

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка энергопоглощающих колесных дисков с использованием
гасителей колебаний в конструкции дисков для установки на автомобиль X-Ray

Студент

К.С. Лучка

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

АННОТАЦИЯ

Автомобиль сегодня должен иметь высокую эффективность, длительный срок службы, безопасность вождения, удобство обслуживания и устойчивость на дороге.

Тема дипломного проекта: “Разработка энергопоглощающих колесных дисков с использованием гасителей колебаний в конструкции дисков для установки на автомобиль X-Ray”. Автотранспортное средство настоящего времени должно иметь комфортную подвеску и надежную систему зажигания, а также бесшумную коробку передач, плавное сцепление, должен иметь относительно быстрое ускорение и отвечать всем современным требованиям безопасности для водителя, пассажиров и всех окружающих его.

Проект состоит из графической части, это 8 листов формата А1, а также из пояснительной записки, включающая в себя разделы конструкторский, экономический, охраны труда. Пояснительная записка содержит 80 страниц формата А4.

Первая часть посвящается классификации существующих в мире типов конструкций, его тенденциям развития в настоящее время, и также проектированию разрабатываемого узла.

Во второй части проекта содержится расчет характеристик автомобиля и конструкторские расчеты, также эта часть касается динамического расчета автомобиля, т.е. эта часть посвящена конструкторским расчетам транспортного средства.

В третьей части проекта содержится перечень опасных и вредных производственных факторов, мероприятия безопасных условий труда и экологичность объекта.

В четвертой части приводятся расчеты экономической эффективности проекта, расчеты точки безубыточности, а также экономические расчеты себестоимости разрабатываемого узла.

Эта модернизация, описанная в дипломном проекте, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The car today must have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and stability on the road.

The topic of the diploma project: "Development of energy-absorbing wheels using vibration dampers in the design of disks for installation on the X-Ray car". A vehicle of the present time must have a comfortable suspension and a reliable ignition system, as well as a silent gearbox, a smooth clutch, must have a relatively fast acceleration and meet all modern safety requirements for the driver, passengers and everyone around him.

The project consists of a graphic part, it is 8 sheets of A1 format, as well as an explanatory note, which includes the sections design, economic, labor protection. The explanatory note contains 80 pages of A4 format.

The first part is devoted to the classification of existing types of structures in the world, its current development trends, and also the design of the node being developed.

The second part of the project contains the calculation of the characteristics of the car and design calculations, this part also concerns the dynamic calculation of the car, i.e. this part is devoted to the design calculations of the vehicle.

The third part of the project contains a list of dangerous and harmful production factors, measures for safe working conditions and environmental friendliness of the facility.

The fourth part contains calculations of the economic efficiency of the project, calculations of the break-even point, as well as economic calculations of the cost of the developed node.

This modernization, described in the diploma project, can be implemented in mass production.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение подвески	6
1.2 Компоненты подвесной системы	9
1.3 Тенденции развития автомобильных технологий	13
1.4 Описание и обоснование вносимых изменений в конструкцию автомобиля	18
2 Конструкторская часть.....	19
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	19
2.2 Расчет элементов подвески автомобиля	36
3 Безопасность и экологичность объекта	44
4 Экономическая эффективность проекта	58
Заключение.....	68
Список используемых источников.....	69
Приложение А Графики тягово-динамического расчета.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Автомобили сейчас – самый распространённый вид транспорта. «Автомобильная промышленность по объёму производства, а также по стоимости основных фондов она является крупнейшей отраслью машиностроения. Продукция автомобилестроения широко используется во всех отраслях экономики и является одним из самых ходовых товаров в розничной торговле.

Сейчас автомобильная промышленность стремится строить новую техническую политику на пути реорганизации и в сотрудничестве с различными партнерами. Опыт истории развития мирового автотранспорта показывает, что многие зарубежные автомобильные компании и фирмы находили в таком же состоянии, но, преодолев трудные времена, вновь выпускали автомобили уже известных и новых марок, моделей и модификаций.

Автомобильный транспорт является наиболее массовым видом транспорт, особенно эффективным и удобным при перевозке грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния. Экономичная и эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается рациональным использованием многомиллионного парка подвижного состава – грузовых и легковых автомобилей, автобусов, прицепов и полуприцепов.

В настоящее время в автомобилестроении существуют две очень важные тенденции, это погоня за экономичностью – современные двигатели значительно меньше потребляют топлива, чем двигатели былых лет, и экологичность – автомобиль не должен загрязнять окружающую среду.»[4]

Цель дипломного проекта это разработка энергопоглощающего колеса со встроенными гасителями колебаний, для более комфортной езды автомобиля.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески

Подвеска - это система, которая соединяет транспортное средство с его колесами и обеспечивает относительное движение между ними. Подвеска включает в себя пружины, амортизаторы, рычаги, колеса и шины. Система механических связей, пружин, амортизаторов, которая используется для соединения колес с шасси, известна как система подвески. Обычно она выполняет две функции-контролировать управляемость автомобиля и торможение для обеспечения безопасности и защиты пассажиров от ударов, вибраций.

Основная цель подвески – удержание автомобиля на дороге при движении, и еще не маловажным является комфортабельность езды. Система подвески также влияет на управляемость автомобиля.

Существуют различные способы крепления колес автомобиля, чтобы они могли двигаться вверх и вниз на своих пружинах и амортизаторах.

Полноприводные автомобили часто имеют подвески, которые одинаковы как для передних, так и для задних колес.

Конструкция независимой и зависимой подвески имеет некоторые отличия в способности противоположных колес двигаться независимо друг от друга, поэтому подвески классифицируются на два типа:

«Тип подвески:

- Зависимая подвеска;
- Независимая подвеска.

Зависимая подвеска - подвеска обеспечивает легкое и мягкое движение автомобиля, а также защищает сам автомобиль. Движение одного колеса зависит от движения другого колеса зависимой подвески. В независимой подвеске такой возможности нет. Схема подвески представлена на рисунке 1.

Зависимая подвеска применяется к грузовым автомобилям и легковым

автомобилям. При этом передняя ось подвешена к боковинам рамы на двух листовых пружинах с пружинными кронштейнами и пружинными скобами упругими элементами для данной системы подвески являются продольные полуэллиптические пружины, которые собираются из изогнутых стальных листов разной длины (чем выше лист, тем он длиннее).»[23] Наиболее распространенным упругим элементом подвески автомобиля является листовая рессора. Листовые рессоры очень важны, так как это напрямую влияет на получение более мягкой подвески. Листовые пружины смягчают удары и удары, действующие на колеса от неровностей дороги.

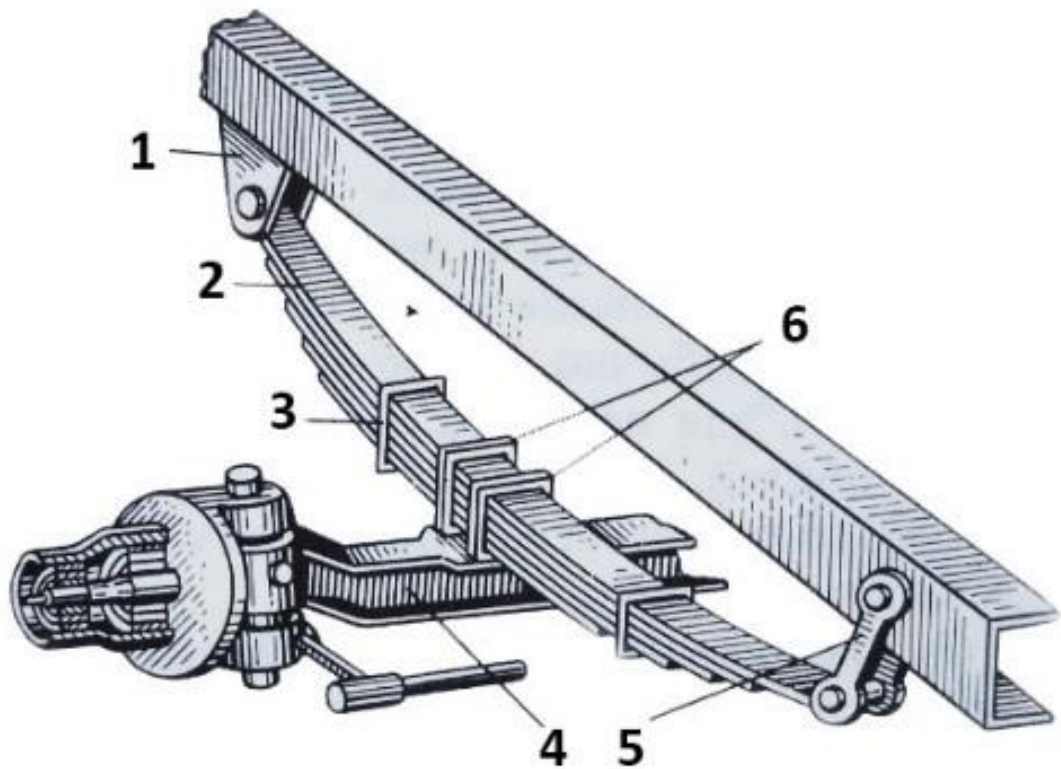
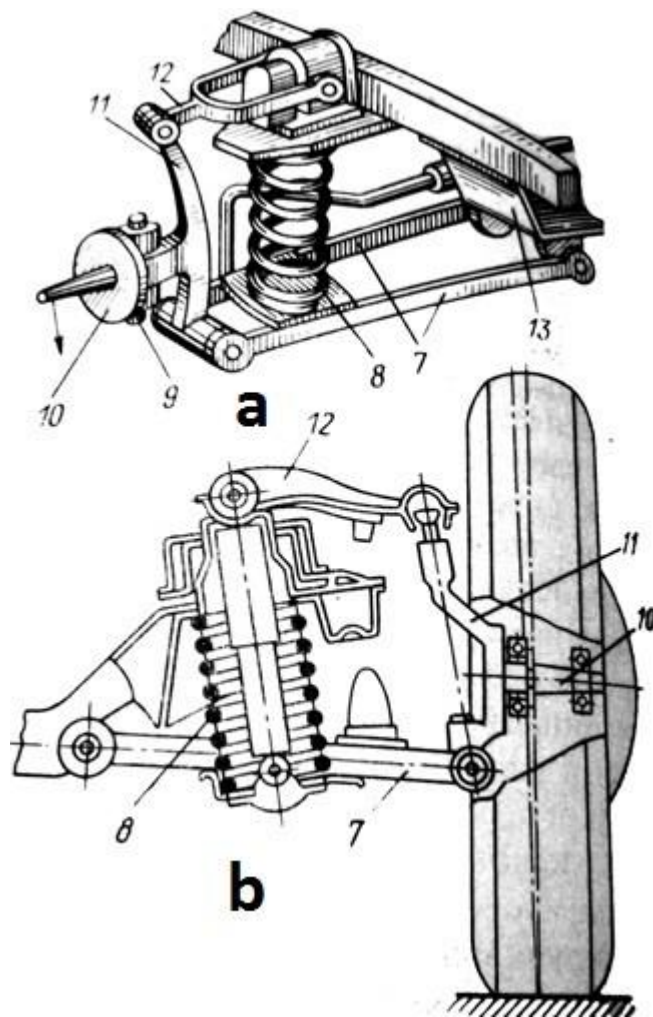


Рисунок 1 - Зависимая схема подвески

1 – пружинный кронштейн; 2 – листовая пружина; 3 – пружинная стяжка;
4 – балка переднего моста; 5 – пружинная скоба; 6 – U-образный болт.

«Независимая подвеска - рассмотрим принцип независимой подвески, чтобы понять его недостатки и преимущества независимой подвески. Возникновение колебаний одного из установленных колес одной оси на

независимой подвеске не приводит к возникновению колебаний другого колеса. Схема подвески представлена на рисунке 2. Обычно независимая подвеска используется на передних колесах легковых автомобилей. При этом каждое из колес почти отдельно от второго колеса соединено с рамой или кузовом. Но есть и независимая задняя подвеска. Имеется шарнирная и шарнирно-независимая колесная подвеска. »[24]



«Рисунок 2 - Независимая подвеска

а –штифт независимой подвески, б – независимая поворотная подвеска, 7 и 12 – рычаги, 8 – пружина, 9 – штифт, 10 – поворотный кулак, 11 – поворотная стойка, 13 – поперечина подрамника.

Типы независимой подвески

– Складная независимая подвеска

В шарнирной независимой подвеске (рис. А), рычаги 7 и 12 шарнирно

прикреплены к поперечной балке подрамника, а их концы, в свою очередь, шарнирно соединены со стойкой 11. Поворотный кулак 10 колеса фиксируется с помощью шарнира к стойке. Направляющее устройство подвески образовано рычагами 7 и 12, а также стойкой подвески 11. Направляющее устройство используется для передачи усилия от колес к раме. Пружина 8 выполняет роль упругого элемента, который установлен между поперечиной подрамника 13 и нижними рычагами 7.

– Независимая Подвеска макферсон

Независимая бесшарнирная подвеска (рис. Б) в свою очередь состоит из пружины 8, верхнего рычага 12 и нижнего рычага 7. Отличие от шарнирного подвеса заключается в том, что шарнирный стержень 11 непосредственно крепится к шарнирному кулачку 10 и шарнирно соединяется шариковыми шарнирами с рычагами подвеса (верхним и нижним). Такая конструкция позволяет уменьшить неподрессоренные массы деталей и в то же время силы, действующие в шарнирах стойки, значительно меньше.»[22]

1.2 Компоненты подвесной системы

Подвесная система независимо от ее типа имеет несколько общих основных компонентов а именно:

1. Шаровые пальцы

Это компонент системы подвески, установленный над ступицей колеса, через который колеса и подвеска транспортного средства соединяются друг с другом предусмотренными рычагами.

Поворотный кулак снабжен цапфой, что дает возможность передним колесам автомобиля поворачиваться вправо или влево. Кулак воздействует на корпус центрального подшипника, над которым ступица колеса вращается вместе с вращением колес.

2. Связи – это рычаги - это жесткие соединения, которые используются в системе подвески для соединения основной рамы автомобиля с колесами посредством механических крепежных элементов.

В подвеске используются рычаги 3-х типов:

Поперечные рычаги или один рычаг формы буквы А

Это тип механической связи, которая имеет форму буквы А, заостренный конец рычага А прикреплен к шарнирам, а другие 2 конца рычага А прикреплены к основной раме транспортного средства. В зависимости от применения транспортного средства используется либо один А-рычаг, либо двойной А-рычаг.

Цельная ось - это тип подвески, которая используется для соединения основной рамы транспортного средства со ступицей колеса. Это цельный корпус оси, который поддерживает общий вес транспортного средства. Этот тип подвески можно увидеть в грузовых автомобилях.

Многорычажная подвеска - вместо использования двойного поперечного рычага или цельной осевой подвески различные высококлассные автомобили используют многорычажный тип подвески, в котором несколько звеньев используются для соединения основной рамы автомобиля с колесом.

Амортизаторы или пружины - они представляют собой гибкие механические компоненты, которые используются для поглощения ударов, создаваемых дорожными условиями, и помещаются между рычагами и основной рамы таким образом, чтобы дорожный удар был сведен к минимуму перед передачей на основную раму транспортного средства.

В зависимости от применения и типа подвески используются амортизаторы многих типов: пружинно - демпферный амортизатор- Это тип амортизатора, в котором используется пневматический или гидравлический поршень, известный как демпфер, который обеспечивает демпфирование путем поглощения дорожных ударов.

Этот демпфер окружен пружиной сжатия, которая представляет собой упругое механическое ограничение, которое сжимается, когда сила прилагается ударом и отдачей назад, или восстанавливает свою первоначальную форму и размер, когда сила удаляется.

Он используется для поддержания поверхностного контакта шин с дорогой, обеспечивая жесткость (сопротивление сжатию), а также для

поддержания демпфера на его первоначальной длине после поглощения удара.

Второй - Листовая рессора - это типа подвески, в которой ряд из высокопрочного металла, которые называются листами располагаются по определенной схеме, т. е. один за одним в порядке возрастания их длины. Когда удар передается на колеса эти предварительно напряженные листы пытаются вернуть свою первоначальную форму, т. е. происходит выравнивание. За счет чего колебание поглощается листами.

Этот тип амортизатора можно легко увидеть в грузовых автомобилях, в которых листовая пружина используется между рамой транспортного средства и колесной осью.

Пневматическая пружина - это тип амортизаторов, который легко увидеть в автобусах. В пневматических пружинных амортизаторах демпфирование удара является функцией сжатия воздуха, что означает, что в качестве амортизатора используется воздух.

Независимая система подвески означает, что подвеска настроена таким образом, что позволяет колесу с левой и правой стороны автомобиля двигаться вертикально независимо вверх и вниз при движении по неровной поверхности. Сила, действующая на одно колесо, не влияет на другое, поскольку между двумя ступицами одного и того же транспортного средства отсутствует механическая связь. В большинстве автомобилей он используется на передних колесах. Этот тип подвески обычно обеспечивает лучшее качество езды и управляемость за счет меньшего неподрессоренного веса. Главное преимущество независимой подвески заключается в том, что они требуют меньше места, обеспечивают более легкую управляемость, малый вес. «Двойные рычаги - это независимая конструкция подвески, использующая для размещения колеса два поперечных рычага и продольные рычаги.»[21] Каждый рычаг имеет две точки крепления к корпусу и одно соединение на кулаке. Угловыми движениями сжимающих и отскакивающих колес можно управлять с помощью рычагов неодинаковой длины. Главное преимущество подвесок с двойным поперечным рычагом заключается в том, что они позволяют легко регулировать развал, схождение и другие

свойства. Этот тип подвески также обеспечивает увеличение отрицательного коэффициента развала на всем пути до полного хода. С другой стороны, он занимает больше места и немного сложнее, чем другая система, например такая как Macpherson.

Макферсон - этот тип независимой подвески получил свое название от Эрла С. Макферсона, который разработал эту конструкцию. «Распорка Макферсона является дальнейшим развитием двойной подвески на поперечных рычагах. Главное преимущество Макферсона заключается в том, что все детали, обеспечивающие подвеску и управление колесом, могут быть объединены в одну сборку.»[20]

Это позволяет легко вписаться в поперечный двигатель. Эта конструкция очень популярна благодаря своей простоте и низкой стоимости изготовления. Недостатком является то, что его труднее изолировать от дорожного шума. для этого необходимо верхнее крепление стойки, которое должно быть как можно более отделено от кабины. Она также требует большей высоты зазора.

«Зависимая система подвески - в зависимой подвеске имеется жесткая связь между двумя колесами одной оси. Сила, действующая на одно колесо, воздействует на противоположное.»[11] При каждом движении колеса, вызванном дорогой, неровности влияют и на сцепленное колесо. Он в основном используется в тяжелых транспортных средствах. Он может выдерживать удары с большей мощностью, чем независимая подвеска. Жесткая осевая конструкция или балочная ось-это подвеска зависимого типа. Она в основном используется в задней подвеске, в которых задняя ось поддерживается и расположена двумя листовыми рессорами. Вертикальное движение одного колеса влияет на другое. Они просты и экономичны в изготовлении. Они настолько жесткие, что на полном ухабе не происходит изменения ширины колеи, схождения и развала, что способствует низкому износу шин. Основным недостатком является то, что масса балки включается в неподрессоренный вес транспортного средства, что приводит к низкому качеству езды. Способность к прохождению поворотов также оставляет желать

лучшего из-за нулевого угла развала.

Полунезависимая система - этот тип системы имеет как характеристики зависимой, так и независимой подвески. В полунезависимой подвеске колеса движутся относительно друг друга, как и в независимой подвеске, но положение одного колеса оказывает некоторое влияние на другое колесо. Это делается с помощью скручивания деталей подвески.

Подвеска поворотной балки также известна как ось торсионной балки. Они в основном основаны на элементах С или Н-образной формы. Поперечная балка Н-образной формы удерживает два задних рычага вместе и обеспечивает жесткость подвески по крену. В основном она используется в задних колесах автомобилей. Она очень выгодна из-за своей низкой стоимости и очень долговечна. Она проста по конструкции и очень легка по весу. Но с другой стороны угол развала ограничен, и жесткость крена тоже не очень проста. Характеристики могут быть неподходящими.

1.3 Тенденции развития автомобильных технологий

Колесо амортизатор представлено на рисунке 3 - концепция для колес горного велосипеда.



Рисунок 3 – колесо амортизатор

Схема проста – данное колесо добавляет еще один уровень амортизации между твердой каменной землей и вами, водителем. Это также означает меньшее напряжение на раме самого велосипеда, что может привести к более длительному сроку службы транспортного средства.

Такие системы колес с амортизаторными стойками в место спиц колеса активно используются в мотоциклах, квадроциклах и велотехнике. Hankook Tire представила новые футуристические концептуальные шины на выставке Essen Motor Show 2018



Рисунок 4 – колеса Hankook

«Шина Hexonic помогает обеспечивать высочайший комфорт движения благодаря семи отдельным датчикам в протекторе, с помощью которых она сканирует и анализирует дорогу в режиме реального времени. Изображение представлено на рисунке 4. Так, шина распознает дорожные условия, например сцепление, температуру и состояние дорожного полотна, и соответствующим образом адаптирует протектор.

Aeroflow — это шина, предназначенная для использования в автогонках и рассчитанная на максимальную прижимную силу. Для этого ширина колеса была увеличена за счет раздвигающегося протектора.»[24]

GoodYear Eagle сферическая шина представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Авто со сферическими шинами

Инженеры данной компании говорят, что они создали такую внешнюю структуру шины вдохновившись кораллами в форме мозга, а поверхность его протектора выстлана материалом, воспроизводящего характеристики морских губок, т.е. работает как абсорбент и становится мягким в присутствии воды, это позволяет оптимизировать сцепление во всех ситуациях. Механическое соединение между колесом и автомобилем более не требуется. По словам разработчиков транспортное средство будет плавать на электромагнитной подушке через колесо в виде шара, которое будет намагничено. С такими колесами автомобили могут двигаться в боковом направлении вперед и назад. Эти автомобили действительно будут в состоянии реагировать на любую непредвиденную ситуацию. Шина будет соединена с рамой с помощью магнитной левитации, это уже давно известная технология используемая в железнодорожном транспорте.

Шина разработана, чтобы предложить максимальную маневренность и

безопасность. Его форма создает очень плавное движение и помогает управлять автомобилем на 360 градусов. Для транспортных средств, оборудованных такими шинами будет нужно меньше места, чтобы успешно припарковаться. Благодаря всенаправленности профиля шины, автомобиль может легко менять направление движения в любую сторону и тем самым снизить риск заноса и обеспечить более высокий уровень безопасности.

При постепенном уменьшении вмешательства водителя в автономных автомобилях, шины становятся единственным связующим звеном с дорогой

Исходя из этого, производитель разработал шину, которая может автоматически адаптироваться к условиям дорожного движения и погодным условиям.

Каким же еще может быть автомобиль будущего и в чём заключаются главные задачи современной автомобильной промышленности. Новые технологии за последние 100 лет кардинально изменили и усовершенствовали всё то, что начинали великие изобретатели 19 века. Немного заглянем в прошлое – в 1885 году появился первый в мире серийный автомобиль с двигателем внутреннего сгорания и это не просто трёхколёсная корыто, а настоящая революционное изобретение того времени. Шли годы и в мире постепенно сформировалась новая глобальная отрасль промышленности и на улицах городов всё чаще можно было наблюдать не повозки запряженные лошадьми, а полноценные автомобили. Но изобретатели того времени наверное застыли бы в изумлении, если бы увидели современные автомобили – мощные, комфортные, на любой вкус и цвет, но и сегодня темпы развития автомобильных технологии не стоят на месте, а даже наоборот дарят миру все более удивительные разработки. Но для того, чтобы нам хотя бы примерно иметь представление о том каким будет автомобиль будущего нужно знать слабые стороны нынешних автомобилей.

Например, экологичность, безопасность, удобство, универсальность и так далее, ведь каждый из этих показателей потенциально можно улучшить и как раз то изобретение, в котором будут интегрированы все эти достижения можно назвать автомобилем будущего. Посмотрим какие технологии уже существуют

в этой сфере. Вот например, мировые СМИ уже давно готовят нас к появлению беспилотных автомобилей. Благодаря данной технологии человек навсегда может забыть о таких сложностях как обучение в школе со сдачи всех этих экзаменов и зубрежки правил дорожного движения, его не штрафуют гаишники, ну и как бы если в гостях немного перебрал это не проблема всё равно за руль садиться не надо, потому что ты уже не водитель там, а пассажир. Автомобиль доставит тебя туда куда тебе нужно, если одни производители всё ещё как-то робко и неуверенно подходят к автономному управлению и на всякий случай оставляют возможность пассажиру взять управление на себя, то другие не видят в этом никакого смысла и выпускает автомобили в которых нет ни руля ни педалей - всё просто сел указал на дисплее адрес и наслаждаешься поездкой. Эти машины вооружены таким огромным количеством датчиков и камер что сканирует пространство на все 360 градусов и поэтому способны всегда оценивать ситуацию на дороге и не допускать ошибок. Но на пути внедрения беспилотных автомобилей всё ещё стоят большие трудности - всё дело в том, что люди еще не готовы к такому повороту, у них нет доверия к этой технологии и чувства безопасности, когда они будут перемещаться беспилотным авто, ведь как говорил Праймер эксперт по транспорту одного из ведущих технологических институтов - люди могут смириться и справиться с людьми, которые делают ошибки, но мы не умеем мириться с ошибками роботов. Вот например, сколько людей согласились бы попасть на самолёт без пилота, думаю желающих было бы немного. В общем беспилотное авто должны на протяжении очень длительного времени тестироваться и доказывать свою безопасность и преимущества, а тесты уже активно ведутся в Японии и некоторых штатах США.

Автомобиль будущего конечно же должен быть экологичным, уже многие страны постепенно переходят исключительно на экомобили, для того чтобы снизить количество вредных выбросов в окружающую среду, а задача инженеров состоит в том, чтобы создать наиболее эффективный способ получения энергии, и чтобы её хватало на как можно больше время движения автомобиля.

Следующее немаловажное направление в автомобилестроении – это создание летающих автомобилей. В начале эти автомобили правда напоминали нечто среднее между автомобилем и самолётом и у них имеется несколько недостатков. Во-первых, это очень большие крылья, во-вторых, для того, чтобы подняться в воздух требуется отдельная взлётная полоса, исходя из этого дальнейшей перспективы того, что эти автомобили будут иметь спрос обречены на провал, но зато они стали некой промежуточной ступенью, а далее уже гениальные умы и умелые руки принесут в эту идею более практичные варианты. И тогда уже колеса и подвеска автомобиля полностью потеряет свою актуальность.

1.4 Описание и обоснование вносимых изменений в конструкцию автомобиля

Для повышения комфортабельности передвижения, а также как следствие для лучшей управляемости и безопасности автомобиля предлагается установка на автомобиль X-Ray разработанные в данном дипломном проекте колеса со встроенными в обод колеса гасящими и упругими элементами подвески, что дает еще один уровень гашения колебаний передаваемых от неровности дороги. Все это достигается минимальными изменениям компоновочной схемы автомобиля.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1. Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1192$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 51,39$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 620$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,28$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	51
задняя ось.....	49
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[19]

2.1.2. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[19]

$$G_A = G_o + G_n + G_B, \quad (1)$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;»[19]

« G_0 - вес багажа; »[19]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1192 \cdot 9,807 = 11690 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 11690 + 3678 + 490 = 15858 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 15858 \cdot 51 = 8088 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 15858 \cdot 49 = 7770 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью «Краткого автомобильного справочника».

На автомобиле установлены радиальные шины 225/40 R18. »[19]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 225$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,40$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 457,2$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины. »[19]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 457,2 + 0,40 \cdot 0,85 \cdot 225) \cdot 10^{-3} = 0,305 \text{ м}$$

2.1.3. Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,750),; »[19]

$$U_0 = (0,305 \cdot 620) / (0,750 \cdot 1,0 \cdot 51,39) = 4,090$$

2.1.4. Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении. »[19]

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

«где ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что: »[19]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,028$$

$$N_v = (15858 \cdot 0,028 \cdot 51,39 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,39^3 / 2) / 0,92 = 81883 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$). »[19]

$$N_{MAX} = 81883 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 82305 \text{ Вт}$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана: »[19]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя. »[19]

«Определение значений крутящего момента производится по формуле: »[19]

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (13)$$

«Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Скорость вращения угловая, радиан/сек	Выдаваемая мощность двигателя, Киловатт	Создаваемый момент вращения двигателем, Ньютон*метр
1003	105	16,8	159,8
1400	147	24,2	165,4
1800	188	32,0	169,7
2200	230	39,8	172,6
2600	272	47,4	174,0
3000	314	54,7	174,1
3400	356	61,5	172,8
3800	398	67,7	170,0
4200	440	73,0	165,9
4600	482	77,2	160,3
5000	524	80,3	153,4
5400	565	82,0	145,0
5800	607	82,2	135,3
6200	649	80,6	124,1
5921	620	81,9	132,1

« n_e - обороты двигателя, об/мин; »[19]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (14)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению и максимальному динамическому фактору на первой передаче.

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия: »[19]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ПТ}}; \quad (15)$$

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма »[19]

$$(\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX});$$

$$\psi_{MAX} = 0,028 + 0,28 = 0,308 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 15858 \cdot 0,308 \cdot 0,305 / (174,1 \cdot 0,92 \cdot 4,090 \cdot 1,0) = 1,083$$

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

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8088 \cdot 0,9 = 7279$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$). »[19]

$$U_1 \leq 7279 \cdot 0,8 \cdot 0,305 / (174,1 \cdot 0,92 \cdot 4,090 \cdot 1,0) = 1,291$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,330$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[19]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,330 / 0,750)^{1/4} = 1,452 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,330 / 1,452 = 2,294; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,294 / 1,452 = 1,580; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,580 / 1,452 = 1,089; \quad (20)$$

$$U_5 = 0,750. \quad (21)$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала: »[19]

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (22)$$

«Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с
1003	2,0	2,8	4,1	6,0	8,7
1400	2,7	4,0	5,8	8,4	12,2
1800	3,5	5,1	7,4	10,8	15,6
2200	4,3	6,2	9,1	13,2	19,1
2600	5,1	7,4	10,7	15,5	22,6
3000	5,9	8,5	12,4	17,9	26,0
3400	6,6	9,6	14,0	20,3	29,5
3800	7,4	10,8	15,7	22,7	33,0
4200	8,2	11,9	17,3	25,1	36,5
4600	9,0	13,1	18,9	27,5	39,9
5000	9,8	14,2	20,6	29,9	43,4
5400	10,6	15,3	22,2	32,3	46,9
5800	11,3	16,5	23,9	34,7	50,3
6200	12,1	17,6	25,5	37,1	53,8
5921	11,6	16,8	24,4	35,4	51,4

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (23)$$

«Таблица 3 - Тяговый баланс»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Создаваемое тяговое усилие на первой передаче, Ньютон	Создаваемое тяговое усилие на второй передаче, Ньютон	Создаваемое тяговое усилие на третьей передаче, Ньютон	Создаваемое тяговое усилие на четвертой передаче, Ньютон	Создаваемое тяговое усилие на пятой передаче, Ньютон
1003	7874	5424	3737	2574	1773
1400	8152	5616	3869	2665	1836
1800	8362	5761	3969	2734	1883
2200	8504	5858	4036	2780	1915
2600	8576	5908	4070	2804	1932
3000	8580	5911	4072	2805	1932
3400	8514	5865	4041	2783	1918
3800	8379	5772	3976	2739	1887
4200	8175	5632	3880	2673	1841
4600	7902	5443	3750	2583	1780
5000	7559	5208	3587	2471	1703
5400	7148	4924	3392	2337	1610
5800	6667	4593	3164	2180	1502
6200	6117	4214	2903	2000	1378
5921	6509	4484	3089	2128	1466

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[19]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (24)$$

«Сила сопротивления качению: »[19]

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (25)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (26)$$

«Полученные данные заносим в таблицу и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению»[19]

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	190	190
5	10	193	202
10	39	200	239
15	87	212	299
20	155	228	384
25	242	250	492
30	349	276	625
35	475	307	782
40	621	343	963
45	785	383	1168
50	970	428	1398
55	1173	478	1652
60	1396	533	1929
65	1639	592	2231

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (27)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (28)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
1003	0,496	0,342	0,235	0,161	0,110
1400	0,514	0,354	0,243	0,166	0,112
1800	0,527	0,363	0,249	0,170	0,113
2200	0,536	0,368	0,252	0,171	0,112
2600	0,540	0,371	0,254	0,171	0,109
3000	0,540	0,371	0,253	0,169	0,105
3400	0,536	0,368	0,250	0,165	0,100
3800	0,527	0,361	0,245	0,160	0,092
4200	0,514	0,352	0,237	0,153	0,084
4600	0,496	0,339	0,228	0,144	0,073
5000	0,474	0,323	0,216	0,134	0,061
5400	0,448	0,305	0,202	0,122	0,048
5800	0,417	0,283	0,186	0,108	0,033
6200	0,382	0,258	0,167	0,093	0,016
5921	0,407	0,276	0,180	0,104	0,028

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (29)$$

«где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[19]

$$\Psi = f + i$$

« i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$). »[19]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KII}^2), \quad (30)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$. »[19]

«Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс»[19]

	<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>U4</i>	<i>U5</i>
<i>δ_ж</i>	1,181	1,094	1,052	1,033	1,023

«Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Создаваемое ускорение автомобиля на первой передаче, метр/сек ²	Создаваемое ускорение автомобиля на второй передаче, метр/сек ²	Создаваемое ускорение автомобиля на третьей передаче, метр/сек ²	Создаваемое ускорение автомобиля на четвертой передаче, метр/сек ²	Создаваемое ускорение автомобиля на пятой передаче, метр/сек ²
1003	4,02	2,96	2,08	1,42	0,93
1400	4,17	3,06	2,15	1,46	0,95
1800	4,28	3,14	2,20	1,49	0,95
2200	4,35	3,19	2,24	1,50	0,94
2600	4,38	3,22	2,25	1,50	0,90
3000	4,38	3,21	2,24	1,47	0,85
3400	4,35	3,18	2,21	1,43	0,79
3800	4,27	3,12	2,16	1,38	0,71
4200	4,16	3,04	2,08	1,30	0,61
4600	4,02	2,92	1,99	1,21	0,50
5000	3,83	2,78	1,88	1,11	0,36
5400	3,61	2,61	1,74	0,98	0,22
5800	3,36	2,42	1,59	0,84	0,05
6200	3,07	2,19	1,41	0,69	-0,13
5921	3,27	2,35	1,53	0,80	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

«Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	1/j на 1ой передаче, с2/м	1/j на 2ой передаче, с2/м	1/j на 3ей передаче, с2/м	1/j на 4ой передаче, с2/м	1/j на 5ой передаче, с2/м
1003	0,25	0,34	0,48	0,71	1,07
1400	0,24	0,33	0,46	0,68	1,05
1800	0,23	0,32	0,45	0,67	1,05
2200	0,23	0,31	0,45	0,67	1,07
2600	0,23	0,31	0,44	0,67	1,11
3000	0,23	0,31	0,45	0,68	1,17
3400	0,23	0,31	0,45	0,70	1,27
3800	0,23	0,32	0,46	0,73	1,41
4200	0,24	0,33	0,48	0,77	1,64
4600	0,25	0,34	0,50	0,82	2,02
5000	0,26	0,36	0,53	0,90	2,75
5400	0,28	0,38	0,57	1,02	4,62
5800	0,30	0,41	0,63	1,19	19,01
6200	0,33	0,46	0,71	1,46	-7,82
5921	0,31	0,43	0,65	1,25	-27527,12

2.1.12 Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (31)$$

С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = const$, которому соответствуют значения $(1/j) = const$. Эти величины можно определить следующим образом:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (32)$$

где k – порядковый номер интервала. »[19]

«Заменяя точное значение площади под кривой $(1/j)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{CP})_k$, переходим к приближённому интегрированию: »[19]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (33)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k.$$

«где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице:

Таблица 9 - Время разгона автомобиля»[19]

Скоростной диапазон, метр/сек	Преодолеваемая площадь, mm^2	Потраченное время, сек
0-5	124	0,6
0-10	371	1,9
0-15	715	3,6
0-20	1168	5,8
0-25	1770	8,9
0-30	2538	12,7
0-35	3533	17,7
0-40	4813	24,1
0-45	6438	32,2

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.»[19]

«В данном случае кривая

$$t = f(V)$$

разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения V_{CPk} .

Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_k есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью V_{CPk} .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом : »[19]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (34)$$

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

Путь разгона от скорости V_o

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля»[19]

Скоростной диапазон, метр/сек	Преодолеваемая площадь, мм ²	Пройденный путь, метр
0-5	31	2
0-10	216	11
0-15	647	32
0-20	1440	72
0-25	2793	140
0-30	4907	245
0-35	8139	407
0-40	12938	647
0-45	19843	992

2.1.13 Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением: »[19]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (35)$$

« 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

($N_i = 0$).

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.

Таблица 11 - Мощностной баланс»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Выдаваемая на колесе мощность, киловатт
1003	15,4
1400	22,3
1800	29,4
2200	36,6
2600	43,6
3000	50,3
3400	56,6
3800	62,2
4200	67,1
4600	71,1
5000	73,9
5400	75,5
5800	75,6
6200	74,1
5921	75,3

«Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[19]

Набираемая автомобилем скорость движения, метр/сек	Потраченная на преодоление сопротивления воздухом мощность	Потраченная на преодоление сопротивления качению мощность	Потраченная на преодоление сопротивлений общая мощность
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	1,0	1,0
10	0,4	2,0	2,4
15	1,3	3,2	4,5
20	3,1	4,6	7,7
25	6,1	6,2	12,3
30	10,5	8,3	18,8
35	16,6	10,7	27,4
40	24,8	13,7	38,5
45	35,3	17,2	52,6
50	48,5	21,4	69,9
55	64,5	26,3	90,8
60	83,8	32,0	115,8
65	106,5	38,5	145,0

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

«Для получения топливно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. »[19]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (36)$$

«где $g_{E\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива. »[19]

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (37)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (38)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (39)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (40)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче»[19]

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Скорость, м/с	I	E	KI	KE	QS
1003	8,7	0,128	0,178	1,321	1,160	4,6
1400	12,2	0,143	0,248	1,300	1,123	5,1
1800	15,6	0,164	0,319	1,271	1,091	5,7
2200	19,1	0,191	0,390	1,235	1,064	6,4
2600	22,6	0,226	0,461	1,191	1,042	7,2
3000	26,0	0,268	0,532	1,143	1,026	8,1
3400	29,5	0,319	0,603	1,089	1,016	9,0
3800	33,0	0,379	0,674	1,033	1,010	10,0
4200	36,5	0,452	0,745	0,977	1,010	11,0
4600	39,9	0,540	0,816	0,926	1,015	12,1
5000	43,4	0,646	0,887	0,887	1,026	13,4
5400	46,9	0,777	0,958	0,876	1,042	15,3
5800	50,3	0,942	1,029	0,917	1,063	18,5

2.2 Расчет элементов подвески автомобиля

«Нагрузка на колеса

Масса автомобиля в снаряженном состоянии составляет: »[4]

$$m_{a1} = m_o \quad (41)$$

«Проектная (конструктивная) нагрузка автомобиля: »[4]

$$m_{a2} = m_o + 3 \cdot m_{ч} \quad (42)$$

«где $m_{ч}$ – масса одного пассажира, $m_{ч} = 75$ кг. »[4]

«Полная нагрузка автомобиля, соответствующая полной массе автомобиля: »[4]

$$m_{a3} = m_o + 5 \cdot m_{ч} + 5 \cdot m_{б} \quad (43)$$

«Распределение массы автомобиля по осям»[4]

$$m_n = m_a \cdot k_a \quad (44)$$

$$m_3 = m_a \cdot (1 - k_a) \quad (45)$$

«где m_n – масса, приходящаяся на переднюю ось,

m_3 – масса, приходящаяся на заднюю ось,

k_a – коэффициент развесовки. Примем:

для снаряженного состояния: $k_{a1} = 0,63$;

для проектной нагрузки: $k_{a2} = 0,56$;

для полной нагрузки: $k_{a3} = 0,51$. Нагрузка, приходящаяся на ось автомобиля: »[4]

$$G_n = m_n \cdot g \quad (46)$$

$$G_3 = m_3 \cdot g \quad (47)$$

«Нагрузка, приходящаяся на колесо передней оси автомобиля: »[4]

$$N_v = G_n / 2 \quad (48)$$

«Поддрессоренные и неподдрессоренные массы

Масса неподдрессоренных частей передней оси автомобиля: »[4]

$$m_{нп} = 2 \cdot m_k \cdot k_{нп}, \quad (49)$$

«где $k_{нп}$ – коэффициент неподдрессоренных масс, для передней оси а/м примем $k_{нп} = 2$. »[4]

$$m_{нп} = 2 \cdot 15 \cdot 2 = 60 \text{ (кг)}$$

«Масса поддрессоренных частей передней оси автомобиля: »[4]

$$m_{пм} = m_n - m_{нп} \quad (50)$$

«Определение статических нагрузок в пружине и шарнирах»[4]

$$A_x \cdot (c + o) = N'_v \cdot b, \quad (51)$$

$$b = R_o + d \cdot \text{tg}(\delta_o) \quad (52)$$

$$b = 0,0312 \text{ (м)}$$

«где A_x – сила нагружающая шток амортизатора на изгиб;

N'_v – нормальная (вертикальная) нагрузка, действующая на кузов. »[4]

$$N'_v = (N_v - U_y) / 2, \quad (53)$$

«где U_y – вес неподдрессоренных частей, передней оси автомобиля. »[4]

$$U_y = m_{нп} \cdot g \quad (54)$$

$$U_y = 60 \cdot 9,81 = 588,42 \text{ (Н)}$$

«Таким образом, сила, нагружающая шток амортизатора на изгиб: »[4]

$$A_x = \frac{N'_v \cdot b}{(c + o)} \quad (55)$$

«Поскольку сумма всех сил в направлении оси равна нулю, статическая нагрузка на пружину: »[4]

$$A_Y = N_Y + B_Y, \quad (56)$$

«где N_Y – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси, Н;

B_Y – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси, Н. »[4]

$$N_Y = N_v \cdot \cos(d_0) \quad (57)$$

$$B_Y = B_x \cdot \operatorname{tg}(b + d_0) \quad (58)$$

«Принимая $\Sigma F_x = 0$ можно определить силу B_x , приложенную в нижней опоре амортизатора и направленную вдоль оси X: »[4]

$$B_x = A_x + N_x, \quad (59)$$

«где N_x – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси, Н. »[4]

$$N_x = N_v \cdot \sin(\delta_0) \quad (60)$$

Расчет параметров амортизатора

Расчет характеристики амортизатора

«Для расчета параметров амортизатора с начало выбираем коэффициент апериодичности =0,15...0,3, принимаем =0,2. »[4]

$$\Psi = \frac{K}{\sqrt{\frac{M}{2}c}} = 0.2 \quad (61)$$

«откуда коэф. сопротивления амортизатора»[4]

$$K = \Psi \sqrt{\frac{M}{2}} c = 0.2 \sqrt{\frac{5975}{2}} \cdot 271363 = 5694.5 \quad (62)$$

«М - масса приходящаяся на подвеску, приведенная к центру колеса;

c=271363 Н/м - жесткость подвески, приведенная к центру колеса;

Учитывая, что коэф. сопротивления на ходе отбоя , где»[4]

«- коэффициент сопротивления на ходе сжатия (, принимаем). »[4]

$$K = \frac{K_{сж} + K_{отб}}{2} = \frac{K_{сж} + \beta \cdot K_{сж}}{2} \quad (63)$$

«Определяем коэффициент сопротивления на ходе сжатия амортизатора: »[4]

$$K_{сж} = \frac{2 \cdot K}{1 + \beta} = \frac{2 \cdot 5694}{1 + 6} = 1627 \quad (64)$$

«Определяем коэффициент сопротивления амортизатора на ходе отбоя: »[4]

«По известным коэффициентам строится характеристика амортизатора, в которой максимальная сила сопротивления: , где принимают равным 0.6 м/с.

»[4]

$$\begin{aligned} F_{\max \text{ отб}} &= K_{\text{отб}} \cdot \dot{\Delta}_{\max} = 9762 \cdot 0.6 = 5857.2 \\ F_{\max \text{ сж}} &= K_{\text{сж}} \cdot \dot{\Delta}_{\max} = 1627 \cdot 0.6 = 976.2 \end{aligned} \quad (65)$$

;

«Расчет параметров амортизатора

Площадь поршня»[4]

$$S = \frac{F_{\max}}{p_{\max}} = \frac{5857.2}{4} = 1464.3 \quad (66)$$

Диаметр поршня

$$dn = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1464.3}{\pi}} = 43.1 \approx 44 \quad (67)$$

где

« $p_{\max}=4$ МПа - максимальное давление в амортизаторе; »[4]

$F_{\max}=F_{\max}(\text{отб})=1857.2$ Н - максимальная сила сопротивления амортизатора на ходе отбоя;

«Определим диаметр штока (приняв его длину $L=280$ мм) »[4]

«Из расчета на устойчивость штока при максимальном осевом сжатии: »[4]

$$F_{\text{сж (max)}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \pi \cdot d_{\text{шт}}^4}{64 \cdot L^2} d_{\text{шт}} \geq \sqrt[4]{\frac{F_{\text{сж (max)}} \cdot 64 \cdot L^2}{\pi^2 \cdot E \cdot \pi}} = \sqrt[4]{\frac{976.2 \cdot 64 \cdot 0.3^2}{\pi^2 \cdot 2.05 \cdot 10^5 \cdot \pi}} = 17.3 \quad (68)$$

Площадь поршня на ходе отбоя

$$S_{\text{отб}} = \frac{(dn^2 - d_{\text{шт}}^2) \pi}{4} = \frac{(44^2 - 17.3^2) \pi}{4} = 1284.8 \quad (69)$$

«Выбираем амортизатор с диаметром кожуха: $D=70$ мм.

Гидравлический расчет амортизатора

Выбираем площадь сечения проходных отверстий такую, чтобы получить заданную характеристику.

Расход жидкости»[4]

$$Q = \mu \cdot S_{\text{отв}} \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \quad (70)$$

где

$$S_{\text{отв(сж)}} = \frac{k_y \cdot V}{\mu} \sqrt{\frac{S_{\text{всж}}^3 \cdot \rho}{2 \cdot F_{\text{сж}}}} = \frac{0.98 \cdot 0.6}{0.65} \sqrt{\frac{(1519.8 \cdot 10^{-6})^3 \cdot 760}{2 \cdot 976.2}} = 33.4$$
$$p = \frac{F}{S} S_{\text{отв(отб)}} = \frac{k_y \cdot V}{\mu} \sqrt{\frac{S_{\text{вотб}}^3 \cdot \rho}{2 \cdot F_{\text{отб}}}} = \frac{0.98 \cdot 0.6}{0.65} \sqrt{\frac{(1284.8 \cdot 10^{-6})^3 \cdot 760}{2 \cdot 5857.2}} = 10.6 \quad (71)$$

«Где

$k_y=0.98$ - коэф. утечек;

$S_{\text{в}}=S_{\text{всж}}= 1519.8 \text{ мм}^2$ - площадь вытеснителя на ходе сжатия;

$S_{\text{в}}=S_{\text{вотб}}= 1284.8 \text{ мм}^2$ - площадь вытеснителя на ходе отбоя;

Тепловой расчет амортизатора

Мощность, рассеиваемая амортизатором в атмосферу»[4]

$$k_{\text{ср}} = \frac{k_0 + k_c}{2} = \frac{9762 + 1627}{2} = 5694.5 \quad (72)$$

где

$k=55 \text{ Втм}^2/\text{с}$ - коэф. теплоотдачи;

$$\Delta t = \frac{k_{cp} \cdot V_{cp}^2}{k_z \cdot S_{об}} = \frac{5694.5 \cdot 0.3^2}{55 \cdot 0.065} = 143.4 \quad (73)$$

$V_{cp}=0,3$ м/с - средняя скорость перемещения поршня.

«Расчет угловой жесткости подвески

Наименьшее условие кручения кузова обеспечивает такое распределение угловых жесткостей, когда крены передней и задней части автомобиля могут рассматриваться независимо друг от друга.

Рассчитаем угол крена для бокового ускорения автомобиля $j_y = 4$ м/с²

При этом подвеска наружного колеса совершает ход сжатия, внутреннего колеса – ход отбоя. Нормальная жесткость подвески определяется по формуле:»[4]

$$C_N = (C_{отб} + C_{сж}) \cdot i_y \quad (74)$$

$C_N = 31$ (кг/см) Угловая жесткость подвески:

$$C_Y = 0,25 \cdot B^2 \cdot C_N \quad (75)$$

где B – колея автомобиля, мм, $B = 1510$ мм.

$$C_Y = 17671 \text{ (Нм/рад)}$$

Угол крена подвески определяется:

$$\varphi = \frac{m_0 \cdot j_y \cdot h_g \cdot C_Y}{-m_0 \cdot g \cdot h_g} \quad (76)$$

h_g – центр крена автомобиля, мм, $h_g = 755$ мм

$$\varphi = 0,150 \text{ (рад)} = 8,58 \text{ (}^\circ\text{)}$$

«Угол крена не должен превышать $4^\circ \Rightarrow$ условие не выполняется.

Следовательно, необходимо увеличить угловую жесткость подвески. Необходимую дополнительную жесткость подвески найдем из условия равенства крена:»[4]

$$C_{Y\bar{2}} m_0 \cdot g \cdot h_g + \frac{m_0 \cdot j_Y \cdot h_g}{\varphi} \quad (77)$$

где φ – максимально допустимый угол крена, мм, $\varphi = 4^\circ = 0,070$ рад.

$$C_{Y\bar{2}} = 29794 \text{ (Нм/рад)}$$

$$\Delta C_Y = C_{Y\bar{2}} - C_Y \quad (78)$$

$$\Delta C_Y = 13575 \text{ (Нм/рад)}$$

Вывод: Полученные значения находятся в диапазоне допустимых значений.

3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Сборку модернизированной подвески предполагается разместить на территории ПАО АвтоВАЗ г. Тольятти. Сборочный участок, план которого представлен на рисунке 6, являет собой поточную линию с подвесным конвейером и сборочными стендами.

«Элементы конструкции подвески в виде подсобранных ранее узлов доставляются к месту сборки по подвесному конвейеру, прочие детали и крепежные изделия подвозятся к участку сборки в контейнерах тележками с электро- двигателями (электрокарами).

Готовая продукция отправляется для выполнения последующих сборочных операций посредством подвесного конвейера.»[4]

Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка представлено в таблице 14.

Таблица 14 – Список оборудования

Порядковый номер позиции операции сборки	Названия и обозначения применяемых инструментов и оборудования при сборке на операции	Производимые рабочие действия необходимые для выполнения операции сборки используя оборудование и инструмент
1	Стенд сборочный узловой сборки ступиц колес. Пневматический гайковерт модели ЦП-3112А. Ключи. Отвертки. Ключи рожковые. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77.	1. Сборка ступицы колеса.
2	Верстак	Установка сайлентблоков в посадочные места при помощи приспособлений. Центровка сайлентблоков

3	<p>Сборочный для главной сборки стенд Модель ЦПЗ114А пневмогайковерт Набор ключей. Набор Отверток. Набор спец. ключей. Слесарный молоток железный соответствующий ГОСТ 2412-87.</p>	<p>1. Основная сборка подвески по технологическому про- цессу сборки.</p>
---	--	--

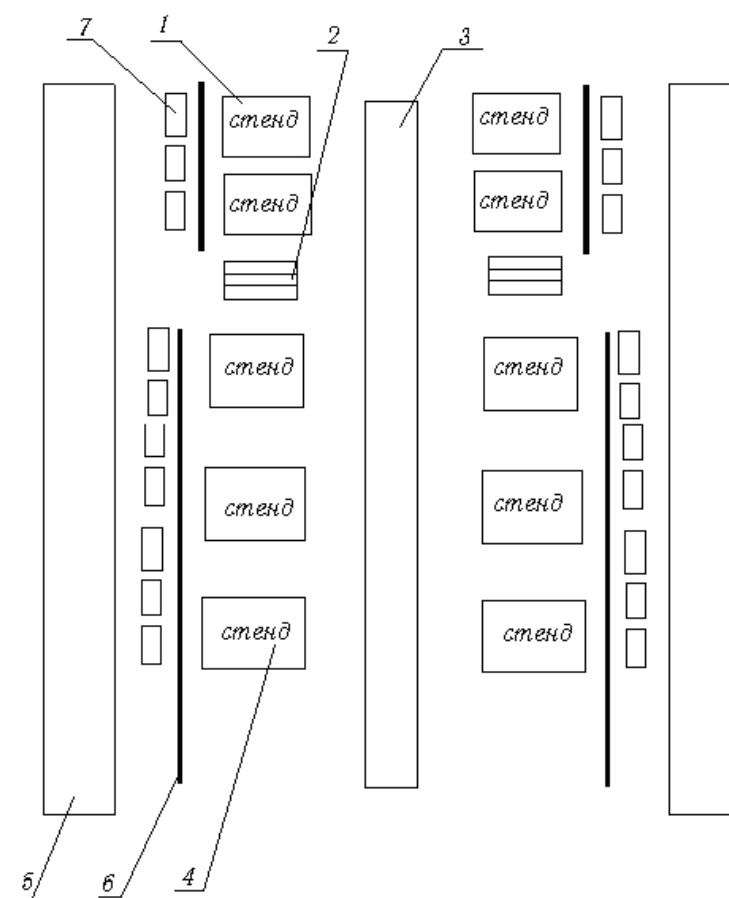


Рисунок 6 – План участка сборки

- 1 – стенд сборочный узловой сборки ступиц колес; 2 – верстак;
 3 – конвейер подвесной; 4 – стенд сборочный основной сборки
 подвески; 5 – путь доставки контейнеров с запчастями; 6 –
 ограждающий брус;
 7 – контейнеры с запчастями

3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов на производственном участке

Таблица 15 – Опасные и вредные производственные факторы

Присутствующие на производстве различные опасные факторы	Названия и обозначения присутствующих источников опасных вредных и производственных факторов
1. Физические: - Движущиеся машины и механизмы;	Пресс гидравлический 100 Кн и 63 Кн.
- Подвижные части оборудования;	Торцовочно-центровочное устройство, автоматические загрузочные устройства, делительные головки, поворотный стол «САСС».
- Передвигающиеся изделия и заготовки;	Стойка телескопическая в сборе.
- Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны (от 20 мг/м ³);	Шлифовальные станки, ленточный полировальный станок
- Высокая температура поверхности оборудования (до 50°С);	Шлифовальные станки, ленточный полировальный станок, поверхность обрабатываемых деталей и инструмента.
- Повышенный уровень шума, вибраций (от 85 дБ);	Пресс гидравлический, автоматические загрузочными устройствами, камерная моечная машина, шлифовальные станки, ленточный полировальный станок.
- Повышенное значение напряжения в электроцепи;	Электрические установки.

Продолжение таблицы 15

- Повышенный уровень статического электричества;	Станки и машины с ременной передачей, течение сталей в термическом цехе.
- Влажность (до 70%);	Камерная моечная машина, термический цех.
- Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.	Люминесцентные лампы, светильники, установленные на металлорежущих станках с не просвечиваемыми отражателями.
- Острые кромки, заусенцы, шероховатости оборудования, инструментов и заготовок.	Осколки инструментов, шлифовальные круги.
2. Химические: - Химические вещества; - производственная пыль.	Смазывающе-охлаждающие жидкости, масло, аэрозоли. Обработка металла.
3. Психофизиологические: - Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда.	Физические перегрузки при установке, закреплении и съёме деталей.

3.3 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

«Хороший эффект уменьшения содержания вредных веществ в воздухе рабочих зон достигается при размещении оборудования в специальных кабинах с устройством соответствующей вентиляции. Обеспечение чистоты воздуха, подаваемого приточной вентиляцией достигается рациональным размещением дренажных устройств, хорошей очисткой выбросов. При недостаточной эффективности средств коллективной защиты применяют средства индивидуальной защиты (специальные средства защиты органов дыхания, лица, органов слуха).

Под оптимальными микроклиматическими условиями понимают такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции. Таким образом, необходимо обеспечить нормальный микроклимат помещения (совокупность температуры, влажность воздуха и скорость его движения) путем правильного проектирования системы вентиляции и отопления.

Контроль и аттестация оборудования органами Ростехнадзора.

Для исключения травмирования от передвигающихся изделий с высоты необходимо применять механические фиксаторы и замки.

Для снижения травматизма от движущихся машин и механизмов необходимо применять оградительные устройства и специальные знаки.

Защита рабочих от шума может осуществляться как коллективными средствами и методами, так и индивидуальными средствами. В первую очередь надо использовать коллективные средства, которые по отношению к источнику шума подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта. Наиболее эффективны мероприятия, ведущие к снижению шума в источнике его возникновения. Средства индивидуальной защиты от шума: вкладыши, наушники.»[4]

1. Организационные мероприятия

«В целях охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Существует несколько видов инструктажа:

- Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.

- Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое,

командированными и др.

- Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

- Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Важное значение для обеспечения безопасности труда имеет профессиональный отбор, цель которого – выявить лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным к участию в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, возлагаются также обязанности: соблюдение инструкций по охране труда, установленных требований

обращения с машинами и механизмами и пользования средствами индивидуальной защиты.»[4]

«Рабочий день длится с 7: 00 до 15-45, с обеденным перерывом с 11- 00 до 11- 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье – выходной.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены надо устанавливать регламентированные перерывы. Для работников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует установить регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут

каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления необходимо выполнять комплексы упражнений физкультурных минуток общего воздействия или физкультурных пауз. В этих целях следует оборудовать специальную комнату психологической разгрузки.

2. Планировочные мероприятия

1. Размещение производственного оборудования должно отвечать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность операций технологического процесса.

2. Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и тары в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояния между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам. »[4]

4. «Расстановка в цехах и перестановка действующего технологического оборудования должна отражаться на технологической планировке. Технологические планировки на проектируемые и вновь строящиеся цеха, участки и отделения должны быть согласованы с местными органами Госсанэпиднадзора и пожарного надзора.

5. При размещении производственного оборудования должны учитываться устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов, деталей и материалов. Ширина проезда устанавливается в зависимости от габаритов транспортируемых объектов и транспортных средств и принимается в соответствии с действующим

нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов на рабочем месте должна определяться с учетом габаритов ремонтируемых агрегатов и обрабатываемых изделий.

7. Рабочие места, проезды, проходы и оборудование должны быть свободными и не загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой, которые затем забираются погрузчиками и увозятся в общие контейнеры.

8. Рабочие места должны обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда.

9. Инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего: то, что берется левой рукой - слева от него, правой рукой - справа; исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

10. Материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны укладываться на стеллажи способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов.»[4]

«11. Верстаки для слесарных работ должны иметь жесткую и прочную конструкцию, подогнаны по росту работающих с помощью подставок под них или подставок для ног. Для защиты людей, находящихся вблизи, от возможных ранений отлетающими кусками обрабатываемого материала верстаки следует оборудовать предохранительными сетками высотой не менее 750 мм и с размером ячеек не более 3 м.

12. Устанавливать верстаки вплотную у стен можно лишь в том случае, если там не размещены радиаторы отопления, трубопроводы и прочее оборудование.»[4]

3.4 Обеспечение электробезопасности

«Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.009 - 79). Класс безопасности № 2 – помещения с повышенной опасностью.

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током, используемыми отдельно или в сочетании друг с другом, являются:

- защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением;
- защитное зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением;»[4]
- «защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током;
- применение малого напряжения – это номинальное напряжение не более 42 В;
- электрическое разделение сети – это разделение электрической сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов;
- двойная изоляция – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции;
- оградительные устройства;
- предупредительная сигнализация;
- блокировка;
- знаки безопасности.

Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их

эксплуатации и обеспечивать защиту персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, а оборудования — от попадания внутрь посторонних твердых тел и воды. Наиболее распространенными техническими средствами защиты является защитное заземление.

Обеспечение электробезопасности на данном участке достигается при помощи электрического разделения сети, защитного отключения установок, защитного заземления. Электрический шкаф снабжен знаками безопасности. »[4]

3.5 Требования к производственным помещениям

«В соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание» помещение относится к классу Д. В помещениях, где производится сборка, используют огнетушители, пожарное оборудование, пожарный ручной инструмент. Для указания местонахождения пожарной техники и огнетушащих средств должны применяться указательные знаки. Знаки необходимо размещать на видных местах на высоте 2-2,5 м.

Для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала помещения должны быть обеспечены по действующим нормам первичными средствами пожаротушения, пожарным ручным инструментом и пожарным инвентарем. Для тушения электроустановок под напряжением до 10 кВ необходимо применять углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) или углекислотно-бромэтиловые огнетушители (ОУБ-3, ОУБ-7), так как струя не электропроводна.

Для безопасной эвакуации обслуживающего персонала из помещения расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода принимают равным 50 м для одноэтажных зданий и 40 м – для двух- и более этажных зданий.»[4]

«Эффективным средством обеспечения чистоты и допустимых параметров воздуха рабочей зоны является вентиляция, заключающаяся в удалении из помещений загрязнённого и нагретого воздуха и подаче в него

свежего. По способу перемещения воздуха вентиляцию делят на естественную (проветривание, аэрация), механическую и комбинированную.

Для поддержания необходимого микроклимата на участке предусмотрена искусственная (механическая) общеобменная вентиляция, так же существует и организованный естественный воздухообмен (аэрация).

Для защиты человека от лучистой теплоты при наличии на участке оборудования или рабочих тел, излучающих теплоту с интенсивностью, превышающей нормы, применяют тепловые экраны.

Для обеспечения требуемой освещённости участок оборудован системой совмещённого освещения, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным. На участке оборудовано так же и рабочее освещение предназначенное для нормального выполнения производственного процесса, прохода людей и движения транспорта и является обязательным для всех помещений.

Для безопасного передвижения рабочих по участку – последний оборудован бамперными устройствами.»[4]

«В производстве для борьбы с вибрацией применяют процесс] «вибродемпфирования. Этот процесс основан на уменьшении уровня вибрации защищаемого объекта путём превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется за счёт использования в качестве конструкционных материалов с большим внутренним трением: резины, пластмасс, дерева, капрона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесения на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение. Также применяют метод виброгашения – он осуществляется путём установки оборудования на фундамент.»[4]

3.6 Антропогенное воздействие на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

«Создание здоровых и безопасных условий труда начинается с правильного выбора территорий для размещения предприятия и рационального расположения на ней производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

При размещении предприятия необходимо соблюдать законы об охране окружающей среды.

Предприятия, промышленные узлы и связанные с ними отвалы, очистные сооружения должны размещаться на землях, не пригодных для сельского хозяйства. Нельзя размещать предприятия вблизи источников водоснабжения; на участках, загрязненных органическими и радиоактивными отходами. Рельеф местности должен способствовать естественному проветриванию площади.

Предприятия, которые могут загрязнять атмосферный воздух, запрещается размещать в районах, где преобладает безветренная погода, часто повторяются туманы, что мешает рассеиванию вредных веществ в атмосфере.

Предприятиям автомобильной промышленности характерны повышенные уровни выбросов в атмосферу вредных веществ, таких как оксиды серы и азота; различные канцерогенные вещества; вещества, влияющие на репродуктивную функцию. »[4]

«Для уменьшения количества выбросов вредных веществ необходимо ужесточение норм выбросов промышленных предприятий, автомобилей; установка различных очистных сооружений, фильтров; рациональное использование природных ресурсов; озеленение районов, где находятся предприятия и т.д.»[4]

3.7 Экологическая экспертиза проекта

«Экологическая экспертиза – система комплексной оценки всех возможных экологических и социально-экономических последствий осуществления проектов и реконструкции, направленная на предотвращение их отрицательного влияния на окружающую среду и на решение намеченных задач с наименьшими затратами ресурсов.»[4]

3.8 Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях

«Участок сборки расположен на территории АО «АвтоВАЗ». Необходимо разработать мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий, если произойдет авария или стихийное бедствие. На предприятии предусматриваемом проектом наиболее вероятная аварийная ситуация – пожар и обрушение зданий. Также в данном здании может возникнуть электрическое замыкание - как последствие пожара.

При возникновении аварийной (чрезвычайной) ситуации необходимо провести следующие мероприятия:

- 1) если есть возгорание – ликвидировать очаги пожара;
- 2) локализация аварий на коммунальных и энергетических сетях и сооружениях;
- 3) поиск пострадавших;
- 4) извлечение людей из-под завалов;
- 5) оказание медицинской помощи;
- 6) восстановление линий электропередачи;
- 7) восстановление водоснабжения
- 8) доставить продовольствие и медикаменты;
- 9) обрушение неустойчивых конструкций.

Безопасность людей при пожарах, а также сокращение возможного ущерба от них достигается обеспечением пожарной безопасности производственных объектов.

Вывод:

В результате работы над разделом было выявлено следующее:

- выявлены опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе сборки.

- разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

- определена категория пожароопасности участка - «В». Указаны мероприятия по предотвращению пожароопасных ситуаций.

При соблюдении выполнения разработанных мероприятий данный участок может считаться безопасным для человека и окружающей среды.»[4]

4 Экономическая эффективность проекта

4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 16 - Исходные данные»[4]

Названия критериев производства	Букв.об означ.	Измер.	Данные
Годовой выпуск	<i>Vгод.</i>	шт.	150000
Процент страховки	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Расходы общие завода	<i>Еобзав.</i>	%	197
Расходы вне производства- коммерческие	<i>Еком.</i>	%	0,29
Расходы содержания и пользования оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Расходы на заготовку и транспорт	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Расходы цеха	<i>Ецех.</i>	%	172
Расходы на инструмент	<i>Еинстр.</i>	%	3
Процент наценки-прибыли	<i>Крент.</i>	%	30
Процент доп. зарплат	<i>Квып.</i>	%	14
Процент премий	<i>Кпрем.</i>	%	12
Процент отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Сетка тарифная для рабочего 5-го класса	<i>Ср5</i>	руб.	114,35
Сетка тарифная для рабочего 6-го класса	<i>Ср6</i>	руб.	119,33
Сетка тарифная для рабочего 7-го класса	<i>Ср7</i>	руб.	124,23
Средства-Вложения в разработку проекта	<i>Кинв.</i>	%	0,15

«Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле: »[4]

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100)$$

(79)

«где C_{mi} - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

Q_{mi} – норма расхода материала i -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.»[4]

«Таблица 17 - Расчет затрат на сырье и материалы»[4]

Марки материалов стали цветмет чермет	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
СЧ-23	кг	145,5	1,54	224,07
Сталь 3	кг	47,36	1,55	73,41
Сталь 20ХГНМ	кг	130,07	1,98	257,54
Отходы бронзы	кг	3,1	1,78	5,52
Сталь 20	кг	134,72	1,3	175,14
Чермет отходы	кг	4,7	2,8	13,16
Итого				748,83
<i>Kmзр</i>		1,45		10,86
<i>Квот</i>		1		7,49
Всего				767,18

$M = 767,18$ руб.

«Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле: »[4]

$$\Sigma\Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{mзр} / 100 \quad (80)$$

«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 18 - Покупные изделия »[4]

Название необходимых деталей	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Опора верхняя стойки в сборе	шт.	1750,54	2	3501,08
Стойка амортиз-ая в сборе	шт.	1358,88	2	2717,76
Кожух защитный штока	шт.	254,45	2	508,90
Буфер хода сжатия	шт.	554,88	2	1109,76
Втулка резиновая	шт.	35,68	4	142,72
Болт	шт.	111,54	4	446,16
Итого				8426,38
<i>Kmзр</i>		1,45		122,18
Всего				8548,56

$\Pi u = 8548,56$ руб.

«Основная заработная плата производственных рабочих»[4]

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (81)$$

«где Z_t – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле: »[4]

$$Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (82)$$

«где $Cp.i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 19 - Расчет затрат на выполнение операций»[4]

Специальности рабочие	уровень работника	часовые затраты	Тариф за час работы	Общая зарплата по тарифу
Заготовщик	5	0,48	114,35	55,27
Токарь	6	0,49	119,33	58,67
Фрезер	5	0,37	114,35	42,88
Термичка	7	0,71	124,23	88,00
Полировочная	5	1,54	114,35	176,29
Сборщик	7	1,83	124,23	227,77
Итого				648,87
$K_{прем}$		12		77,86
Всего				726,74

$$Zo = 726,74 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = Zo \cdot K_{вып} \quad (83)$$

«где $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве»[4]

$$Z_{доп} = 726,74 \cdot 0,14 = 101,74 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"»[4]

$$C_{соц.н.} = (Zo + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (84)$$

«где $E_{соц.н.}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[4]

$$C_{соц.н.} = (726,74 + 101,74) \cdot 0,3 = 248,54 \text{ руб.}$$

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \quad (85)$$

«где $E_{обор.}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %; »[4]

$$C_{\text{сод.обор.}} = 726,74 \cdot 1,94 = 1409,87 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле: »[4]

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех.}} / 100 \quad (86)$$

«где $E_{\text{цех.}}$ - коэффициент цеховых расходов, %»[4]

$$C_{\text{цех}} = 726,74 \cdot 1,72 = 1249,99 \text{ руб.}$$

«Расходы на инструмент и оснастку»[4]

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (87)$$

«где $E_{\text{инстр.}}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, % »[4]

$$C_{\text{инстр.}} = 726,74 \cdot 0,03 = 21,80 \text{ руб.}$$

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: »[4]

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (88)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 248,54 + 101,74 + 1409,87 + 1249,99 + 21,80 = 13074,42 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы»[4]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (89)$$

«где $E_{\text{обзав.}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %»[4]

$$C_{\text{обзав.}} = 726,74 \cdot 1,97 = 1431,67 \text{ руб.}$$

«Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле: »[4]

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (90)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1431,67 + 13074,42 = 14506,09 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле: »[4]

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (91)$$

«где $E_{\text{ком.}}$ - коэффициент коммерческих расходов»[4]

$$C_{\text{ком.}} = 14506,09 \cdot 0,0029 = 42,07 \text{ руб.} \text{ »[4]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле: »[4]

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (92)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 14506,09 + 42,07 = 14548,15 \text{ руб.}$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия»[4]

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (93)$$

«где *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %»[4]

$$\text{Цотп.б.} = 14548,15 \cdot (1 + 0,3) = 18912,60 \text{ руб.}$$

«Таблица 20 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия»[4]

Названия главных и основных расчетных показателей	Символы обозначений	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Основные материалы	<i>М</i>	843,89	767,18
Изделия покупные	<i>Пи</i>	8548,56	8548,56
Зар.плата основная	<i>Зо</i>	726,74	726,74
Зар.плата дополнительная	<i>Здоп.</i>	101,74	101,74
Взносы страховочные	<i>Ссоц.н.</i>	248,54	248,54
Эксплуатационные расходы на содержание	<i>Ссод.обор.</i>	1409,87	1409,87
Расходы цеха	<i>Сцех.</i>	1249,99	1249,99
Инструментальный расход	<i>Синстр.</i>	21,80	21,80
Первичная стоимость цеховая	<i>Сцех.с.с.</i>	13151,14	13074,42
Расходы общие завода	<i>Собзав.</i>	1431,67	1431,67
Первичная стоимость общая завода	<i>Соб.зав.с.с.</i>	14582,80	14506,09
Расход на коммерцию пр-ва	<i>Ском.</i>	42,29	42,07
Вся стоимость полная	<i>Сполн.с.с.</i>	14625,09	14548,15
Цена продажная	<i>Цотп.</i>	19012,62	19012,62»[4]

4.2 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (94)$$

«где $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объём продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки. »[4]

$$\Delta = \frac{150000 - 72315}{6 - 1} = 15537 \text{ шт.}$$

«Объём продаж по годам: »[4]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (95)$$

«где – $V_{\text{прод.}i}$ – объём продаж в i - году, шт. »[4]

«Выручка по годам: »[4]

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (96)$$

«Переменные затраты

для базового варианта: »[4]

$$З_{\text{перем.б.}i} = З_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (97)$$

«для проектного варианта: »[4]

$$З_{\text{перем.пр.}i} = З_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (98)$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта): »[4]

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{\text{год}} \quad (99)$$

$$Ам. = 171,80 \cdot 150000 = 25770053,45 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость

для базового варианта: »[4]

$$\text{Сполн.б.}i = З_{\text{перем.б.}i} + З_{\text{пост.б.}} \quad (100)$$

«для проектного варианта: »[4]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (101)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[4]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (102)$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (103)$$

«Прибыль чистая по годам»[4]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (104)$$

«Расчет экономии»[4]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (105)$$

«где Д1 и Д2 - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту»[4]

$$\text{Д1} = 100000 \quad \text{циклов}$$

$$\text{Д2} = 140000 \quad \text{циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 19012,62 \cdot 140000 / 100000 - 19012,62 = 7605,05 \quad \text{руб.}$$

«Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит: »[4]

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (106)$$

«Дисконтирование денежного потока. »[4]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (107)$$

«где $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов»[4]

$$Ecm. = 10 \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (108)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[4]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (109)$$

$$\Sigma ДСП = 635670411,17 + 676015418,88 + 704087902,51 +$$

$$+ 911886400,57 + 730147125,68 = 3657807258,80 \text{ руб.}$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет: »[4]

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (110)$$

«где $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций. »[4]

$$J_0 = 0,15 \cdot (1536333816,64 + 1697806159,81 + 1859278502,97 +$$

$$+ 2020750846,14 + 2182223189,31) = 1394458877,23 \text{ руб. } \gg[4]$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[4]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (111)$$

$$ЧДД = 3657807258,80 - 1394458877,23 = 2263348381,57 \text{ руб.}$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле: »[4]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (112)$$

$$JD = 2263348381,57 / 1394458877,23 = 1,62$$

«Срок окупаемости проекта»[4]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (113)$$

$$Токуп. = 1394458877,23 / 2263348381,57 = 0,62$$

На рисунке 7 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

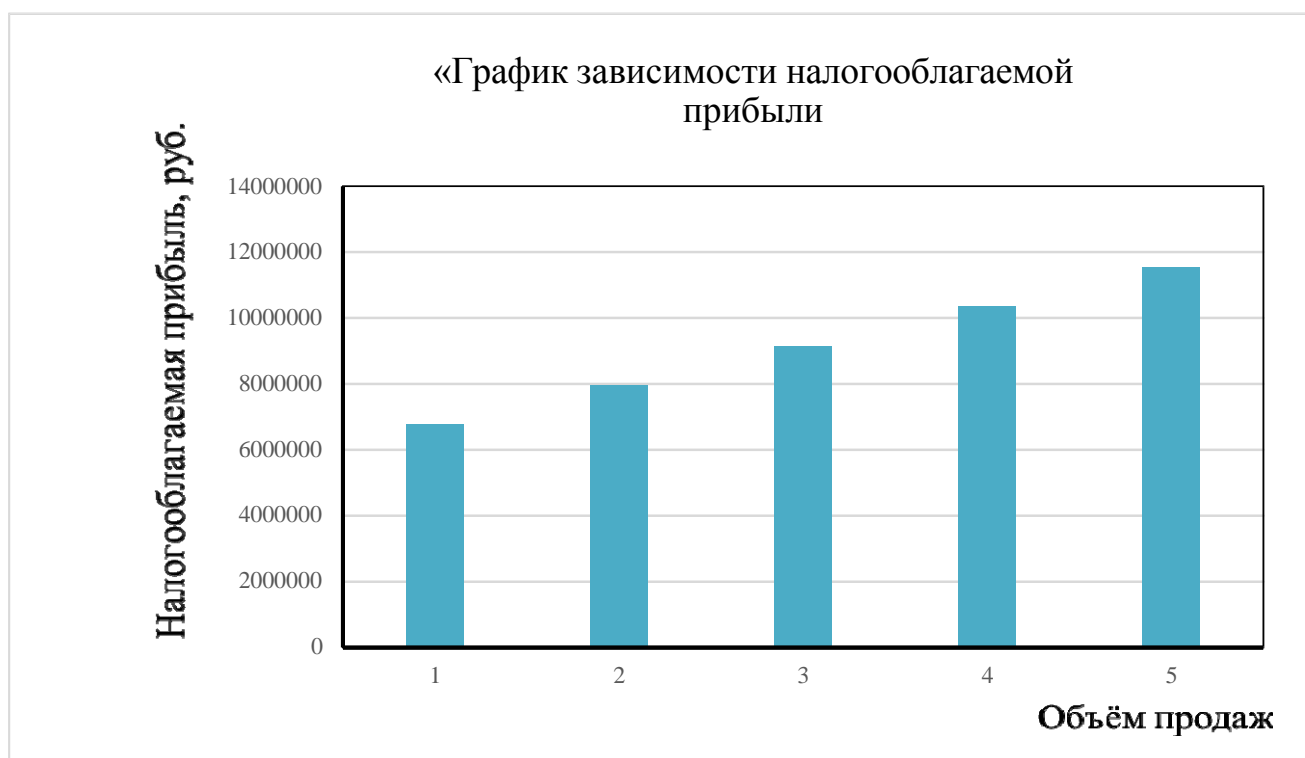


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж. »[4]

Выводы и рекомендации

Эффект экономический положительный при ID равном 1,62, увеличились ресурсы автомобиля в результате мероприятий технического плана.

Основные показатели стоимости проект дизайна высокие, при серийном производственном конструкционном внедрении автокомпонентов, данные показатели получены финансовым расчетом. Схема производства реализованная может принести прибыль ожидаемую расчетную, была рассчитана проектная эффективность социального характера.

Проектный автомобиль реализованный в производство, может чистую прибыль принести в размере данной суммы 2263348381,57 руб.

Проектный риск низкий, об этом свидетельствует рассчитанный проектный окупаемый срок составляющий 0,62 года. В направлении новом для автомобилестроения, о его применении говорить можно по данным полученным выше представленным расчётом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа выбора схем проектируемой сборки автомобиля, этапа проектирования конструкции и сравнения с ближайшими аналогами, технологического исследования возможности изготовления была выбрана схема, наиболее удачно сочетающая в себе решение всех указанных вопросов.

Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов сопоставимости капитальных затрат конструкция проектируемого электромобиля имеет очевидные преимущества по потребительским и эксплуатационным свойствам. Дальнейшее улучшение потребительских качеств может быть достигнуто за счет использования современных строительных материалов и достижений в химической промышленности. Значительный опыт, накопленный в конструкторских подразделениях, позволяет предполагать появление новых технических решений для перспективных автомобилей.

В данном дипломном проекте разработано энергопоглощающее колесо для установки на легковой автомобиль.

Исходя из вышеизложенного, конструктивно-технологическое решение, используемое в проекте, приводит к увеличению технических параметров автомобиля в целом, то есть к повышению потребительских качеств и конкурентоспособности автомобиля и производства в целом.

В целом, по совокупности рассмотренных сторон модернизированной подвески, можно сделать вывод о ее полном соответствии предъявляемым к проекту требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
2. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
3. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-95.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
5. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
6. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
7. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
8. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
9. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1984. – 250 с.
10. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
11. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
12. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.

13. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
14. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
15. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
16. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
17. Справочник по электротехнике. А.А. Иванов. – Киев.: Высшая школа, 1984 г. – 303 с.
18. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
19. 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.
20. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.
21. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
22. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. – International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
23. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
24. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

Внешняя скоростная характеристика

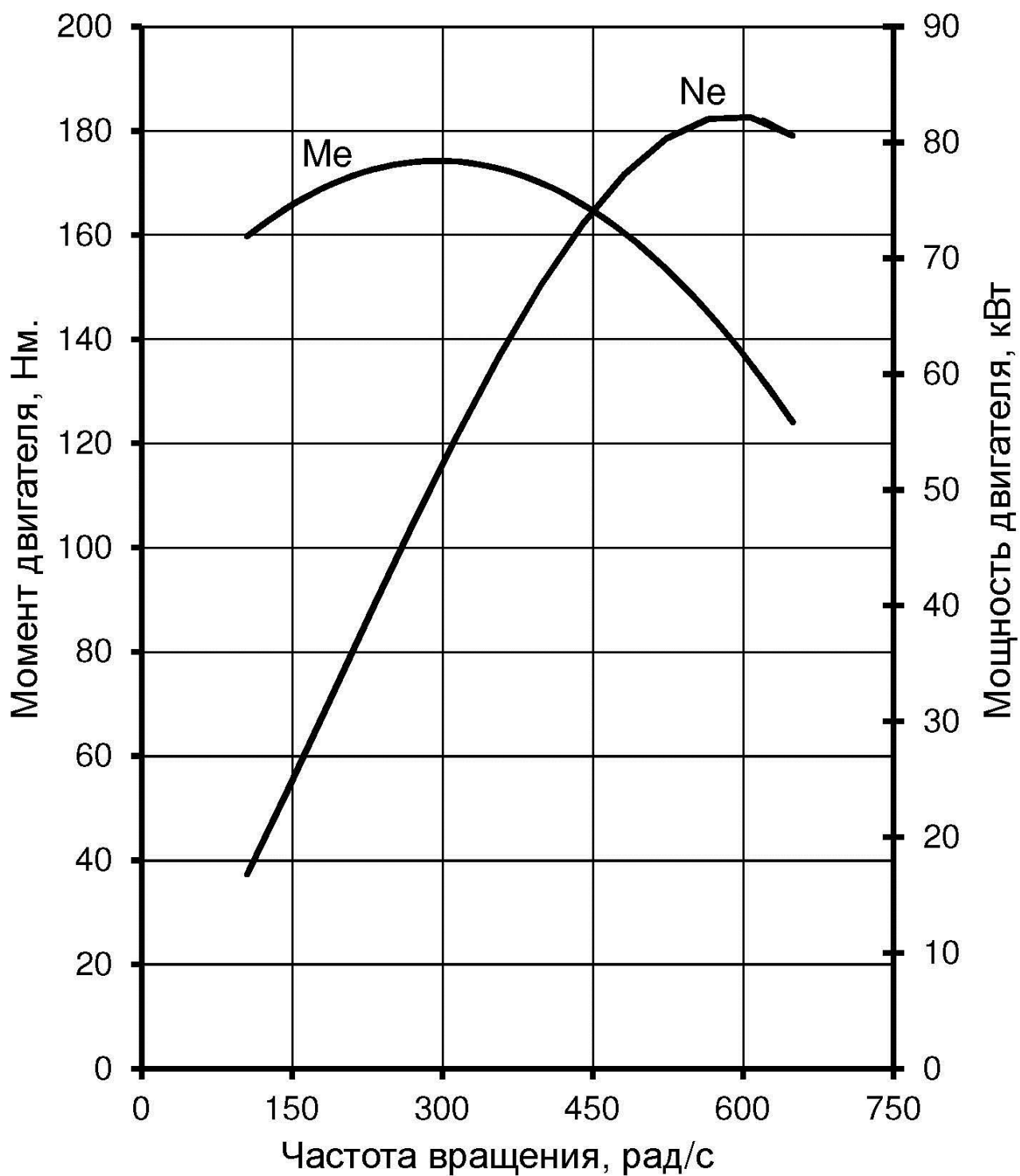


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

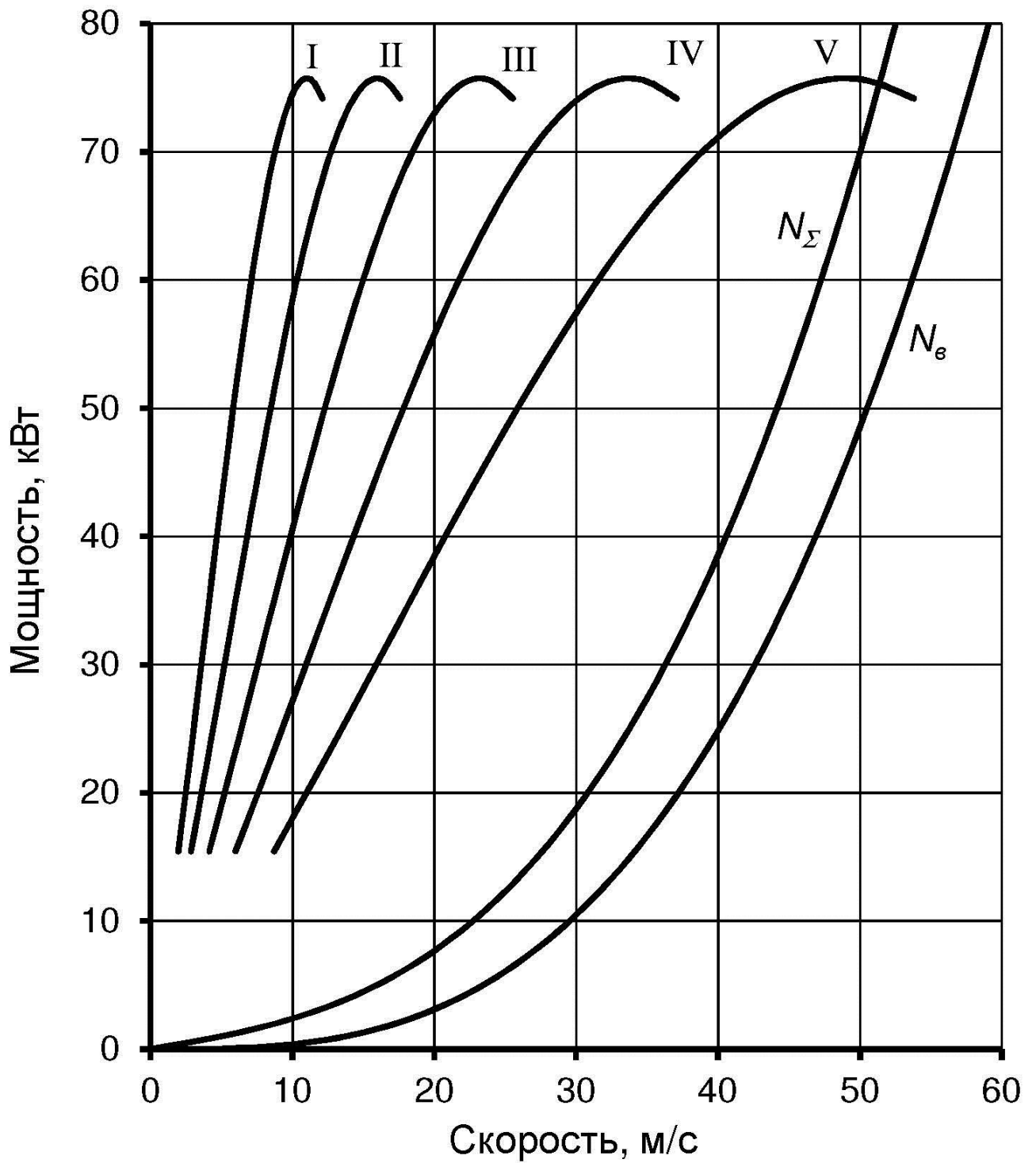


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

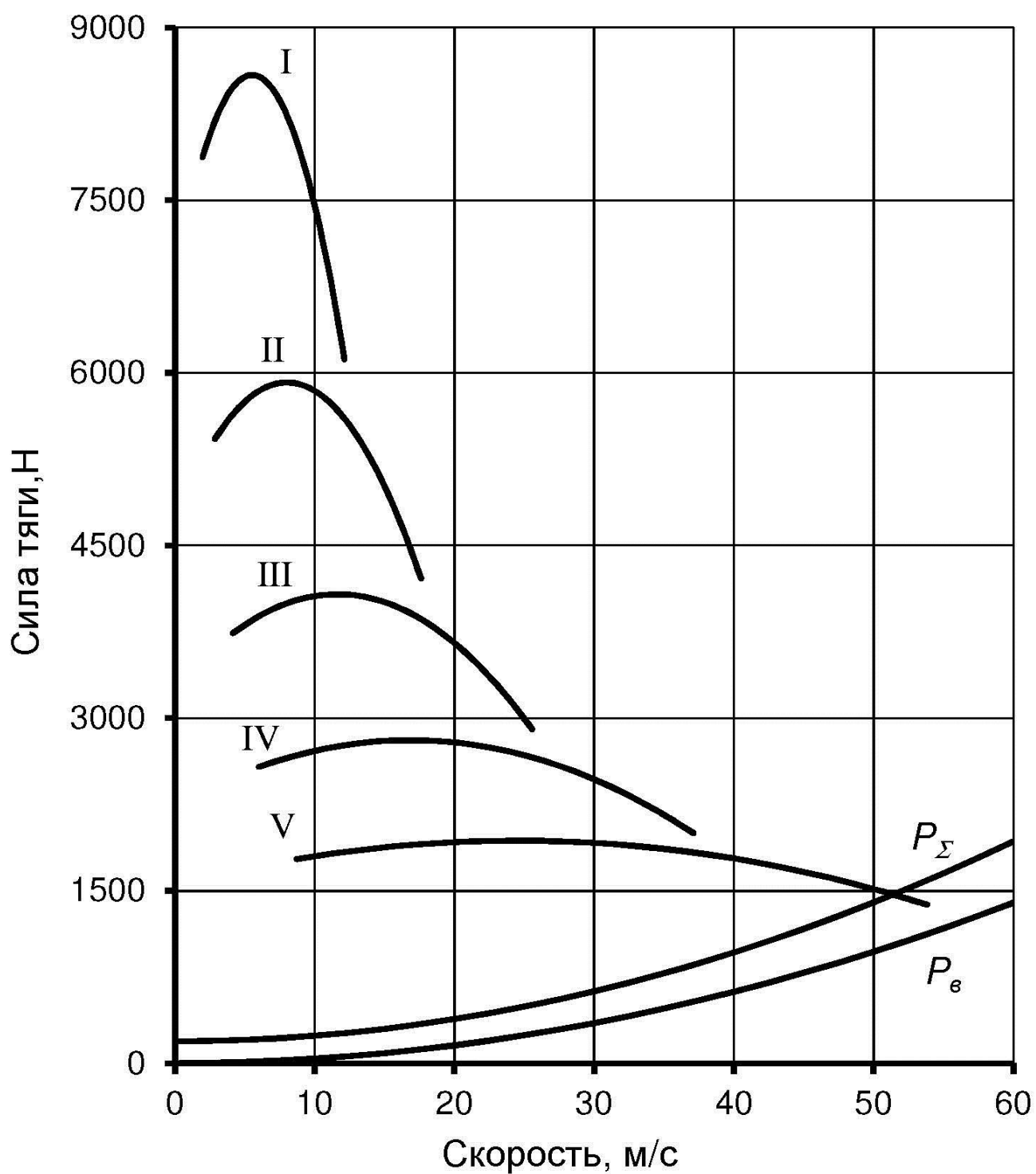


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

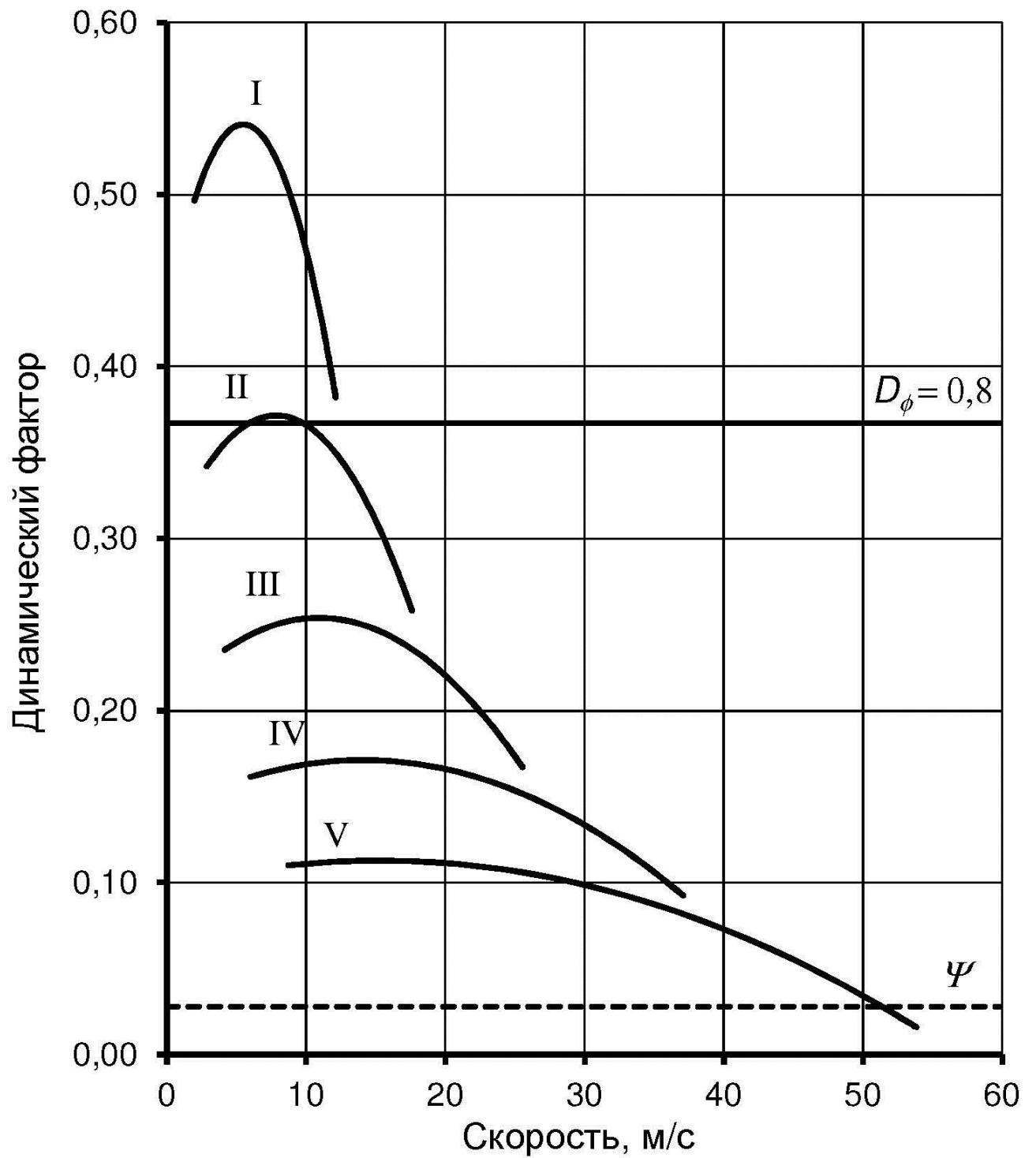


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

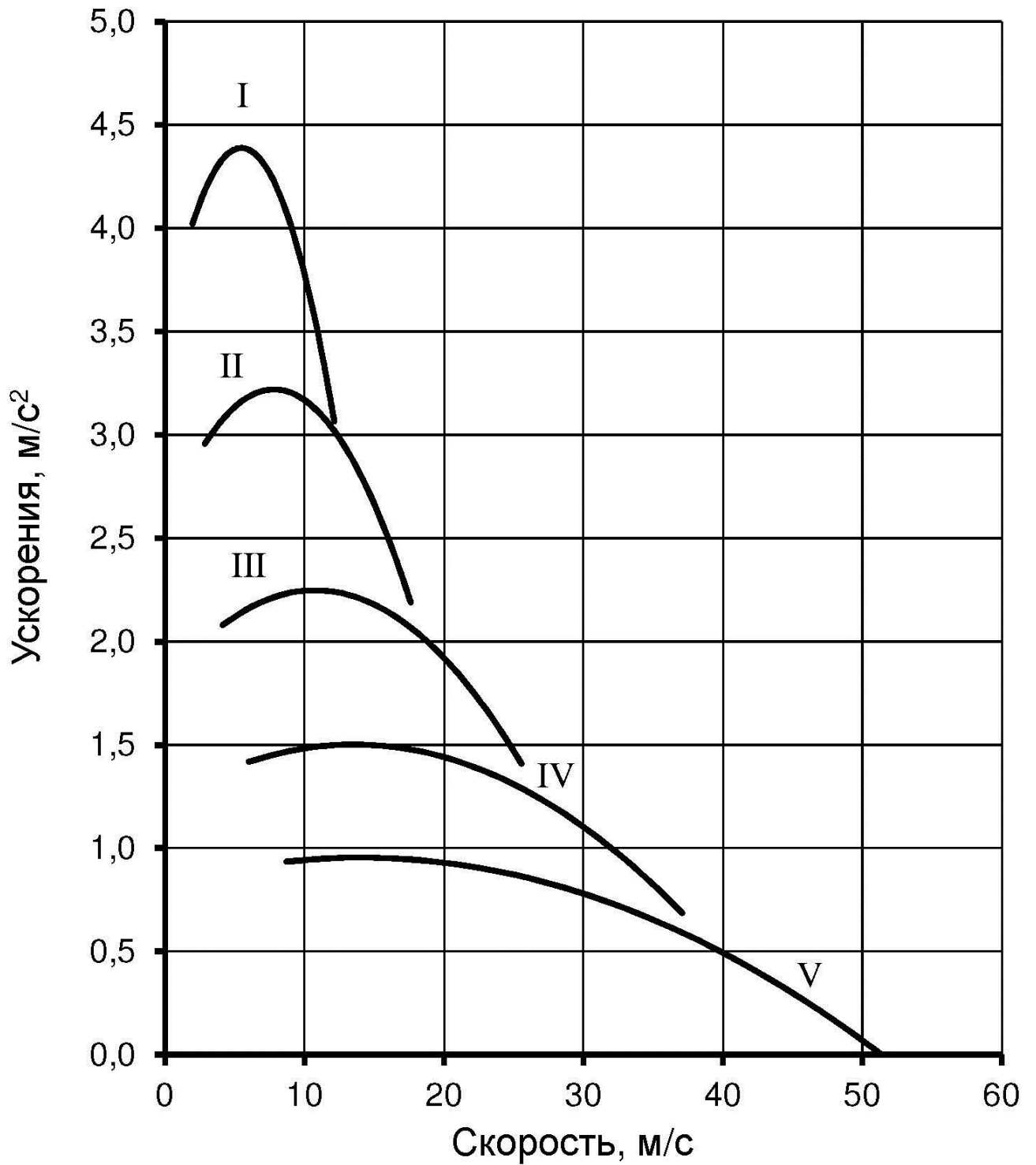


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

Время разгона

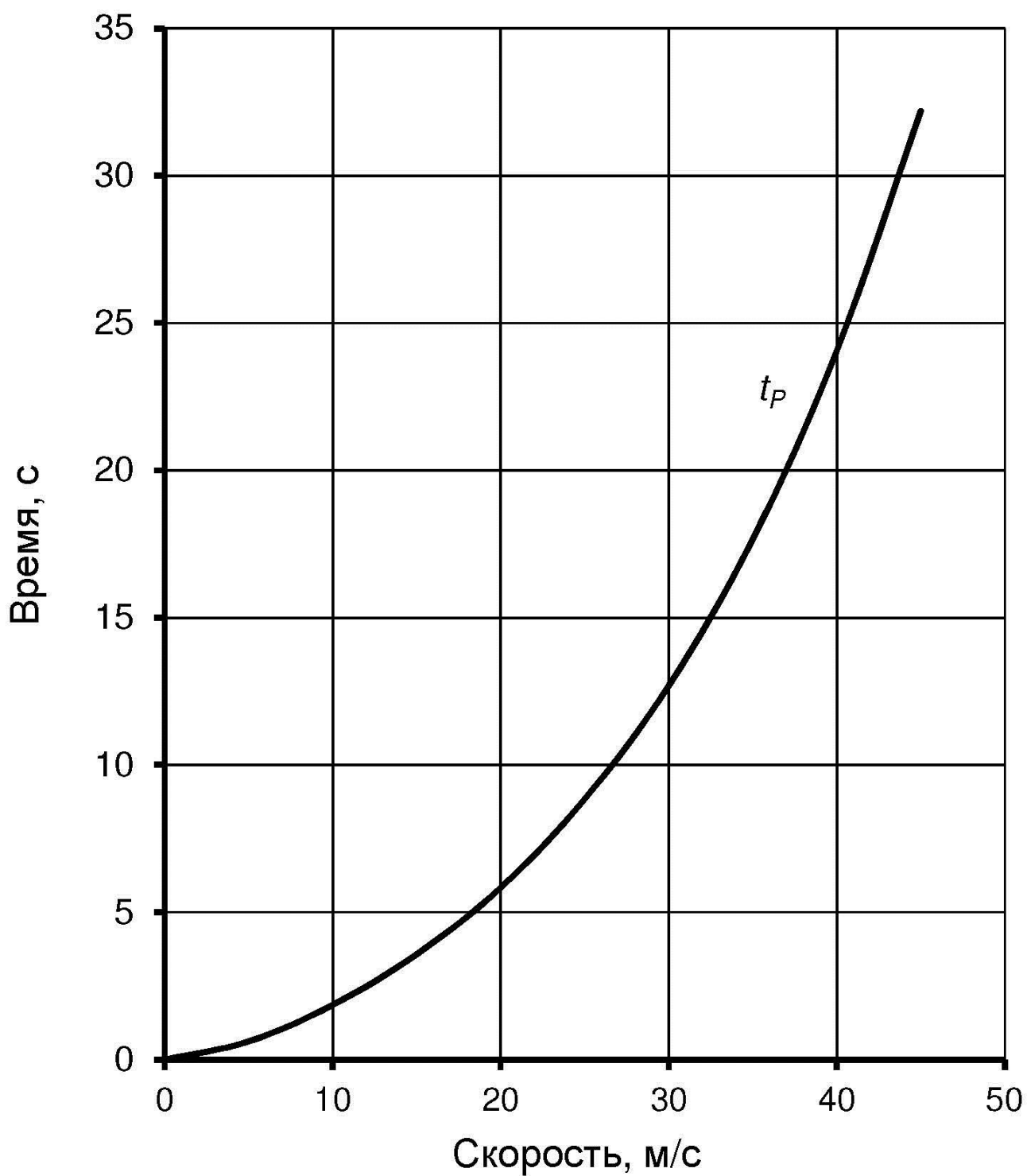


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

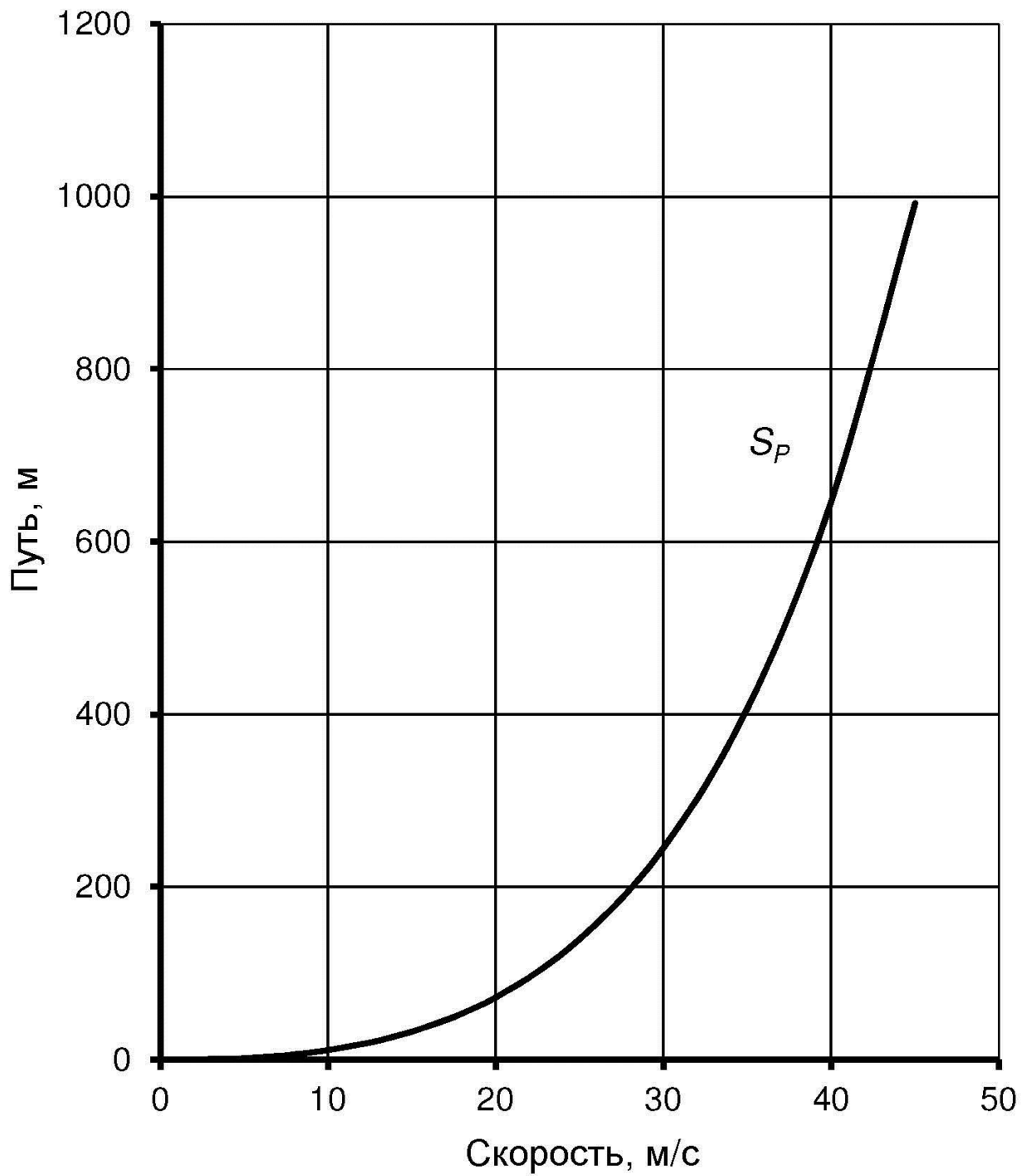


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

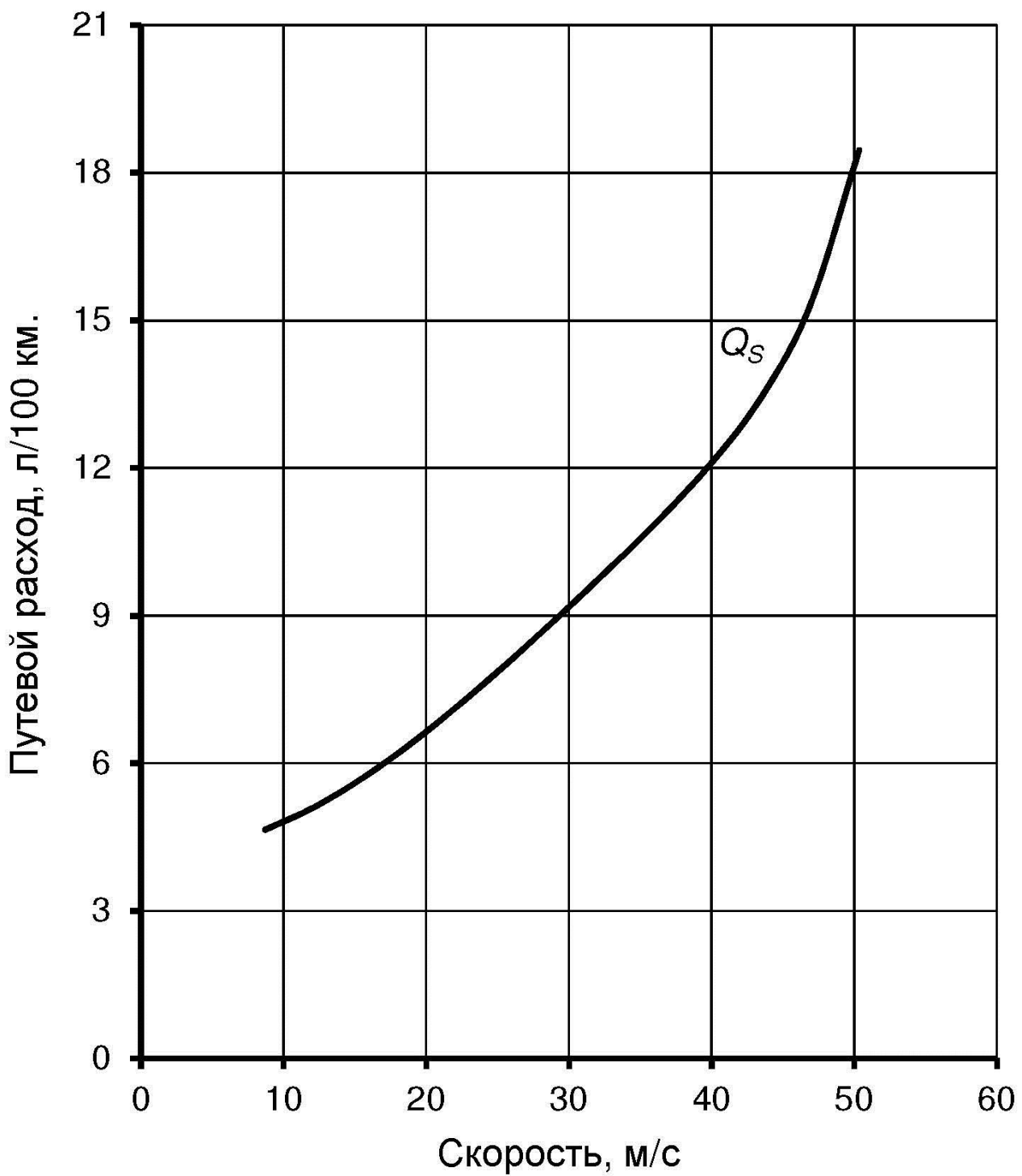


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива