

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

Легковой автомобиль с приводом на передние колеса.

Задняя подвеска многорычажного типа

Студент

Д.М. Семилетов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.М. Скутнев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

«

»

20

г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Задачей этой бакалаврской работы является повышение управляемости и стабильности автомобиля, а также достижение высокой надежности автомобиля при езде в перегрузочных условиях, снижение загруженности водителя за счёт придания оптимальных свойств задней подвеске автомобиля. Исходя из цели данной работы были поставлены следующие задачи: провести расчёт кинематических и жёсткостных характеристик, обеспечивающих автомобилю заданные характеристики управляемости и устойчивости; разработка и расчёт упругих элементов задней подвески; расчёт автомобиля на угловую устойчивость и выбор жёсткости задней поперечной штанги стабилизатора автомобиля; расчёт поперечной штанги стабилизатора устойчивости задней подвески автомобиля; разработка рабочих чертежей элементов задней подвески.

Поставленные задачи решались по методикам И.Раймпеля, на основе методических указаний кафедры «Автомобили и тракторы», по методикам ВАЗа. По результатам расчётов были разработаны упругие элементы задней подвески с прогрессивной характеристикой, а также был разработан стабилизатор поперечной устойчивости автомобиля, обеспечивающий требуемую жёсткость и допускающий большие углы закрутки, необходимые при увеличенных ходах подвески. Всё это позволит повысить устойчивость и управляемость автомобиля.

В технологической части бакалаврской работы представлена разработка технологического процесса изготовления пружины задней подвески спортивного автомобиля.

В разделе «Безопасность и экологичность бакалаврской работы» описаны опасные и вредные факторы при работе на компьютере, требования и мероприятия по обеспечению безопасности работы на компьютере, сделаны

расчёты: расчет количества воздуха для вентиляции помещения, расчет искусственного освещения, дана экологическая экспертиза машинного зала.

В разделе «Экономическая эффективность бакалаврской работы» сделаны организационное и экономическое обоснования бакалаврской работы, сделан вывод о целесообразности вносимых конструктивных изменениях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. Состояние вопроса	7
1.1 Назначение задней подвески и требования, предъявляемые к ней.	7
1.2 Классификация подвесок	7
1.3 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции задней подвески ..	10
2. Защита интеллектуальной собственности	13
3. Конструкторская часть	14
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	14
3.2 Расчет основных параметров задней подвески автомобиля	24
4. Технологическая часть	43
4.1 Составление перечня сборочных работ	43
4.2 Определение трудоемкости сборки задней подвески	45
4.3 Определение типа производства	45
4.4 Составление маршрутной технологии	45
5. Безопасность и экологичность объекта	48
5.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций	48
5.2 Опасные и вредные производственные факторы	48
5.3 Воздействие производственного фактора на организм работающих	50
5.4 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчётами	50
5.5 Экологическая экспертиза машинного зала	53
5.6 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях	53
5.7 Мероприятия по пожарной безопасности	53
5.8 Выводы	54
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	55
6.1 Расчет себестоимости проектной конструкции подвески	57
6.2 Расчет точки безубыточности проекта	62

6.3 Расчет коммерческой эффективности.....	65
6.4 Выводы и рекомендации.....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	77
ПРИЛОЖЕНИЕ А	79
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Отрасль автомобилестроения одно из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная работа автотранспорта имеет огромное значение для всех остальных отраслей промышленности. Инновации и разработка новых технологий, также имеют немаловажное значение для развития всей мировой промышленности.

Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материалов на изготовление автомобиля, уменьшение уровня шума, токсичности выхлопных газов, улучшение надежности и безопасности автомобилей.

Достичь топливной экономичности можно за счет меньшей массы автомобиля, улучшение аэродинамики кузова автомобиля, установление более современных двигателей, или переводом на другие виды топлива, например, газ или дизель. Применение более совершенных конструкций в трансмиссии и других узлах. Более широкое применение электронных технологий, позволяющих работать автомобилям в оптимальных режимах. Массу автомобиля можно уменьшать за счет новых технологичных конструкционных материалов, алюминий, углепластик, современные высокопрочные стали, легированные стали и т.д.

Внедрение системы трехмерного проектирования позволит уменьшить трудоемкость конструкторских работ и обеспечить высокую точность и высокое качество изготовления деталей для автоматизированных линий производства.

Задачей данной бакалаврской работы это улучшить характеристики автомобиля, а именно управляемость, устойчивость, надёжность и безопасность автомобиля при движении в экстремальных режимах.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение задней подвески и требования, предъявляемые к ней.

Подвеска транспортного средства называется рядом устройств, которые соединяют колеса с рамой (кузовом) и предназначены для снижения динамических нагрузок, которые передаются на автомобиль из-за неровной поверхности дороги, а также передачи всех видов сил и моментов, которые работают между колесом и рамой (кузовом). Основные требования:

- Требование по безопасности.
- Требования по ездовым свойствам.
- Требования по надежности и долговечности.
- Другие требования. [1]

1.2 Классификация подвесок

По типу направляющего устройства, подвеску можно разделить на две категории:

Независимые-имеют гораздо больше преимуществ, поэтому сейчас более распространены. Они отличаются по расположению плоскости колес: продольных, поперечных, диагональных на наклонных рычагах. [4]

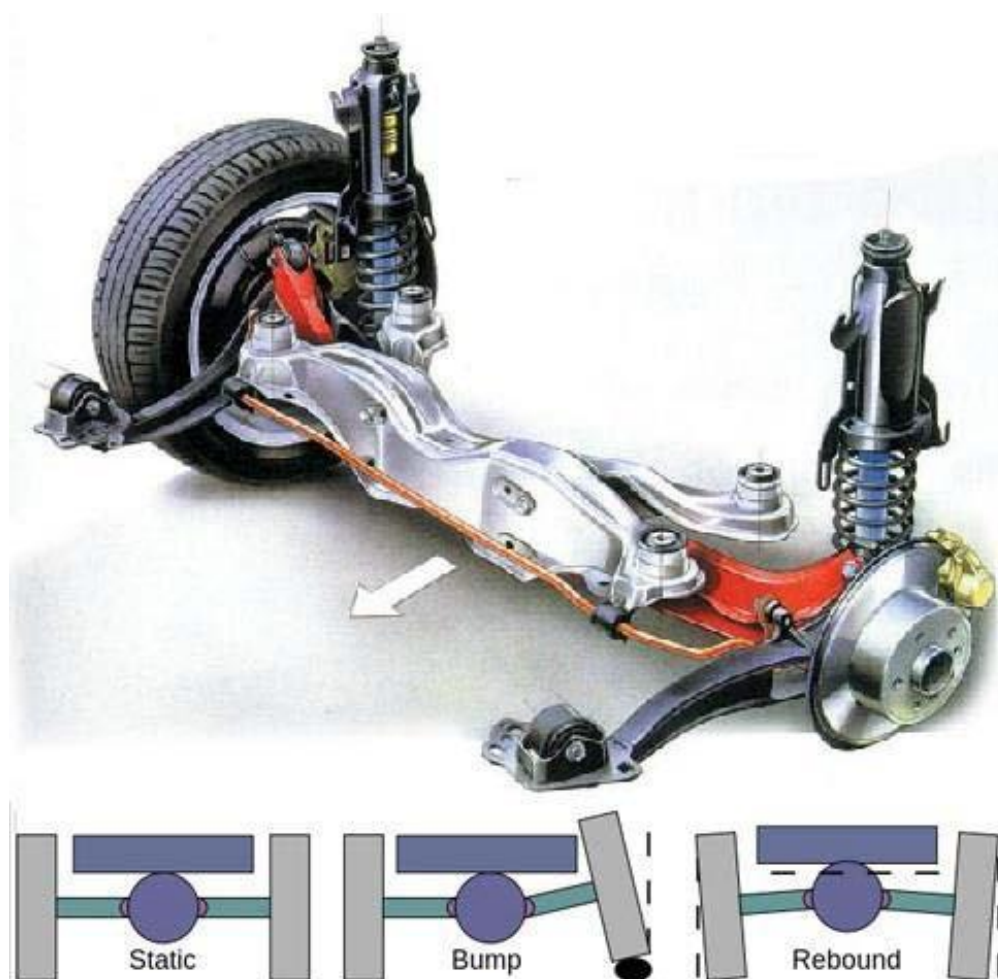


Рисунок 1.1 - Неависимая подвеска автомобиля.

Зависимые-проще, дешевле, имеет постоянный след, но в то же время балка не подпружинена, поэтому их не называют этой легкой подвеской. Кроме того, при противоположных движениях левого и правого колес оси, имеется значительный наклон их, что является следствием того, что колеса автомобиля подвержены колебаниям. [5]

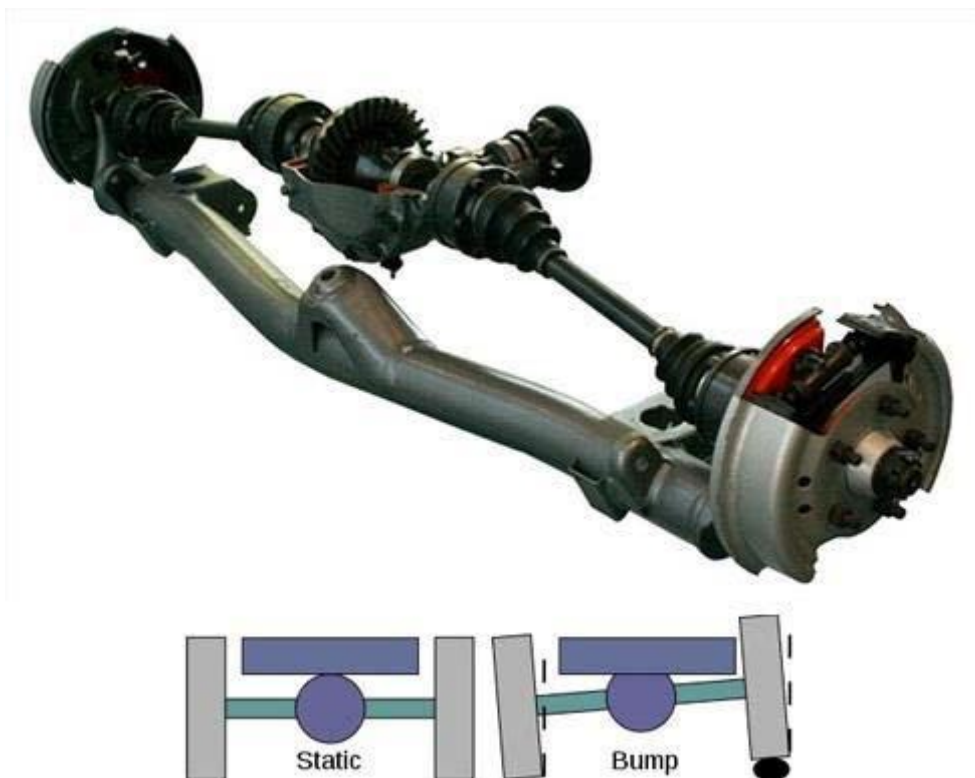


Рисунок 1.2 - Зависимая подвеска автомобиля.

В отдельном классе еще необходимо отметить так называемую полузависимую подвеску на присоединенных рычагах с вращающейся балкой. Как правило, эта задняя подвеска является недорогим решением для не дорогих автомобилей. [9]



Рисунок 1.3 Рессорная зависимая подвеска автомобиля.

Обоснование выбора конструкции задней подвески.

При выборе конструкции задней подвески будем исходить из следующих положений:

Конструкция подвески должна соответствовать современному уровню автомобилестроения.

Иметь малую общую массу всех деталей и узлов. Базовый вариант трансмиссии – передний привод. Должна предусматриваться возможность установки полного привода. [11]

Подвеска должна обеспечивать автоматизацию установки на автомобиль. Быть надежной и долговечной в эксплуатации. Обеспечивать требуемую комфортабельность и плавность хода.

Обеспечивать требуемую устойчивость и управляемость движения, за счёт лучших кинематических и эластокинематических характеристик.

Обеспечивать надежную максимальную безопасность движения автомобиля на дороге, как по прямой дороге, так и на поворотах. [12]

1.3 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции задней подвески.

Характеристика базового узла

За базовый узел принята задняя подвеска автомобиля ВАЗ-2170, подвеска со связанными рычагами (торсионно – рычажная подвеска). Продольные трубчатые рычаги приварены к U – образному соединителю через усилители рычагов и образуют вместе с соединителем единую балку, шарнирно подвешенную через кронштейны к кузову.

Недостатки:

Главный недостаток базового узла для применения на спортивном автомобиле в том, что жесткостные характеристики подвески, влияющие на управляемость и устойчивость автомобиля, нельзя изменить в процессе эксплуатации.

С базовой подвеской невозможно сделать ни полноприводный автомобиль, ни заднеприводный.

Подвеска полузависима, вследствие чего изменение положения одного из колёс

отражается на положении другого, что снижает устойчивость автомобиля.

Невозможность размещения в малом объеме.

Большая масса.

Характеристика проекта

Указанных выше недостатков можно избежать, применяя новую конструкцию задней подвески: подвеска на косых рычагах. Направляющие элементы подвески независимы. К фланцу рычага задней подвески приварены рычаг задней подвески, тяга рычага, которые шарнирно прикреплены к кузову, усилители рычагов. Главная особенность проектируемой подвески в том, что стабилизатор можно легко менять на стабилизатор большего или меньшего диаметра. Титановый сплав, из которого сделан торсион стабилизатора, имеет меньшую жёсткость, чем материал 70С2Г, из которого сделана штанга стабилизатора передней подвески ВАЗ-2170. Это даёт возможность закручивать торсион на больший угол. Заменяв стабилизатор задней подвески на более жесткий или мягкий это позволит изменять угловую жесткость подвески. Благодаря этому свойству можно по своему усмотрению регулировать поворачиваемость автомобиля. Уменьшая жёсткость стабилизатора задней подвески мы изменяем поворачиваемость в сторону недостаточной. И наоборот, делая жёсткость стабилизатора задней подвески больше жёсткости стабилизатора передней подвески, мы делаем средний угол увода передних колёс меньше среднего угла увода задних колёс, а это показатель избыточной поворачиваемости.

Чтобы автомобиль при всех условиях нагружения обладал недостаточной поворачиваемостью при движении по кривой, стабилизатор поперечной устойчивости обычно применяется только в передней подвеске автомобиля.

[17]

Для спортивных автомобилей целесообразно применять более жёсткие стабилизаторы, а также стабилизаторы на задней подвеске.

Важно при выборе конструкции подвески учесть то, что подвеска проектируется на спортивный автомобиль. В связи с этим можно пренебречь комфортом и плавностью хода, необходимыми для серийного автомобиля, и

обеспечить на высоком уровне характеристики устойчивости и управляемости.

В проектируемой подвеске применены упругие элементы с прогрессивной характеристикой упругости.

Недостаток проектируемой подвески в том, что загрузка автомобиля влияет на величину развала и схождения, но на спортивных автомобилях этот недостаток можно не учитывать, т.к. загрузка фактически не меняется.

Факторы экономии (удорожания) в производстве Факторы удорожания:

наличие дополнительных узлов и деталей, отсутствующих в базовой модели;

применение более дорогих материалов; [19]

2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Кол-во приводных колес.....	$nk = 2$
Собст-й вес, кг.....	$m_o = 1088$
Места в автомобиле.....	5
Макс-я ск-ть, м/с.....	$V_{max} = 51,39$
Макс-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{max} = 590$
Мин-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэфф-т аэродин-го сопр-я.....	$C_x = 0,32$
Величина макс-й преод-й подъем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэфф-т полезного действ. трансм.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площ. попер-го сеч-я, м ²	$H = 2,00$
Коэфф-т сопр-я кач-ю.....	$f_{ko} = 0,012$
Кол-во пер. в КПП.....	5
Распр-е массы авто-ля, % :	
Передн. ось.....	49
Задн. ось.....	51
Плотн-ть возд, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотн-ть топл, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта [2]

а) «Определение полного веса и его распределение по осям»

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (3.1)$$

где G_o – собств-й вес авто-ля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$G_n = G_{n1} \cdot 5 = m_{n1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$G_b = G_{b1} \cdot 5 = m_{b1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (3.6)$$

б) Подбор шин 185/65 R14

$$r_K = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.7)$$

где r_K – рад. кач-я кол.;

r_{CT} – стат-й рад. Кол.;

$B = 185$ – шир. Проф., мм;

$\kappa = 0,65$ – отн-е выс. про. к шир. Проф.;

$d = 355,6$ – посад-й диам., мм;

$\lambda = 0,85$ – коэфф-т типа шины

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,280 \text{ м} \quad (3.8)$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.9)$$

«где U_K - пер-ое число высш. пер. в КПП, на кот. обесп-я макс-я скор-ть.»

Число высшей передачи КП равным 0,900.

$$U_0 = (0,280 \cdot 590) / (0,900 \cdot 51,39) = 3,935 \quad (3.10)$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (3.11)$$

«где ψ_V - коэфф-т сопр-я дороги при макс-ой скор. авто-ля.»

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (3.12)$$

$$\psi_V = 0,010 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,023 \quad (3.13)$$

$$N_V = (14838 \cdot 0,023 \cdot 51,39 + 0,32 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,39^3 / 2) / 0,92 = 77881 \text{ Вт} \quad (3.14)$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (3.15)$$

где: a, b, c – эмпирические коэфф-ты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$).

$$N_{MAX} = 77881 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 78282 \text{ Вт} \quad (3.16)$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.17)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ – коэфф-ы хар-ие тип дв-ля.

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (3.18)$$

Таблица 3.1 – «Внешняя скоростная характеристика»

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
955	100	14,4	143,6
1350	141	21,0	148,7
1750	183	28,0	152,8
2150	225	35,1	155,7
2550	267	42,1	157,5
2950	309	48,8	158,1
3350	351	55,3	157,5
3750	393	61,2	155,8
4150	435	66,5	152,9
4550	476	70,9	148,9
4950	518	74,5	143,7
5350	560	76,9	137,3
5750	602	78,2	129,8
6207	650	77,9	119,8

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (3.19)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (3.20)$$

где ψ_{MAX} - коэфф-т сопр-я дороги при макс-ой скор. авто-ля с учётом преодолеваемого подъёма $\psi_{MAX} = f_{Vmax} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (3.21)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,323 \cdot 0,280 / (158,1 \cdot 0,92 \cdot 3,935) = 2,346 \quad (3.22)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{CII} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (3.23)$$

где $G_{\text{сц}}$ - сцепной вес а/м ($G_{\text{сц}} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$ Н, m_1 - коэфф-т перераспр-я нагр. на пер. колёса), « φ - коэфф-т сцепл-я» ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (158,1 \cdot 0,92 \cdot 3,935) = 2,561 \quad (3.24)$$

Значение первой передачи равным: $U_1 = 2,500$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,500 / 0,900)^{1/4} = 1,291 \quad (3.25)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,500 / 1,291 = 1,936; \quad (3.26)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,936 / 1,291 = 1,500; \quad (3.27)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,500 / 1,291 = 1,162; \quad (3.28)$$

$$U_5 = 0,900.$$

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{\text{кп}} \cdot U_0} \quad (3.29)$$

Таблица 3.2 – «Скорость автомобиля на различных передачах»

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
955	2,8	3,7	4,7	6,1	7,9
1350	4,0	5,2	6,7	8,7	11,2
1750	5,2	6,7	8,7	11,2	14,5
2150	6,4	8,3	10,7	13,8	17,8
2550	7,6	9,8	12,7	16,4	21,1
2950	8,8	11,4	14,7	18,9	24,4
3350	10,0	12,9	16,6	21,5	27,7
3750	11,2	14,4	18,6	24,0	31,0
4150	12,4	16,0	20,6	26,6	34,4
4550	13,6	17,5	22,6	29,2	37,7
4950	14,8	19,0	24,6	31,7	41,0
5350	15,9	20,6	26,6	34,3	44,3
5750	17,1	22,1	28,6	36,9	47,6
6207	18,5	23,9	30,8	39,8	51,4

3.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах
$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{\text{к.л.}} \cdot U_0 \cdot \eta_{\text{TP}}}{r_K} \quad (3.30)$$

Таблица 3.3 – Тяговый баланс

Обор. дв- ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
955	4641	3595	2785	2157	1671
1350	4808	3724	2885	2235	1731
1750	4939	3826	2964	2296	1778
2150	5034	3899	3020	2339	1812
2550	5090	3943	3054	2366	1832
2950	5110	3958	3066	2375	1839
3350	5091	3944	3055	2366	1833
3750	5036	3901	3021	2340	1813
4150	4943	3829	2966	2297	1779
4550	4812	3728	2887	2237	1732
4950	4644	3597	2787	2158	1672
5350	4439	3438	2663	2063	1598
5750	4196	3250	2518	1950	1511
6207	3873	3000	2324	1800	1394

3.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.31)$$

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (3.32)$$

Таблица 3.4 – «Силы сопротивления движению»

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	148	148
5	10	150	160
10	40	156	196
15	89	165	255
20	159	178	337
25	248	195	443
30	358	215	573
35	487	239	726
40	636	267	903
45	805	299	1104
50	994	334	1328
55	1203	373	1576
60	1431	415	1847
65	1680	462	2142

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (3.34)$$

$$D_{\varphi} = \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (3.35)$$

Таблица 3.5 – «Динамический фактор на передачах»

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
955	0,313	0,242	0,187	0,144	0,111
1350	0,324	0,250	0,193	0,149	0,113
1750	0,332	0,257	0,198	0,151	0,114
2150	0,338	0,261	0,200	0,153	0,114
2550	0,342	0,263	0,202	0,152	0,112
2950	0,342	0,263	0,201	0,150	0,108
3350	0,340	0,261	0,198	0,147	0,103
3750	0,336	0,257	0,194	0,142	0,096
4150	0,329	0,251	0,188	0,136	0,088
4550	0,319	0,243	0,181	0,128	0,079
4950	0,307	0,233	0,172	0,118	0,068
5350	0,292	0,220	0,161	0,107	0,055
5750	0,275	0,206	0,148	0,095	0,041
6207	0,252	0,187	0,131	0,079	0,023

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.36)$$

«где δ_{BP} - коэфф-т уч. вращ-ся масс,

Ψ - коэфф-т суммарного сопр-я дороги.»

$$\Psi = f + i \quad (3.37)$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{\text{кп}}^2), \quad (3.38)$$

«где δ_1 - коэфф-т учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэфф-т учёта

вращающихся масс двигателя:» $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Таблица 3.6 – «Коэфф-т учета вращающихся масс»

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ	1,218	1,143	1,098	1,071	1,054

Таблица 3.7 – «Ускорение автомобиля на передачах»

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
955	2,44	1,99	1,58	1,23	0,94
1350	2,53	2,06	1,64	1,27	0,96
1750	2,59	2,12	1,67	1,29	0,96
2150	2,64	2,15	1,70	1,30	0,95
2550	2,67	2,17	1,70	1,29	0,92
2950	2,67	2,17	1,70	1,27	0,88
3350	2,66	2,15	1,67	1,24	0,83
3750	2,62	2,11	1,63	1,19	0,76
4150	2,56	2,06	1,58	1,12	0,67
4550	2,49	1,99	1,50	1,04	0,57
4950	2,39	1,90	1,42	0,95	0,46
5350	2,26	1,79	1,31	0,84	0,33
5750	2,12	1,66	1,20	0,72	0,18
6207	1,93	1,49	1,04	0,56	0,00

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 – «Величины обратные ускорениям автомобиля»

Обор двс, об/ми н	Обр.уско р. на 1пер, с2/м	Обр.уско р. на 2пер, с2/м	Обр.уско р. на 3пер, с2/м	Обр.уско р. на 4пер, с2/м	Обр.уск ор. на 5пер, с2/м
955	0,41	0,50	0,63	0,81	1,07
1350	0,40	0,49	0,61	0,79	1,05
1750	0,39	0,47	0,60	0,78	1,04
2150	0,38	0,46	0,59	0,77	1,05
2550	0,37	0,46	0,59	0,77	1,08
2950	0,37	0,46	0,59	0,79	1,13
3350	0,38	0,46	0,60	0,81	1,21
3750	0,38	0,47	0,61	0,84	1,32
4150	0,39	0,49	0,63	0,89	1,48
4550	0,40	0,50	0,66	0,96	1,74
4950	0,42	0,53	0,71	1,06	2,18
5350	0,44	0,56	0,76	1,19	3,04
5750	0,47	0,60	0,84	1,40	5,44
6207	0,52	0,67	0,96	1,79	- 27166,65

3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.39)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (3.40)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (3.41)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (3.42)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_o до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 3.9 – «Время разгона автомобиля»

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5,0	190,0	0,90
0-10,0	570,0	2,80
0-15,0	971,0	4,90
0-20,0	1464,0	7,30
0-25,0	2089,0	10,40
0-30,0	2881,0	14,40
0-35,0	3897,0	19,50
0-40,0	5165,0	25,80
0-45,0	6741,0	33,70

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) \approx V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.1)$$

«где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно» ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_o

до скор-и V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скор-ти V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

до скор-ти V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Таблица 3.10 – «Путь разгона автомобиля»

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	47	2
0-10	332	17
0-15	834	42
0-20	1696	85
0-25	3103	155
0-30	5282	264
0-35	8583	429
0-40	13336	667
0-45	20037	1002

$$3.1.13 \text{ Мощностной баланс } N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.43)$$

N_f – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я кач-ю;

N_B – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я воздуха;

N_{II} – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я подъема ($N_{II} = 0$);

N_j – мощн-ть, затрач-ая на уск-ие авто-ля ($N_i = 0$).

Таблица 3.11 - Мощностной баланс

Обор. дв-ля, об/мин	Мощн. на кол., кВт
955	13,2
1350	19,3
1750	25,8
2150	32,3
2550	38,7
2950	44,9
3350	50,8
3750	56,3
4150	61,1
4550	65,3
4950	68,5
5350	70,8
5750	71,9
6150	71,8
6207	71,7

Таблица 3.12 – Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. воз.	Мощн. сопр кач-я	Сумм. мощн. сопр
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,8	0,8
10	0,4	1,6	2,0
15	1,3	2,5	3,8
20	3,2	3,6	6,7
25	6,2	4,9	11,1
30	10,7	6,5	17,2
35	17,0	8,4	25,4
40	25,4	10,7	36,1
45	36,2	13,4	49,7
50	49,7	16,7	66,4
55	66,2	20,5	86,7
60	85,9	24,9	110,8
65	109,2	30,0	139,2

3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.44)$$

где $g_{e\min} = 290$ г/(кВт·ч) – мин-ый уд-й расх. топл.

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (3.45)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.46)$$

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.47)$$

Таблица 3.13 – «Путевой расход топлива на высшей передаче»

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значени е И	Значени е Е	Значен ие К _И	Значен ие К _Е	Значе ние Q□
954,0	7,91	0,1061	0,1621	1,3521	1,1692	3,801
1349,0	11,21	0,1201	0,2281	1,3331	1,1332	4,201
1749,0	14,51	0,1391	0,2961	1,3051	1,1012	4,801
2149,0	17,81	0,1641	0,3641	1,2701	1,0732	5,401
2549,0	21,11	0,1961	0,4311	1,2291	1,0512	6,201
2949,0	24,41	0,2341	0,4991	1,1821	1,0332	7,001
3347,0	27,71	0,2791	0,5671	1,1311	1,0202	7,901
3751,0	31,01	0,3331	0,6341	1,0761	1,0132	8,801
4151,0	34,41	0,3961	0,7021	1,0191	1,0102	9,701
4549,0	37,71	0,4721	0,7701	0,9641	1,0112	10,701
4951,0	41,01	0,5631	0,8371	0,9151	1,0182	11,701
5349,0	44,31	0,6721	0,9051	0,8821	1,0302	13,001
5751,0	47,61	0,8061	0,9731	0,8791	1,0462	15,001

3.2. Расчет основных параметров задней подвески автомобиля.

3.2.1. Расчёт кинематических характеристик подвески

Изменение конструкции подвески изменяет колею задних колёс автомобиля. Изменяется также, в связи с изменением конструкции упругого элемента, ход отбоя и сжатия колеса, по сравнению с ВАЗ-2170. Исходя из этого возникает необходимость проведения расчетов кинематических характеристик направляющего устройства новой подвески и, при необходимости, внести изменения в координаты характерных точек подвески: шарниров рычагов. [5]

В целях обеспечения желаемой устойчивости в управляемости автомобиля, в частности, устойчивого прямолинейного движения и уменьшения изнашивания шин все изготовители автомобилей предписывают для задних подвесок определённые установочные параметры с допусками. Сам изготовитель автомобиля определяет оптимальные значения этих параметров (развал и сходжение колёс, кинематические характеристики подвески) в процессе доводки ходовых образцов нового автомобиля. Опыт, получаемый в процессе доводки, используется в дальнейшем при проектировании новых автомобилей.

Раньше, ещё 25 – 30 лет назад, не существовало программного обеспечения, которое позволяло бы быстро и точно рассчитать кинематические характеристики направляющего устройства новой подвески. Эту работу приходилось выполнять вручную, графическим способом, используя методы начертательной геометрии и специальные шаблоны. В настоящее время на большинстве автозаводов в конструкторских подразделениях, занятых разработкой конструкций подвесок автомобиля, имеются программы, которые позволяют с высокой точностью провести кинематический и силовой анализ подвески. Полученные расчётным способом характеристики могут использоваться для последующих расчётов характеристик управляемости и плавности хода автомобиля.

Каждый тип подвески имеет свои особенности, в зависимости от которых может меняться объём вычислений, поэтому разработка универсальной

программы анализа любых пространственных кинематических схем – дело неблагодарное. Из-за этого чаще всего для каждого типа подвески создаётся своя программа. Такой подход также не лишён недостатков: например, при необходимости структурного изменения подвески приходится довольствоваться лишь тем, что есть в наличии. Так, кинематику подвески типа «Multi Link» или пяти-рычажной «Mercedes Benz» на ВАЗе сейчас рассчитать нечем. Но зато программы расчёта кинематики традиционных схем развиты настолько, что только анализ полных результатов расчёта может занять не одну неделю рабочего времени.

Программа WKFB6 кинематического и силового анализа подвески на косых рычагах работает на ЭВМ типа «Micro VAX» и IBM/PC-совместимых и применяется в отделах общей компоновки и проектирования ходовой части УПА НТЦ ВАЗа. [5]

Характеристики рассматриваются в зависимости от вертикального перемещения, продольного или поперечного кренов кузова. Для расчёта кинематических характеристик необходимо задавать координаты базовых точек подвески относительно системы координат, связанной с компоновочной сеткой автомобиля. Для расчёта силовых характеристик, кроме координат точек, необходимо задавать жёсткости пружин и нормальные нагрузки на колёсах в статическом положении. При этом могут быть учтены и характеристики шин.

На рис. 3.1 показана схема пружинной подвески на косых рычагах для левого и правого колёс автомобиля в статическом положении,

M_{si} , $i = 1, 2$ - центр колеса

E_{si} - центр пятна контакта колеса с дорогой

$[M_{si}E_{si}] = R_i$ - радиус колеса

$G_o; G_{s_i}; G_{v_o}; G_{v_{s_i}}$ – оси амортизатора и пружины соответственно

W_i - центр шарнира крепления наружного рычага к поперечине кузова

D_i - центр шарнира крепления внутреннего рычага к поперечине кузова

Исходные данные, содержащие координаты базовых точек, а также значения допускаемых перемещений, координаты центра масс и т.д. заносятся в

файлы исходных данных WKFB6I.DAT.

Результаты расчётов могут быть получены в виде графиков, либо в виде таблиц - помещаются в файл WKFB6S.DAT. Распечатка результатов кинематического и силового расчета проектируемой подвески приведена в приложении.

Информация, которая выводится при расчёте может быть условно поделена на несколько групп:

- информация для построения сечений рабочей зоны колеса;
- координаты базовых точек относительно систем OAXAYAZA и OXoYoZo;
- границы перемещения кузова;
- координаты точек и углы, связанные с шарнирами механизмов;
- соответствия между перемещениями кузова, углами поворота рычагов и ходами колёс;
- кинематическая характеристика подвески;
- углы в шарнирах крепления амортизаторов;
- силовые характеристики подвески.

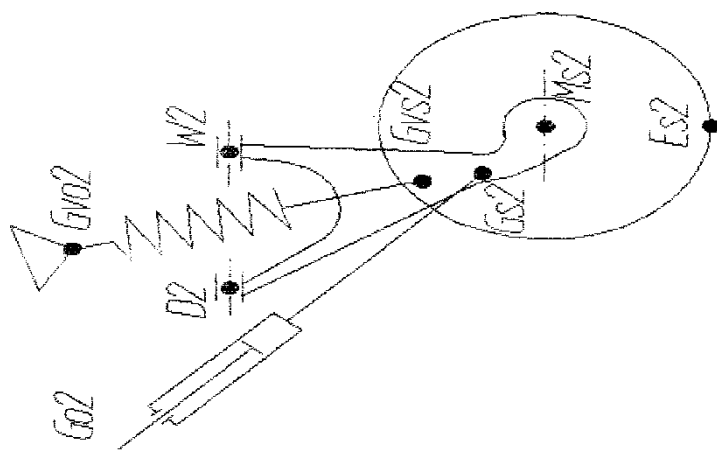


Рисунок 3.1 – Схема подвески

3.2.2. Расчёт пружины и подпружинника

В результате расчёта методом последовательного приближения определяют параметры пружины и подпружинника, обеспечивающие требуемую жёсткость, статическую нагрузку, а также оптимально

учитывающие компоновку.

3.2.2.1. Исходные данные

В качестве исходных данных используются:

- статическая нагрузка на пружину и подпружинник, $R_{ст}$, мм;
- длина пружины с подпружинником под статической нагрузкой, $L_{ст}$, мм;
- динамический ход сжатия пружины с подпружинником, $f_{дин}$, мм;
- жёсткость пружины, $C_{пр}$, кГ/см;
- жёсткость подпружинника, $C_{под}$, кГ/см;
- модуль упругости второго рода для материала, из которого изготовлены пружина и подпружинник, E , кГ/см²
- средний диаметр пружины, $D_{ср}^{пр}$, мм;
- средний диаметр подпружинника, $D_{ср}^{под}$, мм.

В процессе расчёта, задаваясь числом рабочих витков, определяют диаметр прутка пружины и подпружинника, проверяют полученные пружину и подпружинник на соприкасаемость витков при динамическом ходе, на прочность по допускаемым напряжениям. Кроме того, контролируется нагрузка на пружине и подпружиннике при полном ходе отбоя. В случае если при заданных исходных данных не удаётся получить пружину с подпружинником с оптимальными параметрами, меняют длину пружины с подпружинником под статической нагрузкой и средний диаметр пружины или подпружинника (насколько позволяет компоновка), а также жёсткость пружины или подпружинника. Полученный в результате расчёта диаметр прутка округляют до 0,5 мм и проводят проверочный расчёт.

Для того, чтобы определить статическую нагрузку, действующую на пружину и подпружинник, необходимо определить подрессоренную массу, приходящуюся на одно колесо автомобиля:

$$M_{п1} = \frac{M_{п} \cdot B}{2 \cdot L} \quad (3.48.)$$

где $M_{п}$ - подрессоренная масса автомобиля, кг;

B - расстояние от центра масс до задней оси автомобиля, м;

L - база автомобиля.

Статическая нагрузка, действующая на пружину и подпружинник и поддресоренная масса, приходящаяся на колесо, связаны между собой через передаточное отношение $i_{ху}$ между пятном контакта колеса и местом присоединения пружины к колесу. В случае, если кинематическая схема направляющего устройства подвески задана (известны координаты всех шарниров, положение оси пружины и т.д.), для определения $R_{ст}$ может использоваться программа WKFB6.

$$R_{ст} = 240,69 \text{ кГ}.$$

Длина пружины вместе с подпружинником под статической нагрузкой из компоновочных соображений:

$$L_{ст} = 277,08 \text{ мм}.$$

Динамический ход сжатия пружины с подпружинником также связан с ходом сжатия колеса через передаточное отношение.

$f_{дин} = 95,18 \text{ мм}$, округляем в меньшую сторону, учитывая податливость верхней опоры: $f_{дин} = 95 \text{ мм}$.

Средний диаметр пружины (из компоновочных соображений):

$$D_{ср}^{пр} = 72 \text{ мм}.$$

Средний диаметр подпружинника:

$$D_{ср}^{под} = 74,1 \text{ мм}.$$

Задаёмся вначале меньшей жёсткостью пружины и подпружинника:

$$C_{пр} = 39,0 \text{ кГ/см}, C_{под} = 90,42 \text{ кГ/см}.$$

Модуль упругости второго рода (модуль сдвига):

$G = 781000 \text{ кГ/см}^2$ для стали Ст60С2А (пружина) и Ст50ХФА (подпружинник) ГОСТ14959-79.

Задаёмся числом рабочих витков пружины и подпружинника:

$$i_{р}^{пр} = 9,5; i_{р}^{под} = 2,0$$

Исходные данные для расчёта пружины и подпружинника сведены в таблицу 3.14

Таблица 3.14 - Исходные данные для расчёта пружины и подпружинника

Параметр	Значение
Статическая нагрузка на пружину с подпружинником	240,69 кГ
Динамический ход сжатия пружины с подпружинником	9,52 см
Ход отбоя пружины с подпружинником	9,884 см
Жёсткость пружины	39 кГ/см
Жёсткость подпружинника	90,42 кГ/см
Модуль сдвига	781000 кГ/см ²
Средний диаметр пружины	7,2 см
Средний диаметр подпружинника	7,41 см
Число рабочих витков пружины	9,5
Число рабочих витков подпружинника	2,0

3.2.2.2. Расчёт геометрических и силовых параметров упругого элемента задней подвески

Упругий элемент задней подвески состоит из пружины и подпружинника, работающих последовательно и соединённых через стакан. Жёсткости пружины и подпружинника подобраны таким образом, что подпружинник при статической нагрузке находится уже в сжатом состоянии и включается в работу только при ходе отбоя.

Расчёт упругого элемента заключается в расчёте кинематики пружины и подпружинника при статической нагрузке, динамическом ходе сжатия, при ходе отбоя.

При расчёте упругого элемента используются следующие параметры:

Сэкв - эквивалентная жёсткость (суммарная жёсткость при совместной работе пружины и подпружинника);

Ипр - изменение длины пружины при приложении нагрузки;

Иподпр - изменение длины подпружинника при приложении нагрузки.

Эквивалентная жёсткость упругого элемента:

$$C_{\text{экв}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{подпр}}}{C_{\text{пр}} + C_{\text{подпр}}} \cdot i^2 = \frac{39 \cdot 90,42}{39 + 90,42} \cdot 1,15^2 = 30,5 \text{ кГ/см} \quad (3.2.2.)$$

$$I_{\text{пр}} + I_{\text{подпр}} = \frac{P_i}{C_{\text{экв}}} \quad \frac{I_{\text{пр}}}{I_{\text{подпр}}} = \frac{C_{\text{подпр}}}{C_{\text{пр}}} \quad (3.2.3.)$$

Решая систему из двух последних уравнений, задавшись при этом максимальным $I_{\text{подпр}}$ - изменением длины подпружинника при приложении нагрузки, находим точку перехода. Точка перехода – это точка, в которой подпружинник сжимается до соприкосновения витков, что приводит к изменению параметров упругого элемента. При дальнейшем сжатии после точки перехода работа упругого элемента сводится к работе одной пружины. Найдём нагрузку на пружину, при которой подпружинник сожмётся до соприкосновения витков. $I_{\text{подпр}} = 29,5$ мм (из компоновочных соображений). Ход пружины от свободного состояния до того, как сожмётся подпружинник:

$$I_{\text{пр}} = \frac{2,95 \cdot 90,42}{39} = 6,84 \text{ см} \quad (3.2.4.)$$

Нагрузка в момент полностью сжатого подпружинника:

$$P_{\text{пер}} = (2,95 + 6,84) \cdot 30,5 = 298,59 \text{ кГ}$$

Статическая нагрузка на пружину с подпружинником $P_{\text{ст}} = 240,69$ кГ. Нагрузка воспринимается не только пружиной, но и подпружинником, т.к. при статике он ещё не сжат.

Определим изменение длин пружины и подпружинника при статической нагрузке:

$$\text{Суммарный ход } l_{\text{ст}}^{\Sigma} = P_{\text{ст}} / C_{\text{экв}} = 7,89 \text{ см} = l_{\text{ст}}^{\text{пр}} + l_{\text{ст}}^{\text{под}}$$

$$L_{\text{ст}}^{\Sigma} = L_0^{\Sigma} - l_{\text{ст}}^{\Sigma} = 35,6 - 7,89 = 27,708 \text{ см} \quad (3.2.5.)$$

$$l_{\text{ст}}^{\text{пр}} / l_{\text{ст}}^{\text{под}} = C_{\text{под}} / C_{\text{пр}} = 2,318$$

$$l_{\text{ст}}^{\text{под}} = l_{\text{ст}}^{\text{пр}} / 2,318$$

$$l_{\text{ст}}^{\text{пр}} + l_{\text{ст}}^{\text{пр}} / 2,318 = 7,89 \text{ см}$$

$$\text{Отсюда } l_{\text{ст}}^{\text{пр}} = 5,513 \text{ см}; \quad l_{\text{ст}}^{\text{под}} = 7,89 - 5,513 = 2,378 \text{ см}$$

Длина пружины при статической нагрузке:

$$L_{\text{ст}}^{\text{пр}} = 303 - 55,13 = 248,7 \text{ мм}$$

Длина подпружинника при статической нагрузке:

$$L_{\text{ст}}^{\text{под}} = 56 - 23,78 = 32,22 \text{ мм}$$

Длина подпружинника в состоянии, когда он сжат:

$$L_{\text{в}}^{\text{под}} = 56 - 29,5 = 26,5 \text{ мм}$$

Определим изменение длин пружины и подпружинника при ходе отбоя.

$$\text{Суммарный ход отбоя } 1_{\text{отб}}^{\Sigma} = 78 \text{ мм} = 1_{\text{отб}}^{\text{пр}} + 1_{\text{отб}}^{\text{под}}$$

$$1_{\text{отб}}^{\text{пр}} / 1_{\text{отб}}^{\text{под}} = C_{\text{под}} / C_{\text{пр}} = 2,318$$

$$1_{\text{отб}}^{\text{под}} = 1_{\text{отб}}^{\text{пр}} / 2,318$$

$$1_{\text{отб}}^{\text{пр}} + 1_{\text{отб}}^{\text{пр}} / 2,318 = 78 \text{ мм}$$

$$\text{Отсюда } 1_{\text{отб}}^{\text{пр}} = 54,49 \text{ мм} ; \quad 1_{\text{отб}}^{\text{под}} = 23,5 \text{ мм}$$

Определим изменение длин пружины и подпружинника при динамическом ходе сжатия.

$$\text{Суммарный ход сжатия } 1_{\text{дин}}^{\Sigma} = 95,18 \text{ мм} = 1_{\text{дин}}^{\text{пр}} + 1_{\text{дин}}^{\text{под}}$$

$$1_{\text{дин}}^{\text{под}} = 29,5 - 23,78 = 5,72 \text{ мм}$$

$$1_{\text{дин}}^{\text{пр}} = 89,46 \text{ мм}$$

$$L_{\text{дин}}^{\text{пр}} = 248,7 - 89,46 = 159,24 \text{ мм}$$

3.2.2.3. Расчёт геометрических, весовых и силовых параметров пружины и подпружинника

Диаметр прутка пружины:

$$d_{\text{нр}} = \sqrt[4]{\frac{8 \cdot C_{\text{нр}} \cdot i_{\text{пр}} \cdot D \cdot c_{\text{пр}}^3}{G}} = \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 39 \cdot 9,5 \cdot 7,2^3}{781000}} = 1,098 \text{ см} = 10,98 \text{ мм} \quad (3.2.6.)$$

Округляем в большую сторону и получаем: $d_{np} = 11$ мм.

Стороны прутка подпружинника:

$$a = \frac{C_{подпр} \cdot \pi \cdot D_o^3 \cdot i_p}{4 \cdot G \cdot \beta \cdot b^3} = \frac{90,42 \cdot \pi \cdot 7,41^3 \cdot 2}{4 \cdot 781000 \cdot 0,229 \cdot 0,64^3} = 1,232 \text{ см} \cong 1,23 \text{ см} \quad (3.2.7.)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{C_{подпр} \cdot \pi \cdot D_o^3 \cdot i_p}{4 \cdot G \cdot \beta \cdot a}} = \sqrt[3]{\frac{90,42 \cdot \pi \cdot 7,41^3 \cdot 2}{4 \cdot 781000 \cdot 0,229 \cdot 1,31}} = 0,627 \text{ см} \cong 0,63 \text{ см} \quad (3.2.8.)$$

Жёсткость пружины:

$$C_{np} = \frac{G \cdot d_{np}^4}{8 \cdot i_p \cdot D_{cp}^3} = \frac{781000 \cdot 1,1^4}{8 \cdot 9,5 \cdot 7,2^3} = 40,5 \text{ кГ/см} \quad (3.2.9.)$$

Жёсткость подпружинника:

$$C_{подпр} = \frac{4 \cdot G \cdot \beta \cdot a \cdot b^3}{\pi \cdot D_o^3 \cdot i_p} = \frac{4 \cdot 781000 \cdot 0,229 \cdot 1,23 \cdot 0,63^3}{\pi \cdot 7,41^3 \cdot 2} = 96,06 \text{ кГ/см} \quad (3.2.10.)$$

Длина пружины в свободном состоянии:

$$L_0 = L_{ст} + 1_{ст} = 248,7 + 55,13 = 303,83 \text{ мм.}$$

Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$L_b = i_n \cdot d_{np} + i_n \cdot 0,25 + 0,05 \cdot d_{np} = 11 \cdot 11 + 11 \cdot 0,25 + 0,05 \cdot 11 = 124,3 \text{ мм}$$

где i_n - полное число витков пружины;

0,25 - коэфф-т, учитывающий толщину покрытия и допуск на диаметр витка, мм.

0,05 - коэфф-т, учитывающий допуск на длину концевых витков.

Межвитковый зазор в пружине при динамическом ходе сжатия:

$$\delta = \frac{L_{дин} - L_{с}}{i_p} = \frac{159,24 - 124,3}{9,5} = 3,7 \text{ мм} \quad (3.2.11.)$$

Нагрузка пружины при статической длине:

$$P_{ст} = 240,695 \text{ кГ}$$

Нагрузка пружины при полном динамическом ходе сжатия

$$P_{\text{дин}} = (L_o - L_{\text{дин}}) \cdot C_{\text{сп}} = (30,38 - 15,924) \cdot 39 = 585,59 \text{ кГ} \quad (3.2.12.)$$

Нагрузка пружины, сжатой до соприкосновения витков

$$P_{\text{в}} = (L_o - L_{\text{в}}) \cdot C_{\text{сп}} = (30,38 - 12,43) \cdot 39 = 727,1 \text{ кГ} \quad (3.2.13.)$$

Нагрузка пружины при полном ходе отбоя:

$$P_{\text{отб}} = l_{\text{отб}} \cdot C_{\text{сп}} = 5,449 \cdot 39 = 220,68 \text{ кГ} \quad (3.2.14.)$$

Длина навиваемого прутка пружины:

$$l_{\text{пр}} = \sqrt{\pi \cdot d_{\text{сп}}^2 + (\pi \cdot d_{\text{сп}})^2} + (\pi \cdot d_{\text{сп}})^2 + (\pi \cdot d_{\text{сп}})^2 = 2501,57 \text{ мм} \quad (3.2.15.)$$

Масса пружины:

$$m = \frac{\pi \cdot d_{\text{сп}}^2}{4} \cdot l_{\text{пр}} \cdot \rho = 237732,15 \cdot 7800 \cdot 10^{-9} = 1,85 \text{ кг} \quad (3.2.16.)$$

Нагрузка подпружинника, сжатого до соприкосновения витков:

$$P_{\text{в}} = (L_o - L_{\text{в}}) \cdot C_{\text{под}} = (5,6 - 2,95) \cdot 96,06 = 283,38 \text{ кГ} \quad (3.2.17.)$$

Нагрузка подпружинника при полном ходе отбоя:

$$P_{\text{отб}} = l_{\text{отб}} \cdot C_{\text{под}} = 2,35 \cdot 96,06 = 225,74 \text{ кГ} \quad (3.2.18.)$$

Длина навиваемого прутка подпружинника:

$$l_{\text{пр}} = \sqrt{\pi \cdot d_{\text{сп}}^2 + (\pi \cdot d_{\text{сп}})^2} + (\pi \cdot d_{\text{сп}})^2 + (\pi \cdot d_{\text{сп}})^2 = 815,7 \text{ мм} \quad (3.2.19.)$$

Масса подпружинника:

$$m = a \cdot b \cdot l_{\text{пр}} \cdot \rho = 6,3 \cdot 12,3 \cdot 815,7 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,49 \text{ кг} \quad (3.2.20.)$$

3.2.2.4. Расчёт пружины на прочность

Расчет напряжения в цилиндрической пружине, свитой из прутка круглого сечения, для любой i-ой нагрузки ведётся по формуле:

$$\tau_i = \frac{8 \cdot K \cdot D_{\text{сп}}}{\pi \cdot d_{\text{сп}}^3} \cdot P_i, \quad (3.2.21.)$$

где τ - текущее значение напряжения;

P_i - текущее значение нагрузки пружины, кГ

K- коэфф-т формы пружины, учит-й концентрацию напряжений на

внутренней поверхности витка от кривизны прутка и действия поперечной силы.

Для определения коэфф-та К различными авторами предложен ряд формул, основанных на использовании соотношения $W = D_{cp}/d_{пр}$:

$$1. K = \frac{W + 0.5}{W - 0.75} \quad \text{или}$$

$$2. K = \frac{4 \cdot W + 1}{4 \cdot W - 4} + 0.615 \cdot \frac{1}{W} \quad \text{или}$$

$$3. K = 1 + \frac{5}{4 \cdot W} + \frac{7}{8 \cdot W^2} + \frac{1}{W^3}$$

Результаты расчетов по этим формулам сведены в таблицу 3.15

Таблица 3.15 - Определение коэфф-тов К

Формула №	1	2	3
Коэффициент К	1,261	1,276	1,260

Напряжение сдвига при статической нагрузке:

$$\tau_{ст} = \frac{8 \cdot 1,266 \cdot 72}{\pi \cdot 13,1} \cdot 240,69 = 39,53 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.2.22.)$$

Напряжение сдвига при нагрузке динамического хода сжатия:

$$\tau_{дин} = \frac{8 \cdot 1,266 \cdot 72}{\pi \cdot 13,1^3} \cdot 585,59 = 71,77 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.2.23.)$$

Напряжение сдвига пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$\tau_{\epsilon} = \frac{8 \cdot 1,266 \cdot 72}{\pi \cdot 13,1^3} \cdot 727,1 = 94 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.2.24.)$$

Допускаемое напряжение для пружин из стали С2А для задней подвески обычно берется равным 90...97 кГ/мм². Таким образом, рассчитанная пружина удовлетворяет условиям прочности. Кроме того, на пружинах подвесок спортивных автомобилей допустимо превышение расчётных напряжений допускаемые.

3.2.2.5. Расчёт подпружинника на прочность

Для пружин прямоугольного поперечного сечения напряжения сдвига определяются по формуле:

$$\tau_i = \frac{\kappa \cdot D_o}{2 \cdot W_\kappa} \cdot P_i, \quad (3.2.25.)$$

где W_κ - момент сопротивления сечения вала кручению

$$W_\kappa = \alpha \cdot b \cdot a^2 \quad (3.2.26.)$$

$\alpha = 0,246$ для отношения сторон $b/a = 2$

$$\kappa = 2,9$$

$$W_\kappa = 0,246 \cdot 6,4 \cdot 13,1^2 = 270,183 \text{ мм}^3$$

При статической нагрузке:

$$\tau_{ст} = \frac{2,9 \cdot 74,1}{2 \cdot 270,183} \cdot 240,69 = 95,66 \text{ кг / мм}^2 \quad (3.2.27.)$$

При нагрузке на подпружинник, сжатый до соприкосновения витков:

$$\tau_\epsilon = \frac{2,9 \cdot 74,1}{2 \cdot 270,183} \cdot 283,38 = 227,47 \text{ кг / мм}^2 \quad (3.2.28.)$$

3.2.2.6. Предельные значения параметров пружины и подпружинника

Податливость пружины:

$$\frac{1}{C_{пр}} = \frac{1}{4,05} = 0,247 \text{ мм / кг} \quad (3.2.29.)$$

Податливость подпружинника:

$$\frac{1}{C_{под}} = \frac{1}{9,606} = 0,111 \text{ мм / кг} \quad (3.2.30.)$$

Допуск на податливость берется $\pm 3\%$ от $1/C$

Для пружины:

$$\Delta \frac{1}{C} = \pm 0,03 \cdot \frac{1}{C_{пр}} = \pm 0,0074 \text{ мм / кг} \quad (3.2.31.)$$

Для подпружинника:

$$\Delta \frac{1}{C} = \pm 0,0332 \text{ мм / кГ}$$

Допуск на статическую нагрузку :

$$\Delta P_{ст} = \pm (0,04...0,06) \cdot P_{ст} = \pm (9,62...14,43) \text{ кГ}.$$

Допуск на диаметр прутка :

$$\text{Для } d_{пр} < 25 \text{ мм} \quad \Delta d_{пр} = \pm 0,05 \text{ мм}$$

Допуск на внутренний диаметр пружины:

$$\Delta d_{вн} = \pm 1 \% = \pm 1 \text{ мм}$$

3.2.3. Расчёт дополнительной жёсткости подвески

3.2.3.1. Жесткость рычагов стабилизатора

Изгибную жесткость рычага стабилизатора можно рассчитать по формуле:

$$C_L = \frac{3EJ_x}{L^3}, \text{ Н/м} \quad (3.3.1.)$$

где J_x - осевой момент инерции сечения рычага, м^4 ;

$$\text{для двутавра: } J_x = \frac{a \cdot h^3}{12} + \frac{6}{12}(H^3 - h^3) \quad (2.3.2.)$$

E – модуль продольной упругости материала.

Для стали принимаем $E = 2,11 \cdot 10^{11} \text{ Па}$.

L – длина рычага, м.

$$J_x = \frac{2 \cdot 24^3}{12} + \frac{20}{12}(30^3 - 24^3) = 24,3 \text{ м}^4$$

Тогда жесткость рычага, приведенную к закрутке торсиона, можно рассчитать как

$$C_\phi = C_L \cdot L^2 = \frac{3EJ}{L}, \text{ Нм/рад} \quad (3.3.3.)$$

$$C_{\phi 1} = \frac{3 \cdot 2,11 \cdot 10^{11} \cdot 24,3}{0,229} = 6,71 \cdot 10^{13} \text{ Нм / рад}$$

Левый и правый рычаг стабилизатора представляет собой двутавр. Двутавр

обладает высокой прочностью и жесткостью. Так как рычаги стабилизатора абсолютно одинаковые производим расчет на жесткость для одного рычага. Отсюда следует что $C_{\phi 3} = 6.71 \cdot 10^{13} \text{ Нм/рад}$

3.2.3.2. Жёсткость торсиона на кручение

Жесткость торсиона на кручение рассчитывается по формуле

$$C_{\phi 2} = \frac{GJ_p}{a}, \text{ Нм/рад}, \quad (3.3.4.)$$

где G — модуль сдвига (модуль упругости второго рода). Для титана принимаем $G = 4,41 \cdot 10^{10} \text{ Па}$.

J_p — центробежный момент инерции сечения торсиона.

$$\text{для круга } J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \text{ м}^4 \quad (3.3.5.)$$

a — длина торсиона, м.

Жесткость титанового торсиона диаметром 17 мм на кручение составляет

$$C_{\phi 2} = \frac{4,41 \cdot 10^{10} \cdot \pi \cdot 0,017^4}{32 \cdot 1,08} = 335 \text{ Нм/рад} \quad (3.3.6.)$$

3.2.3.3. Жесткость стабилизатора на кручение

Жесткость стабилизатора на кручение рассчитывается по формуле:

$$C_{\phi} = \frac{C_{\phi 1} \cdot C_{\phi 2} \cdot C_{\phi 3}}{C_{\phi 1} \cdot C_{\phi 2} + C_{\phi 1} \cdot C_{\phi 3} + C_{\phi 2} \cdot C_{\phi 3}}, \text{ Нм/рад} \quad (3.3.7.)$$

Стабилизатор имеет жесткость 334 Нм/рад,

Для сравнения стабилизатор передней подвески автомобиля ВАЗ-2110 с диаметром торсиона 16 мм имеет расчетную жесткость 273 Нм/рад.

3.2.3.4. Силы на стойках привода стабилизатора и дополнительная угловая жесткость подвески

Расчет усилий на стойках привода стабилизатора проводим для двух вариантов нагружения — при полном разноименном ходе подвески (для оценки нагруженности стабилизатора) и при ходе подвески ± 30 мм (для оценки дополнительной угловой жесткости подвески). Так как рычаги стабилизатора симметричны усилия и дополнительная жесткость будут одинаковыми при крене кузова в левую и правую стороны, поэтому расчеты проводим в одну сторону.

$$\text{Момент закрутки стабилизатора } M_{\varphi} = C_{\varphi} \cdot \varphi_{\text{см}}, \quad (3.3.8.)$$

где $\varphi_{\text{см}}$ — угол закрутки стабилизатора по рычагам.

$$\text{Сила на стойке привода стабилизатора } P_{\varphi} = M_{\varphi} / l_{\varphi}, \quad (3.3.9.)$$

где l_{φ} — длина плеча стабилизатора.

$$\text{Сила на колесе } P_{\varphi k} = P_{\varphi} / i_{\text{см}}, \quad (3.3.10.)$$

где $i_{\text{см}}$ — передаточное число стойки привода стабилизатора.

Дополнительная жесткость подвески (на колесо)

$$C_{\kappa} = \frac{P_{\varphi k \text{лев}} + P_{\varphi k \text{прав}}}{2 \cdot h \cdot 9,81}, \text{ кГс/см}, \quad (3.3.11.)$$

где $h = 3$ см — ход подвески.

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.16.

Таблица 3.16 - Исходные данные и результаты расчётов

Расчетные параметры	Крен вправо	
	Полн.	ход ± 30
Угол закрутки стабилизатора, град	63,6	16,6
Момент закрутки Стабилизатора	368	93
Длина левого плеча стабилизатора, мм	100,0	174,0
Длина правого плеча стабилизатора, мм	154,6	173,5

Сила на левой стойке привода стабилиз., Н	3680	534,5
Сила на правой стойке привода стабилиз., Н	2380	536
Передаточное число лево стойки привода стабил.	1,27	1,18
Передаточное число право стойки привода стабил.	1,18	1,17
Сила на левом колесе, Н	2898	453
Сила на правом колесе, Н	2017	458,1
Дополнительная жесткость подвески, кГ/см		15,5

3.2.3.5. Показатели нагруженности стабилизатора

Максимальные касательные напряжения торсиона при разноименных ходах подвески. Расчет проводится по формуле:

$$\tau = \frac{M_{\max}}{W}, \text{ Па, где} \quad (3.2.12.)$$

$M_{\max}$ — максимальный момент закрутки торсиона, Нм ;

W — полярный момент сопротивления сечению, м³ ;

для круга $W = \frac{\pi d^3}{16}$

$$\tau = \frac{368}{9,64 \cdot 10^{-7}} = 382 \text{ МПа} = 38,9 \text{ кГ/см}^2 < [\tau] = 54,7 \text{ кГ/см}^2$$

3.2.3.6. Результаты и выводы

1) Расчетная дополнительная жесткость подвески от стабилизатора диаметром 17мм составляет 15,5 кГ/см (15,2 Н/мм).

2) Нагруженность стабилизатора поперечной устойчивости 38,9 кГ/см. Не превышает нагруженность стабилизатора ВА3-2110 (39,7 кГ/см²).

3.2.4. Расчёт угловой жёсткости подвески

Расположение оси крена автомобиля

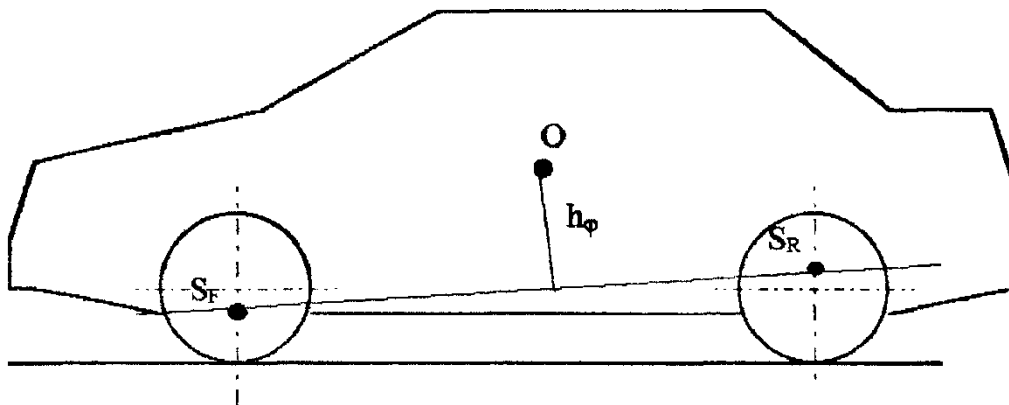


Рис. 3.3.1.

Здесь точка O - центр поддрессоренной массы.

Крен кузова автомобиля происходит относительно воображаемой линии, называемой осью крена, и соединяющей центры крена передней и задней подвесок. Центробежная сила (сила инерции) приложенная в точке O создаёт момент:

$$M = j_y \cdot m_n \cdot h_\phi \quad (3.4.1.)$$

где: m_n – поддрессоренная масса автомобиля, кг ;

j_y – боковое ускорение автомобиля, м/с^2 ;

h_ϕ – плечо крена (расстояние от точки O до оси крена).

Кроме того при смещении точки S и (или) точки O в сторону, возникает момент от силы тяжести поддрессоренной массы. Этот момент может быть вычислен по формуле:

$$M_2 = m_n \cdot g \cdot (h_\phi \cdot \phi + dy_s) \quad (3.4.2.)$$

Следует отметить, что величина h_ϕ также не является величиной постоянной, и зависит от угла крена ϕ .

Сумма моментов $M_1 + M_2$ (наружного и внутреннего) вызывает крен поддрессоренной массы, в результате которого подвески наружных колёс совершают ход сжатия, а подвески внутренних – ход отбоя. При этом усилия в упругих элементах создают реактивный момент, уравновешивающий сумму моментов $M_1 + M_2$. Уравнение установившегося крена можно записать как

$$j_y \cdot m_n \cdot h_\phi + m_n \cdot g \cdot (h_\phi \cdot \phi + dy_s) = \phi \cdot (C_{y12} + C_{y34}), \quad (3.4.3.)$$

где C_{y12} – угловая жесткость передней подвески, Нм/рад ;

C_{y34} – угловая жесткость задней подвески, Нм/рад.

Условие наименьшего кручения кузова обеспечивает такое распределение угловых жесткостей, что

$$(M_1 + M_2) / C_{y12} = (M_1 + M_2) / C_{y34} \quad (3.4.4.)$$

Угловая жёсткость задней подвески без стабилизатора, без учёта включения буферов сжатия, жёсткости верхней опоры может быть рассчитана как:

$$C_{y34} = 0,25 \cdot B^2 \cdot C_{n34} \quad (3.4.5.)$$

где: B – колея задних колес автомобиля, м;

C_{n34} – нормальная жёсткость задней подвески, Н/м;

$$C_{n34} = (C_{n_{лев}} + C_{n_{прав}}) / I^2, \quad (3.4.6.)$$

где: $C_{n_{сжат.}}$ – нормальная жёсткость правой (левой) задней подвески при ходе сжатия Н/м;

$C_{n_{отб.}}$ – нормальная жёсткость левой (правой) задней подвески при ходе отбоя Н/м;

I – передаточное отношение подвески.

На ходе сжатия жёсткость упругого элемента (с прогрессивной характеристикой) примерно равняется жёсткости пружины, т.к. в процессе сжатия подпружинник сжимается до соприкосновения витков, а дальше действует пружина. На ходе отбоя жёсткость упругого элемента равняется эквивалентной жёсткости пружины и подпружинника.

$$C_{отб.} = 29920,5 \text{ Н/м};$$

$$C_{сжатия} = 38259 \text{ Н/м.}$$

Нормальная жёсткость подвески:

$$C_{n34} = (29920,5 + 38259) / 1,1194 = 60907 \text{ Н/м};$$

Угловая жесткость подвески:

$$C_{y34} = 0,25 \cdot 1,48^2 \cdot 60907 = 33352,7 \text{ Нм/рад};$$

Угол крена подвески:

$$\varphi = m_n \cdot j_y / (C_{y34} - m_n \cdot g \cdot h_\varphi) \quad (3.4.7.)$$

$$\varphi = 1050 \cdot 4 / (33352,7 - 1050 \cdot 9,81 \cdot 0,422) = 0,145 \text{ рад} = 8^\circ 15'$$

$$\Delta C_{y34} = m_n \cdot j_y / \varphi + m_n \cdot g \cdot h_\varphi - C_{y34} \quad (3.4.8.)$$

$$\Delta C_{y_{34}} = 1050 \cdot 4 / 0,063 + 1050 \cdot 9,81 \cdot 0,422 - 33352,7 = 37660,8 \text{ Нм/рад}$$

Согласно расчету расчётная максимальная дополнительная жёсткость подвески от стабилизатора диаметром 17мм составляет 15,5 кГ/см = 15200 Н/м; дополнительная угловая жёсткость при этом достигает 8323,52 Нм/рад. Таким образом для обеспечения условия: $\varphi = 3^\circ 6'$ при $j_y = 4 \text{ м/с}$ необходимо добавить ещё $37660,8 - 8323,52 = 29337,28 \text{ Нм/рад}$.

В процессе проектировочных расчетов задней подвески были достигнуты основные цели данной бакалаврской работы, т.е. улучшенная управляемость и устойчивость автомобиля благодаря повышенной угловой жёсткости спроектированной подвески, низкое расположение центра её крена, применение упругих элементов с прогрессивной характеристикой, применение стабилизатора поперечной устойчивости.

4 Технологическая часть

4.1 Составление перечня сборочных работ

Название и определение деталей в порядке, диктованной технологической схемой общей части и под сборки и данных для нормоконтроля по необходимым видам сборочных работ сводим в таблицу 4.1. [21]

Таблица 4.1

№	Содержание основных и дополнительных переходов	Время, топ, минуты
1	2	3
1. Сборочная операция ступиц левых		
1	Вынуть из ящика деталь-ступицу заднюю и внимательно посмотреть с каждой стороны	0,15
2	Вставить деталь-ступицу в установку для сборки	0,27
3	Вынуть и внимательно посмотреть деталь-рычаг задний вместе с растяжкой	0,19
4	Вставить деталь-рычаг задний в установку для сборки	0,28
5	Вставить верхний конец установки в окно ступицы	0,56
6	задней	
7	Зажать деталь-рычаг	0,49
8	Наживать деталь-гайку для крепления детали-рычага заднего на ступицу, зафиксировав болты от прокручивания	
9	Вынуть и внимательно посмотреть деталь-рычаг стабилизатора в сборе	0,55
10	Вставить на рычаг стабилизатора приспособление	0,58
11	Зафиксировать рычаг	0,56
12	Закрутить гайку для крепления детали-рычага стабилизатора заднего на деталь-рычаг задний,	

Продолжение таблицы 4.1

13	зафиксировав болты от прокручивания Переместить деталь-ступицу с деталями-рычагами в сборе на основную сборку	0,31
	Итого:	4,49
2. Установка подвески задней на подрамнике-поперечине		
1	Вынуть и Вставить поперечину задней подвески на приспособление закрепив его	0,19
2	Вынуть деталь-ступицу с деталями-рычагами в сборе и внимательно посмотреть с каждой стороны	0,16 0,32
3	Вставить задний конец детали-рычагов задних подвески в держатели на поперечине-подрамнике, выставить по центру и насадить на них болты, шайбы пружинные и гайки	0,28
4	Вставить на деталь-рычаг специальное устройство Вынуть деталь-стабилизатор в сборе	0,25
5	Закрепить стабилизатор в сборе на рычаге детали-стабилизатора	0,22
6	Закрепить гайки для крепления детали-стабилизатора	0,35
7	Вынуть и внимательно посмотреть деталь-стойку подвески вместе с чашкой и пружиной в сборе	0,42
8	Закрепить деталь-стойку подвески при помощи болтов	0,28
9	Вставить правую деталь-ступицу колеса деталями-рычагами на подрамник-поперечину и сделать такие же действия как и с левой ступицей	1,69
10	Вытащить подвеску заднюю в собранном виде из	0,2
11	сборочной установки	
12	Переместить на конвейер для установки на автомобиль	0,15
	Итого:	4,51
	Всего Σt оп	9,00

4.2. Определение трудоемкости сборки задней подвески

$$t_{оп}^{ОБЩ} = \Sigma t_{оп} = 4.49 + 4.51 = 9.00 \text{ мин} \quad (3.1)$$

$$t_{шт}^{ОБЩ} = t_{оп}^{ОБЩ} + t_{оп}^{ОБЩ} \cdot (\alpha + \beta) \cdot 100 = 9.00 + 9.00 \cdot (2 + 4) \cdot 100 = 9.54 \text{ мин}, \quad (3.2)$$

где α – время на обслуживание. Принимаем $\alpha = 2\%$;

β – время для отдыха. Принимаем $\beta = 4\%$.

4.3. Определение типа производства

Принимаем крупносерийное производство.

Определяем такт выпуска автомобилей:

$$T_B = \frac{F_d \cdot 60 \text{ м}}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{45000} = 5,35 \text{ мин}, \quad (4.3)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену;

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объем выпуска автомобилей.

4.4. Составление маршрутной технологии

Технологический процесс по сборке задней подвески сводится в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ операции	Операция.	Содержание переходов	Приспособление, оборудование,	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
1. Сборочная операция ступиц левых				
005	Сборочная операция ступиц левых	Вынуть из ящика деталь-ступицу заднюю и внимательно посмотреть с каждой стороны Вставить деталь-ступицу в	Пневмо-гайковерты Набор-ключей Блок для настройки	

Продолжение таблицы 4.2

		технологическое приспособление Зафиксировать рычаг Закрутить гайку для крепления детали-рычага стабилизатора заднего на деталь-рычаг задний, зафиксировав болты от прокручивания Переместить деталь- ступицу с деталями- рычагами в сборе на основную сборку		
2. Монтаж задней подвески на подрамнике-поперечине				
010	Монтаж задней подвески на подрамнике-поперечине	Вытянуть и слелать вставку на поперечину задней подвески на приспособление закрепив его Вынуть деталь-ступицу с деталями-рычагами в сборе и внимательно посмотреть с каждой стороны Вставить задний конец детали-рычагов задних подвески в держатели на поперечине-подрамнике, выставить по центру и насадить на них болты, шайбы пружинные и гайки Вставить на деталь-рычаг	Установка для	задней

Продолжение таблицы 4.2

		подвески вместе с чашкой и пружиной в сборе Закрепить деталь-стойку подвески при помощи болтов Вставить правую деталь-ступицу колеса деталями-рычагами на подрамник-поперечину и сделать такие же действия как и с левой ступицей Вытащить подвеску заднюю в собранном виде из сборочной установки Переместить на конвейер для установки на автомобиль		
--	--	---	--	--

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций

Основные операции бакалаврской работы включают:

выполнение чертежей, расчёты и составление пояснительной записки. Эти операции осуществляются на компьютерах на основе Intel-80486 или Pentium. Кроме техники они требуют различного программного обеспечения, соответствующих знаний, а также дополнительного (по сравнению с выполнением бакалаврской работы вручную) времени на ввод информации и вывод результатов на печать. Для вывода на печать существуют специальные устройства, с которыми очень часто приходится иметь дело (принтеры, плоттеры). Большая же часть работы выполнена на компьютерах машинного зала УПА НТЦ. [7]

Рабочее место находится в машинном зале УПА НТЦ. Это помещение площадью 6x10 м² и высотой 4м, в котором расположены видеодисплейные терминалы и персональные вычислительные машины (далее - ВДТ и ПЭВМ) в количестве 8 комплектов. Помимо этого в помещении расположены устройства для вывода на печать и серверы.

5.2. Опасные и вредные производственные факторы

Основными опасными и вредными производственными факторами при работе с ВДТ и ПЭВМ являются: повышенный уровень статического электричества; повышенное напряжение в электроцепи; электромагнитные излучения; ионизация окружающего воздуха. Источниками шума и вибраций являются: устройства, выводящие на печать (принтер, плоттер), системные блоки, клавиатура. Источниками повышенного уровня статического электричества, электромагнитных излучений, ионизации окружающего воздуха являются, в основном, дисплеи, а также системные блоки, серверы. [8]

Опасные и вредные производственные факторы указаны в таблице 4.1, с указанием видов работ или оборудования, при работе на котором он встречается.

Напряжение питания ВДТ и ПЭВМ (220 В) при несоблюдении мер безопасности представляет собой серьёзную опасность для здоровья и жизни людей.

Машинный зал по пожарной опасности относится к категории Д – это производства, в которых обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии (цеха холодной обработки материалов и т.д.).

Таблица 5.1 – Опасные и вредные производственные факторы

Название фактора опасного на производстве	Стадии работ, техническое оснащение с использованием которого попадают опасные факторы производства
Статическое электричество	Образуется при работе на ЭВМ, плоттеров, принтеров, а также от работы системных блоков и серверов.
Высокое напряжение в электроцепи.	Подключение электроприборов.
Электромагнитные излучения.	Возникают в результате работы ПЭВМ и ВДТ, а также от работы системных блоков и серверов.
Ионизация окружающего воздуха.	Возникают в результате работы ПЭВМ и ВДТ, а также от работы системных блоков и серверов.
Монотонность труда	Возникают в результате работы на ПЭВМ.
Перенапряжение анализаторов (зрительных)	Возникают в результате работы на ПЭВМ.
Статическая нагрузка	Возникают в результате работы на ПЭВМ из-за длительного сидячего положения.

5.3 Воздействие производственного фактора на организм работающих

Высокое напряжение в электроцепи приводит к тому, что в случае контакта человека с электрическим током сильно поражается человек.

Ионизация окружающего воздуха приводит к чувству усталости, может наблюдаться тошнота.

Монотонность труда приводит к быстрой утомляемости человека, способствует снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы, снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

Перенапряжение анализаторов в нашем случае зрения. Высокая долговременная нагрузка на зрительные анализаторы приводит к постепенному снижению зрения, появлению близорукости и дальнозоркости, астигматизму глаза.

Статическая нагрузка приводит к ухудшению кровообращения, а также появляется раздражительность и утомляемость.

5.4. Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчётами[13]

Для снижения и предотвращения воздействия ОВПФ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и выполнять санитарно гигиенические нормы. Для снижения утомляемости, повышения производительности и качества работ выполняются следующие требования и проводятся мероприятия при работе с ВДТ и ПЭВМ

5.4.1. Требования к ВДТ и ПЭВМ

Все ВДТ имеют гигиенический сертификат, включающий в том числе оценку визуальных параметров.

Звукоизоляция ограждающих конструкций помещения с ВДТ и ПЭВМ отвечает гигиеническим требованиям и обеспечивает нормируемые параметры шума согласно требованиям раздела 6 Санитарных правил.

Помещение с ВДТ и ПЭВМ оборудовано системами отопления, кондиционирования воздуха и эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Для внутренней отделки интерьера помещения с ВДТ и ПЭВМ используются диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7-0,8; для стен - 0,5-0,6; для пола - 0,3-0,5.

Полимерные материалы, используемые для внутренней отделки интерьера помещения с ВДТ и ПЭВМ, разрешены для применения органами и учреждениями Государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Поверхность пола в помещении эксплуатации ВДТ и ПЭВМ является ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладает антистатическими свойствами.

5.4.3. Мероприятия по обеспечению параметров микроклимата, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе помещений эксплуатации ВДТ и ПЭВМ

В помещении машинного зала работа на ВДТ и ПЭВМ является основной, поэтому обеспечиваются оптимальные параметры микроклимата

Для повышения влажности воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ 2 раза в смену проводится влажная уборка полов.

Помещение с ВДТ и ПЭВМ перед началом и каждые 2 часа работы, проветривается, что обеспечивает улучшение качественного состава воздуха, в том числе и аэроионный режим.

5.4.4. Требования и мероприятия по шуму и вибрации

При выполнении основной работы на ВДТ и ПЭВМ в зале вычислительной техники уровень шума на рабочем месте не превышает 50 дБА.

Шумящее оборудование (АЦПУ, принтеры), уровни шума которого превышает нормированные, находится вне помещения с ВДТ и ПЭВМ.

Оборудование, являющееся источником вибраций, изолировать с помощью резиновых ковриков.

5.4.5. Требования и мероприятия по освещению помещений и рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ

Ограничена отражённая блёсткость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ВДТ и ПЭВМ не превышает 40 кд/кв.м и яркость потолка, при применении системы отражённого освещения, не превышает 200 кд/кв.м

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно лампы типа ЛБ. При устройстве отражённого освещения в производственном помещении применяется использование металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт.

Общее освещение выполнено в виде прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя.

Для обеспечения нормируемых значений освещённости в помещении использования ВДТ и ПЭВМ проводят чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и своевременную замену перегоревших ламп.

5.4.6. Мероприятия по организации и оборудованию рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) выполнена полумягкой, с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим лёгкую очистку от загрязнений.

Экран видеомонитора находится от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не менее 500 мм с учётом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Высота рабочей поверхности стола составляет 750мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

- стационарные или съёмные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50...70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 +- 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

5.4.7. Мероприятия по организации режима работы с ВДТ и ПЭВМ

Для предупреждения развития переутомления обязательными мероприятиями являются:

- проведение упражнений для глаз через каждые 20-25 минут работы за ВДТ и ПЭВМ ;
- устройство перерывов после каждого академического часа занятий, независимо от учебного процесса, длительностью не менее 15 минут;
- проведение во время перерывов сквозного проветривания помещений с ВДТ и ПЭВМ с обязательным выходом студентов из него;

- проведение упражнений физкультминутки в течение 1-2 минут для снятия локального утомления, которые должны выполняться индивидуально при появлении начальных признаков усталости;

замена комплексов упражнений один раз в 2-3 недели.

5.4.8. Требования к организации медицинского обслуживания пользователей ВДТ и ПЭВМ

К непосредственной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются лица не имеющие медицинских противопоказаний.

Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с ВДТ и ПЭВМ, не допускаются.

5.5. Экологическая экспертиза машинного зала

Машинный зал - место большого скопления оргтехники, оборудования, создающего электромагнитные излучения, аэроионизацию, появление статических зарядов, шумов, вибраций. Такое воздействие ухудшает самочувствие работающего и снижает производительность труда, приводит к ухудшению памяти.

Методы борьбы с перечисленными опасными и вредными производственными факторами включают в себя комплекс мероприятий. В него входят;

- применение защитных экранов, фильтров
- строгое регламентирование времени работы с ВДТ и ПЭВМ
- предлагается установить системы кондиционирования на рабочих местах

5.6. Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

При несчастном случае немедленно сообщить администрации, находящемуся вблизи инженеру и обратиться в медпункт.

Заметив нарушение инструкции другими рабочими или опасность для окружающих, не оставаться безучастным, предупредить рабочего и сообщить мастеру о необходимости соблюдения требований, обеспечивающих безопасность работы.

5.7. Мероприятия по пожарной безопасности

Машинный зал относится к помещениям категории Д, по степени пожаро-взрывоопасности производство является пожароопасное.

В случае пожара применять следующие средства: огнетушители углекислотные ОУ-2. На каждые 100 м² пола производственных помещений требуется 2 огнетушителя.

5.8 Выводы

Стандартные положения по охране труда в приложении Б

6 Экономическая эффективность проекта

В данной бакалаврской работе рассматривается легковой переднеприводный автомобиль 2-го класса ВАЗ-2170.

Характеристика базового узла

За базовый узел принята задняя подвеска автомобиля ВАЗ-2170, подвеска со связанными рычагами (торсионно – рычажная подвеска). Продольные трубчатые рычаги приварены к U - образному соединителю через усилители рычагов и образуют вместе с соединителем единую балку, шарнирно подвешенную через кронштейны к кузову.

Недостатки:

1) Главный недостаток базового узла для применения на спортивном автомобиле в том, что жесткостные характеристики подвески, влияющие на управляемость и устойчивость автомобиля, нельзя изменить в процессе эксплуатации.

2) С базовой подвеской невозможно сделать ни полноприводный автомобиль, ни заднеприводный.

3) Подвеска полузависима, вследствие чего изменение положения одного из колёс отражается на положении другого, вследствие чего кузов автомобиля и детали той же подвески подвергаются воздействию вибраций.

4) Невозможность размещения в малом объёме.

5) Большая масса.

В проектируемой подвеске применены упругие элементы с прогрессивной характеристикой упругости благодаря чему подвеска работает по нелинейной зависимости что позволяет подвеске более полно гасить колебания передаваемые от неровностей дорожного покрытия колесами на кузов и на все агрегаты и узлы автомобиля

Факторы экономии (удорожания) в производстве

Факторы удорожания:

1. наличие дополнительных узлов и деталей, отсутствующих в базовой модели;
2. применение более дорогих материалов;

Факторы экономии:

используется сравнительное меньшее количество материала.

Целью данной бакалаврской работы является повышение ресурса автомобиля, а также повышение долговечности автомобиля ориентировочно на 35% при работе в экстремальных условиях (условиях перегрузок).

6.1 Расчет себестоимости проектной конструкции подвески.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчет себестоимости изделия

Название показателя	Обозн-е	Е.изме р.	Знач-е
Год-я прогр. вып-а изд.	V _{г.}	Шт.	45000,0
Страх-е внесения в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.	%	30,0
Коэфф-т общезаводских расходов.	Еозав.	%	215,0
Коэфф-т комм-х (внепроизв-ых) расх-в	Ек.	%	5,0
Коэфф. расх. на содерж-е и	Еоб.	%	194,0
Коэфф-ы трансп. - загот-ых расх-в	Кт.зр.	%	1,450
Коэфф-т цех-х расх-в	Ецх	%	183,0
Коэфф-т расх-в на инст-т и осн-ку	Еинс.	%	3,0
Коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й	Крнт.	%	30,0
Коэфф-т допл. или выпл. не связ-х с раб-й на произв-ве	Квп.	%	12,0
Коэфф-т прем. и допл. за раб. на произв-ве	Кпрм.	%	23,0
Коэфф-т возвр-х отх.	Квт	%	1,0
Час-я тарифн. став 4-го разр.	Ср4	руб.	72,240
Час-я тарифн. став. 6-го разр.	Ср6	руб.	93,81,
Коэфф-т капиталообр. инвест-й	Ки	%	8,30

Расходы "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} - \frac{K_{em}}{100} \right)$$

где C_m – опт-я цена мат-ла i-го вида,руб.;

Q_m – норм. расхс мат-ла i-го вида,кг.,м.;

$K_{т.зр}$ – коэфф-т трансп.-загот-ых расх-в,%;

$K_{вт}$ – коэфф-т возвр-х отх.,%;

Таблица 6.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Металлопрокат	тонн	36355	0,002	72,71
Дробь ДСЛ-8	тонн	8941,18	0,0082	73,32
Эмаль П-ЭП-45	тонн	131000	0,0002	26,2
Итого материалов:				172,23
Электроэнергия	Квт.ч	2,582	1,78	4,60
Газ	м3	1,177	0,238	0,28
Итого:				177,10
Кт.зр		1,45		2,57
Квт		1		1,77
Всего				181,44

$M := 181.44$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} \right)$$

где C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i-го

вида,руб.; n_i - количество покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида,шт.;

Таблица 6.3 - Расчет затрат на покупные изделия

Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Пружина бочкообразная	1118	2	2236,00
Нижняя изолирующая прокладка пружины подвески	11,86	2	23,72
Верхняя изолирующая прокладка пружины	27	2	54,00
Буфер хода сжатия	243	2	
Болт крепления верхней продольной штанги	15	4	60,00
Итого			2373,72
Ктз		1,45	34,42
Всего			2408,14

Пи := 2408.14

Расходы "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{п.р.}}{100} \right)$$

где Z_T - тарифная заработная плата,руб.,которая рассчитывается по формуле:

$$Z_T := C_{p.i} \cdot T_i$$

где $C_{p.i}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

T_i - трудоёмкость выполнения операции,час.;

$K_{п.р.}$ - коэфф-т премий и доплат, связанных с работой на производстве,%.

Таблица 6.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Сборка стойки телескопической	4	0,11	72,24	7,95
Сборка продольной тяги	4	0,11	72,24	7,95
Контрольно-испытательная	6	0,08	93,81	7,50
Итого				23,40
Премияльные доплаты			23	5,38
Основная з/п				28,78

$Z_o := 28.78$

Расходы "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$K_{\text{ВП}} := 0.12$$

$$З_{\text{дп}} := З_0 \cdot K_{\text{ВП}}$$

$$З_{\text{дп}} = 28.78 \cdot 0.12 = 3.45$$

где $K_{\text{ВП}}$ – коэфф-т доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$E_{\text{с.н}} := 0.30$$

$$C_{\text{с.н}} := (З_0 + З_{\text{дп}}) \cdot E_{\text{сц.н}}$$

$$C_{\text{с.н}} = (28.78 + 3.45) \cdot 0.30 = 9.67$$

где $E_{\text{сц.н}}$ - коэфф-т отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

Расходы "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$E_{\text{об}} := 1.94$$

$$C_{\text{с.об}} := З_0 \cdot E_{\text{обор}}$$

$$C_{\text{с.об}} = 28.78 \cdot 1.94 = 55.83$$

где $E_{\text{об}}$ - коэфф-т расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{цх}} := 1.83$$

$$C_{\text{цх}} := З_0 \cdot E_{\text{цх}}$$

$$C_{\text{цх}} = 28.78 \cdot 1.83 = 52.67$$

где $E_{\text{цх}}$ - коэфф-т цеховых расходов, %;

Расходы "Расходы на инструмент и оснастку" выполняется по формуле:

$$E_{\text{инс}} := 0.03$$

$$C_{\text{инс}} := Z_o \cdot E_{\text{инстр}}$$

$$C_{\text{инс}} = 28.78 \cdot 0.03 = 0.86$$

где $E_{\text{инс}}$ - коэфф-т расходов на инструмент и оснастку, %;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цх.с.с.}} := M + \Pi + Z_o + C_{\text{сц.н}} + Z_{\text{дп}} + C_{\text{с.об}} + C_{\text{цх}} + C_{\text{инс}}$$

$$C_{\text{цх.с.с.}} = 181.44 + 2408.14 + 28.78 + 9.67 + 3.45 + 55.83 + 52.67 + 0.86 = 2740.85$$

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{о.зав}} := 2.15$$

$$C_{\text{о.зав}} := Z_o \cdot E_{\text{о.зав}}$$

$$C_{\text{о.зав}} = 28.78 \cdot 2.15 = 61.88$$

где $E_{\text{о.зав}}$ - коэфф-т общезаводских расходов, %;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} := C_{\text{о.зав}} + C_{\text{цх.с.с.}}$$

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} = 61.88 + 2740.85 = 2802.72$$

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{к}} := 0.05$$

$$C_{\text{к}} := C_{\text{о.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{к}}$$

$$C_{\text{к}} = 2802.72 \cdot 0.05 = 140.14$$

где E_k - коэфф-т коммерческих расходов,%;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{п.пр.} := C_{о.зав.с.с.} + C_k$$

$$C_{п.пр.} = 2802.72 + 140.14 = 2942.86$$

Расчет отпускной цены для проектируемого узла выполняется по формуле:

$$K_{рнт} := 0.3 \quad C_{п.б.} := 2420.38$$

$$C_{от.пр.} := C_{п.б.} \cdot (1 + K_{рнт}) \quad C_{о.пр.} = 3146.49$$

где $K_{рнт}$ - коэфф-т рентабельности и плановых накоплений равный 30%;

Таблица 6.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.

Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(база)	Затр.на ед.изд.(проект)
Стоим-ть осн-х мат-в	М	171,40	181,44
Стоим-ть компл-х изд-й	Пи	1950,20	2408,14
Осн.зар.п. пр.раб.	Зо	24,78	28,78
Доп.зар.плата пр.раб.	Зд	2,97	3,45
Страх-е взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.н.	8,33	9,67
Расх. на содерж.и экспл-ю оборуд-я	Сс.обор	48,07	55,83
Цех. Расх-ы	Сцх	45,35	52,67
Расх-ы на инстр. и осн-ку	Синс	0,74	0,86
Цех-ая себест-ть	Сц.с.с.	2251,84	2740,85
Общезав-ие расх.	Со.зав	53,28	61,88
Общезав-ая себест-ть	Со.зав.с.с.	2305,12	2802,72
Коммер-ие расх-ы	Ск	115,26	140,14
Полн. Себест-ть	Спол	2420,38	2942,86
Отп-ая ц.	Цот	3146,49	3825,72

6.2. Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$Зперуд := M + \Pi + Z_o + Z_{дп} + C_{сц.н}$$

$$Зперуд := 181.44 + 2408.14 + 28.78 + 3.45 + 9.67 = 2631.48$$

на годовую программу выпуска

$$\text{изделия: } Зпер := Зперуд \cdot V_{г} \quad V_{г} := 45000$$

$$Зпер := 2631.48 \cdot 45000 = 118416765.6$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$НА := 13$$

$$Ам.у := \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot НА}{100}$$

$$Ам.уд. = ((55.83 + 0.86) \cdot 13) / 100 = 7.37$$

здесь $Н_A$ - доля амортизационных отчислений, %;

$$Зпосуд := \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot (100 - НА)}{100} + C_{цх} + C_{о.зав} + C_K + Ам.у$$

$$Зпосуд = ((55.83 + 0.86) \cdot (100 - 13)) / 100 + 52.67 + 61.88 + 140.14 + 7.37 = 311.38$$

на годовую программу выпуска:

$$Зпос := Зпосуд \cdot V_{Г}$$

$$Зпос = 311.38 \cdot 45000 = 14011975.53$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{пол.г.} := C_{пол.пр.} \cdot V_{Г}$$

$$C_{пол.г.} = 2942.86 \cdot 45000 = 132428741.13$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр := Ц_{от.пр.} \cdot V_{Г}$$

$$Выр = 3146.49 \cdot 45000 = 141592230$$

Расчет маржинального дохода:

$$Дмрж := Выр - Зпер$$

$$\text{Дмрж} = 141592230 - 118416765.6 = 23175464.4$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{\text{крт}} := \frac{Z_{\text{пос}}}{\text{Цот.пр.} - Z_{\text{перуд}}}$$

$$A_{\text{крт}} = 14011975.53 / (3146.49 - 2631.48) = 27207.17 \sim 27210$$

График точки безубыточности

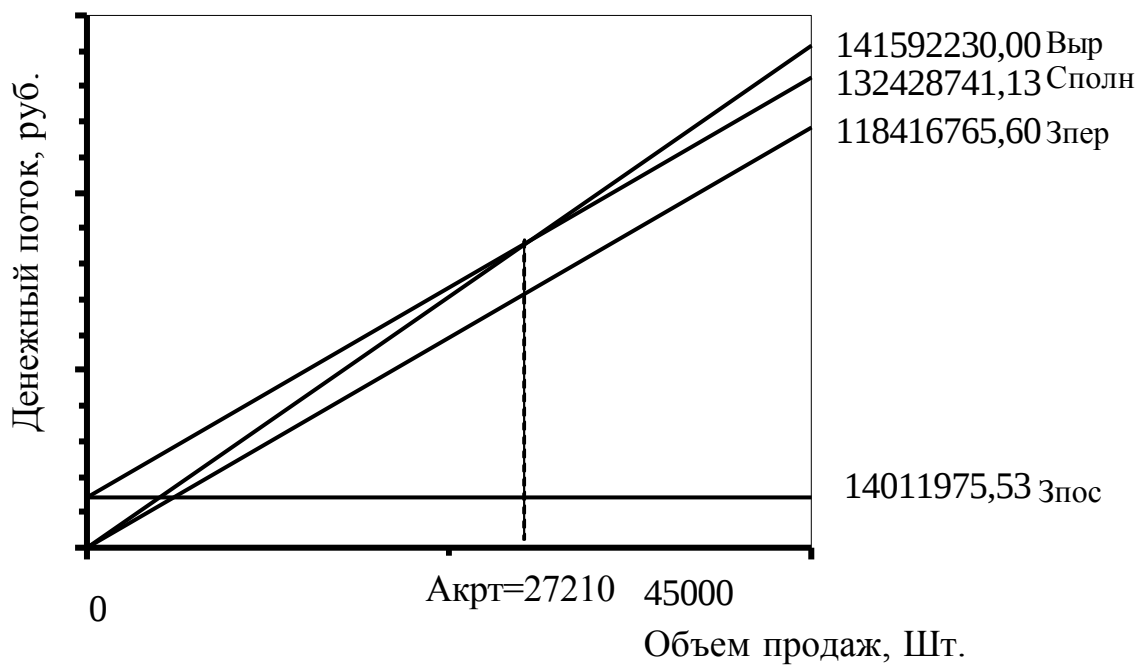


Рисунок 6.1 – График точки безубыточности

6.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$V_{\Gamma} := 45000$$

$$A_{\text{крт}} := 27210$$

$$V_{\text{МК}} := V_{\Gamma}$$

$$n := 6$$

$$\Delta := \frac{V_{\text{МК}} - A_{\text{крт}}}{n - 1} \quad \Delta = 3558$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{\text{от}} := Ц_{\text{от.пр.}}$$

$$Ц_{\text{от}} = 3146.49$$

$$V_{\text{пр1}} := A_{\text{крт}} + \Delta$$

$$V_{\text{пр1}} := 27210 + 3558 = 30768$$

$$V_{\text{пр2}} := A_{\text{крт}} + 2\Delta$$

$$V_{\text{пр2}} = 34326$$

$$V_{\text{пр3}} := A_{\text{крт}} + 3\Delta$$

$$V_{\text{пр3}} = 37884$$

$$V_{\text{пр4}} := A_{\text{крт}} + 4\Delta$$

$$V_{\text{пр4}} = 41442$$

$$V_{\text{пр5}} := A_{\text{крт}} + 5\Delta$$

$$V_{\text{пр5}} = 45000$$

Выр по годам:

$$\text{Выр}_1 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Выр}_1 := 3146.49 \cdot 30768 = 96811327.39$$

$$\text{Выр}_2 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Выр}_3 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_3 \quad \text{Выр}_2 = 108006553.04$$

$$\text{Выр}_4 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_4 \quad \text{Выр}_3 = 119201778.70$$

$$\text{Выр}_5 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_5 \quad \text{Выр}_4 = 130397004.35$$

$$\text{Выр}_5 = 141592230.00$$

Переменные затраты по годам(определяется для базового и проектного вариантов.

для базового варианта:

$$\text{М} := 171.40 \quad \text{Пи} := 1950.20 \quad \text{Зо} := 24.78$$

$$\text{Здп} := 2.97 \quad \text{C}_{\text{сц}} := 8.33$$

$$\text{Зперудб} := \text{М} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{C}_{\text{сц}} \quad \text{Зперудб} = 2157.68$$

$$\text{Зперб1} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Зперб1} := 2157.68 \cdot 30768 = 66387498.24$$

$$\text{Зперб2} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_2 \quad \text{Зперб2} = 74064523.68$$

$$\text{Зперб3} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_3 \quad \text{Зперб3} = 81741549.12$$

$$\text{Зперб4} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_4 \quad \text{Зперб4} = 89418574.56$$

$$\text{Зперб5} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_5 \quad \text{Зперб5} = 97095600.00$$

для проектного варианта:

$$Зперудпр := Зперуд$$

$$Зперудпр = 2631.48$$

$$Зперпр1 := Зперудпр \cdot V_{пр1}$$

$$Зперпр1 := 2631.48 \cdot 30768 = 80965489.87$$

$$Зперпр2 := Зперудпр \cdot V_{пр2}$$

$$Зперпр2 = 90328308.80$$

$$Зперпр3 := Зперудпр \cdot V_{пр3}$$

$$Зперпр3 = 99691127.73$$

$$Зперпр4 := Зперудпр \cdot V_{пр4}$$

$$Зперпр4 = 109053946.67$$

$$Зперпр5 := Зперудпр \cdot V_{пр5}$$

$$Зперпр5 = 118416765.60$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} := 48.07$$

$$C_{цх.} := 45.35$$

$$C_{инс.} := 0.74$$

$$C_{об.зав.} := 53.28$$

$$C_{к.} := 115.26$$

$$Зпосудб := C_{с.обор.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.}$$

$$Зпосудб = 262.7$$

$$Зпосб := Зпосудб \cdot V_{Г}$$

$$Зпосб := 262.7 \cdot 45000 = 11821500$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зпоспр := Зпос$$

$$Зпоспр = 14011975.53$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 7.37$$

$$A_{м.} := A_{м.у} \cdot V_{Г}$$

$$A_{м.} := 7.37 \cdot 45000 = 331675.11$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$З_{полпр1} := З_{поспр} + З_{перпр1}$$

$$З_{полпр1} := 14011975.53 + 80965489.87 = 94977465.4$$

$$З_{полпр2} := З_{поспр} + З_{перпр2}$$

$$З_{полпр2} = 104340284.33$$

$$З_{полпр3} := З_{поспр} + З_{перпр3}$$

$$З_{полпр3} = 113703103.26$$

$$З_{полпр4} := З_{поспр} + З_{перпр4}$$

$$З_{полпр4} = 123065922.2$$

$$З_{полпр5} := З_{поспр} + З_{перпр5}$$

$$З_{полпр5} = 132428741.13$$

для базового варианта:

$$З_{полб1} := З_{посб} + З_{перб1}$$

$$З_{полб1} := 11821500 + 66387498.24 = 78208998.24$$

$$З_{полб2} := З_{посб} + З_{перб2}$$

$$З_{полб2} = 85886023.68$$

$$З_{полб3} := З_{посб} + З_{перб3}$$

$$З_{полб3} = 93563049.12$$

$$З_{полб4} := З_{посб} + З_{перб4}$$

$$З_{полб4} = 101240074.56$$

$$Зполб5 := Зпосб + Зперб5$$

$$Зполб5 = 108917100$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$Проб_{.пр.1} := Выр_1 - Зполпр1$$

$$Проб_{.пр.1} := 96811327.39 - 94977465.4 = 1833862$$

$$Проб_{.пр.2} := Выр_2 - Зполпр2$$

$$Проб_{.пр.2} = 3666268.71$$

$$Проб_{.пр.3} := Выр_3 - Зполпр3$$

$$Проб_{.пр.3} = 5498675.43$$

$$Проб_{.пр.4} := Выр_4 - Зполпр4$$

$$Проб_{.пр.4} = 7331082.15$$

$$Проб_{.пр.5} := Выр_5 - Зполпр5$$

$$Проб_{.пр.5} = 9163488.87$$

для базового варианта:

$$Проб_{.б.1} := Выр_1 - Зполб1$$

$$Проб_{.б.1} := 96811327.39 - 78208998.24 = 18602329.15$$

$$Проб_{.б.2} := Выр_2 - Зполб2$$

$$Проб_{.б.2} = 22120529.36$$

$$Проб_{.б.3} := Выр_3 - Зполб3$$

$$Проб_{.б.3} = 25638729.58$$

$$Проб_{.б.4} := Выр_4 - Зполб4$$

$$Проб_{.б.4} = 29156929.79$$

$$Проб_{.б.5} := Выр_5 - Зполб5$$

$$Проб_{.б.5} = 32675130$$

Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам.

для проектного варианта:

$$Н_{п1} := Проб_{.пр.1} \cdot 0.20$$

$$Н_{п1} := 1833862 \cdot 0.20 = 366772.4$$

$$Н_{п2} := Проб_{.пр.2} \cdot 0.20$$

$$Н_{п2} = 733253.74$$

$$Н_{п3} := Проб_{.пр.3} \cdot 0.20$$

$$Н_{п3} = 1099735.09$$

$$Н_{п4} := Проб_{.пр.4} \cdot 0.20$$

$$Н_{п4} = 1466216.43$$

$$Н_{п5} := Проб_{.пр.5} \cdot 0.20$$

$$Н_{п5} = 1832697.77$$

для базового варианта:

$$Н_1 := Проб_{.б.1} \cdot 0.20$$

$$Н_1 := 18602329.15 \cdot 0.20 = 3720465.83$$

$$Н_2 := Проб_{.б.2} \cdot 0.20$$

$$Н_2 = 4424105.87$$

$$Н_3 := Проб_{.б.3} \cdot 0.20$$

$$Н_3 = 5127745.92$$

$$Н_4 := Проб_{.б.4} \cdot 0.20$$

$$Н_4 = 5831385.96$$

$$Н_5 := Проб_{.б.5} \cdot 0.20$$

$$Н_5 = 6535026$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := \text{Проб}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := 1833862 - 366772.4 = 1467089.6$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} := \text{Проб}_{\text{пр.2}} - \text{Нп2}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = 2933014.97$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} := \text{Проб}_{\text{пр.3}} - \text{Нп3}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = 4398940.35$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} := \text{Проб}_{\text{пр.4}} - \text{Нп4}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = 5864865.72$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} := \text{Проб}_{\text{пр.5}} - \text{Нп5}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = 7330791.1$$

для базового варианта:

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := \text{Проб}_{\text{б.1}} - \text{Н1}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := 18602329.15 - 3720465.83 = 14881863.32$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} := \text{Проб}_{\text{б.2}} - \text{Н2}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = 17696423.49$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} := \text{Проб}_{\text{б.3}} - \text{Н3}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = 20510983.66$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} := \text{Проб}_{\text{б.4}} - \text{Н4}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = 23325543.83$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} := \text{Проб}_{\text{б.5}} - \text{Н5}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = 26140104$$

Расчет общественного эффекта.

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\text{Цот}_{\text{б}} = 3146.49 \quad \text{Д1} := 220000 \quad \text{Д2} := 300000$$

$$\text{Про.д.} := \text{Цот}_{\text{б}} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \text{Цот}_{\text{пр.}}$$

$$\text{Про.д.} := 3146.49 \cdot \frac{300000}{220000} - 3146.49 = 1144.18$$

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(циклы)

Д2 - долговечность новой конструкции,(циклы)

Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:

$$\text{Ч1} := \text{Прч}_{\text{пр.1}} - \text{Прч}_{\text{б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр1}})$$

$$\text{Ч1} := 1467089.6 - 14881863.32 + 331675.11 + (1144.18 \cdot 30768) = 22121020.44$$

$$\text{Ч2} := \text{Прч}_{\text{пр.2}} - \text{Прч}_{\text{б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр2}}) \quad \text{Ч2} = 24843376.79$$

$$\text{Ч3} := \text{Прч}_{\text{пр.3}} - \text{Прч}_{\text{б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр3}}) \quad \text{Ч3} = 27565733.14$$

$$\text{Ч4} := \text{Прч}_{\text{пр.4}} - \text{Прч}_{\text{б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр4}}) \quad \text{Ч4} = 30288089.49$$

$$\text{Ч5} := \text{Прч}_{\text{пр.5}} - \text{Прч}_{\text{б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр5}}) \quad \text{Ч5} = 33010445.84$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{CT} := 10$$

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{CTi})^t}$$

где E_{CTi} - процентная ставка на капитал;

t - год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 := 0.909 \quad \alpha_2 := 0.826 \quad \alpha_3 := 0.753 \quad \alpha_4 := 0.683 \quad \alpha_5 := 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$\text{ДСП1} := Ч1 \cdot \alpha_1$$

$$\text{ДСП1} := 22121020.44 \cdot 0.909 = 20108007.58$$

$$\text{ДСП2} := Ч2 \cdot \alpha_2$$

$$\text{ДСП2} = 20520629.23$$

$$\text{ДСП3} := Ч3 \cdot \alpha_3$$

$$\text{ДСП3} = 20756997.05$$

$$\text{ДСП4} := Ч4 \cdot \alpha_4$$

$$\text{ДСП4} = 20686765.12$$

$$\text{ДСП5} := Ч5 \cdot \alpha_5$$

$$\text{ДСП5} = 20499486.87$$

Суммарный ДСП за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ДСП} := \text{ДСП1} + \text{ДСП2} + \text{ДСП3} + \text{ДСП4} + \text{ДСП5}$$

$$\Sigma \text{ДСП} = 102571885.85$$

Суммарный ДСП за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} := З_{\text{полпр1}} + З_{\text{полпр2}} + З_{\text{полпр3}} + З_{\text{полпр4}} + З_{\text{полпр5}}$$

$$K_{\text{и.}} := 0.083$$

$$I := K_{\text{и.}} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}}$$

$$I = 47186787.85$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧД} := \Sigma \text{ДСП} - I$$

$$\text{ЧД} = 55385097.99$$

Индекс доходности.

$$\text{ID} := \frac{\text{ЧД}}{I}$$

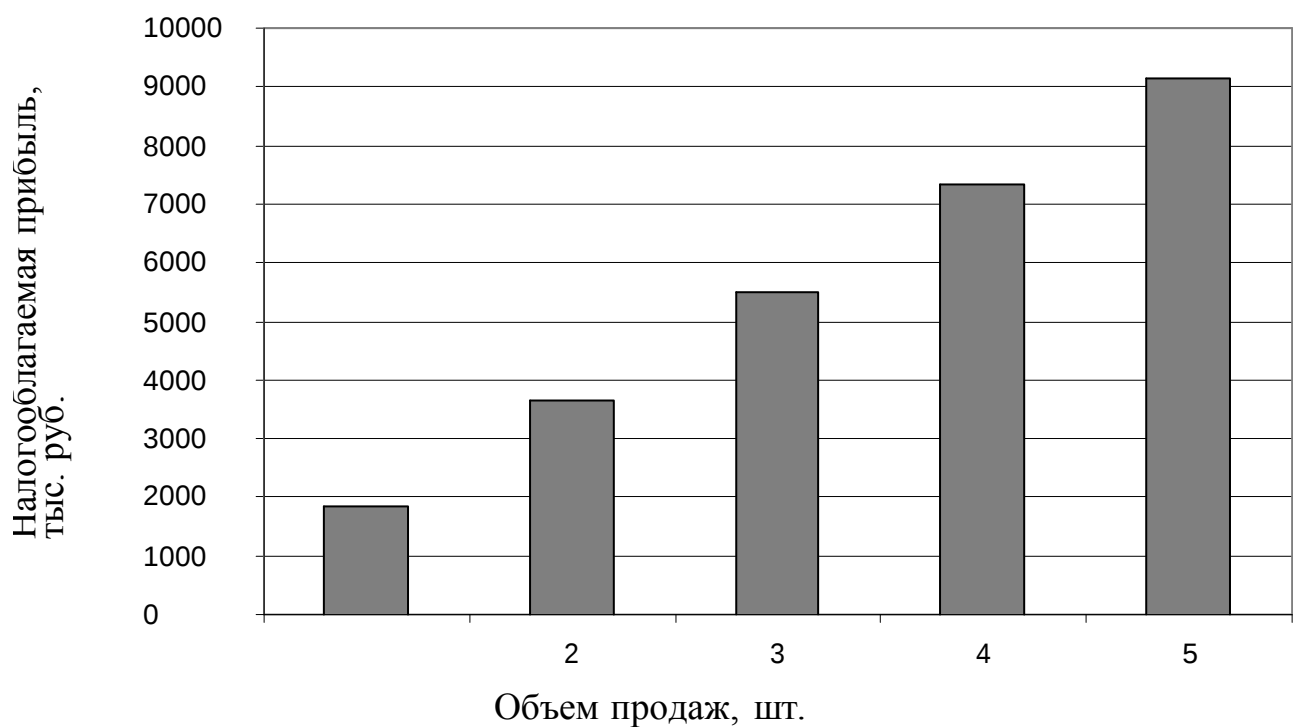
$$\text{ID} = 1.17$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Ток} := \frac{I}{\text{ЧД}}$$

$$\text{Ток} = 0.85$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.



6.4 Выводы и рекомендации.

В представленном экономическом разделе бакалаврской работы рассчитанные показатели разработанной новой задней подвески показали, что себестоимость ее выше чем базовая конструкция подвески, но благодаря улучшенной характеристике новой задней подвески, повышается долговечность конструкции задней подвески и как следствие автомобиля в целом. Поэтому был произведен расчет общественного эффекта – экономии от повышения долговечности, из чего можно сделать вывод о целесообразности проектной конструкции задней подвески, поскольку данный проект имеет положительный экономический эффект.

В результате проведения совокупности конструкторско - технологических мероприятий увеличился ресурс задней подвески приблизительно в 1,35 раза при одновременном положительном экономическом эффекте $ID=1,17$.

Точкой безубыточности продаж является объем равный 27210 шт., т.е. при этом объеме продаж предприятие покрывает свои издержки, а при планируемом объеме выпуска в 45000 шт. предприятие имеет чистого дисконтированного дохода (с учетом капиталообразующих инвестиций) 55385097,99 руб.

Срок окупаемости данной работы равен 0,85 года, что говорит о минимальном риске работы. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы была достигнута основная цель: улучшена управляемость и устойчивость автомобиля благодаря повышенной угловой жёсткости проектируемой подвески, низкому расположению центра её крена, применению упругих элементов с прогрессивной характеристикой, применению стабилизатора поперечной устойчивости.

Повышение надёжности автомобиля при работе в экстремальных условиях выражается в данном проекте безотказностью работы конструкции во время соревнований. Это достигается применением таких материалов, как титановый сплав, из которого сделан торсион стабилизатора. Повышение надёжности также может быть выражено ремонтпригодностью проектируемой подвески.

Снижение загрузки водителя заключается в его способности изменять поворачиваемость автомобиля во время движения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
- 2.Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
- 3.Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
- 4.Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
- 5.Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
- 6.«Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
- 7.Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
- 8.Капрова, В.Г. « Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”» / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
- 9.Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
- 11.Гришкевич, А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
- 12.Малкин, В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
- 13.Лысов, М.И. «Машиностроение» / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.
- 14.Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

- 15.Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
- 17.Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
- 19.Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
- 20.Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Senname,Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

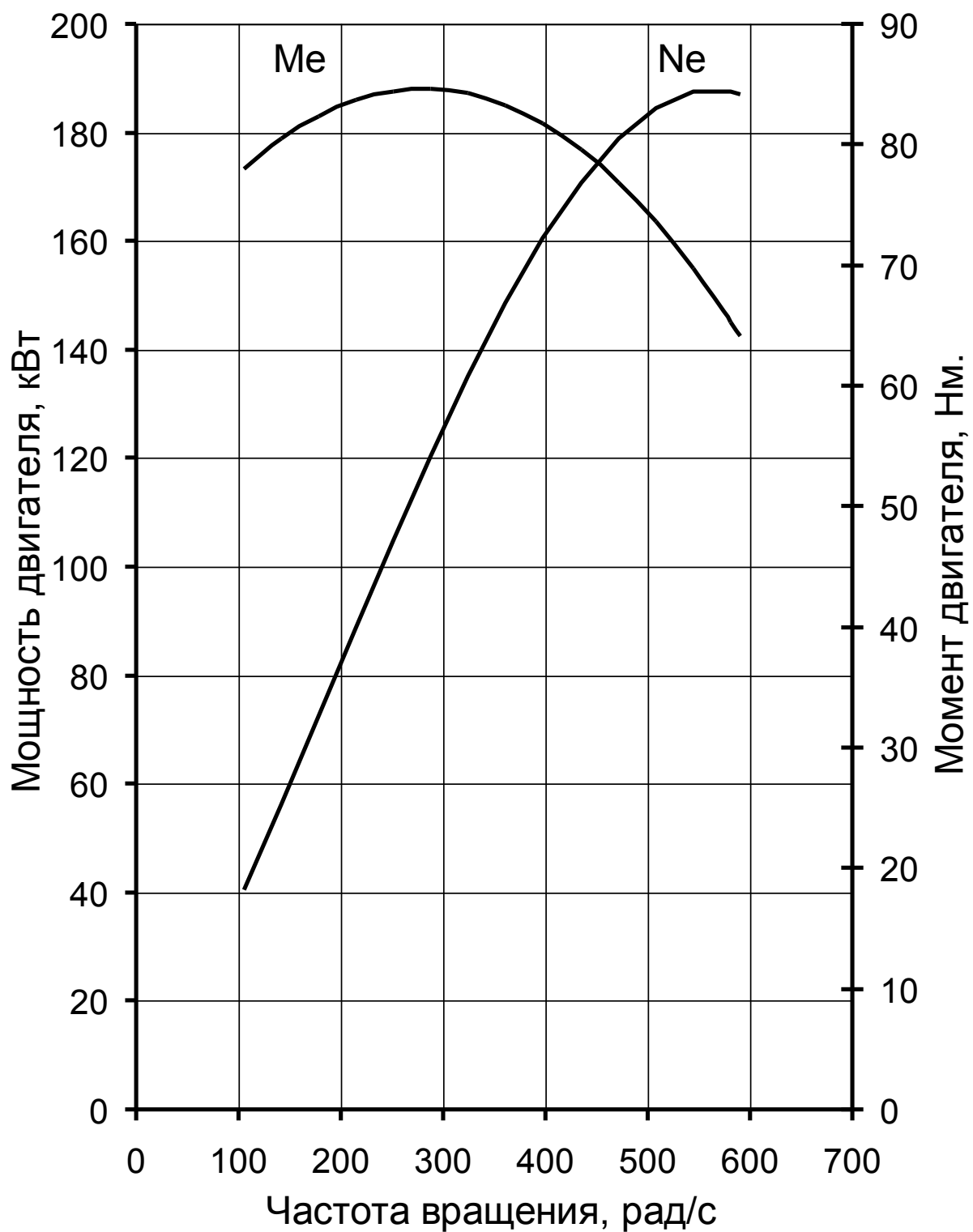


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

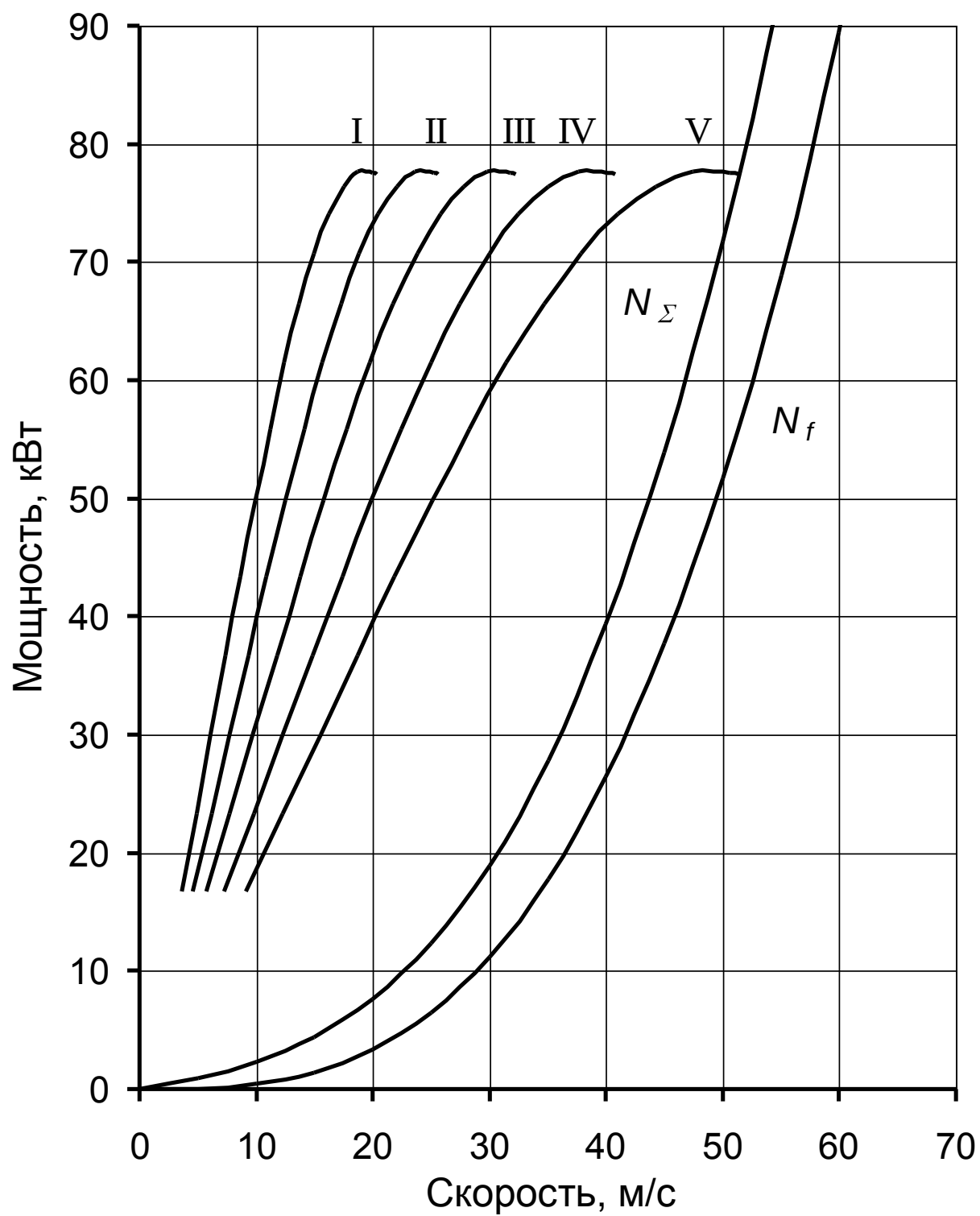


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

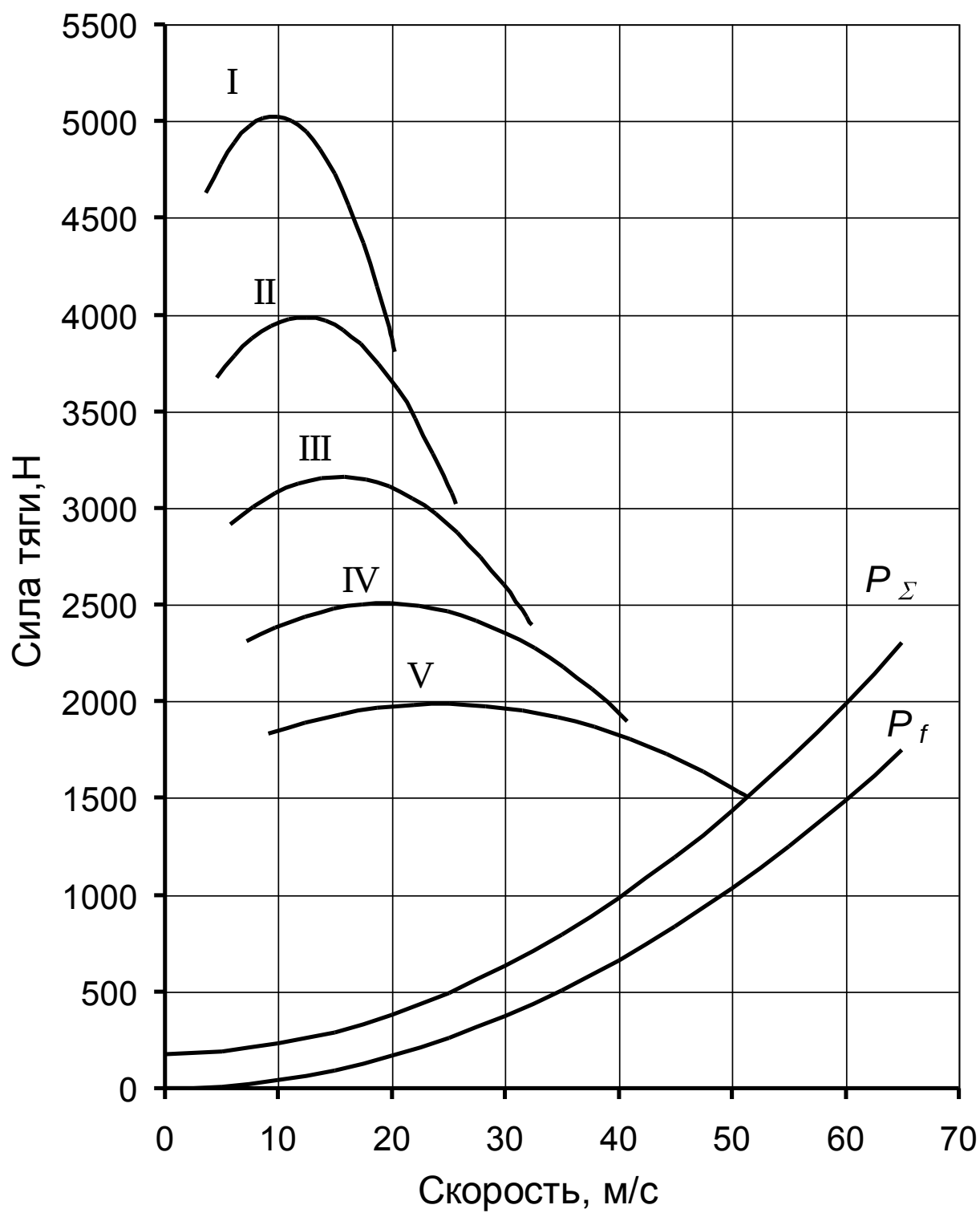


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

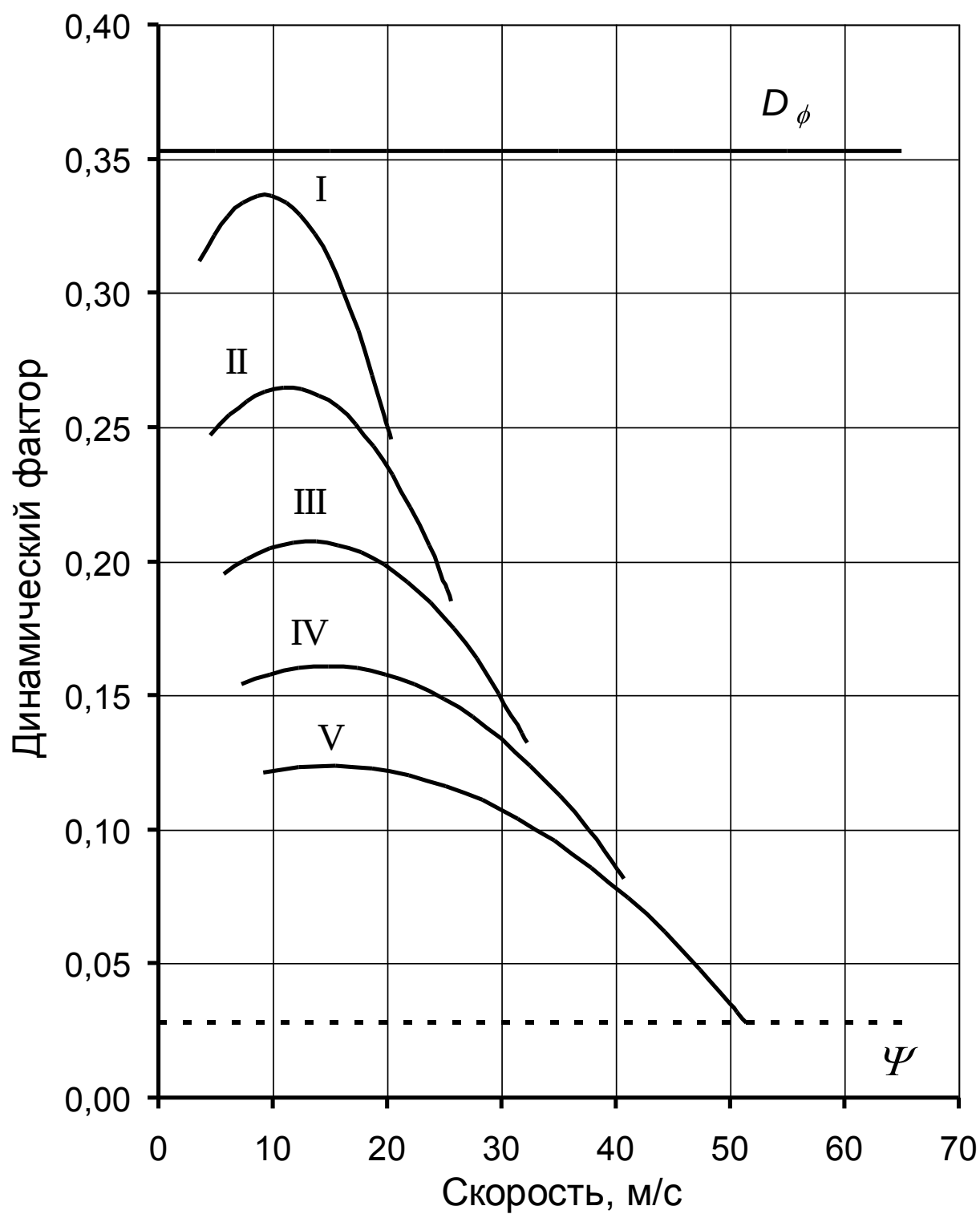


Рисунок А.4 – Динамический баланс

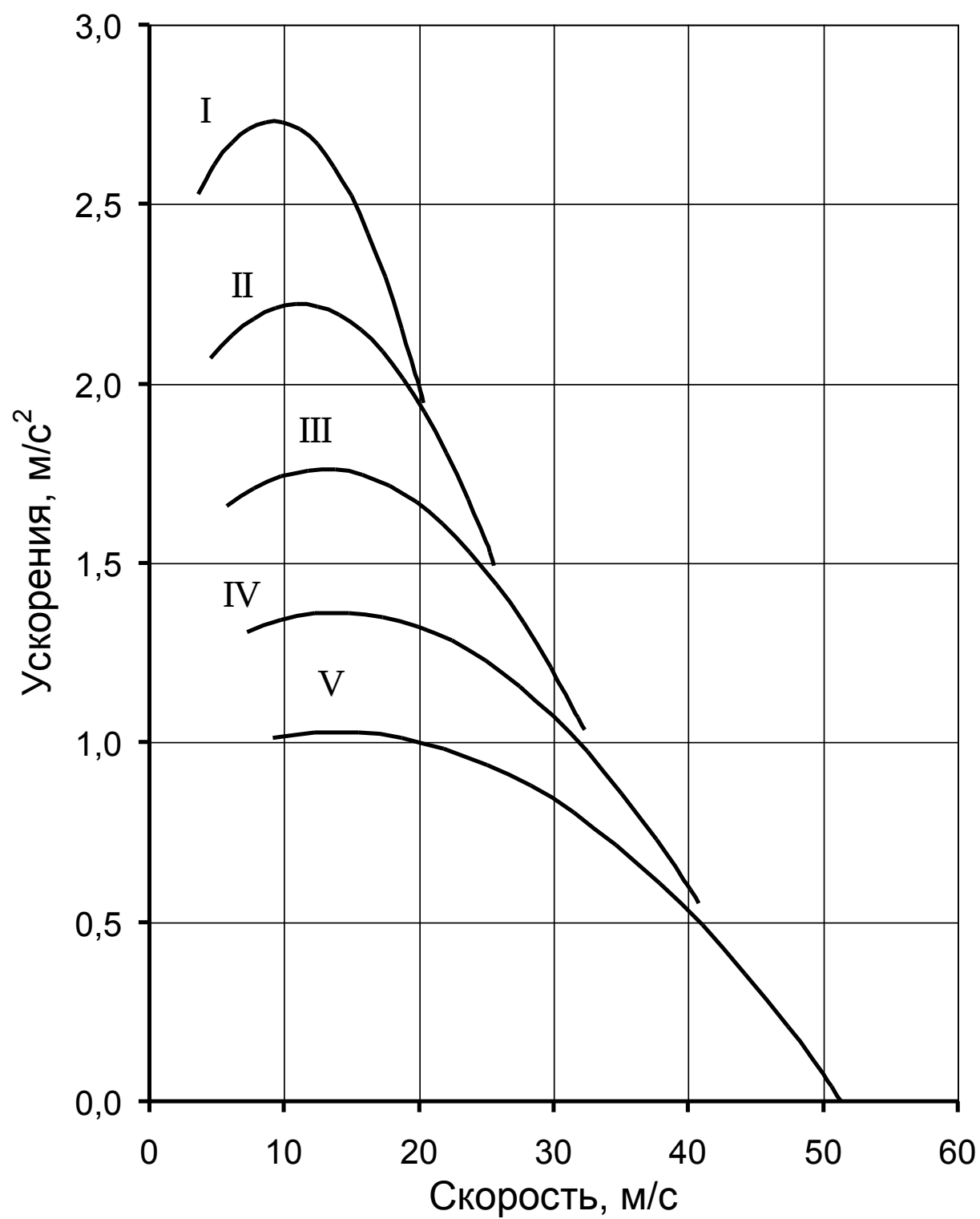


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

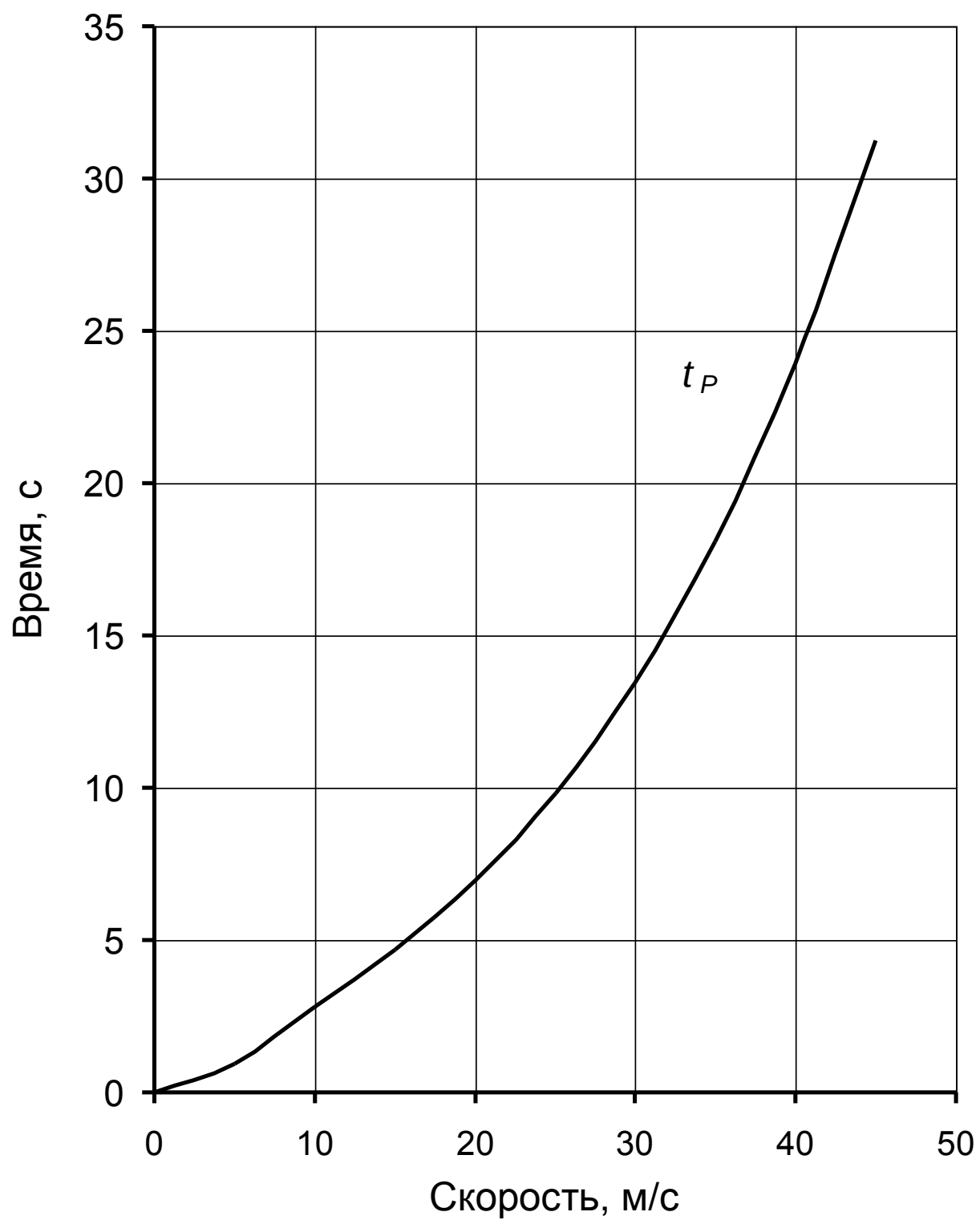


Рисунок А.6 – Время разгона

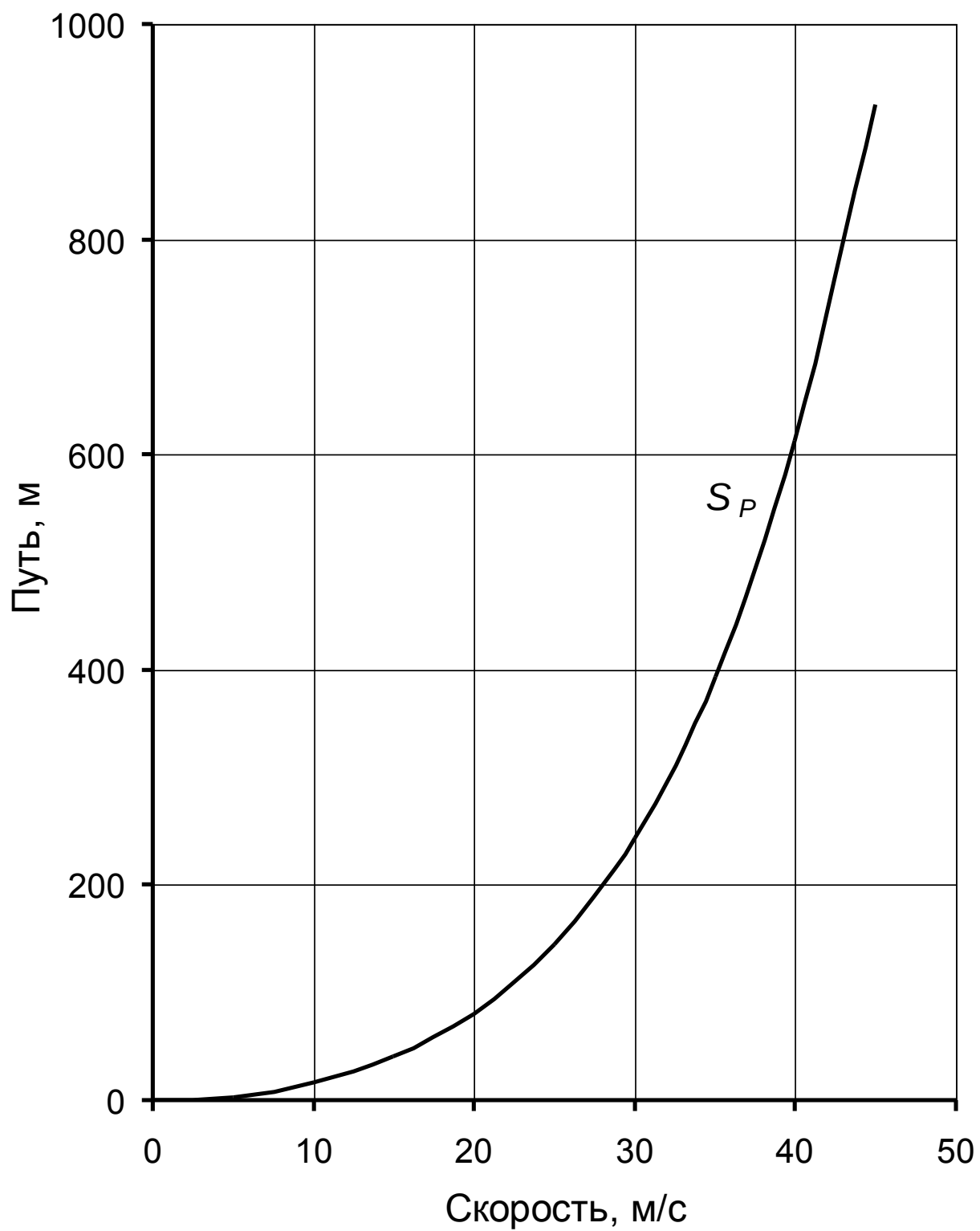


Рисунок А.7 – Путь разгона

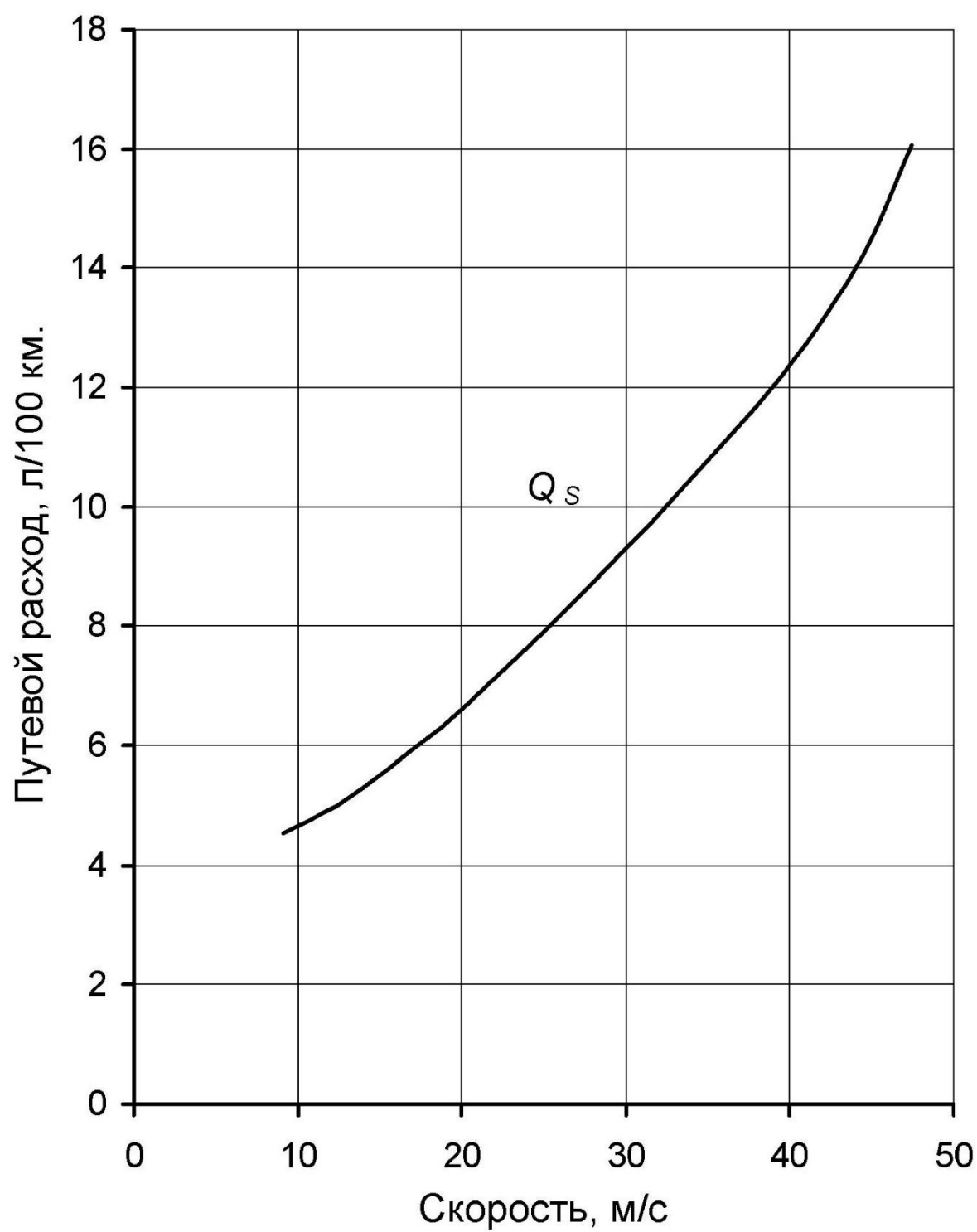


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

1. «В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.» [16]

2. «Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

3. В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.» [16]

4. «При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок

при подъеме и перемещении тяжестей вручную.» [16]

5. «Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).» [16]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.» [16]

7. «В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.» [16]

«Общие положения и область применения» [16]

9. «Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.» [16]

10. «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.» [16]

11. «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих

в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. » [16]

12. «Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. » [16]

13. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. » [16]

14. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".» [16]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [16]

16. «Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации. » [16]

«Нормативные ссылки» [16]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".» [16]

18. «[Положение](#) о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. » [16]

19. «Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. » [16]

«Термины и определения» [16]

20. «Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. » [16]

21. «Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. » [16]

22. «Холодный период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже. »

23. «Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С. » [16]

24. «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата» [16]

26. «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. » [16]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [16]

28. «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств. » [16]

«Оптимальные условия микроклимата» [16]

29. «Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. » [16]

30. «Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления

технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. » [16]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [16]

32. «Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.» [16]

33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров;

пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

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

нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;

противопожарный режим - требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной

безопасности;

меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности;

пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ;» [16]

«Пожарно-техническая продукция - специальная техническая, научно-техническая и интеллектуальная продукция, предназначенная для обеспечения пожарной безопасности, в том числе пожарная техника и оборудование, пожарное снаряжение, огнетушатели и огнезащитные вещества, средства специальной связи и управления, программы для электронных вычислительных машин и базы данных, а также иные средства предупреждения и тушения пожаров;» [16]

«Федеральный государственный пожарный надзор - деятельность уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющих переданные полномочия, а также подведомственных им государственных учреждений, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений организациями и гражданами требований, установленных законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности (далее - обязательные требования), посредством организации и проведения проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты, проведения мероприятий по контролю на лесных участках, на подземных объектах, при ведении горных работ, при производстве, транспортировке, хранении, использовании и утилизации взрывчатых материалов промышленного назначения, принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и (или) устранению выявленных нарушений, и деятельность указанных уполномоченных органов государственной власти по

систематическому наблюдению за исполнением требований пожарной безопасности, анализу и прогнозированию состояния исполнения указанных требований при осуществлении организациями и гражданами своей деятельности;

ведомственный пожарный надзор - деятельность ведомственной пожарной охраны по проверке соблюдения организациями, подведомственными соответствующим федеральным органам исполнительной власти, требований пожарной безопасности и принятие мер по результатам проверки;

подтверждение соответствия в области пожарной безопасности - документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, выполнения работ и оказания услуг требованиям технических регламентов, стандартов, норм пожарной безопасности или условиям договоров;

нормативные документы по пожарной безопасности - национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности;

профилактика пожаров - совокупность превентивных мер, направленных на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий;

первичные меры пожарной безопасности - реализация принятых в установленном порядке норм и правил по предотвращению пожаров, спасению людей и имущества от пожаров;

пожарно-спасательный гарнизон - совокупность расположенных на определенной территории органов управления, подразделений и организаций, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ;

организация тушения пожаров - совокупность оперативно-тактических и

инженерно-технических мероприятий (за исключением мероприятий по обеспечению первичных мер пожарной безопасности), направленных на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожаров и проведение аварийно-спасательных работ;

особый противопожарный режим - дополнительные требования пожарной безопасности, устанавливаемые органами государственной власти или органами местного самоуправления в случае повышения пожарной опасности на соответствующих территориях;

локализация пожара - действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его ликвидации имеющимися силами и средствами;

координация в области пожарной безопасности - деятельность по обеспечению взаимосвязи (взаимодействия) и слаженности элементов системы обеспечения пожарной безопасности.»

«Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности основывается на [Конституции](#) Российской Федерации и включает в себя настоящий Федеральный закон, принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности.

Законодательство субъектов Российской Федерации не действует в части, устанавливающей более низкие, чем настоящий Федеральный закон, требования пожарной безопасности.»

«Система обеспечения пожарной безопасности - совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Основными элементами системы обеспечения пожарной безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, организации, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной

безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основные функции системы обеспечения пожарной безопасности:

нормативное правовое регулирование и осуществление государственных мер в области пожарной безопасности;

создание пожарной охраны и организация ее деятельности;

разработка и осуществление мер пожарной безопасности;

реализация прав, обязанностей и ответственности в области пожарной безопасности;

проведение противопожарной пропаганды и обучение населения мерам пожарной безопасности;

содействие деятельности добровольных пожарных, привлечение населения к обеспечению пожарной безопасности;

научно-техническое обеспечение пожарной безопасности;

информационное обеспечение в области пожарной безопасности;

осуществление федерального государственного пожарного надзора и других контрольных функций по обеспечению пожарной безопасности;

производство пожарно-технической продукции;

выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности;

лицензирование деятельности в области пожарной безопасности (далее - лицензирование) и подтверждение соответствия продукции и услуг в области пожарной безопасности (далее - подтверждение соответствия);» [16]