

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)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

Полноприводный легковой автомобиль 2-го кл.

Модернизация передней подвески

Студент

М.В.Демидов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.С.Соломатин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.М. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А.Гудкова

(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

В этой дипломной работе на тему «Полноприводный легковой автомобиль 2-го класса, рассматривается передняя независимая подвеска автомобиля Шевроле-Нива». Для оценки данной конструкции будет проведено технико-экономическое обоснование проекта, динамическое тяговое усилие и другие расчеты.

Чтобы лучше узнать возможности этого изменения, параметры ВСХ, баланс тягового, мощностной баланс, динамический фактор, время и ускорения, топливная экономичность определены.

В экономической части проводится оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка публичного значения проекта, а также определяются производственные затраты на внедрение в производство.

В результате модернизации передней подвески получены следующие показатели: удорожание автомобиля вследствие увеличения стоимости пружины с более прогрессивными характеристиками; повышение технических параметров автомобиля, т.е. повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля.

В проекте разрабатывается технологический процесс сборки передней независимой проектной конструкции подвески, а также мероприятия по промышленной безопасности и экологии сборочного производства

Дипломный проект состоит из пояснительной записки, которая содержит 135 листов, и 10 листов чертежей формата А1.

ANNOTATION

In the presented explanatory note to the diploma project "all-Wheel drive car of the 2nd class, front independent suspension of the car Chevrolet-Niva" developed and described the following issues: requirements for the front suspension, the rationale for the choice of the elastic element; calculation of the front suspension; verification calculation of smooth running; calculation of the forces acting on the front suspension parts in braking mode; calculation of the forces acting on the suspension parts when the car is driven; calculation of the ball pin of the lower arm of the front suspension.; calculation of the front suspension with a modernized spring; verification calculation of the smoothness of the process; technology of Assembly of the front suspension; organizational and economic justification; safety and environmental project; patent research.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Состояние вопроса	5
1.1 Назначение подвески и требования предъявляемые к ней	5
1.2 Анализ известных решений.....	5
1.3 Обоснование вносимых конструктивных изменений.....	9
1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию передней подвески.....	9
2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено).....	11
3 Конструкторская часть	12
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	12
3.2 Расчет передней подвески автомобиля.	23
4 Технологическая часть.....	41
5 Экономическая эффективность проекта	52
6 Безопасность и экологичность объекта	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	82
ПРИЛОЖЕНИЯ	84

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.

В дипломном проекте проведена компоновка упругого элемента передней подвески, а именно бочкообразной пружины с переменным усилием, для более комфортного движения автомобиля Шевроле-Нива.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески и требования предъявляемые к ним.

Подвеска автомобиля предназначена для организации упругой связи между кузовом автомобиля (или рамой) с колесами. Подвеска гасит динамические нагрузки вызванные неровностями дорожного полотна. Передняя подвеска, помимо прочего, вкупе с рулевым управлением обеспечивают кинематику управляемых колес.

Требования предъявляемые к конструкции подвески могут существенно различаться от автомобиля к автомобилю. Это вызвано многими факторами, такими как условия эксплуатации, ценовое позиционирование автомобиля, величина запаса прочности, которую закладывают конструктор. Однако можно выделить несколько универсальных требований, которые будут справедливы для большинства автомобилей. При этом необходимо понимать, что основным требованием к подвеске является обеспечение соответствия автомобиля государственным или международным требованиям. Конструкция подвески автомобиля должна обеспечивать приемлемое значение ездовых показателей, таких как дипломная устойчивость, управляемость, плавность хода, а также низкий уровень шумов. Также существует ряд требований, которые не относятся к законодательным, но

учитываются конструктором при проектировании подвески. Первое из них касается массы и габаритов. Детали и узлы подвески должны быть легкими и компактными. Следующее касается технологичности. Согласно этому требованию подвеска должна быть простой и удобной в изготовлении, при монтаже, а также при обслуживании. Стоимость подвески должна быть экономически оправданной. Это позволяет сделать финальную цену автомобиля более привлекательной для конечного потребителя.

1.2. Классификация конструкций подвески.

В основе классификация типов конструкции подвесок лежит наличие взаимосвязи между колесами одной оси при их перемещении. Подвеска для

которой характерно отсутствие влияния перемещение одного колеса на положение другого в одной оси называется независимой. В случае когда такое влияние присутствует подвеска называется зависимой. Зависимая подвеска имела наибольшую популярность на заре автомобилестроения. Однако, для современного этапа автомобилестроения характерна совершенно обратная картина – независимая подвеска вытесняет зависимую практически во всех классах автомобилей. Зависимая подвеска обеспечивает постоянный дорожный просвет, (что особенно актуально для внедорожников), достаточно проста в обслуживании и ремонте, обладает относительно невысокой стоимостью.

Слабой стороной такой конструкции является низкая плавность хода в виду большого значения неподрессоренной массы. Помимо этого перемещение балки требуют большого свободного пространства, что существенно усложняет компоновку автомобиля. Стоит также отметить, что некоторая конструкция зависимых подвесок в виду своих особенностей имеют большое значение перемещения оси в поперечном направлении, что в свою очередь отрицательно влияет на дипломную устойчивость. Практически всех этих недостатков лишена независимая подвеска. Неподрессоренные массы в такой конструкции значительно меньше, а показатели дипломной устойчивости и управляемости выше. Компоновка автомобиля с такой подвеской существенно проще. Однако такая

конструкция более трудоемкая при монтаже на конвейере и при обслуживании в сервисе. Это неминуемо приводит к удорожанию. В виду постоянно меняющегося дорожного просвета реже применяется в тяжелых внедорожниках и вездеходах, а в виду небольшой грузоподъемности практически не применяется в коммерческом транспорте и грузовиках. Из-за наличия большего количества деталей и соединений надежность такой подвески в целом ниже чем у зависимой.

Также существует вариант конструкции подвески называемый полузависимой. В данной схеме два продольных рычага закреплены на кузове и соединены между собой деталью работающей на кручение. Перемещение одного из колес в данной подвеске оказывает влияние на положение другого, что

является отличительным признаком зависимой подвески. В тоже время углы установки колёс меняется в зависимости от их перемещения, что характерно для независимой подвески. Отсюда и такое название. Еще одной отличительной особенностью подвесок является способность изменения характеристик элементов и, как следствие, ездовых свойств автомобиля в целом.

В современном автомобилестроении наиболее популярной конструкцией подвески используемой в передней оси автомобиля является подвеска типа МакФерсон, также известная как качающаяся свеча. В данной подвеске нижний рычаг через шаровой шарнир крепится кулаку, к которому прикреплены пружина, амортизатор и верхняя опора с подшипником объединенные в один узел, который называется амортизационной стойкой. Этот узел одновременно выполняет роль направляющего, упругого и виброгасящего элементов. Такое решение гораздо эффективнее в экономическом плане, чем применение отдельно рычага, пружины амортизатора с сопутствующими элементами крепления. Помимо этого данная конструкция подвески достаточно компактна, что делает ее применение более предпочтительным в компоновочном плане. Требуется только организовать крепление нижнего рычага и амортизационной стойки (обычно в верхней части арки колеса). Отсутствие верхнего рычага позволяет приблизить лонжерон к амортизационной стойки, тем самым увеличив объем подкапотного пространства. Монтаж подвески МакФерсон не вызывает затруднений, так как на автосборочный завод она приходит в крупноузловом виде. Ремонт данной подвески также достаточно прост в виду малого количества входящих в ее состав деталей. При этом следует отметить, что в данном типе подвески требуется применение амортизатора со штоком повышенной размерности, так как стойка воспринимает все три вида нагрузок: боковую, продольную и вертикальную.

Кроме того, в обеспечении ездовых характеристик данный тип подвески всё же уступает двухрычажным конструкциям.

Еще одним популярным типом подвески является конструкция с двумя поперечными рычагами. В ней рычаги с помощью резинометаллических шарниров крепятся на кузове или подрамнике, а с поворотным кулаком

соединяются через шаровые шарниры. В двухрычажной подвеске изменения значений углов установки колес в зависимости от их хода значительно меньше, чем в подвеске МакФерсон. Таким образом, ездовые характеристики автомобиля с такой подвеской значительно выше. Однако и недостатков в сравнении с подвеской МакФерсон у данной конструкции также немало. В виду большего количества узлов, такая подвеска имеет большую массу, сложнее при монтаже, а также обладает меньшей надежностью и требует больше компоновочная пространства.

Также в качестве передней подвески автомобиля может использоваться зависимая схема. Встретить такой вариант применения зависимой подвески можно встретить обычно у тяжелых внедорожников. В такой конструкции в качестве направляющих элементы используются продольные штанги (верхние или нижние) или возможно применение вместо них массивных кованых рычагов, а также тяги Панара. В качестве упругих элементов применяются в основном пружины, а в качестве демпфирующих – амортизаторы. Основное преимущество такого решения было озвучена ранее, а именно постоянный дорожный просвет, что является необходимым условием для движения по сложной пересеченной местности. Помимо этого длинные штанги обеспечивают большие хода подвески по сравнению с короткими рычагами независимых схем. Однако по своим ездовым характеристикам такая подвеска значительно уступает независимым. Одним из интересных вариантов зависимой подвески используемых в передней оси автомобиля является торсионная подвеска. В такой конструкции в качестве упругого элемента используется длинный стержень работающий на скручивание. Обычно торсион крепится к нижнему рычагу в продольном направлении автомобиля. Предварительно закручивая торсион можно осуществлять регулировку жесткости подвески. Это является основным преимуществом данной конструкции. Помимо этого торсион дешевле пружины и, в целом, проще в изготовлении. Также масса его значительно меньше в сравнении, например, с многолистовой рессорой. Среди недостатков такого решения можно выделить невысокую грузоподъемность, а также сложности в компоновке вызванные значительной длиной торсиона.

Ещё одной конструкцией, которая довольно-таки редко, но всё же применяется в передней оси автомобиля является многорычажная подвеска, также известная как мультилинк. Поворотный кулак соединяется с подрамником или кузовом с помощью рычагов и реактивных штанг, пружина и амортизатор устанавливаются отдельно, для достижения оптимальных значений угловой жесткости используется стабилизатор поперечной устойчивости. Среди недостатков необходимо выделить большую массу в сравнении с другими типами подвесок. Для ее уменьшения в качестве материалов деталей часто используют алюминиевые сплавы, что приводит к следующему недостатку – высокой стоимости. Ввиду большого количества шарниров надежность такой подвески ниже. Однако, по получаемым ездовым характеристикам многорычажная подвеска превосходит остальные конструкции. Существенно увеличиваются управляемость и дипломная устойчивость.

1.3. Обоснование вносимых конструктивных изменений.

В дипломном проекте рассмотрен автомобиль Нива ШЕВРОЛЕ. Передняя подвеска у этого автомобиля, по своим характеристикам спроектирована для езды в городском режиме и лишь иногда с выездом за город, в деревни и т.д.

Задачей проекта поставлена модернизация передней подвески автомобиля, для того чтобы она могла обеспечить надежную езду труднопроходимых условиях, и также улучшить комфорт езды в режиме города по дорогам с твердым асфальтированным покрытием.

1.4. Состав и описание вносимых изменений в конструкцию передней подвески.

Из существующих подвесок можно сделать вывод, что развитие в основном передних подвесок идет по пути уменьшения неподрессоренной массы, уменьшение затрат на производство и её сборку, стоимость, в тоже время необходимо соответствовать все возрастающим требованиям к комфорту, ездовым качествам и экономии места. В дипломном проекте предлагается замена упругого элемента, вместо серийной цилиндрической

пружины использовать пружину бочкообразной формы. Благодаря форме которой, достигается более высокая жесткость по сравнению с цилиндрической пружиной и она позволяет работать подвеске в более тяжелых эксплуатационных условиях, а также повысить плавность хода автомобиля, что улучшит комфортабельность автомобиля.

2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Количество колес ведущих.....	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 40,28$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 610$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,46$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,32$
КПД трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,30$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	45
ось задняя.....	55
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

[2]

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B, \quad (3.1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_o = m_o \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (3.6)$$

б) Подбор шин 205/75 R15.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.7)$$

где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,75$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м} \quad (3.8)$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

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

где U_K – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800),;

U_{PK} – передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2).

$$U_0 = (0,321 \cdot 610) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 5,067 \quad (3.10)$$

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 – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 40,28^2 / 2000) = 0,025 \quad (3.13)$$

$$N_v = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,46 \cdot 1,293 \cdot 2,30 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,92 = 68449 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (3.14)$$

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

$$N_{MAX} = 68449 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 68801 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.15)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (3.16)$$

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	14,3	136,0
1350	141	19,8	140,2
1700	178	25,6	143,6
2050	215	31,3	146,0
2400	251	37,1	147,5
2750	288	42,6	148,0
3100	325	47,9	147,6
3450	361	52,8	146,3
3800	398	57,3	144,0
4150	435	61,2	140,7
4500	471	64,4	136,6
4850	508	66,8	131,4
5200	545	68,3	125,4
5550	581	68,8	118,4
5825	610	68,4	112,2

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (3.17)$$

3.1.5. Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (3.18)$$

где: ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ($\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$);

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1).

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,32 = 0,345 \quad (3.19)$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,345 \cdot 0,321 / (148,0 \cdot 0,92 \cdot 5,067 \cdot 2,1) = 1,370 \quad (3.20)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}},$$

где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (148,0 \cdot 0,92 \cdot 5,067 \cdot 2,1) = 3,173$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,100$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,100 / 0,800)^{1/4} = 1,403 \quad (3.21)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,100 / 1,403 = 2,209; \quad (3.22)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,209 / 1,403 = 1,575; \quad (3.23)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,575 / 1,403 = 1,122; \quad (3.24)$$

$$U_5 = 0,800.$$

3.1.6. Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (3.25)$$

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
1003	1,8	2,5	3,5	4,9	6,9
1350	2,4	3,4	4,7	6,7	9,3
1700	3,0	4,3	6,0	8,4	11,8
2050	3,7	5,1	7,2	10,1	14,2
2400	4,3	6,0	8,4	11,8	16,6
2750	4,9	6,9	9,7	13,6	19,0
3100	5,5	7,8	10,9	15,3	21,4
3450	6,2	8,6	12,1	17,0	23,9
3800	6,8	9,5	13,3	18,7	26,3
4150	7,4	10,4	14,6	20,5	28,7
4500	8,0	11,3	15,8	22,2	31,1
4850	8,7	12,1	17,0	23,9	33,5
5200	9,3	13,0	18,3	25,6	36,0
5550	9,9	13,9	19,5	27,4	38,4
5825	10,4	14,6	20,5	28,7	40,3

3.1.7. Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (3.26)$$

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
1003	7341	5232	3729	2658	1894
1350	7571	5396	3846	2741	1954
1700	7753	5526	3939	2807	2001
2050	7884	5619	4005	2855	2035
2400	7964	5676	4046	2883	2055
2750	7993	5697	4060	2894	2063
3100	7971	5681	4049	2886	2057
3450	7898	5629	4012	2860	2038
3800	7774	5541	3949	2815	2006
4150	7599	5416	3860	2751	1961
4500	7374	5255	3746	2670	1903
4850	7097	5058	3605	2570	1832
5200	6770	4825	3439	2451	1747
5550	6391	4555	3247	2314	1649
5825	6058	4318	3078	2194	1563

3.1.8. Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.27)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (3.28)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (3.29)$$

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	251	251
5	17	254	271
10	68	263	331
15	154	279	433
20	274	301	574
25	427	329	756
30	616	363	979
35	838	404	1242
40	1094	451	1545
45	1385	504	1889
50	1710	564	2274

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (3.30)$$

$$D_{\varphi} = \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (3.31)$$

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
1003	0,410	0,292	0,208	0,148	0,104
1350	0,423	0,301	0,214	0,151	0,106
1700	0,433	0,308	0,219	0,154	0,107
2050	0,440	0,313	0,222	0,156	0,106
2400	0,444	0,316	0,223	0,156	0,104
2750	0,446	0,316	0,223	0,155	0,101
3100	0,444	0,315	0,222	0,152	0,097
3450	0,440	0,312	0,219	0,149	0,092
3800	0,433	0,306	0,214	0,144	0,086
4150	0,422	0,298	0,208	0,138	0,078
4500	0,410	0,289	0,200	0,130	0,069
4850	0,394	0,277	0,190	0,122	0,059
5200	0,375	0,263	0,179	0,112	0,048
5550	0,353	0,247	0,167	0,101	0,036
5825	0,334	0,233	0,156	0,091	0,025

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.32)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,
 Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (3.33)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{\text{кп}}^2), \quad (3.34)$$

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$.

Таблица 3.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{\mathcal{R} \angle}$	1,159	1,088	1,052	1,034	1,025

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
1003	3,35	2,51	1,81	1,27	0,86
1350	3,46	2,59	1,86	1,30	0,87
1700	3,54	2,65	1,91	1,33	0,88
2050	3,60	2,69	1,93	1,34	0,87
2400	3,64	2,72	1,95	1,34	0,85
2750	3,65	2,72	1,94	1,32	0,81
3100	3,64	2,71	1,93	1,30	0,77
3450	3,60	2,68	1,90	1,26	0,71
3800	3,54	2,63	1,85	1,21	0,64
4150	3,45	2,56	1,79	1,15	0,56
4500	3,34	2,47	1,72	1,07	0,46
4850	3,21	2,36	1,63	0,98	0,36
5200	3,05	2,23	1,52	0,88	0,24
5550	2,87	2,09	1,40	0,77	0,11
5825	2,70	1,96	1,30	0,68	0,00

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,30	0,40	0,55	0,79	1,16
1350	0,29	0,39	0,54	0,77	1,14
1700	0,28	0,38	0,52	0,75	1,14
2050	0,28	0,37	0,52	0,75	1,15
2400	0,27	0,37	0,51	0,75	1,18
2750	0,27	0,37	0,51	0,76	1,23
3100	0,27	0,37	0,52	0,77	1,30
3450	0,28	0,37	0,53	0,79	1,41
3800	0,28	0,38	0,54	0,83	1,56
4150	0,29	0,39	0,56	0,87	1,79
4500	0,30	0,41	0,58	0,93	2,15
4850	0,31	0,42	0,62	1,02	2,79
5200	0,33	0,45	0,66	1,13	4,15
5550	0,35	0,48	0,71	1,29	9,03
5825	0,37	0,51	0,77	1,48	-30220,69

3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.35)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (3.36)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (3.37)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (3.38)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 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	156	0,8
0-10	468	2,3
0-15	919	4,6
0-20	1556	7,8
0-25	2417	12,1
0-30	3580	17,9
0-35	5139	25,7
0-40	7188	35,9

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.39)$$

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

Путь разгона от скорости V_0
до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (3.40)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (3.41)$$

Таблица 3.10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	39	2
0-10	273	14
0-15	838	42
0-20	1951	98
0-25	3888	194
0-30	7086	354
0-35	12153	608
0-40	19840	992

3.1.13. Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.42)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ($N_{II} = 0$);

N_j - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ($N_j = 0$).

Таблица 3.11 - Мощностной баланс

Обор дв-ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
1003	13,1
1350	18,2
1700	23,5
2050	28,8
2400	34,1
2750	39,2
3100	44,1
3450	48,6
3800	52,7
4150	56,3
4500	59,2
4850	61,4
5200	62,8
5550	63,3
5825	63,0

Таблица 3.12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,3	1,4
10	0,7	2,6	3,3
15	2,3	4,2	6,5
20	5,5	6,0	11,5
25	10,7	8,2	18,9
30	18,5	10,9	29,4
35	29,3	14,1	43,5
40	43,8	18,0	61,8
45	62,3	22,7	85,0
50	85,5	28,2	113,7

3.1.14. Топливо-экономическая характеристика

$$Q_S = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.43)$$

где $g_{E\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (3.44)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.45)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.46)$$

Таблица 3.13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.К _И	Знач.К _Е	Знач. Q _S
1003	6,9	0,153	0,181	1,286	1,158	5,8
1350	9,3	0,164	0,243	1,270	1,125	6,1
1700	11,8	0,181	0,306	1,248	1,096	6,6
2050	14,2	0,203	0,370	1,220	1,071	7,2
2400	16,6	0,230	0,433	1,186	1,050	7,9
2750	19,0	0,263	0,496	1,148	1,034	8,6
3100	21,4	0,303	0,559	1,106	1,022	9,4
3450	23,9	0,349	0,622	1,060	1,014	10,2
3800	26,3	0,403	0,685	1,013	1,010	11,1
4150	28,7	0,468	0,748	0,967	1,010	12,0
4500	31,1	0,543	0,811	0,924	1,015	13,0
4850	33,5	0,634	0,874	0,891	1,024	14,2
5200	36,0	0,742	0,937	0,875	1,037	15,7

3.2 Расчет передней подвески автомобиля.

3.2.1. Расчёт кинематических характеристик подвески

Изменение конструкции подвески изменяет колею передних колёс автомобиля. Изменяется также, в связи с изменением конструкции упругого элемента, ход отбоя и сжатия колеса. 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 передних подвесок определённые установочные параметры с допусками. Сам изготовитель автомобиля определяет оптимальные значения этих параметров (развал и схождение 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 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.

M_{si} , $i = 1,2$ - центр колеса

E_{si} - центр пятна контакта колеса с дорогой

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

$G_{o_i}G_{s_i}; G_{v_{o_i}}G_{v_{s_i}}$ – 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.

3.2.2. Расчёт пружины

В результате расчёта методом последовательного приближения определяют параметры пружины и, 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 $R_{ст}$, мм;
- длина пружины с под статической нагрузкой, $L_{ст}$, мм;
- динамический ход сжатия пружины с $f_{дин}$, мм;
- жёсткость пружины, $S_{пр}$, кГ/см;
- жёсткость $S_{под}$, кГ/см;
- модуль упругости второго рода для материала, из которого изготовлены пружина и E , кГ/см²
- средний диаметр пружины, $D_{ср}^{пр}$, мм;

- средний диаметр , $D_{ср}^{под}$, мм.

В процессе расчёта, задаваясь числом рабочих витков, определяют диаметр прутка пружины , проверяют полученные пружину и на соприкасаемость витков при динамическом ходе, на прочность по допускаемым напряжениям. Кроме того, контролируется нагрузка на пружине и при полном ходе отбоя. В случае если при заданных исходных данных не удаётся получить пружину с оптимальными параметрами, меняют длину пружины с под статической нагрузкой и средний диаметр пружины или (насколько позволяет компоновка), а также жёсткость пружины или . 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 , необходимо определить подрессоренную массу, приходящуюся на одно колесо автомобиля:

$$M_{п1} = \frac{M_{п} \cdot B}{2 \cdot L} \quad (3.47)$$

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

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

L - база автомобиля.

Статическая нагрузка, действующая на пружину и и подрессоренная масса, приходящаяся на колесо, связаны между собой через передаточное отношение i_x 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 т.д.), для определения $P_{ст}$ может использоваться программа WKFB6.

$$P_{ст} = 240,69 \text{ кГ}. \quad (3.48)$$

Длина пружины вместе с под статической нагрузкой из компоновочных соображений:

$$L_{ст} = 277,08 \text{ мм}. \quad (3.49)$$

Динамический ход сжатия пружины с также связан с ходом сжатия колеса

через передаточное отношение.

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

Средний диаметр пружины (из компоновочных соображений):

$$D_{ср}^{пр} = 72 \text{ мм.}$$

Средний диаметр :

$$D_{ср}^{под} = 74,1 \text{ мм.}$$

Задаёмся вначале меньшей жёсткостью пружины :

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

Модуль упругости второго рода (модуль сдвига):

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

Задаёмся числом рабочих витков пружины :

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

Исходные данные для расчёта пружины сведены в таблицу 3.14

Таблица 3.14 - Исходные данные для расчёта пружины

№ п/п	Параметр	Значение
1	Статическая нагрузка на пружину с	240,69 кГ
2	Динамический ход сжатия пружины с	9,52 см
3	Ход отбоя пружины с	9,884 см
4	Жёсткость пружины	39 кГ/см
5	Жёсткость	90,42 кГ/см
6	Модуль сдвига	781000 кГ/см ²
7	Средний диаметр пружины	7,2 см
8	Средний диаметр	7,41 см
9	Число рабочих витков пружины	9,5
10	Число рабочих витков	2,0

3.2.2.2. Расчёт геометрических и силовых параметров упругого элемента передней подвески

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

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

При расчёте упругого элемента используются следующие параметры:

$C_{эkv}$ - эквивалентная жёсткость (суммарная жёсткость при совместной работе пружины);

I_{np} - изменение длины пружины при приложении нагрузки;

$I_{подпр}$ - изменение длины при приложении нагрузки.

Эквивалентная жёсткость упругого элемента:

$$C_{эkv} = \frac{C_{np} \cdot C_{подпр}}{C_{np} + C_{подпр}} \cdot i^2 = \frac{39 \cdot 90,42}{39 + 90,42} \cdot 1,15^2 = 30,5 \text{ кг/см} \quad (3.50)$$

$$I_{np} + I_{подпр} = \frac{P_i}{C_{эkv}} \quad \frac{I_{np}}{I_{подпр}} = \frac{C_{подпр}}{C_{np}} \quad (3.51)$$

Решая систему из двух последних уравнений, задавшись при этом максимальным $I_{подпр}$ - изменением длины при приложении нагрузки, находим точку перехода. Точка перехода – это точка, в которой 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 сожмётся до соприкосновения витков. $I_{подпр} = 29,5$ мм (из компоновочных соображений).

Ход пружины от свободного состояния до того, как сожмётся :

$$I_{np} = \frac{2,95 \cdot 90,42}{39} = 6,84 \text{ см} \quad (3.52)$$

Нагрузка в момент полностью сжатого :

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

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

Определим изменение длин пружины при статической нагрузке:

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

$$L_{\text{ст}}^{\Sigma} = L_0^{\Sigma} - l_{\text{ст}}^{\Sigma} = 35,6 - 7,89 = 27,708 \text{ см} \quad (3.53)$$

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

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

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

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

Длина пружины при статической нагрузке:

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

Длина при статической нагрузке:

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

Длина в состоянии, когда он сжат:

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

Определим изменение длин пружины при ходе отбоя.

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

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

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

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

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

Определим изменение длин пружины при динамическом ходе сжатия.

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

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

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

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

3.2.2.3. Расчёт геометрических, весовых и силовых параметров пружины

Диаметр прутка пружины:

$$d_{\text{пр}} = \sqrt[4]{\frac{8 \cdot C_{\text{пр}} \cdot i_{\text{пр}} \cdot D_{\text{сп}}^3}{G}} = \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 39 \cdot 9,5 \cdot 7,2^3}{781000}} = 1,098 \text{ см} = 10,98 \text{ мм} \quad (3.54)$$

Округляем в большую сторону и получаем: $d_{\text{пр}} = 11 \text{ мм}$.

Стороны прутка :

$$a = \frac{C_{\text{подпр}} \cdot \pi \cdot D_o^3 \cdot i_p}{4 \cdot G \cdot \beta \cdot b^3} = \frac{90,42 \cdot \pi \cdot 7,41^3 \cdot 2}{4 \cdot 781000 \cdot 0,229 \cdot 0,64^3} = 1,232 \text{ см} \cong 1,23 \text{ см} \quad (3.55)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{C_{\text{подпр}} \cdot \pi \cdot D_o^3 \cdot i_p}{4 \cdot G \cdot \beta \cdot a}} = \sqrt[3]{\frac{90,42 \cdot \pi \cdot 7,41^3 \cdot 2}{4 \cdot 781000 \cdot 0,229 \cdot 1,31}} = 0,627 \text{ см} \cong 0,63 \text{ см} \quad (3.56)$$

Жёсткость пружины:

$$C_{\text{пр}} = \frac{G \cdot d_{\text{пр}}^4}{8 \cdot i_p \cdot D_{\text{сп}}^3} = \frac{781000 \cdot 1,1^4}{8 \cdot 9,5 \cdot 7,2^3} = 40,5 \text{ кг/см} \quad (3.57)$$

Жёсткость :

$$C_{\text{подпр}} = \frac{4 \cdot G \cdot \beta \cdot a \cdot b^3}{\pi \cdot D_o^3 \cdot i_p} = \frac{4 \cdot 781000 \cdot 0,229 \cdot 1,23 \cdot 0,63^3}{\pi \cdot 7,41^3 \cdot 2} = 96,06 \text{ кг/см} \quad (3.58)$$

Длина пружины в свободном состоянии:

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

Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$L_{\text{в}} = i_{\text{п}} \cdot d_{\text{пр}} + i_{\text{п}} \cdot 0,25 + 0,05 \cdot d_{\text{пр}} = 11 \cdot 11 + 11 \cdot 0,25 + 0,05 \cdot 11 = 124,3 \text{ мм}$$

где $i_{\text{п}}$ - 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:

$$\delta = \frac{L_{дин} - L_{с}}{i_p} = \frac{159,24 - 124,3}{9,5} = 3,7 \text{ мм} \quad (3.59)$$

Нагрузка пружины при статической длине:

$$P_{ст} = 240,695 \text{ кГ}$$

Нагрузка пружины при полном динамическом ходе сжатия

$$P_{дин} = (L_0 - L_{дин}) \cdot C_{пр} = (30,38 - 15,924) \cdot 39 = 585,59 \text{ кГ} \quad (3.60)$$

Нагрузка пружины, сжатой до соприкосновения витков

$$P_{в} = (L_0 - L_{в}) \cdot C_{пр} = (30,38 - 12,43) \cdot 39 = 727,1 \text{ кГ} \quad (3.61)$$

Нагрузка пружины при полном ходе отбоя:

$$P_{отб} = 1_{отб} \cdot C_{пр} = 5,449 \cdot 39 = 220,68 \text{ кГ} \quad (3.62)$$

Длина навиваемого прутка пружины:

$$L_{пр} = \sqrt{(i_p \cdot \pi \cdot d_{сп})^2 + (L_{см} - d_{нп})^2} + (i_n - i_p) \cdot \pi \cdot d_{сп} = 2501,57 \text{ мм} \quad (3.63)$$

Масса пружины:

$$m = \frac{\pi \cdot d_{нп}^2}{4} \cdot \ln p \cdot p = 237732,15 \cdot 7800 \cdot 10^{-9} = 1,85 \text{ кг} \quad (3.64)$$

Нагрузка , сжатого до соприкосновения витков:

$$P_{в} = (L_0 - L_{в}) \cdot C_{под} = (5,6 - 2,95) \cdot 96,06 = 283,38 \text{ кГ} \quad (3.65)$$

Нагрузка при полном ходе отбоя:

$$P_{отб} = 1_{отб} \cdot C_{под} = 2,35 \cdot 96,06 = 225,74 \text{ кГ} \quad (3.66)$$

Длина навиваемого прутка :

$$L_{пр} = \sqrt{(i_p \cdot \pi \cdot d_{сп})^2 + (L_{см} - d_{нп})^2} + (i_n - i_p) \cdot \pi \cdot d_{сп} = 815,7 \text{ мм} \quad (3.67)$$

Масса :

$$m = a \cdot b \cdot l_{пр} \cdot p = 6,3 \cdot 12,3 \cdot 815,7 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,49 \text{ кг} \quad (3.68)$$

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:

$$\tau_i = \frac{8 \cdot K \cdot D_{cp}}{\pi \cdot d_{np}^3} \cdot P_i, \quad (3.70)$$

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 K различными авторами предложен ряд формул, основанных на использовании соотношения $W = D_{cp}/d_{np}$:

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

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

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

Результаты расчетов по этим формулам сведены в таблицу 3.15

Таблица 3.15 - Определение коэфф-тов K

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

Напряжение сдвига при статической нагрузке:

$$\tau_{ст} = \frac{8 \cdot 1,266 \cdot 72}{\pi \cdot 13,1} \cdot 240,69 = 39,53 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.71)$$

Напряжение сдвига при нагрузке динамического хода сжатия:

$$\tau_{дин} = \frac{8 \cdot 1,266 \cdot 72}{\pi \cdot 13,1^3} \cdot 585,59 = 71,77 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.72)$$

Напряжение сдвига пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$\tau_s = \frac{8 \cdot 1,266 \cdot 72}{\pi \cdot 13,1^3} \cdot 727,1 = 94 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.73)$$

Допускаемое напряжение для пружин из стали С2А для передней 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 на прочность

Для пружин прямоугольного поперечного сечения напряжения сдвига определяются по формуле:

$$\tau_i = \frac{k \cdot D_o}{2 \cdot W_k} \cdot P_i, \quad (3.74)$$

где W_k - момент сопротивления сечения вала кручению

$$W_k = \alpha \cdot b \cdot a^2 \quad (3.75)$$

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

$k = 2,9$

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

При статической нагрузке:

$$\tau_{ст} = \frac{2,9 \cdot 74,1}{2 \cdot 270,183} \cdot 240,69 = 95,66 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.76)$$

При нагрузке на , сжатый до соприкосновения витков:

$$\tau_s = \frac{2,9 \cdot 74,1}{2 \cdot 270,183} \cdot 283,38 = 227,47 \text{ кГ / мм}^2 \quad (3.77)$$

3.2.2.6. Предельные значения параметров пружины

Податливость пружины:

$$\frac{1}{C_{пр}} = \frac{1}{4,05} = 0,247 \text{ мм/кГ} \quad (3.78)$$

Податливость :

$$\frac{1}{C_{под}} = \frac{1}{9,606} = 0,111 \text{ мм/кГ} \quad (3.79)$$

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

Для пружины:

$$\Delta \frac{1}{C} = \pm 0,03 \cdot \frac{1}{C_{пр}} = \pm 0,0074 \text{ мм/кГ} \quad (3.80)$$

Для :

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

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:

$$C_L = \frac{3EJ_x}{L^3}, \text{ Н/м} \quad (3.81)$$

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

$$\text{для двутавра : } J_x = \frac{a \cdot h^3}{12} + \frac{6}{12} (H^3 - h^3) \quad (2.82)$$

E – модуль продольной упругости материала.

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

$$C_\phi = C_L \cdot L^2 = \frac{3EJ}{L}, \text{ Нм/рад} \quad (3.83)$$

$$C_{\phi 1} = \frac{3 \cdot 2.11 \cdot 10^{11} \cdot 24.3}{0.229} = 6.71 \cdot 10^{13} \text{ Нм/рад}$$

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

$$C_{\phi 2} = \frac{GJ_p}{a}, \text{ Нм/рад}, \quad (3.84)$$

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

J_p — центробежный момент инерции сечения торсиона.

$$\text{для круга } J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \text{ м}^4 \quad (3.85)$$

a — длина торсиона, м.

Жесткость титанового торсиона диаметром 17 мм на кручение составляет

$$C_{\phi 2} = \frac{4,41 \cdot 10^{10} \cdot \pi \cdot 0,017^4}{32 \cdot 1,08} = 335 \text{ Нм/рад} \quad (3.86)$$

3.2.3.3. Жесткость стабилизатора на кручение

Жесткость стабилизатора на кручение рассчитывается по формуле:

$$C_{\varphi} = \frac{C_{\varphi 1} \cdot C_{\varphi 2} \cdot C_{\varphi 3}}{C_{\varphi 1} \cdot C_{\varphi 2} + C_{\varphi 1} \cdot C_{\varphi 3} + C_{\varphi 2} \cdot C_{\varphi 3}}, \text{ Нм/рад} \quad (3.87)$$

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.

$$\text{Момент закрутки стабилизатора } M_{\varphi} = C_{\varphi} \cdot \varphi_{\text{см}}, \quad (3.88)$$

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

$$\text{Сила на стойке привода стабилизатора } P_{\varphi} = M_{\varphi} / l_{\varphi}, \quad (3.89)$$

где l_{φ} — длина плеча стабилизатора.

$$\text{Сила на колесе } P_{\text{фк}} = P_{\varphi} / i_{\text{см}}, \quad (3.90)$$

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

Дополнительная жесткость подвески (на колесо)

$$C_{\kappa} = \frac{P_{\text{фклев}} + P_{\text{фкправ}}}{2 \cdot h \cdot 9,81}, \text{ кгс/см}, \quad (3.91)$$

где $h = 3$ см — ход подвески.

Таблица 3.16 - Исходные данные и результаты расчётов

	Расчетные параметры	Крен вправо	
		Полн.	ход ±30
1.	Угол закрутки стабилизатора, град	63,6	16,6
2.	Момент закрутки Стабилизатора	368	93
3.	Длина левого плеча стабилизатора, мм	100,0	174,0
4.	Длина правого плеча стабилизатора, мм	154,6	173,5
5.	Сила на левой стойке привода стабилиз., Н	3680	534,5
6.	Сила на правой стойке привода стабилиз., Н	2380	536
7.	Передаточное число лево стойки привода стабилиз.	1,27	1,18
8.	Передаточное число право стойки привода стабилиз.	1,18	1,17
9.	Сила на левом колесе, Н	2898	453
10.	Сила на правом колесе, Н	2017	458,1
11.	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:

$$\tau = \frac{M_{\max}}{W}, \text{ Па, где} \quad (3.92)$$

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) 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

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 О создаёт момент:

$$M = j_y \cdot m_n \cdot h_\phi \quad (3.93)$$

где: m_n – подрессоренная масса автомобиля, кг ;

j_y – боковое ускорение автомобиля, м/с² ;

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

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

$$M_2 = m_n \cdot g \cdot (h_\phi \cdot \phi + dy_s) \quad (3.94)$$

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 подрессоренной массы, в результате которого подвески наружных колёс совершают ход сжатия, а подвески внутренних – ход отбоя. При этом усилия в упругих элементах создают реактивный момент, уравнивающий сумму моментов $M_1 + M_2$. Уравнение установившегося крена можно записать как

$$j_y \cdot m_n \cdot h_\phi + m_n \cdot g \cdot (h_\phi \cdot \phi + dy_s) = \phi \cdot (C_{y12} + C_{y34}), \quad (3.95)$$

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

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

Условие наименьшего кручения кузова обеспечивает такое распределение угловых жесткостей, что

$$(M_1 + M_2) / C_{y12} = (M_1 + M_2) / C_{y34} \quad (3.96)$$

Угловая жесткость передней подвески без стабилизатора, без учёта включения буферов сжатия, жесткости верхней опоры может быть рассчитана как:

$$C_{y34} = 0,25 \cdot B^2 \cdot C_{n34} \quad (3.97)$$

где: B – колея передних колес автомобиля, м;

C_{n34} – нормальная жесткость передней подвески, Н/м;

$$C_{n34} = (C_{n_{лев}} + C_{n_{прав}}) / I^2, \quad (3.98)$$

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

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

I – передаточное отношение подвески.

На ходе сжатия жесткость упругого элемента (с прогрессивной характеристикой) примерно равняется жесткости пружины, т.к. в процессе сжатия сжимается до соприкосновения витков, а дальше действует пружина.

На ходе отбоя жесткость упругого элемента равняется эквивалентной жесткости пружины .

$$C_{отб.} = 29920,5 \text{ Н/м};$$

$$C_{сжатия} = 38259 \text{ Н/м}.$$

Нормальная жесткость 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:

$$\varphi = m_n \cdot j_y / (C_{y34} - m_n \cdot g \cdot h_\varphi) \quad (3.99)$$

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

$$\Delta C_{y34} = m_n \cdot j_y / \varphi + m_n \cdot g \cdot h_\varphi - C_{y34} \quad (3.100)$$

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

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 $j_y = 4$ м/с необходимо добавить ещё $37660,8 - 8323,52 = 29337,28$ Нм/рад.

В процессе проектировочных расчетов передней подвески были достигнуты основная цели данного дипломного проекта, т.е. улучшенная управляемость и устойчивость автомобиля благодаря прогрессивной характеристике бочкообразной формы пружины и повышенной угловой жёсткости спроектированной подвески.

4 Технологическая часть

4.1. Анализ технологичности конструкции передней подвески

Таблица 4.1 – Перечень сборочных работ

№	Состав главных и дополнительных стадий сборки	Вр., минуты
1	2	3
1. Узловая сборка ступицы с тормозом, поворотным кулаком и рычагами передней подвески		
1	Взять ступицу с тормозом и поворотным кулаком в сборе	0,12
2	Установить ступицу с тормозом и поворотным кулаком в сборе в приспособление	0,18
3	Взять рычаг верхний	0,09
4	Взять палец шаровой верхний	0,08
5	Установить палец шаровой верхний	0,12
6	Взять болт	0,07
7	Взять болт М8х40	0,08
8	Взять шайбу 8 пружинную	0,08
9	Взять гайку М8	0,07
10	Взять чехол шарового пальца	0,09
11	Установить чехол шарового пальца	0,14
12	Взять пластину прижимную	0,08
13	Установить пластину прижимную	0,15
14	Вставить болты с шайбами и завернуть моментом 12 Н.м	0,16
15	Взять гайку М12х1,5 самоконтрящуюся	0,08
16	Наживить гайку М12х1,5 самоконтрящуюся и завернуть моментом 15 Н.м	0,17
17	Взять рычаг нижний	0,09
18	Установить рычаг нижний	0,15

19	Взять чашку пружины нижнюю	0,08
20	Установить чашку пружины нижнюю	0,17
21	Взять болт М10х1,25х50	0,07
22	Взять шайбу 10 пружинную	0,07
23	Вставить болт М10х1,25х50 с шайбой 10 пружинной	0,12
	Взять гайку М10х1,25	0,07
24	Наживить гайку М10х1,25 и завернуть моментом 15 Н.м	0,15
25	Взять палец шаровой верхний	0,08
	Установить палец шаровой верхний	0,15
26	Взять болт М8х35	0,07
27	Взять болт М8х40	0,07
28	Взять шайбу 8 пружинную	0,07
29	Взять гайку М8	0,7
30	Взять чехол шарового пальца	0,09
31	Установить чехол шарового пальца	0,14
32	Взять пластину прижимную	0,08
33	Установить пластину прижимную	0,15
34	Вставить болт	0,08
35	Вставить болт М8х40	0,08
36	Наживить шайбу 8 пружинную	0,10
37	Наживить гайку М8 и завернуть моментом 12 Н.м	0,16
38	Взять гайку М14х1,5 самоконтрящуюся	
39	Наживить гайку М14х1,5 самоконтрящуюся и завернуть моментом 54 Н.м	0,17
40	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,21
	Итого:	5,13
2. Общая сборка передней подвески автомобиля		
1	Взять поперечину передней подвески	0,09

2	Установить поперечину передней подвески в приспособление	0,21
3	Взять опору пружины	0,09
4	Взять болт M10x1,25x40	0,08
5	Взять болт M10x1,25x35	0,08
6	Взять гайку M10x1,25	0,08
7	Установить опору пружины на поперечину передней подвески	0,25
8	Вставить болты, наживить гайки и завернуть моментом 15 Н.м	0,25
9	Взять буфер передней подвески	0,11
10	Установить буфер передней подвески в опору пружины	0,16
11	Взять кронштейн	0,11
12	Взять шайбу 10	0,08
13	Взять шайбу 10 пружинную	0,07
14	Взять гайку M10x1,25	0,07
15	Установить кронштейн сверху опоры пружины	0,23
16	Наживить шайбы, вставить гайку и завернуть моментом 15 Н.м	0,19
17	Взять ось верхнего рычага	0,09
18	Взять болт M12x1,25x70	0,09
19	Взять шайбу регулировочную 0,5 мм	0,09
20	Взять шайбу регулировочную 3 мм	0,09
21	Взять болт	0,09
22	Взять шайбу 12 пружинную	0,09
23	Взять гайку M12x1,25	0,09
24	Установить ось верхнего рычага на поперечину передней подвески	0,28
25	Вставить болты с шайбами и завернуть	0,152

	моментом 54 Н.м	
26	Взять буфер хода отбоя	0,12
27	Установить буфер хода отбоя в кронштейн	0,26
28	Взять ступицу с тормозом, поворотным кулаком и рычагами в сборе	0,14
29	Установить ступицу с тормозом, поворотным кулаком и рычагами в сборе в приспособление	0,29
30	Взять ось нижнего рычага	0,11
31	Взять шайбы упорные	0,09
32	Взять шарниры нижнего рычага	0,09
33	Взять гайку М16х1,5 самоконтрящуюся	0,09
34	Взять гайку М14х1,5 самонтящуюся	0,09
35	Наживить на ось нижнего рычага шайбы упорные, шарниры нижнего рычага	0,25
36	Установить ось нижнего рычага вместе с нижним рычагом на поперечину передней подвески	0,24
37	Вставить гайку М16х1,5 самоконтрящуюся	0,16
38	Вставить гайку М14х1,5 самоконтрящуюся	0,15
39	Завернуть гайки моментом 54 Н.м	0,12
40	Взять прокладку нижнюю	0,08
41	Установить прокладку нижнюю	0,12
42	Взять прокладку верхнюю	0,12
43	Установить прокладку верхнюю	0,12
44	Взять чашку опорную пружины верхнюю	0,08
45	Установить чашку опорную пружины верхнюю	0,14
46	Взять пружину передней подвески	0,08
47	Установить пружину в приспособление	0,25
48	Установить пружину	0,26
49	Снять приспособление с пружины	0,12
50	Взять амортизатор передний	0,11

51	Взять подушку амортизатора	0,09
52	Установить подушку амортизатора	0,19
53	Взять шайбу	0,09
54	Установить шайбу	0,11
55	Взять шайбу 10 пружинную	0,07
56	Установить шайбу 10 пружинную	0,10
57	Взять гайку M10x1,25	0,09
58	Взять болт M10x1,25x50	0,09
59	Взять гайку M10x1,25	0,07
60	Установить стабилизатор с подушками, шайбами, шайбами пружинными	0,25
61	Наживить гайку M10x1,25 и завернуть моментом 15 Н.м	0,18
62	Вставить болт M10x1,25x50	0,10
63	Наживить гайку M10x1,25 и завернуть моментом 15 Н.м	0,21
64	Взять стабилизатор в сборе	0,09
65	Взять шайбу 8 пружинную	0,09
66	Взять гайку M8	0,09
67	Установить стабилизатор в сборе	0,15
68	Наживить шайбу 8 пружинную, гайку M8 и завернуть моментом 12 Н.м	0,12
69	Взять обойму подушки	0,08
70	Установить обойму подушки	0,12
71	Взять подушку штанги	0,12
72	Установить подушку штанги	0,24
73	Взять растяжку	0,08
74	Установить растяжку	0,12
75	Взять шайбу 12 пружинную	0,07
76	Наживить шайбу 12 пружинную	0,15

77	Взять болт М12х1,25х30	0,09
78	Вставить болт М12х1,25х30 и завернуть моментом 15 Н.м	0,25
79	Взять шайбу	0,09
80	Взять гайку М16х1,5 низкую	0,09
81	Наживить шайбу, вставить гайку М16х1,5 и завернуть моментом 54 Н.м	0,15
82	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,22
	Итого:	10,94
	Всего $\Sigma t_{оп}$	16,07

4.2 Определение трудоемкости сборки передней подвески

Общее оперативное время на все виды работ по сборке передней независимой подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 13,95 \text{ мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки передней независимой подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) / 100 = 16,07 + 16,07 \cdot (2 + 4) / 100 = 17,03 \text{ мин},$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем $\alpha = 2\%$;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах. Принимаем $\beta = 4\%$.

4.3 Определение типа производства

Тип производства при сборке определяем по таблице в зависимости от годового выпуска автомобилей и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки подвески. 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 Выбор организационной формы сборки

Учитывая конструкцию подвески, ее размеры и массу, объем выпуска, сроки (длительность) выпуска и тип производства принимаем как организационную форму сборки подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.

4.5 Составление маршрутной технологии

Технологический маршрут процесса сборки передней подвески оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 - Маршрутная технология

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
005	Сборка передней подвески, сборка ступицы в сборе с верхним и нижним рычагами передней подвески	<p>Установить ступицу с тормозом и поворотным кулаком в сборе в приспособление</p> <p>Установить палец шаровой верхний</p> <p>Установить чехол шарового пальца</p> <p>Взять пластину прижимную</p> <p>Установить пластину прижимную</p> <p>Вставить болты с шайбами и завернуть моментом 12 Н.м</p> <p>Наживить гайку М12х1,5 самоконтрящуюся и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Установить рычаг нижний</p> <p>Установить чашку пружины нижнюю</p> <p>Вставить болт М10х1,25х50 с шайбой 10 пружинной</p> <p>Наживить гайку М10х1,25 и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Установить палец шаровой верхний</p> <p>Установить чехол шарового пальца</p> <p>Установить пластину прижимную</p> <p>Вставить болты</p> <p>Наживить шайбу 8 пружинную</p> <p>Наживить гайку М8</p> <p>Наживить гайку М14х1,5 самоконтрящуюся и завернуть моментом 54 Н.м</p>	<p>Подставка</p> <p>Емкость</p> <p>Кисть</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключ, S=12</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p> <p>Технологическое поддерживающее приспособление</p> <p>Ключ, S=19</p> <p>Ключ накидной, S=19х20</p>	5,05

010	Сборка передней подвески, установка кронштейно в рычагов подвески, установка буфера передней подвески, установка ступицы в сборе	<p>Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты</p> <p>Установить поперечину передней подвески в приспособление</p> <p>Установить опору пружины на поперечину передней подвески</p> <p>Вставить болты, наживить гайки и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Установить буфер передней подвески в опору пружины</p> <p>Установить кронштейн сверху опоры пружины</p> <p>Наживить шайбы, вставить гайку и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Установить ось верхнего рычага на поперечину передней подвески</p> <p>Вставить болты с шайбами и завернуть моментом 54 Н.м</p> <p>Установить буфер хода отбоя в кронштейн</p> <p>Установить ступицу с тормозом, поворотным кулаком и рычагами в сборе в приспособление</p> <p>Наживить на ось нижнего рычага шайбы упорные, шарниры нижнего рычага</p> <p>Установить ось нижнего рычага вместе с нижним рычагом на поперечину передней подвески</p> <p>Вставить гайку M16x1,5 самоконтрящуюся</p> <p>Вставить гайку M14x1,5 самоконтрящуюся</p> <p>Завернуть гайки моментом</p>	<p>Стол рабочий Ключ, S=12</p> <p>Приспособление для фиксации передней подвески левое</p> <p>Приспособление для фиксации передней подвески правое</p>	5,12
-----	--	--	---	------

015	Сборка передней подвески, установка пружины передней подвески, установка амортизатора и стабилизатора в сборе	<p>54 Н.м</p> <p>Установить нижнюю прокладку</p> <p>Установить верхнюю прокладку</p> <p>Установить чашку опорную пружины верхнюю</p> <p>Установить пружину</p> <p>Установить подушку амортизатора</p> <p>Установить шайбу</p> <p>Взять шайбу 10 пружинную</p> <p>Установить шайбу 10 пружинную</p> <p>Установить стабилизатор с подушками, шайбами, шайбами пружинными</p> <p>Наживить гайку M10x1,25 и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Вставить болт M10x1,25x50</p> <p>Наживить гайку M10x1,25 и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Установить стабилизатор в сборе</p> <p>Наживить шайбу 8 пружинную, гайку M8 и завернуть моментом 12 Н.м</p> <p>Установить обойму подушки</p> <p>Установить подушку штанги</p> <p>Установить растяжку</p> <p>Наживить шайбу 12 пружинную</p> <p>Вставить болт M12x1,25x30 и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Наживить шайбу, вставить гайку M16x1,5 и завернуть моментом 54 Н.м</p>	<p>Стол рабочий Электрический ротационный гайковерт TENSOR модели ETV S7-70-13CTADS</p> <p>Блок управления электрогайковертом</p> <p>Ключ, S=10</p> <p>Ключ накидной, S=16x20</p>	5,27
-----	---	---	---	------

	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	
--	--	--

5 Экономическая эффективность проекта

Автомобильная промышленность является одной из ведущих отраслей экономики. Эффективность автомобильного транспорта влияет на производительность всех отраслей промышленности и сельского хозяйства. Большое значение имеют разработка и создание более продвинутых моделей автомобильной техники, совершенствование конструкции агрегатов автотранспортных средств, улучшение их эксплуатационных характеристик.

В этом дипломном проекте рассматривается автомобиль Шевроле-Нива. Подвеска этого автомобиля, в частности, передняя, по его техническим характеристикам предназначена для езды в городском режиме и только иногда с выездом за город, в деревни и т.д.

Основная цель проекта модернизировать переднюю подвеску автомобиля, чтобы обеспечить надежную езду в агрессивных, сложных условиях, а также обеспечить более комфортную езду.

В данном дипломном проекте модернизируется упругий элемент передней подвески автомобиля. Взамен стандартной цилиндрической пружины применяется бочкообразная пружина с более прогрессивной характеристикой, благодаря ее форме и более высокой жесткости по сравнению с цилиндрической пружинной она позволяет работать подвеске в более агрессивных условиях, что повышает долговечность деталей передней подвески и автомобиля в целом ориентировочно на 30%.

Данная модернизация передней подвески автомобиля Шевроле-Нива предлагается для внедрения в производство. Для повышения конкурентно способности автомобиля на внутреннем рынке.

5.1 Расчет себестоимости проектной конструкции подвески.

Таблица 5.1 - Базовая калькуляция и исходные данные для расчета

Наименование	Обозначение	Ед.	Значение
2	3	4	5
Выпуск изделий в год	Vг.	Ш	45000
Страховой взнос в структуры ФОМС, ПФР, ФСС	Есц.	%	30
Расходы общие заводские	Ео.зав.	%	215
Коммерческие расходы	Ек.	%	5
Содержательные и эксплуатационные расходы на оборудование	Еоб.	%	194
Транспортные заготовительные расходы	Кт.зр.	%	1,45
Цеховые расходы	Ецх	%	183
Расходы на оснащение и инструменты	Еинс.	%	3
Рентабельность плана накопительного	Крнт.	%	30
Доплаты и выплаты не связанные с производством	Квп.	%	12
Премии и доплаты связанные с производством	Кпрм.	%	23
Возвратные отходы производства	Квт	%	1
Часовой тариф – 4 разряд	Ср4	ру	72,24
Часовой тариф – 6 разряд	Ср6	ру	93,91
Образующие капитал инвестиции	Ки	%	12

Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_6}{100} \right) \quad (5.1)$$

где C_{M_i} - оптовая цена материала i -го

вида,руб.; Q_{M_i} - норма расхода материала i -

го вида,кг.,м.;

$K_{тзр}$ - коэффициент транспортно-заготовительных

расходов,%; $K_{вот}$ - коэффициент возвратных

отходов,%;

Таблица 5.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Сталь 30ХМ	кг	18,91	7	132,37
Труба 30 Сталь 30ХМ	кг	60,12	0,9	54,11
Плита 30 В-95	кг	87,72	0,7	61,40
Круг 30 Сталь 30ХМ	кг	21,09	10,1	213,01
Лист 2,0 Ст30ХГСА	кг	97	0,5	48,50
Лист В3,0 Ст30ХГСА	кг	102	0,15	15,30
Пруток Ст60С2А	кг	87	5,4	469,80
Пруток Ст50ХФА	кг	85	2,2	187,00
Поковка Сталь 30ХМ	кг	93	3,75	348,75
Итого материалов:				1530,24
Ктз		1,45		22,19
Квот		1		15,30
Всего				1567,73

$M := 1567.73$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты"
производятся по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} \right) \quad (5.2)$$

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 5.3 - Расчет затрат на покупные изделия

Наименование изделия	Цена, руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Пружина бочкообразная	844	2	1688,00
Гайка	7	8	56,00
Шайба	6	8	48,00
Болты крепления	12	6	72,00
Шарниры	37	2	74,00
Подушки крепления	19	2	38,00
Шайбы опорные	12	6	72,00
Втулки рычагов	25	4	100,00
Опора шаровая	21	2	42,00
Итого			1976,00
Ктз		1,45	28,65
Всего			2004,65

$P_u := 2004.65$

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

$$Z_O = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{нрм.}}{100} \right) \quad (5.3)$$

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.; $K_{прм.}$ - коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 5.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Сборка стойки телескопической	4	0,19	72,24	13,73
Сборка поперечной штанги	4	0,18	72,24	13,00
Сборка ступицы с рычагами	4	0,15	72,24	10,84
Контрольно-испытательная	6	0,22	93,81	20,64
Итого				58,20
Премияльные доплаты			23	13,39
Основная з/п				71,59

$Z_0 := 71.59$

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

$K_{\text{вып}} := 0.12$

$Z_{\text{доп}} := Z_0 \cdot K_{\text{вып}}$ (5.4)

$Z_{\text{доп}} = 71.59 \cdot 0.12 = 8.59$

где $K_{\text{вып}}$ - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

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

$E_{\text{соц.н}} := 0.30$

$C_{\text{соц.н}} := (Z_0 + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{соц.н}}$ (5.5)

$C_{\text{соц.н}} = (71.59 + 8.59) \cdot 0.30 = 24.05$

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

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

$$E_{\text{обор}} := 1.94$$

$$C_{\text{сод.обор}} := Z_0 \cdot E_{\text{обор}} \quad (5.6)$$

$$C_{\text{сод.обор}} = 71.59 \cdot 1.94 = 138.88$$

где $E_{\text{обор}}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{цех}} := 1.83$$

$$C_{\text{цех}} := Z_0 \cdot E_{\text{цех}} \quad (5.7)$$

$$C_{\text{цех}} = 71.59 \cdot 1.83 = 131.01$$

где $E_{\text{цех}}$ - коэффициент цеховых расходов, %;

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

$$E_{\text{инстр}} := 0.03$$

$$C_{\text{инстр}} := Z_0 \cdot E_{\text{инстр}} \quad (5.8)$$

$$C_{\text{инстр}} = 71.59 \cdot 0.03 = 2.15$$

где $E_{\text{инстр}}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} := M + \text{Пи} + \text{Зо} + C_{\text{соц.н}} + \text{Здоп} + C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{цех}} \quad (5.9)$$

$$+ C_{\text{инстр}} C_{\text{цех.с.с.}} =$$

$$1567.73 + 2004.65 + 71.59 + 24.05 + 8.59 + 138.88 + 131.01 + 2.15 = 3948.66$$

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{об.завод}} := 2.15$$

$$C_{\text{об.завод}} := \text{Зо} \cdot E_{\text{об.завод}} \quad (5.10)$$

$$C_{\text{об.завод}} = 71.59 \cdot 2.15 = 153.92$$

где $E_{\text{об.завод}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} := C_{\text{об.завод}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (5.11)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 153.92 + 3948.66 = 4102.58$$

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{ком}} := 0.05$$

$$C_{\text{ком}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком}} \quad (5.12)$$

$$C_{\text{ком}} = 4102.58 \cdot 0.05 = 205.13$$

где $E_{\text{ком}}$ - коэффициент коммерческих расходов, %;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{пол.пр.}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} + C_{\text{ком}} \quad (5.13)$$

$$C_{\text{пол.пр.}} = 4102.58 + 205.13 = 4307.7$$

Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции выполняется по формуле:

$$K_{\text{рент}} := 0.3 \quad C_{\text{пол.б.}} := 4074.90 \quad (5.14)$$

$$C_{\text{отп.пр.}} := C_{\text{пол.б.}} \cdot (1 + K_{\text{рент}})$$

$$C_{\text{отп.пр.}} = 5297.37$$

где $K_{\text{рент}}$ - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

Таблица 5.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.

Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(стд)	Затр.на д.изд.(нов)
Основные материалы	М	1457,99	1567,73
Комплекующие изделия	Пи	1896,30	2004,65
Заработная плата	Зо	71,10	71,59
Дополнительная зар.плата	Здп	8,53	8,59
Страховой взнос в ПФР, ФОМС,	Ссц.н.	23,89	24,05
Содержательные и экспл. расходы	Сс.об	137,93	138,88
Цеховые расходы	Сцх	130,11	131,01
Расходы на оснащение и инстр.	Синс	2,13	2,15
Себестоимость по цеху	Сцх.с.с.	3727,99	3948,66
Общие заводские расходы	Соб.зав	152,87	153,92
Себестоимость по заводу	Соб.зав.с.с.	3880,86	4102,58
Коммерч. расходы	Ск	194,04	205,13
Себестоимость	Спол	4074,90	4307,70
Цена	Цот	5297,37	5297,37

5.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$\begin{aligned} Z_{\text{перемуд}} &:= M + \Pi + Z_0 + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н}} \cdot Z_{\text{перемуд}} \\ &:= 1567.73 + 2004.65 + 71.59 + 8.59 + 24.05 = 3676.62 \end{aligned} \quad (5.15)$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{перем}} := Z_{\text{перемуд}} \cdot V_{\text{год}} \quad V_{\text{год}} := 45000$$

$$Z_{\text{перем}} := 3676.62 \cdot 45000 = 165447676.8$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$A_{\text{м.уд}} := \frac{(C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{инстр}}) \cdot \text{НА}}{100} \quad (5.16)$$

НА := 13

$$A_{\text{м.уд}} = ((138.88 + 2.15) \cdot 13) / 100 = 18.33$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений, %;

$$Z_{\text{постуд}} := \frac{(C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{инстр}}) \cdot (100 - \text{НА})}{100} + C_{\text{цех}} + C_{\text{об.завод}} + C_{\text{ком}} + A_{\text{м.уд}}$$

$$Z_{\text{постуд}} = ((138.88 + 2.15) \cdot (100 - 13)) / 100 + 131.01 + 153.92 + 205.13 + 18.33 = 631.09$$

(5.17)

на годовую программу выпуска:

$$Z_{\text{пост}} := Z_{\text{постуд}} \cdot V_{\text{год}}$$

$$Z_{\text{пост}} = 631.09 \cdot 45000 = 28399017.47 \quad (5.18)$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{\text{пол.г.}} := C_{\text{пол.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (5.19)$$

$$C_{\text{пол.г.}} = 4307.7 \cdot 45000 = 193846694.26$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} := C_{\text{отп.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (5.20)$$

$$\text{Выручка} = 5297.37 \cdot 45000 = 238381650$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж} := \text{Выручка} - Z_{\text{перем}}$$

$$\text{Дмарж} = 238381650 - 165447676.8 = 72933973.2 \quad (5.21)$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{\text{крит}} := \frac{Z_{\text{пост}}}{C_{\text{отп.пр.}} - Z_{\text{перемуд}}} \quad (5.22)$$

$$A_{\text{крит}} = 28399017.47 / (5297.37 - 3676.62) = 17522.09 \sim 17525$$

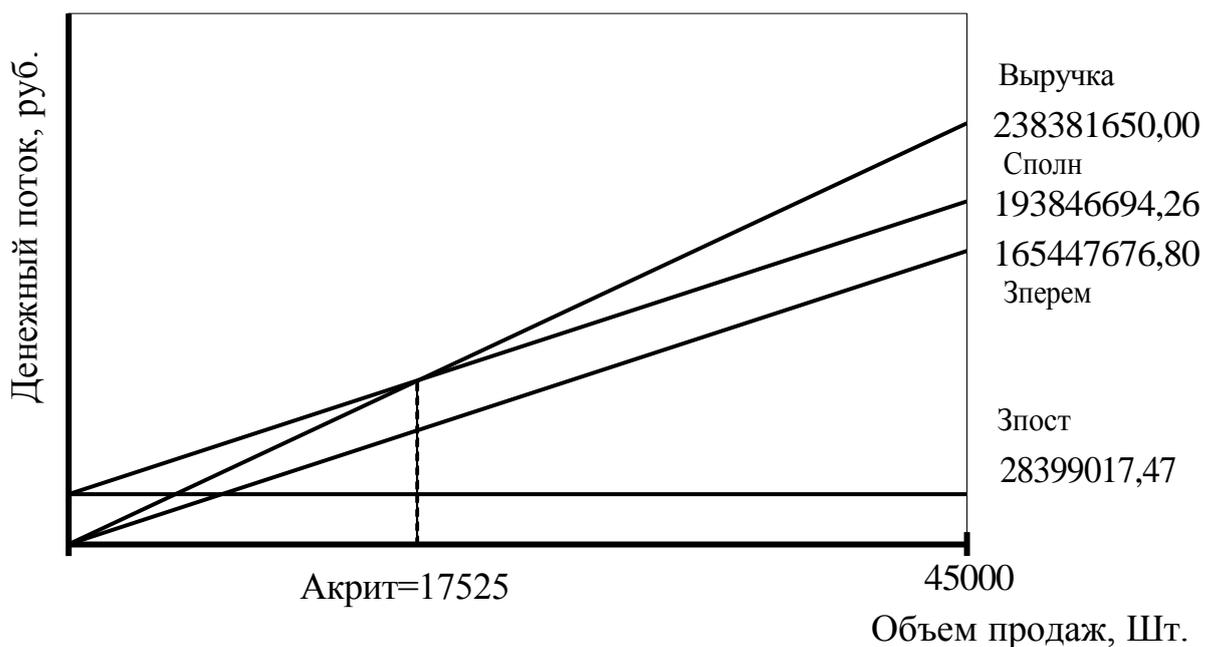


Рисунок 5.1 - График точки безубыточности

5.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

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

$$\begin{aligned} V_{\text{год}} &:= 45000 \\ V_{\text{мак}} &:= V_{\text{год}} \\ n &:= 6 \\ \Delta &:= \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \end{aligned} \quad \begin{aligned} A_{\text{крит}} &:= 17525 \\ \Delta &= 5495 \end{aligned} \quad (5.23)$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{отп}} &:= \Pi_{\text{отп.пр.}} \\ \Pi_{\text{отп}} &= 5297.37 \\ V_{\text{прод1}} &:= A_{\text{крит}} + \Delta \\ V_{\text{прод1}} &:= 17525 + 5495 = 23020 \\ V_{\text{прод2}} &:= A_{\text{крит}} + 2\Delta \\ V_{\text{прод2}} &= 28515 \\ V_{\text{прод3}} &:= A_{\text{крит}} + 3\Delta \\ V_{\text{прод3}} &= 34010 \\ V_{\text{прод4}} &:= A_{\text{крит}} + 4\Delta \\ V_{\text{прод4}} &= 39505 \\ V_{\text{прод5}} &:= A_{\text{крит}} + 5\Delta \\ V_{\text{прод5}} &= 45000 \end{aligned} \quad (5.24)$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка}_1 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод1}} \quad (5.25)$$

$$\text{Выручка}_1 := 5297.37 \cdot 23020 = 121945457.40$$

$$\text{Выручка}_2 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод2}}$$

$$\text{Выручка}_3 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод3}}$$

$$\text{Выручка}_2 = 151054505.55$$

$$\text{Выручка}_4 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод4}}$$

$$\text{Выручка}_3 = 180163553.70$$

$$\text{Выручка}_5 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод5}}$$

$$\text{Выручка}_4 = 209272601.85$$

$$\text{Выручка}_5 = 238381650.00$$

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

для базового варианта:

$$M := 1457.99 \quad \Pi_{\text{и}} := 1896.30 \quad Z_{\text{о}} := 71.1$$

$$Z_{\text{доп}} := 8.53 \quad C_{\text{соц}}$$

$$:= 23.89 \quad Z_{\text{перемудб}} := M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} \quad (5.26)$$

$$Z_{\text{перемб1}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод1}}$$

$$Z_{\text{перемб1}} := 3457.81 \cdot 23020 = 79598786.20 \quad (5.27)$$

$$Z_{\text{перемб2}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод2}}$$

$$Z_{\text{перемб2}} = 98599452.15$$

$$Z_{\text{перемб3}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод3}}$$

$$Z_{\text{перемб3}} = 117600118.10$$

$$Z_{\text{перемб4}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод4}}$$

$$Z_{\text{перемб5}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод5}}$$

$$Z_{\text{перемб4}} = 136600784.05$$

$$Z_{\text{перемб5}} = 155601450.00$$

для проектного варианта:

$$Зперемудпр := Зперемуд$$

$$Зперемудпр = 3676.62$$

$$Зперемпр1 := Зперемудпр \cdot V_{\text{прод1}} \quad (5.28)$$

$$Зперемпр1 := 3676.62 \cdot 23020 = 84635678.22$$

$$Зперемпр2 := Зперемудпр \cdot V_{\text{прод2}} \quad Зперемпр2 = 104838677.87$$

$$Зперемпр3 := Зперемудпр \cdot V_{\text{прод3}} \quad Зперемпр3 = 125041677.51$$

$$Зперемпр4 := Зперемудпр \cdot V_{\text{прод4}} \quad Зперемпр4 = 145244677.16$$

$$Зперемпр5 := Зперемудпр \cdot V_{\text{прод5}} \quad Зперемпр5 = 165447676.80$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{\text{сод.обор.}} := 137.93 \quad C_{\text{цех.}} := 130.11 \quad C_{\text{инстр.}} := 2.13$$

$$C_{\text{общ.зав.}} := 152.87 \quad C_{\text{ком.}} := 194.04$$

$$Зпостудб := C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{общ.зав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (5.29)$$

$$Зпостудб = 617.08$$

$$Зпостб := Зпостудб \cdot V_{\text{год}}$$

$$Зпостб := 617.08 \cdot 45000 = 27768600$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зпостпр := Зпост \quad Зпостпр = 28399017.47 \quad (5.30)$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{\text{м.уд}} = 18.33$$

$$A_{\text{м.}} := A_{\text{м.уд}} \cdot V_{\text{год}}$$

$$A_{\text{м.}} := 18.33 \cdot 45000 = 825038.95 \quad (5.31)$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$Z_{\text{полнпр1}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр1}} \quad (5.32)$$

$$Z_{\text{полнпр1}} := 28399017.47 + 84635678.22 = 113034695.69$$

$$Z_{\text{полнпр2}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр2}} \quad Z_{\text{полнпр2}} = 133237695.33$$

$$Z_{\text{полнпр3}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр3}} \quad Z_{\text{полнпр3}} = 153440694.98$$

$$Z_{\text{полнпр4}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр4}} \quad Z_{\text{полнпр4}} = 173643694.62$$

$$Z_{\text{полнпр5}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр5}} \quad Z_{\text{полнпр5}} = 193846694.27$$

для базового варианта:

$$Z_{\text{полнб1}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб1}} \quad (5.33)$$

$$Z_{\text{полнб1}} := 27768600 + 79598786.2 = 107367386.2$$

$$Z_{\text{полнб2}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб2}} \quad Z_{\text{полнб2}} = 126368052.15$$

$$Z_{\text{полнб3}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб3}} \quad Z_{\text{полнб3}} = 145368718.1$$

$$Z_{\text{полнб4}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб4}} \quad Z_{\text{полнб4}} = 164369384.05$$

$$Z_{\text{полнб5}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб5}} \quad Z_{\text{полнб5}} = 183370050$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

(5.34)

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} := \text{Выручка}_1 - \text{Зполнпр}_1$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} := 121945457.4 - 113034695.69 = 8910761.71$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} := \text{Выручка}_2 - \text{Зполнпр}_2$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} = 17816810.22$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} := \text{Выручка}_3 - \text{Зполнпр}_3$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} = 26722858.72$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} := \text{Выручка}_4 - \text{Зполнпр}_4$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} = 35628907.23$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} := \text{Выручка}_5 - \text{Зполнпр}_5$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} = 44534955.73$$

для базового варианта:

(5.35)

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.1}} := \text{Выручка}_1 - \text{Зполнб}_1$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.1}} := 121945457.4 - 107367386.2 = 14578071.2$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.2}} := \text{Выручка}_2 - \text{Зполнб}_2$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.2}} = 24686453.4$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.3}} := \text{Выручка}_3 - \text{Зполнб}_3$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.3}} = 34794835.6$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.4}} := \text{Выручка}_4 - \text{Зполнб}_4$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.4}} = 44903217.8$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.5}} := \text{Выручка}_5 - \text{Зполнб}_5$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.5}} = 55011600$$

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

для проектного варианта:

$$Н_{пр1} := Пр_{обл.пр.1} \cdot 0.20 \quad (5.36)$$

$$Н_{пр1} := 8910761.71 \cdot 0.20 = 1782152.34$$

$$Н_{пр2} := Пр_{обл.пр.2} \cdot 0.20 \quad Н_{пр2} = 3563362.04$$

$$Н_{пр3} := Пр_{обл.пр.3} \cdot 0.20 \quad Н_{пр3} = 5344571.74$$

$$Н_{пр4} := Пр_{обл.пр.4} \cdot 0.20$$

$$Н_{пр5} := Пр_{обл.пр.5} \cdot 0.20 \quad Н_{пр4} = 7125781.45$$

для базового варианта:

$$Н_{пр5} = 8906991.15$$

$$Н_{б1} := Пр_{обл.б.1} \cdot 0.20 \quad (5.37)$$

$$Н_{б1} := 14578071.2 \cdot 0.20 = 2915614.24$$

$$Н_{б2} := Пр_{обл.б.2} \cdot 0.20 \quad Н_{б2} = 4937290.68$$

$$Н_{б3} := Пр_{обл.б.3} \cdot 0.20 \quad Н_{б3} = 6958967.12$$

$$Н_{б4} := Пр_{обл.б.4} \cdot 0.20$$

$$Н_{б5} := Пр_{обл.б.5} \cdot 0.20 \quad Н_{б4} = 8980643.56$$

$$Н_{б5} = 11002320$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} - \text{Нпр1} \quad (5.38)$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} := 8910761.71 - 1782152.34 = 7128609.37$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} - \text{Нпр2} \quad \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} = 14253448.18 \quad (5.39)$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} - \text{Нпр3}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} = 21378286.98$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} - \text{Нпр4}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} - \text{Нпр5} \text{ для}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} = 28503125.78$$

базового варианта:

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.1}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.1}} - \text{Нб1}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} = 35627964.59$$

(5.40)

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.1}} := 14578071.2 - 2915614.24 = 11662456.96$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.2}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.2}} - \text{Нб2}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.2}} = 19749162.72$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.3}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.3}} - \text{Нб3}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.3}} = 27835868.48$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.4}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.4}} - \text{Нб4}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.4}} = 35922574.24$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.5}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.5}} - \text{Нб5}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.5}} = 44009280$$

Расчет общественного эффекта.

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{отп.б}} &= 5297.37 & \text{Д1} &:= 240000 & \text{Д2} &:= 320000 \\ \text{Пр}_{\text{ож.д.}} &:= \Pi_{\text{отп.б}} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \Pi_{\text{отп.пр.}} \end{aligned} \quad (5.41)$$

$$\text{Пр}_{\text{ож.д.}} := 5297.37 \cdot \frac{320000}{240000} - 5297.37 = 1765.79$$

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(циклы)

Д2 - долговечность новой конструкции,(циклы)

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

$$\text{ЧД1} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод1}}) \quad (5.42)$$

$$\text{ЧД1} := 7128609.37 - 11662456.96 + 825038.95 + (1765.79 \cdot 23020) = 36939677.17$$

$$\text{ЧД2} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод2}})$$

$$\text{ЧД2} = 45680826.26$$

$$\text{ЧД3} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод3}})$$

$$\text{ЧД3} = 54421975.35$$

$$\text{ЧД4} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод4}})$$

$$\text{ЧД4} = 63163124.45$$

$$\text{ЧД5} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод5}})$$

$$\text{ЧД5} = 71904273.54$$

Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1+E_{cti})^t} \quad E_{ct} := 10 \quad (5.43)$$

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:

$$\text{ДСП1} := \text{ЧД1} \cdot \alpha_1 \quad (5.44)$$

$$\text{ДСП1} := 33578166.54 \cdot 0.909 = 36939677.17$$

$$\text{ДСП2} := \text{ЧД2} \cdot \alpha_2$$

$$\text{ДСП2} = 37732362.49$$

$$\text{ДСП3} := \text{ЧД3} \cdot \alpha_3$$

$$\text{ДСП3} = 40979747.44$$

$$\text{ДСП4} := \text{ЧД4} \cdot \alpha_4$$

$$\text{ДСП4} = 43140414$$

$$\text{ДСП5} := \text{ЧД5} \cdot \alpha_5$$

$$\text{ДСП5} = 44652553.87$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ДСП} := \text{ДСП1} + \text{ДСП2} + \text{ДСП3} + \text{ДСП4} + \text{ДСП5} \quad (5.45)$$

$$\Sigma \text{ДСП} = 200083244.35$$

Расчет в потребности капиталобразующих инвестициях:

$$\Sigma C_{\text{полн.пр.}} := \text{Зполнпр1} + \text{Зполнпр2} + \text{Зполнпр3} + \text{Зполнпр4} + \text{Зполнпр5} \quad (5.46)$$

$$\Sigma C_{\text{полн.пр.}} = 767203474.88$$

$$K_{\text{инв.}} := 0.12$$

$$I_0 := K_{\text{инв.}} \cdot \Sigma C_{\text{полн.пр.}} \quad (5.47)$$

$$I_0 := 0.08 \cdot 767203474.88 = 61376277.99$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} := \Sigma \text{ДСП} - I_0 \quad (5.48)$$

$$\text{ЧДД} := 200083244.35 - 92064416.99 = 108018827.36$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I_0} \quad (5.49)$$

$$ID := \frac{108018827.36}{92064416.99} = 1.17$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Токуп} := \frac{I_0}{\text{ЧДД}} \quad (5.50)$$

$$\text{Токуп} := \frac{92064416.99}{108018827.36} = 0.85$$

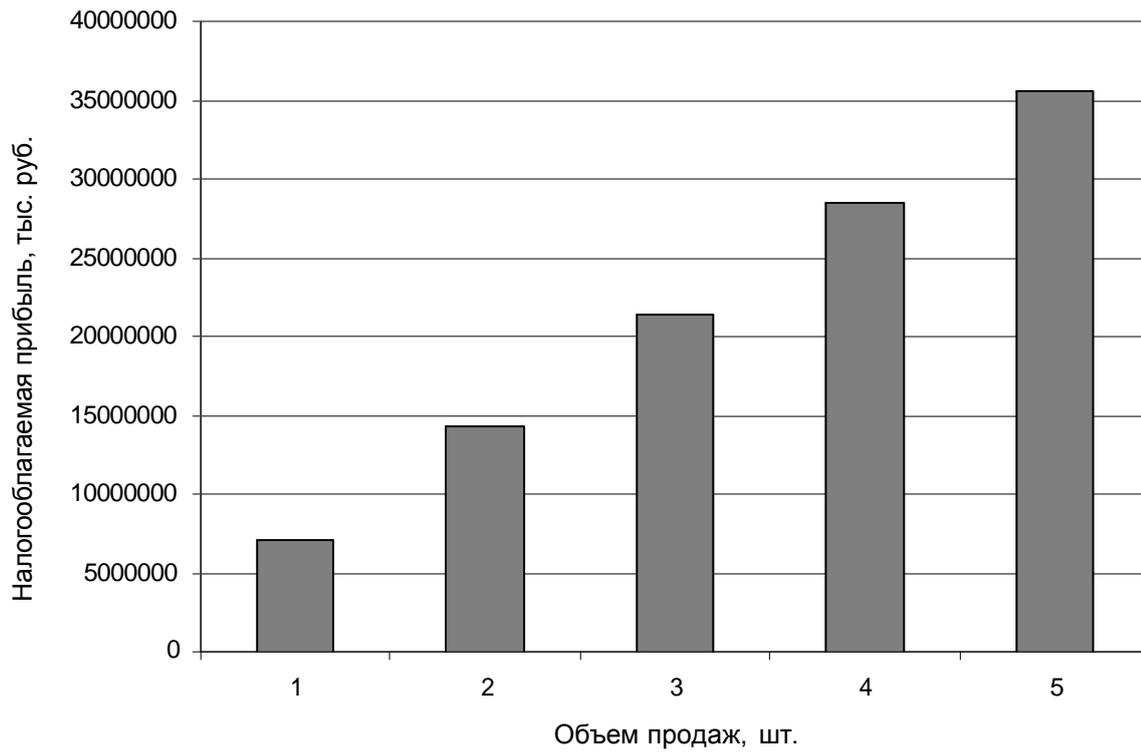


Рисунок 5.2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

5.4 Выводы и рекомендации.

В представленном экономическом разделе дипломного проекта рассчитанные показатели разработанной новой передней подвески показали, что себестоимость ее выше чем базовая конструкция подвески, но благодаря улучшенной характеристике новой передней подвески, повышается ее ресурс примерно в 1,3 раза. Поэтому был произведен расчет общественного эффекта – экономии от повышения долговечности проектируемого узла, из чего можно сделать вывод о целесообразности внедрения проектной конструкции передней подвески в производство, поскольку данный проект имеет положительный экономический эффект.

Точкой безубыточности продаж является объем равный 17525 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) 108018827,36 руб.

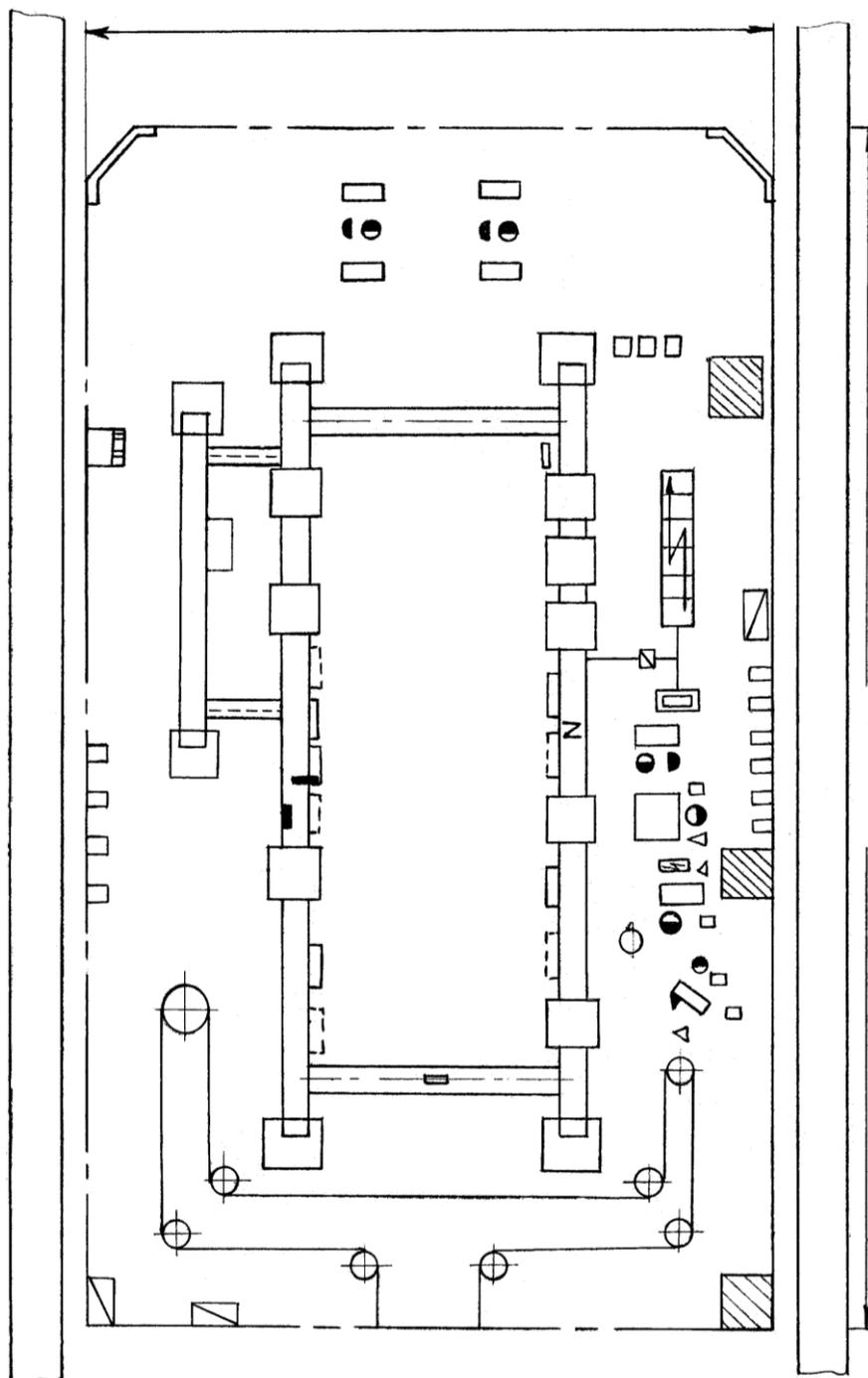
Из всех рассмотренных коэффициентов наиболее приемлемым для принятия решений инвестиционного характера является абсолютный показатель ЧДД.

Срок окупаемости данного проекта равен 0,85 года, что говорит о минимальном риске проекта. Индекс доходности больше единицы и равен $ID=1,17$. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

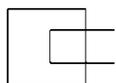
6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций

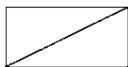
Таблица 5.1 - Перечень оборудования, применяемого на участке сборки передней подвески



Условные обозначения



- горизонтально-замкнутый конвейер;



- стеллаж;



Рабочий стол сборщика;



- контейнер для деталей;

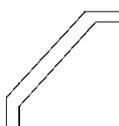


- рабочее место;

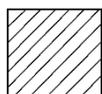
- подвод сжатого воздуха;



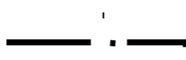
- местное освещение;



- бампер;



- колонны;

 границы участка.

1. Пресовая установка с пневмо-приводом
2. Зажимное механическое устройство
3. Линия сборки конвейерно-ленточного типа
4. Специальный стол-установка для сборки
5. Дорогоа для доставки боксов для запчастей
6. Отгораждающий забор
7. Боксы для запчастей

6.3 Опасные и вредные производственные факторы

Таблица 6.2

Типы исполняемых действий	Техническое оснащение	Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
Приклёпывание накладок к ведомому диску	Полуавтоматический аппарат для заклёпывания «Вик-Ман»	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p>	<p>1) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>2) Нарушения ориентации мозга, вызывает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>3) Температурные электрические бионические</p> <p>4) Травматичность.</p> <p>5) Травматичность.</p>

		5) строта краев деталей и заусенцы на них. 6) Монотонность	6) Усталость
Расклёпывание стоек с двух сторон	Пресс с поворотным столом и двуручным управлением "Викман".	1) Повышенное увеличение уровня шумности 2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов 3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети. 4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.	6) Негативное действие на слух, мозг и сердце. 1) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает резонанс, воздействует на сосуды. 2) Термическое электролитическое биологическое 3) Травматизм. 4) Травматизм.

		<p>5) Острые кромки и заусенцы.</p> <p>6) Монотонность труда.</p> <p>7) Физическое перенапряжение</p>	<p>6) Утомляемость, сонливость, снижение внимания.</p> <p>7) Утомляемость, стресс.</p>
<p>Определение величины дисбаланса ведомого диска.</p>	<p>Балансировочный станок “Шенк”.</p>	<p>1) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>2) Напряжение</p>	<p>1) Травматизм.</p> <p>2) Ухудшение всех систем и органов всего организма человека</p>
<p>Расклёпывание заклёпок и стоек.</p>	<p>Сверлильный станок 2Н135 “Стерлитоман”.</p>	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение</p>	<p>7) Негативное на слух, мозг и сердце.</p> <p>1) Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает</p>

		<p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической цепи.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>5) Острые края деталей и заусенцы на них.</p> <p>6) Завышенная температура поверхности детали.</p> <p>7) Повышенная металлическая пыльность.</p>	<p>резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>3) Температурные (ожоги участков тела), электрическое (разложение крови и плазмы), бионические (возбуждение и раздражение тканей организма, как следствие-судорожные сокращения мышц, прекращение деятельности дыхания и кровообращения).</p> <p>4) Ранения мягких тканей</p> <p>5) Ранения мягких тканей</p> <p>6) Обгорание кожи человека- ожоги</p> <p>7) Раздражители</p>
		<p>8) Перегрузка мышц</p>	<p>Отравление токсинами,</p> <p>8) Усталость нервной системы</p>

		9) Усталость глаз	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность , нервное
--	--	----------------------	--

6.3. Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

6.3.1. Мероприятия по предотвращению несчастных случаев и стихийных бедствий

- а) сигнал тревоги пожара.
- б) сигнал тревоги о стихиях.

Необходимость заранее проинформированности о предстоящей катастрофе и доставлены в безопасное место. Все электрические устройства должны быть отключены в этом случае.

6.3.2 Меры по нейтрализации разрушений.

- а) нейтрализация местных пожаров должна начинаться работниками с использованием удобных пожарных средств, сразу после обнаружения пожаров должна быть пожарная охрана и эвакуация незаселенных в пожарной службе работников.
- б) устранение завалов и последствий наводнений должно осуществляться службами МЧС с возможным соединением добровольных помощников и коммунальных служб.

Стандартные требования – в приложении Б.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой дипломной работе на тему «Полноприводный легковой автомобиль 2-го класса, рассматривается передняя независимая подвеска автомобиля Шевроле-Нива». Для оценки данной конструкции будет проведено технико-экономическое обоснование проекта, динамическое тяговое усилие и другие расчеты.

Чтобы лучше узнать возможности этого изменения, параметры ВСХ, баланс тягового, мощностной баланс, динамический фактор, время и ускорения, топливная экономичность определены.

В экономической части проводится оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка публичного значения проекта, а также определяются производственные затраты на внедрение в производство.

В результате модернизации передней подвески получены следующие показатели: удорожание автомобиля вследствие увеличения стоимости пружины с более прогрессивными характеристиками; повышение технических параметров автомобиля, т.е. повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля.

В проекте разрабатывается технологический процесс сборки передней независимой проектной конструкции подвески, а также мероприятия по промышленной безопасности и экологии сборочного производства

Используемые в данном дипломном проекте конструкторско – технологические мероприятия ведут к следующим показателям:

- удорожание автомобиля вследствие увеличения стоимости пружины с более прогрессивными характеристиками;
- повышение технических параметров автомобиля, т.е. повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля.

Отсюда следует, что данные показатели повышают прибыльность производства.

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.
7. Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002.
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.
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.; Фрумкин, А.К. «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., Яшин, А.Ф. Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

18. Родионов, В. Ф., Фиттерман, Б. М. 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 [Text] / 2004.

22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Senname, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles[Text] / 2010.

23. Colin Campbell. Automobile Gear box [Text] / 2012.

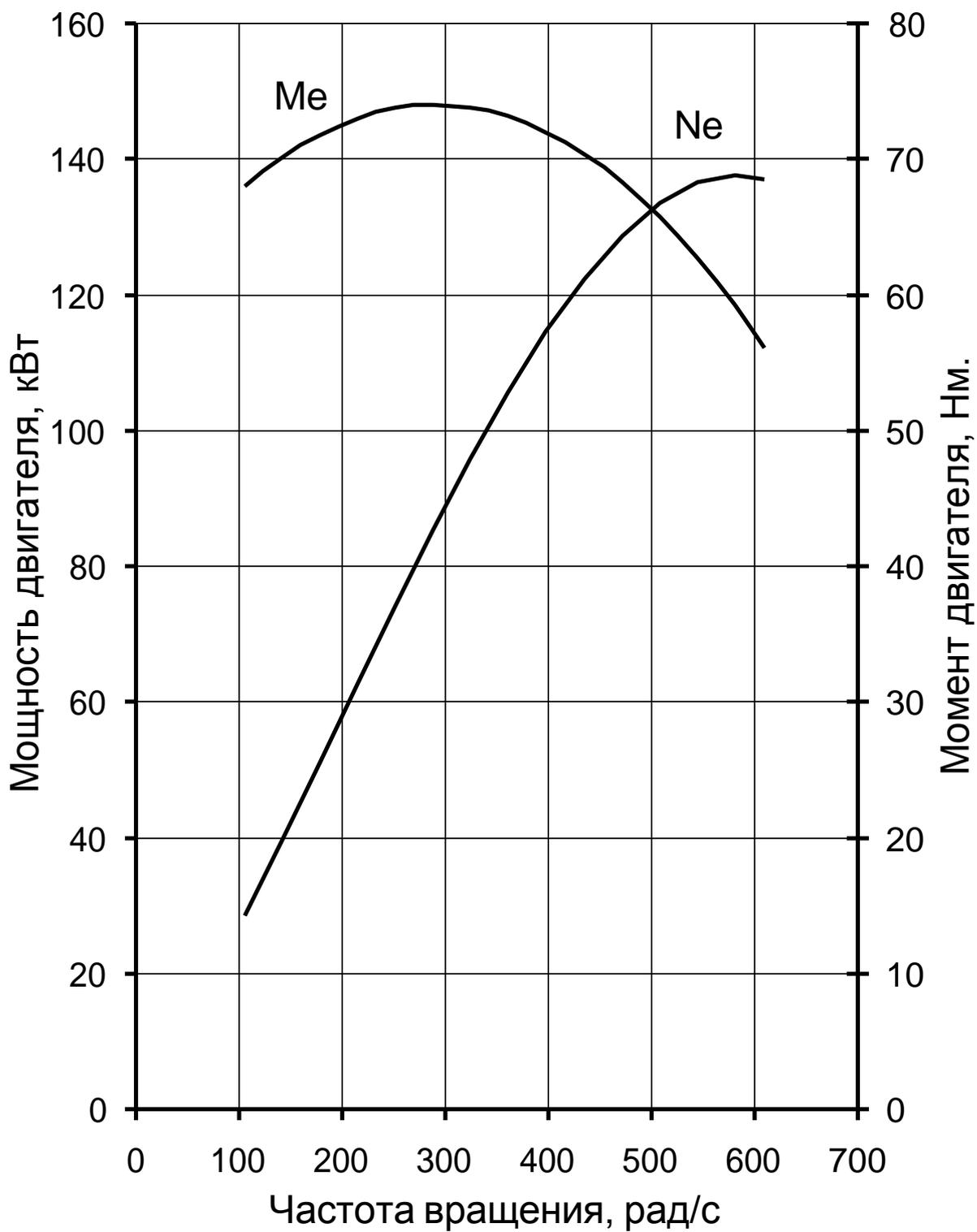
25. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part [Text] 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.

24. Dainius, L., Vilius B., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods [Text] / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.

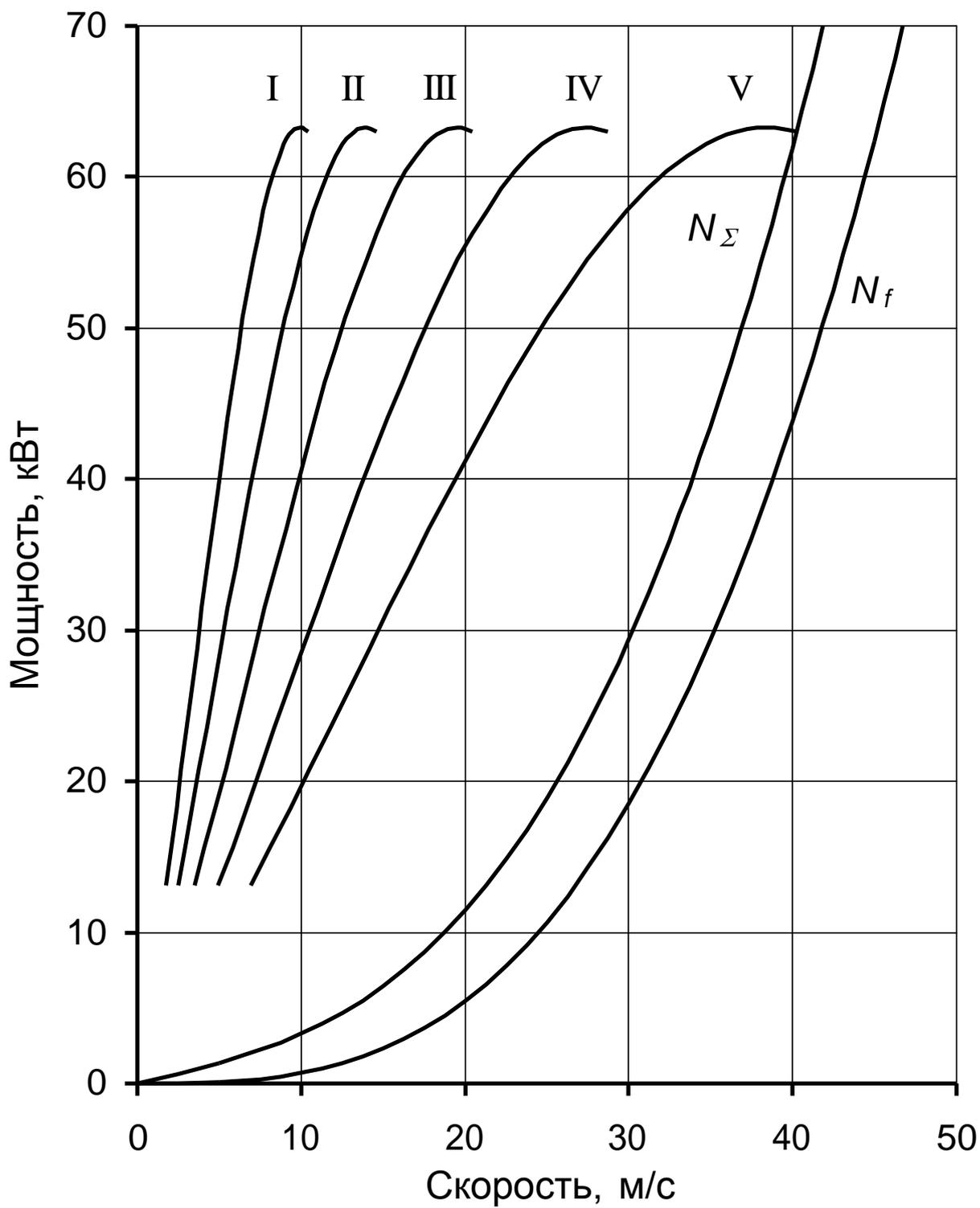
25. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms A. Catalin, V. Totu / Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

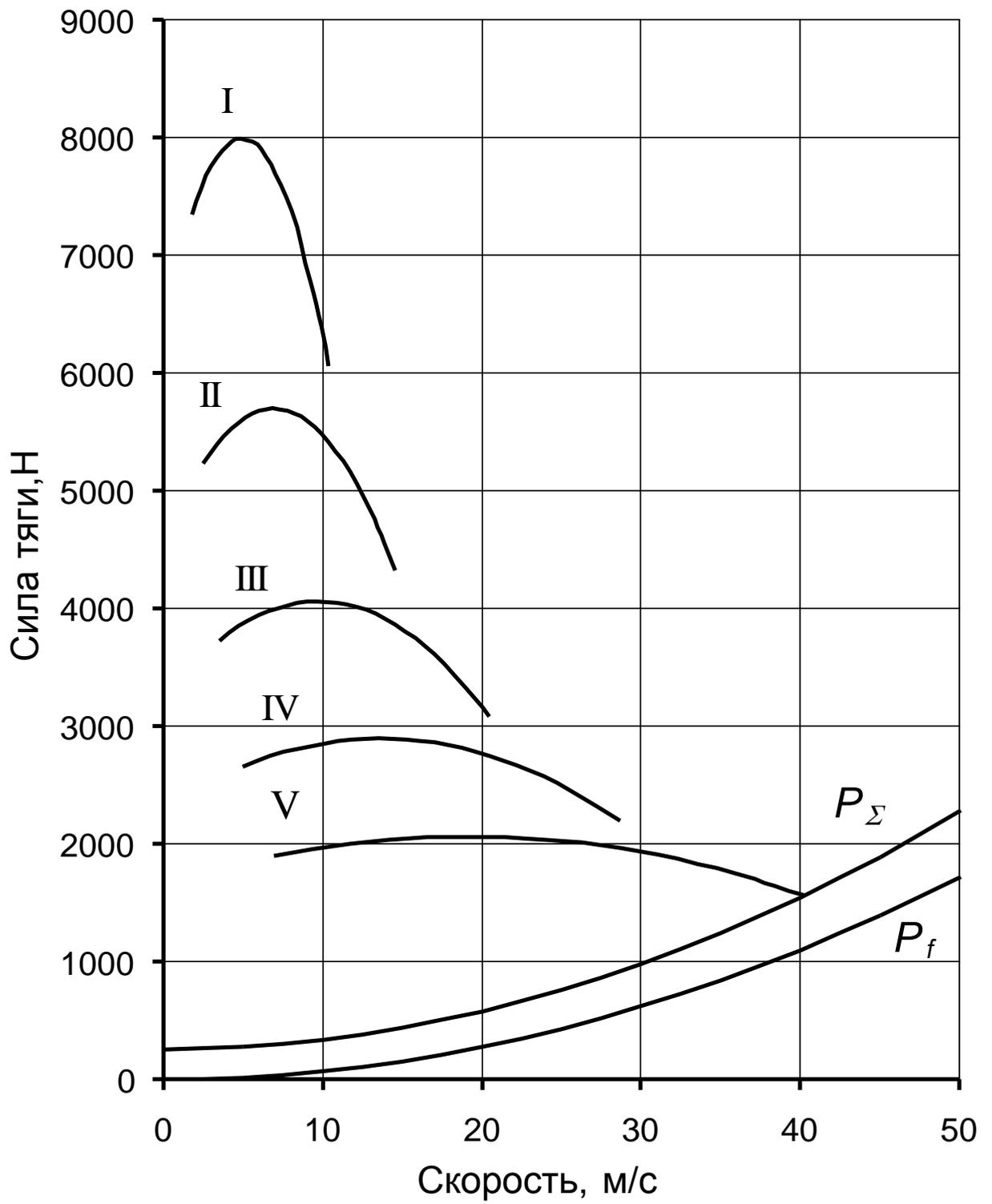
Внешняя скоростная характеристика



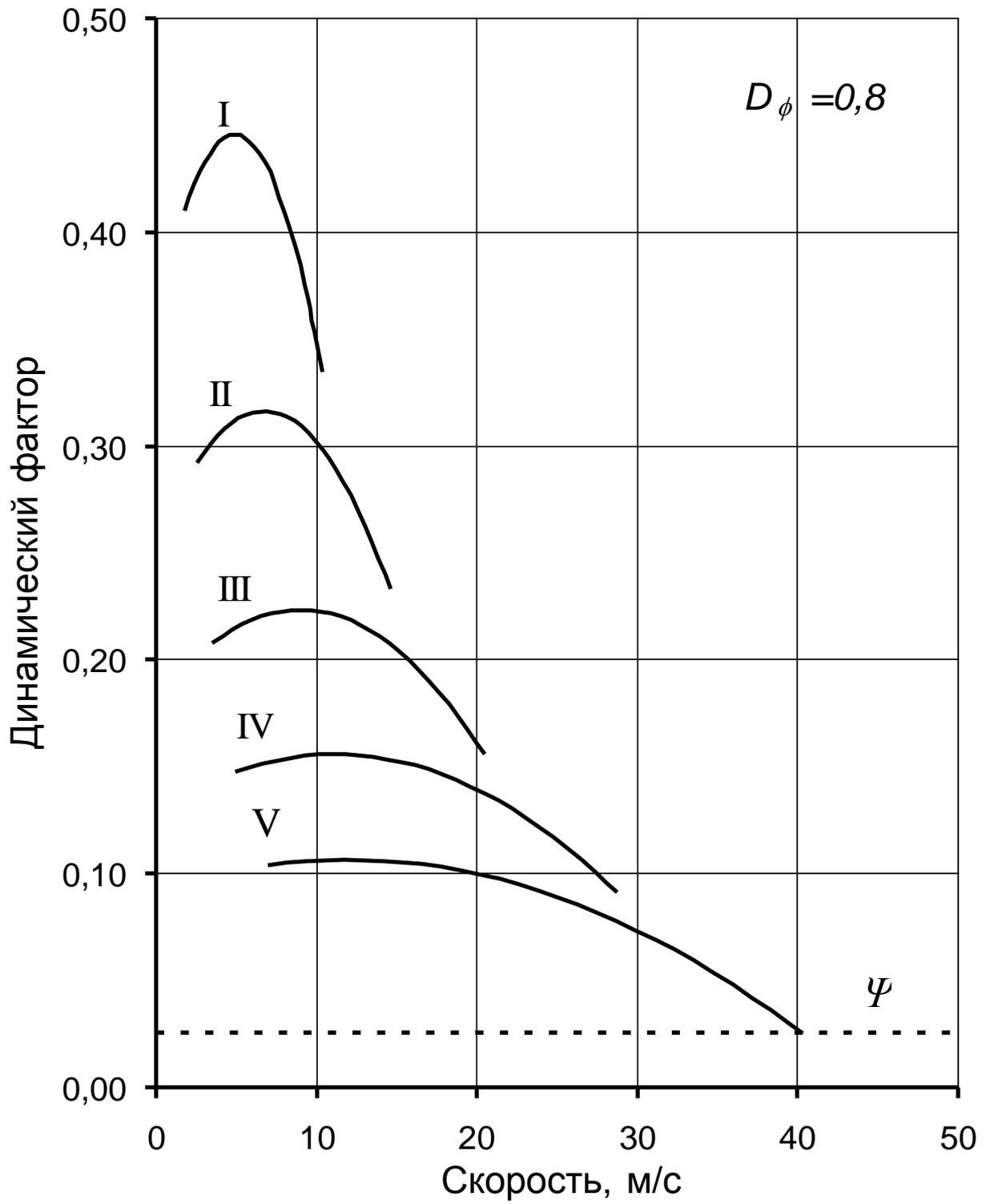
Баланс мощностей



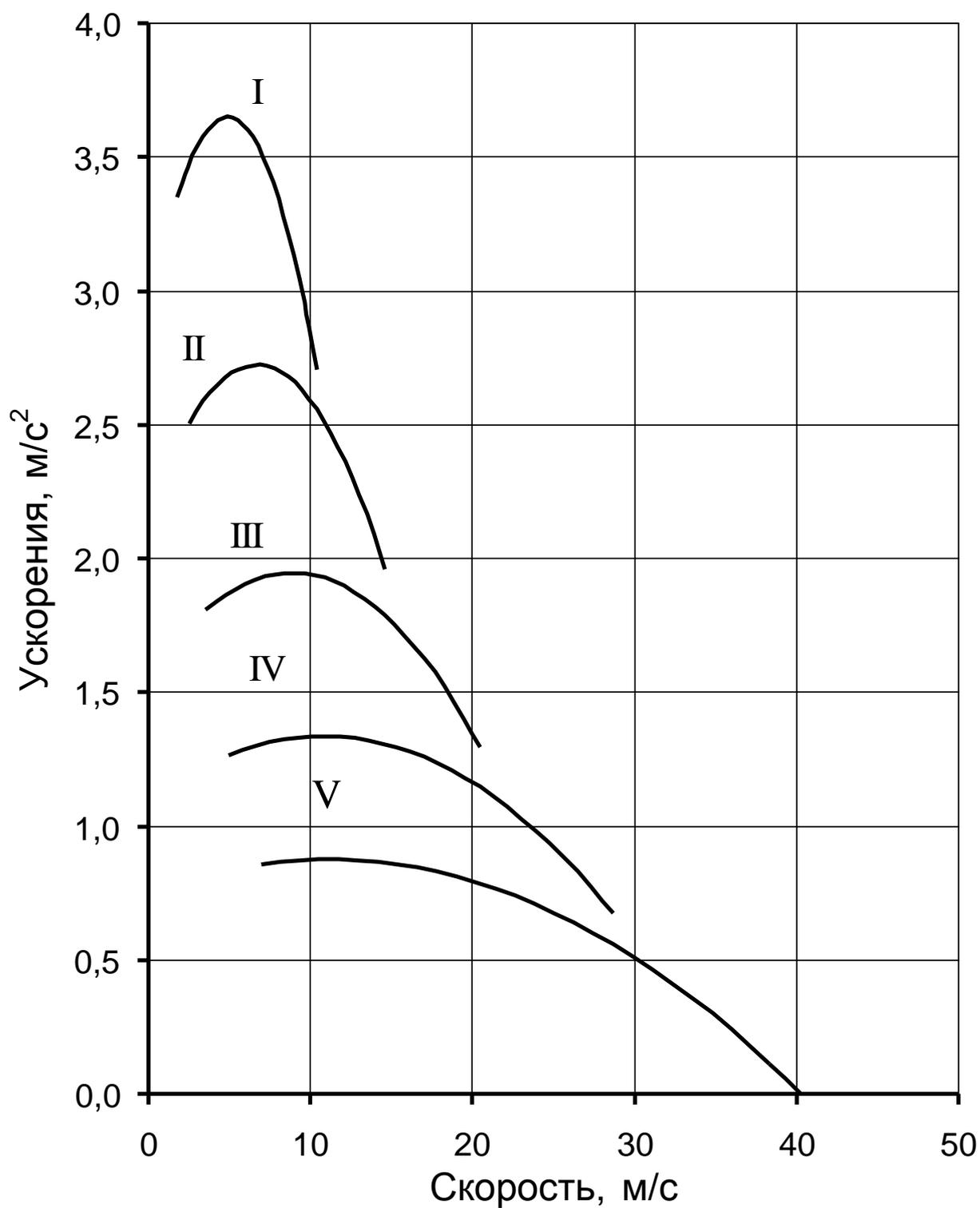
Тяговый баланс



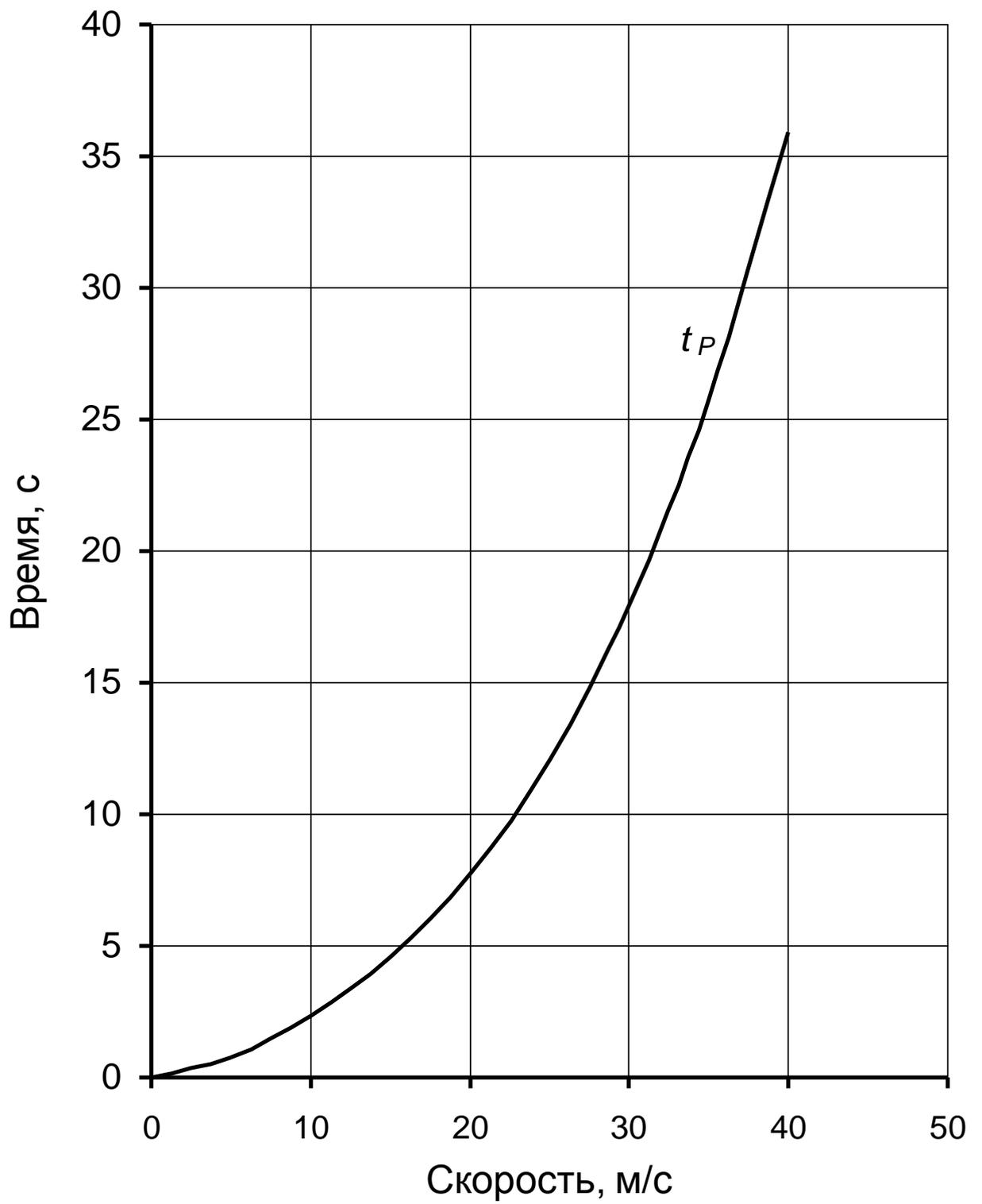
Динамический баланс



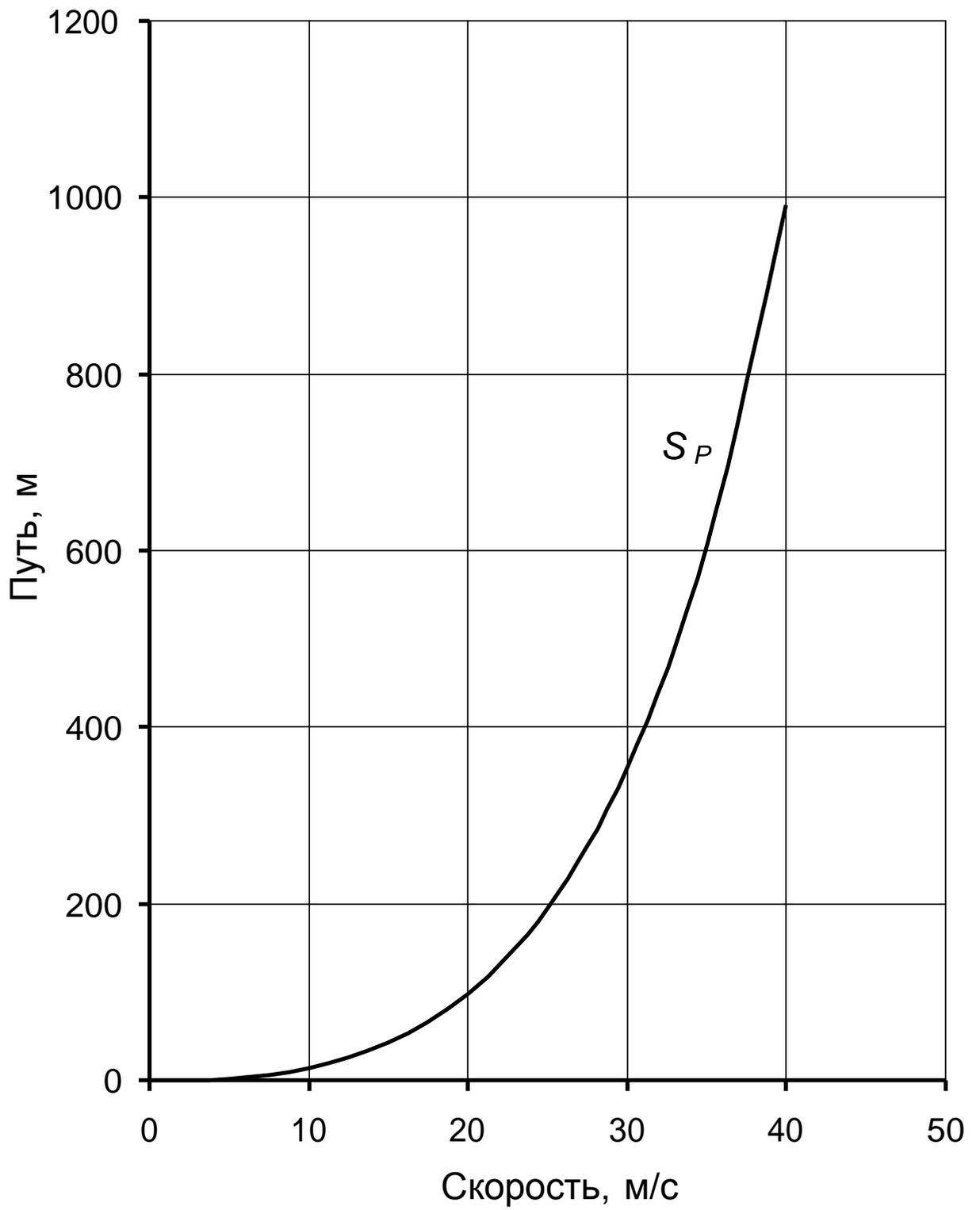
Ускорения на передачах



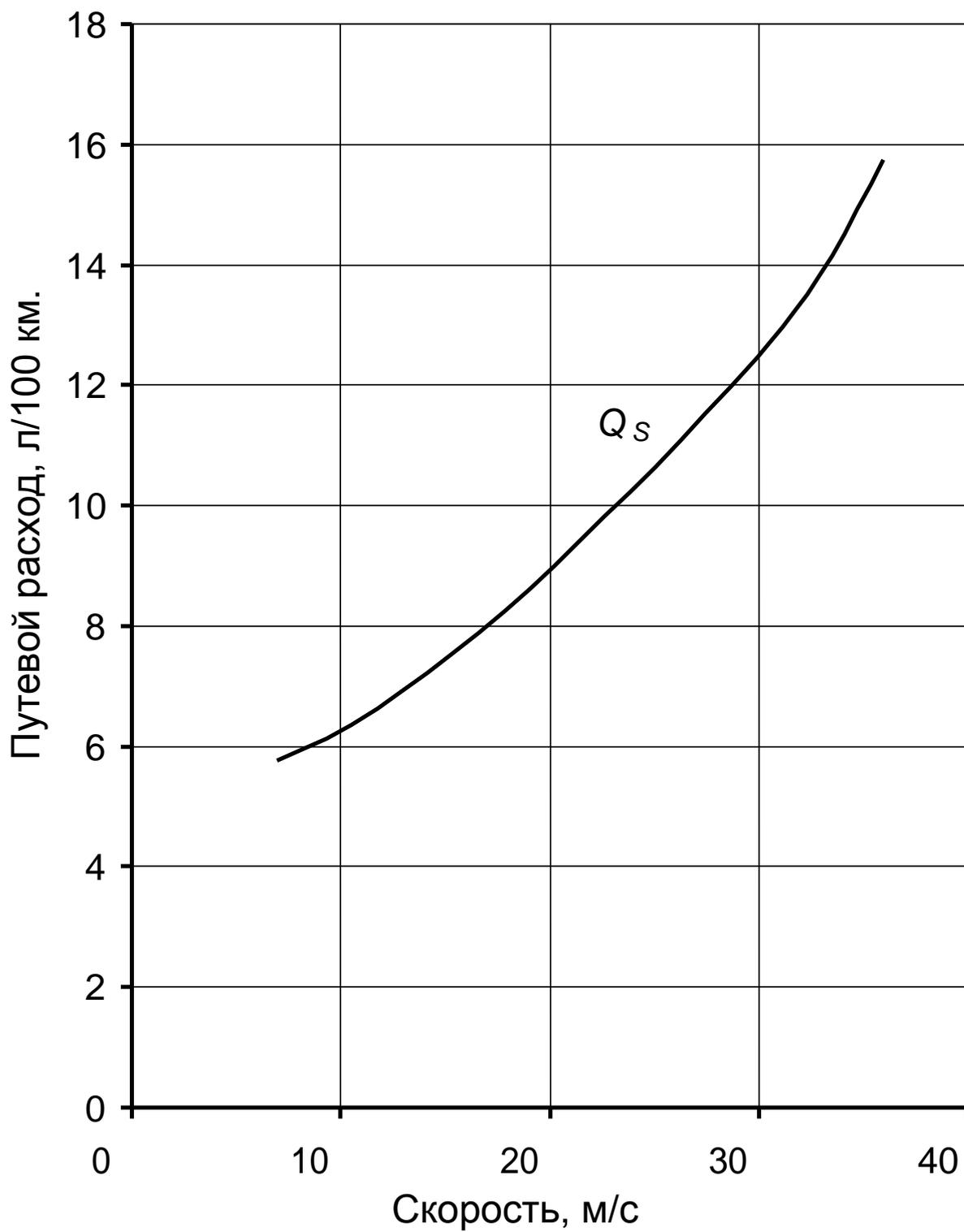
Время разгона



Путь разгона



Путевой расход топлива



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

1 Работники должны проходить обязательные предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры в соответствии с приказом «Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 декабря 1996 г. N 405 «[16]О проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников" (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 1996 г., регистрационный N 1224).»[16]

2 «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]

3 «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]

4 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»[16] соответственно.

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

5 «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]

6 «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]

7 «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»[16] 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]

8 «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]

9 «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]

21 «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]

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

23 «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]

24 «[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]

25 «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]

26 «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]

27 «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]

10 «Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже. » [16]

11 «Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. » [16]

12 «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]

13 «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата»

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

15 «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

16 «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»

17 «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]

18 «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]

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

20 «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]

21 «Предметом регулирования настоящего Федерального закона являются отношения, возникающие в связи с проведением специальной оценки условий труда, а также с реализацией обязанности работодателя по обеспечению безопасности работников в процессе их трудовой деятельности и прав работников на рабочие места, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда.

22 Настоящий Федеральный закон устанавливает правовые и организационные основы и порядок проведения специальной оценки условий труда, определяет правовое положение, права, обязанности и ответственность участников специальной оценки условий труда.

Статья 2. Регулирование специальной оценки условий труда

23 Регулирование специальной оценки условий труда осуществляется Трудовым [кодексом](#) Российской Федерации, настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

24 Нормы, регулирующие специальную оценку условий труда и содержащиеся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, должны соответствовать нормам Трудового [кодекса](#) Российской Федерации и настоящего Федерального закона.

25 Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены настоящим Федеральным законом, применяются правила международного договора.

Статья 3. Специальная оценка условий труда

26 Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса (далее также - вредные и (или) опасные производственные факторы) и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации

федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

27 По результатам проведения специальной оценки условий труда устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах.

28 Специальная оценка условий труда не проводится в отношении условий труда надомников, дистанционных работников и работников, вступивших в трудовые отношения с работодателями - физическими лицами, не являющимися индивидуальными предпринимателями.

29 Проведение специальной оценки условий труда в отношении условий труда государственных гражданских служащих и муниципальных служащих регулируется федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации о государственной гражданской службе и о муниципальной службе.

Статья 4. Права и обязанности работодателя в связи с проведением специальной оценки условий труда

1. Работодатель вправе:

1) требовать от организации, проводящей специальную оценку условий труда, обоснования результатов ее проведения;

2) проводить внеплановую специальную оценку условий труда в порядке, установленном настоящим Федеральным законом;

3) требовать от организации, проводящей специальную оценку условий труда, документы, подтверждающие ее соответствие требованиям, установленным [статьей 19](#) настоящего Федерального закона;

4) обжаловать в порядке, установленном [статьей 26](#) настоящего Федерального закона, действия (бездействие) организации, проводящей специальную оценку условий труда.

2. Работодатель обязан:

1) обеспечить проведение специальной оценки условий труда, в том числе внеплановой специальной оценки условий труда, в случаях, установленных [частью 1 статьи 17](#) настоящего Федерального закона;

2) предоставить организации, проводящей специальную оценку условий труда, необходимые сведения, документы и информацию, которые предусмотрены гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона, и которые характеризуют условия труда на рабочих местах, а также разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда;

3) не предпринимать каких бы то ни было преднамеренных действий, направленных на сужение круга вопросов, подлежащих выяснению при проведении специальной оценки условий труда и влияющих на результаты ее проведения;

4) ознакомить в письменной форме работника с результатами проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

5) давать работнику необходимые разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

6) реализовывать мероприятия, направленные на улучшение условий труда работников, с учетом результатов проведения специальной оценки условий труда.

Статья 5. Права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда

1. Работник вправе:

1) присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

2) обращаться к работодателю, его представителю, организации, проводящей специальную оценку условий труда, эксперту организации, проводящей специальную оценку условий труда (далее также - эксперт), за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

3) обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте в соответствии со [статьей 26](#) настоящего Федерального закона.

2. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда.

Статья 6. Права и обязанности организации, проводящей специальную оценку условий труда

1. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, вправе:

1) отказаться в порядке, установленном настоящим Федеральным законом, от проведения специальной оценки условий труда, если при ее проведении возникла либо может возникнуть угроза жизни или здоровью работников такой организации;

2) обжаловать в установленном порядке предписания должностных лиц федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и его территориальных органов.

2. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, обязана:

1) предоставлять по требованию работодателя, представителя выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников обоснования результатов проведения специальной оценки условий труда, а также давать работникам разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда на их рабочих местах;

2) предоставлять по требованию работодателя документы, подтверждающие соответствие этой организации требованиям, установленным [статьей 19](#) настоящего Федерального закона;

3) применять утвержденные и аттестованные в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, методы исследований (испытаний) и методики (методы) измерений и

соответствующие им средства измерений, прошедшие поверку и внесенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

4) не приступать к проведению специальной оценки условий труда либо приостанавливать ее проведение в случаях:

а) непредоставления работодателем необходимых сведений, документов и информации, которые предусмотрены гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона, и которые характеризуют условия труда на рабочих местах, а также разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда;

б) отказа работодателя обеспечить условия, необходимые для проведения исследований (испытаний) и измерений идентифицированных вредных и (или) опасных производственных факторов, в соответствии с гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона;

5) хранить коммерческую и иную охраняемую законом тайну, ставшую известной этой организации в связи с осуществлением деятельности в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Статья 7. Применение результатов проведения специальной оценки условий труда

Результаты проведения специальной оценки условий труда могут применяться для:

1) разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников;

2) информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения их здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и о полагающихся работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;

3) обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты;

4) осуществления контроля за состоянием условий труда на рабочих местах;

5) организации в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников;

6) установления работникам предусмотренных Трудовым [кодексом](#) Российской Федерации гарантий и компенсаций;

7) установления дополнительного тарифа страховых взносов в Пенсионный фонд Российской Федерации с учетом класса (подкласса) условий труда на рабочем месте;

8) расчета скидок (надбавок) к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

9) обоснования финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда, в том числе за счет средств на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

10) подготовки статистической отчетности об условиях труда;

11) решения вопроса о связи возникших у работников заболеваний с воздействием на работников на их рабочих местах вредных и (или) опасных производственных факторов, а также расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

12) рассмотрения и урегулирования разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда, между работниками и работодателем и (или) их представителями;

13) определения в случаях, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, и с учетом государственных нормативных требований охраны труда видов санитарно-

бытового обслуживания и медицинского обеспечения работников, их объема и условий их предоставления;

14) принятия решения об установлении предусмотренных трудовым законодательством ограничений для отдельных категорий работников;

15) оценки уровней профессиональных рисков;

16) иных целей, предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Глава 2. Порядок проведения специальной оценки условий труда

Статья 8. Организация проведения специальной оценки условий труда

1. Обязанности по организации и финансированию проведения специальной оценки условий труда возлагаются на работодателя.

2. Специальная оценка условий труда проводится совместно работодателем и организацией или организациями, соответствующими требованиям [статьи 19](#) настоящего Федерального закона и привлекаемыми работодателем на основании гражданско-правового договора.

3. Специальная оценка условий труда проводится в соответствии с методикой ее проведения, утверждаемой федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

4. Специальная оценка условий труда на рабочем месте проводится не реже чем один раз в пять лет, если иное не установлено настоящим Федеральным законом. Указанный срок исчисляется со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда.

5. В случае проведения специальной оценки условий труда в отношении условий труда работников, допущенных к сведениям, отнесенным к государственной или иной охраняемой законом тайне, ее проведение осуществляется с учетом требований законодательства Российской Федерации о государственной и об иной охраняемой законом тайне.

Статья 9. Подготовка к проведению специальной оценки условий труда

1. Для организации и проведения специальной оценки условий труда работодателем образуется комиссия по проведению специальной оценки условий труда (далее - комиссия), число членов которой должно быть нечетным, а также утверждается график проведения специальной оценки условий труда.

2. В состав комиссии включаются представители работодателя, в том числе специалист по охране труда, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии). Состав и порядок деятельности комиссии утверждаются приказом (распоряжением) работодателя в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона.

3. При проведении у работодателя, отнесенного в соответствии с законодательством Российской Федерации к субъектам малого предпринимательства, специальной оценки условий труда в состав комиссии включаются работодатель - индивидуальный предприниматель (лично), руководитель организации, другие полномочные представители работодателя, в том числе специалист по охране труда либо представитель организации или специалист, привлекаемые работодателем по гражданско-правовому договору для осуществления функций службы охраны труда (специалиста по охране труда), представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии).

4. Комиссию возглавляет работодатель или его представитель.

5. Комиссия до начала выполнения работ по проведению специальной оценки условий труда утверждает перечень рабочих мест, на которых будет проводиться специальная оценка условий труда, с указанием аналогичных рабочих мест.

6. Для целей настоящего Федерального закона аналогичными рабочими местами признаются рабочие места, которые расположены в одном или нескольких однотипных производственных помещениях (производственных зонах), оборудованных одинаковыми (однотипными) системами вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления и освещения, на которых работники работают по одной и той же профессии, должности, специальности, осуществляют одинаковые трудовые функции в одинаковом режиме рабочего времени при ведении однотипного технологического процесса с использованием одинакового производственного оборудования, инструментов, приспособлений, материалов и сырья и обеспечены одинаковыми средствами индивидуальной защиты.

7. В отношении рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, а также в случае, если выполнение работ по проведению специальной оценки условий труда создает или может создать угрозу жизни или здоровью работника, членов комиссии, иных лиц, специальная оценка условий труда проводится с учетом особенностей, установленных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в соответствующей сфере деятельности, Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом", Государственной корпорацией по космической деятельности "Роскосмос" и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. Перечень рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, в отношении которых специальная оценка условий труда проводится с учетом устанавливаемых уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти особенностей (в том числе при необходимости оценки травмоопасности

рабочих мест), утверждается Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Статья 10. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов

1. Под идентификацией потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов понимаются сопоставление и установление совпадения имеющихся на рабочих местах факторов производственной среды и трудового процесса с факторами производственной среды и трудового процесса, предусмотренными классификатором вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. Процедура осуществления идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов устанавливается методикой проведения специальной оценки условий труда, предусмотренной [частью 3 статьи 8](#) настоящего Федерального закона.

2. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах осуществляется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда. Результаты идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов утверждаются комиссией, формируемой в порядке, установленном [статьей 9](#) настоящего Федерального закона.

3. При осуществлении на рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов должны учитываться:

1) производственное оборудование, материалы и сырье, используемые работниками и являющиеся источниками вредных и (или) опасных производственных факторов, которые идентифицируются и при наличии которых в случаях, установленных законодательством Российской Федерации,

проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры работников;

2) результаты ранее проводившихся на данных рабочих местах исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов;

3) случаи производственного травматизма и (или) установления профессионального заболевания, возникшие в связи с воздействием на работника на его рабочем месте вредных и (или) опасных производственных факторов;

4) предложения работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.

4. В случае, если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте не идентифицированы, условия труда на данном рабочем месте признаются комиссией допустимыми, а исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов не проводятся.

5. В случае, если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте идентифицированы, комиссия принимает решение о проведении исследований (испытаний) и измерений данных вредных и (или) опасных производственных факторов в порядке, установленном [статьей 12](#) настоящего Федерального закона.

6. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов не осуществляется в отношении:

1) рабочих мест работников, профессии, должности, специальности которых включены в списки соответствующих работ, производств, профессий, должностей, специальностей и учреждений (организаций), с учетом которых осуществляется досрочное назначение трудовой пенсии по старости;

2) рабочих мест, в связи с работой на которых работникам в соответствии с законодательными и иными нормативными правовыми актами

предоставляются гарантии и компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

3) рабочих мест, на которых по результатам ранее проведенных аттестации рабочих мест по условиям труда или специальной оценки условий труда были установлены вредные и (или) опасные условия труда.

7. Перечень подлежащих исследованиям (испытаниям) и измерениям вредных и (или) опасных производственных факторов на указанных в [части 6](#) настоящей статьи рабочих местах определяется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, исходя из перечня вредных и (или) опасных производственных факторов, указанных в [частях 1 и 2](#) статьи 13 настоящего Федерального закона.

Статья 11. Декларирование соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда

1. В отношении рабочих мест, на которых вредные и (или) опасные производственные факторы по результатам осуществления идентификации не выявлены, работодателем подается в территориальный орган федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, по месту своего нахождения декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда.

2. Форма и порядок подачи декларации соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

3. Федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, обеспечивает формирование и ведение реестра деклараций

соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.