб./1000 км [23].

- для базового варианта:

$$Z_{\text{ТОТР}} = \frac{100 \cdot 30000}{1000} = 3000 \text{ руб/год}$$

В затраты на ТО и ТР для проектного варианта входят затраты на обслуживание газобаллонной установки, включающие в себя покупку и замену изнашивающихся резинотехнических изделий.

Принимаем дополнительные затраты - 300 рублей на 30000 км, тогда:

- для проектного варианта:

$$Z_{\text{ТОТР}} = 3000 + 300 = 3300 \text{ руб/год}$$

Затраты на моторное масло определяем по формуле:

$$Z_M = \frac{C_M \cdot V_M \cdot L_{\text{год}}}{L_{\text{то-2}}}, \quad (7.8)$$

где C_M - цена одного литра моторного масла.

Принимаем $C_M = 165$ руб./л,

V_M - объем масла заливаемого в двигатель, $V_M = 7$ л,

ТО-2 - пробег автомобиля между очередными заменами масла, соответствующий периодичности ТО-2. Принимаем $\text{ТО-2} = 10000$ км.

- для базового варианта:

$$Z_{M1} = \frac{165 \cdot 7 \cdot 30000}{10000} = 3465 \text{ руб/год}$$

Согласно [5] затраты на моторное масло у газобаллонных автомобилей из-за увеличения срока его службы снижаются на 15...30 % по сравнению с базовыми моделями. Поэтому для проектного варианта принимаем:

$$Z_{M2} = Z_{M1} - (0,15 \dots 0,30) \cdot Z_{M1}. \quad (7.9)$$

$$З_{м2} = 3465 - (0,285 \cdot 3465) = 2477 \text{ руб/год}$$

Подставляя численные значения в формулу(7.5), получим:

- для базового варианта:

$$З_1 = 71100 + 3000 + 3465 = 77565 \text{ руб/год}$$

- для проектного варианта:

$$З_2 = 73170 + 3300 + 2477 = 78947 \text{ руб/год}$$

Увеличение эксплуатационных затрат:

$$\Delta З = З_2 - З_1 \quad (7.10)$$

$$\Delta З = 78947 - 77565 = 1382 \text{ руб/год}$$

Общую годовую экономию находим по формуле:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{r, \text{гопл}} - \Delta З \quad (7.11)$$

$$\mathcal{E}_r = 67932 - 1382 = 66550 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капиталовложений:

$$T = \frac{B_2 - B_1}{\mathcal{E}_c}, \quad (7.12)$$

$$T = 813000 - 790000 / 66550 = 0,35 \text{ г}^0 \text{ да}$$

Получение годового экономического эффекта в сумме 66550 рублей и небольшой срок окупаемости капитальных вложений 0,35 года указывает на перспективность предлагаемого проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксешин В. А. Газобаллонная аппаратура нового поколения для легковых автомобилей. М. «Транспорт», 2018. – 374с.
2. Агарков А.П. Экономика и управление на предприятии [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Агарков, Р.С. Голов, В.Ю. Теплышев и др.; под ред. д.э.н., проф. А.П. Агаркова. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 400 с.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя, Т 1,2 и 3. М.«Машиностроение», 2009г.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов. С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа, 2009.- 616 с.
5. Богатырев А.В. Автомобили: Учебник / Богатырев А.В., Есеновский Ю.К., Лашков, М.Л. Насоновский; Под ред. А.В. Богатырева. - 3-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 241 с.
6. Гончарова О. В. Экология: учеб. пособие для вузов / О. В. Гончарова. - Ростов на -Дону : Феникс, 2013. - 366 с.
7. Графкина М.В. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, К.С. Иванов; Под общ. ред. М.В. Графкиной. – М.: «Машиностроение», 2016. - 342с.
8. Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П., Грузинов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 448 с.
9. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие / В.П.Гребнев, О.И.Поливаев, А.В.Ворохобин; Под общ. ред. О.И.Поливаева. – М.: КНОРУС, 2011. - 264с.
10. Девисилов В. А. Охрана труда: учебник / В.А. Девисилов -4-е издание перераб. и доп. – М.: Форум, 2009.- 496 с.
11. Демидов В. П., Колчин П. Д. Расчёт автомобильных и транспортных двигателей. М.: Высшая школа, 2012-400с.

12. Зангиев А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. ил. – / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. – М: Колос, 2008. – 320с.
13. Коробкин, В. И. Экология : учебник для студентов бакалаврской ступени многоуровневого высшего профессионального образования [Текст] / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - Ростов-на Дону: Феникс, 2012. - 602с.
14. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя под ред. Косиловой А. Г. и Мещерякова Р. К., М., «Машиностроение», 2016. – 325с.
15. Лиханов В. А., Сайкин А. С. Снижение токсичности автотранспортных двигателей. М.: Колос, 2014. - 224с.
16. Макаров В. В., Лоскутов А. С. Газобаллонные автомобили. Учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2019. - 100с.
17. Морев А. И., Ерохов В. А. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей. Учеб. Пособие для проф. Обучения рабочих на пр-ве. - М.: Транспорт, 2018. - 184с.
18. Решетов Д. Н. Детали машин. Учебник для вузов. Изд. 3-е, испр. И перераб. М.: «Машиностроение», 2004. – 325с.
19. Родионов В. Б. Организация производства и управление предприятием. Учебник / О. Г. Туровец, В. Б. Родионов и др.; Под ред. О. Г. Туровца - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 506 с.
20. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке, 6-е изд. – Л.: Машиностроение, 2009. - 520с.
21. Сидорин Г. А. «Обработка металлов резанием». Методические указания. Изд. КГСХА Казань, 2001. – 75 с.
22. Решетов Д. Н. Детали машин. Учебник для вузов. Изд. 3-е, испр. и перераб. М.: «Машиностроение», 2014. – 287с.
23. Туревский И. С. Техническое обслуживание автомобилей зарубежного производства: учебное пособие / И. С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2011. – 208 с.
24. Федоренко В. А., Шотин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - 14-е изд., перераб. И доп. Поповой Г. Н. - П.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 2003. - 416с.