

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 Модернизация карданной передачи автомобиля Шевроле-Нива

Студент

А.А.Широков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.Р. Галиев

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

Для достижения максимальной прибыли и повышения конкурентоспособности автомобильного производства необходимо повышать качество автомобилей, а также налаживать производство автомобилей для разных слоев населения, т.е. занять все ниши мирового рынка автомобилей. В данном дипломном проекте разработан и спроектирован задний карданный вал привода задних ведущих колес, для установки его на полноприводный автомобиль 2-го класса Шевроле-Нива, а именно предлагается вместо шариковых карданных шарниров заменить на трехшипный карданный шарнир типа Трипод.

В конструкторской части проведены расчеты на прочность, и расчет тягово-динамических параметров автомобиля.

В разделе промышленная безопасность и экология проведены организационно – технические мероприятия по созданию безопасных условий труда при сборке приводного карданного вала.

В экономической части проведен расчет затрат и рассчитана себестоимость модернизированной конструкции, рассчитана коммерческая эффективность проекта, а также на основе сравнения затрат на производство и полученной себестоимости изготовления, сделан вывод о целесообразности установки на автомобиль. На основании проведенных расчетов сделан вывод.

ABSTRACT

In order to achieve maximum profit and increase the competitiveness of automobile production, it is necessary to improve the quality of cars, as well as to establish the production of cars for different segments of the population, i.e. to occupy all niches of the world car market. In this diploma project developed and designed rear gimbal drive of the rear driving wheels, to install it on the all-wheel drive car of the 2nd class Chevrolet-Niva, namely, it is proposed to replace the ball gimbals with a three-stud gimbal type "Tripod".

In the construction part of the strength calculations, and the calculation of the traction-dynamic parameters of the car.

In the section industrial safety and ecology, organizational and technical measures have been taken to create safe working conditions for the Assembly the drive of the rear driving wheels.

In the economic part of the calculation of costs and calculated the cost of the modernized design, calculated the commercial efficiency of the project, as well as on the basis of a comparison of production costs and the resulting cost of production, it is concluded that it is advisable to install on a passenger car first class upgraded drive wheels. On the basis of the calculations concluded.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение карданных передач	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции карданных передач	6
1.3 Описание конструкции приводных карданных валов	7
1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию Карданного вала.....	19
2 Конструкторская часть.....	20
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	20
2.2 Расчет деталей привода ведущих колес	35
3 Безопасность и экологичность объекта	48
4 Экономическая эффективность проекта.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета	76

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт имеет значительный удельный вес в общей транспортной системе России, на его долю приходится более 1/3 грузовых перевозок.

В условиях перехода российской экономики на рыночный вид необходимо всячески ускорять научно-технический прогресс, сочетая науку с производством, повышая качество продукции, сокращая сроки разработки и внедряя новые технологии. Поэтому вопрос обеспечения качественных проектов, выполненных в сжатые сроки, необходимых для создания конкурентоспособных автомобилей, особенно актуален для настоящего времени.

Основными тенденциями развития автомобильной промышленности являются следующие: увеличение производства легковых автомобилей с дизельными двигателями и повышение экономичности бензиновых двигателей, расширение производства автомобилей работающих на сжатом и сжимаемом газе, снижение удельного расхода топлива за счет совершенствования конструкции двигателя и коробки передач, применения электронных устройств, улучшение аэродинамики автомобиля, снижение удельной металлоемкости, увеличение ресурса работы и уменьшение трудоемкости технического обслуживания автомобиля, повышение активной безопасности автомобиля, путем применения антиблокировочных систем и увеличения устойчивости автомобиля путем применения гидропневматических элементов подвески с управлением электроникой, повышение пассивной безопасности автомобиля, достигаемая оптимизацией конструкции кузова и применением подушек безопасности, предохраняющих водителя и пассажира от лобовых и боковых ударов.

Целью данного дипломного проекта является повышение ресурса и надежности конструкции привода к задним ведущим колесам.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение карданных передач

Карданный привод автомобиля предназначен для передачи крутящего момента от вторичного вала основной коробки передач под переменным углом. Карданная передача состоит из передней и задней осей, промежуточных опор, поперечин свилками и шлицами, Соединенных цепными подшипниками, эластичных муфт. Шарнирныевилки и кресты позволяют передавать крутящий момент на шлицах с переменным углом, компенсируя линейное смещение трансмиссии по отношению к кузову, в результате вибрации кузова получается линейное изменение расстояния от коробки передач до задней оси. переменная эластичная муфта сглаживает пульсацию крутящего момента в трансмиссии, особенно когда педаль сцепления используется вместе.[1]

1.2 Требования предъявляемые к конструкции карданных передач

Представленные в настоящий момент на мировом авторынке модели, имеет три разновидности привода задний передний и полный, они различаются по тому, какие оси является ведущей. Переднеприводные машины - это автомобили в которых передние колёса одновременно являются ведущими и управляющими, крутящий момент создаваемый двигателем автомобиля передаётся на переднюю ось. Первый переднеприводный автомобиль появился в 1929 году, а в настоящий момент подобная конструкция является встроенной, к преимуществам переднего привода относится надежность в сравнении с задним и полным коэффициент полезного действия двигателя в автомобиле с передним приводом выше, благодаря малой потери энергии при передаче от двигателя к колесам, переднеприводные автомобили отличает лучшая управляемость и хорошую чувствительность рулевого механизма, отсутствие карданного вала в переднеприводных автомобилях позволяет создать более просторный салон. К минусам переднего привода относятся более сложная и требующая дорогостоящего

ремонта конструкции, ощутимая вибрация от силового агрегата и возможная буксовка передних колес при резком разгоне автомобиля. В автомобилях с задним приводом ведущими являются задние колёса, которые приводятся в движение в результате карданной передачи, такая конструкция обеспечивает динамическую нагрузку на заднюю ось, благодаря чему, автомобиль характеризуется лучшей проходимостью, исключением является скользкая заснеженная дорога, где предпочтительнее переднеприводный автомобиль.

Машинами с задним приводом легче управлять в случае возникновения заноса, а сама конструкция привода является более надежной и легче поддается ремонту и техобслуживанию. Значимым минусом заднеприводных автомобилей является необходимость туннеля, что уменьшает пространство в салоне машины, в полноприводных автомобилях ведущими являются все колёса, полный привод может быть подключаемым - при обычном режиме эксплуатации ведущими является только одна ось, а при необходимости подключается все колёса, постоянный полный привод использует все колёса, в качестве ведущих при всех режимах работы существует также, нечто среднее между постоянным и подключаемым приводом это полный привод по требованию в этой разновидности переключением полноприводный режим происходит автоматически, плюсом полноприводных автомобилей относятся повышенная проходимость и хорошая устойчивость на скользкой дороге, а к минусам - расход топлива и усложненная конструкция. Автомобили с задним и полным приводом является более быстрыми именно поэтому эти типы привода устанавливают на спортивные автомобили.

1.3 Описание конструкции приводных карданных валов

Приводы колес состоят из карданных валов, карданных шарниров равных угловых скоростей. Такой вид конструкции приводов даёт возможность равномерного вращения ведомых элементов ходовой части автомобиля. [4]

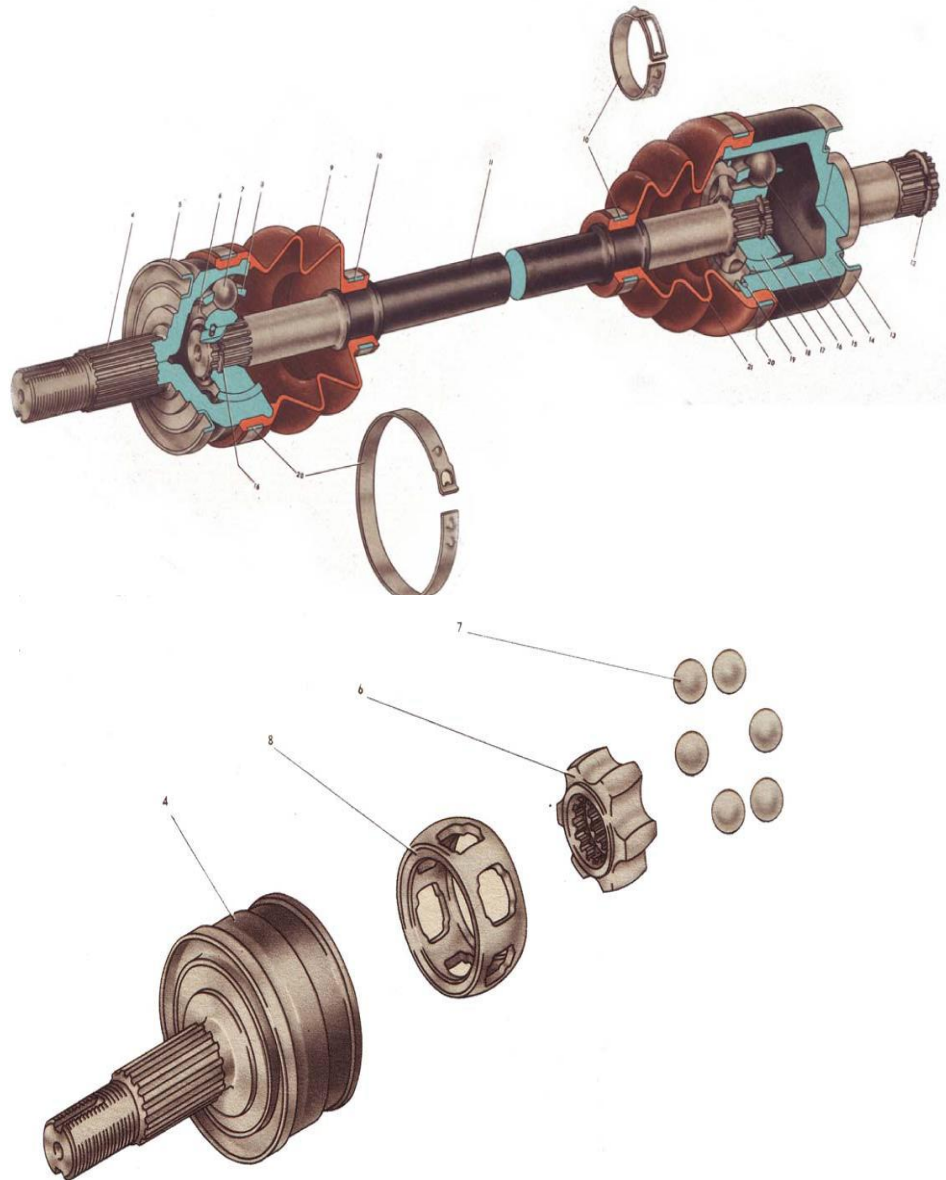


Рисунок 1.1 - Привод к ведущим и управляемым колесам легкового автомобиля с шарнирами равных угловых скоростей.

Универсальные шарниры обычно используются для передачи механической энергии между двумя валами, когда их оси находятся под углом друг другу, эти шарниры были изобретены много веков назад, несмотря на то, что механизм универсальных шарниров кажется простым, физическая основа этого механизма довольно сложная и интересная, универсальный шарнир

включает три основных элемента 2 вилки и крестовину.



Рисунок 1.2 – Универсальный шарнир модель - схема.

Теперь давайте рассмотрим различные варианты передачи механической энергии, в первом случае входной и выходной валы соединены по прямой линии в этом случае их движение очень простое ведущий вал поворачивает крестовину, а крестовина поворачивает ведомый вал, очевидно, что ведущий и ведомый вал вращается с одинаковой скоростью, теперь посмотрим, что произойдет, если оси находятся под углом предположим, что ведущий вал движется с постоянной скоростью, здесь движение происходит совсем по-другому.

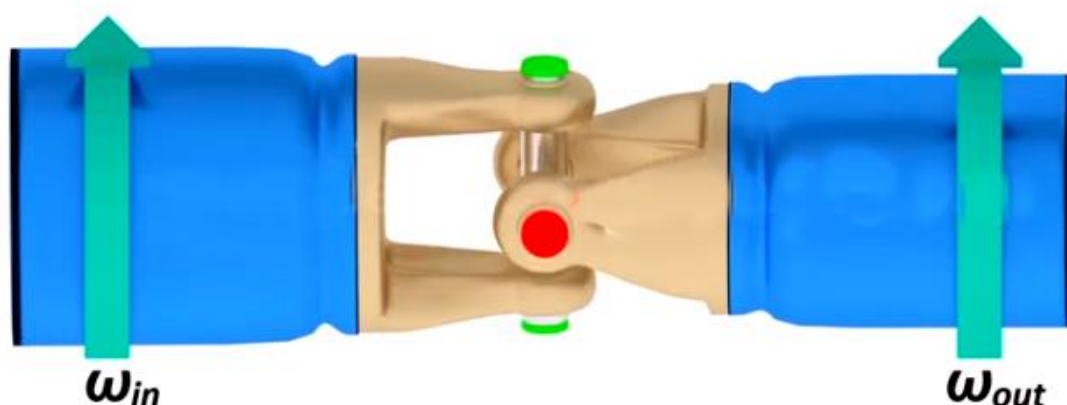


Рисунок 1.3 - Универсальный шарнир модель – схема – прямолинейное движение.

Чтобы понять почему, обратите внимание на поведение красных и зелёных концов крестовины, как видите зеленые концы соединённые с ведущим валом вращаются в вертикальной плоскости а красные концы соединённые с ведомым валом прощаются в другой наклонной плоскости.

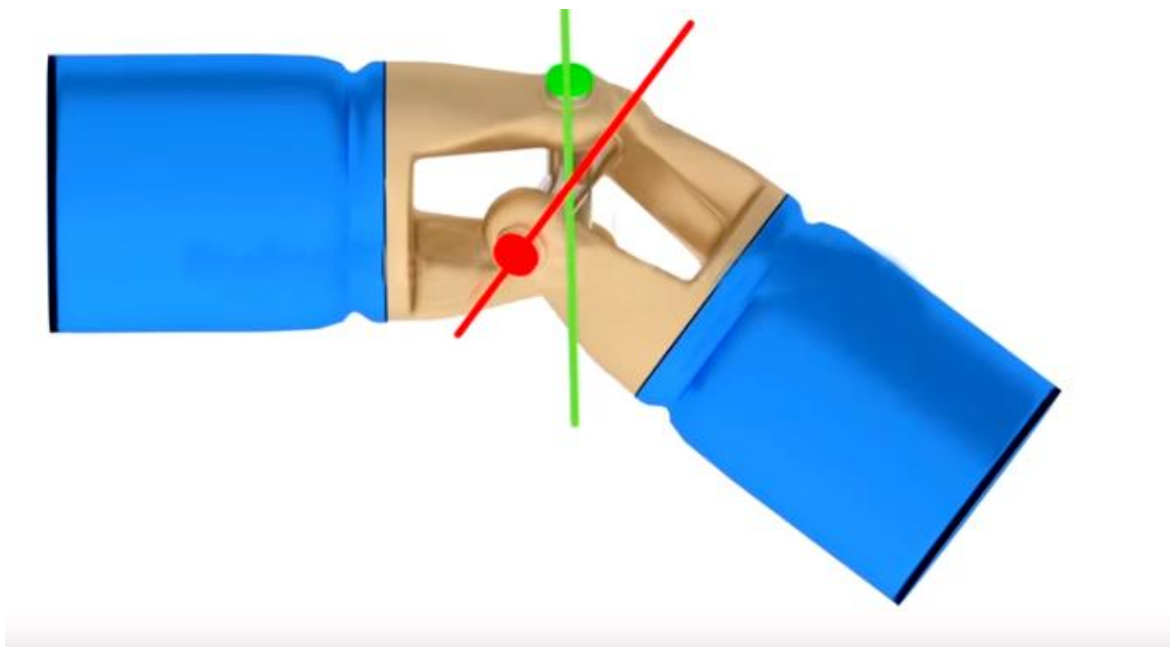


Рисунок 1.4 - Универсальный шарнир модель – схема – движение под углом.

Чтобы красные концы двигались в наклонной плоскости крестовина должна поворачиваться по оси соединяющий зеленые концы, если вы понаблюдайте за отметки на крестовине вы сможете увидеть как это происходит, чтобы принцип вращения крестовины стал понятнее, рассмотрим гипотетически пример, где вращения зеленой оси заблокирована понятно, что без такого вращения движения универсального шарнира под углом невозможно.

Поворот крестовины значительно сказывается на скорости вращения ведомого вала, ясно, что когда крестовина одновременно поворачивается и вращается скорость ведомого вала будет меняться. Первые 90 градусов вращения ведущего вала зелёная ось также вращается достигает максимального угла поворота, поворот вперед способствуют вращения ведомого вала и меняет его характер, как показано на диаграмме, но при прохождении следующих 90 градусов зелёная ось должна вернуться в исходное положение, поворот назад будет иметь обратное влияние на вращения ведомого вала.

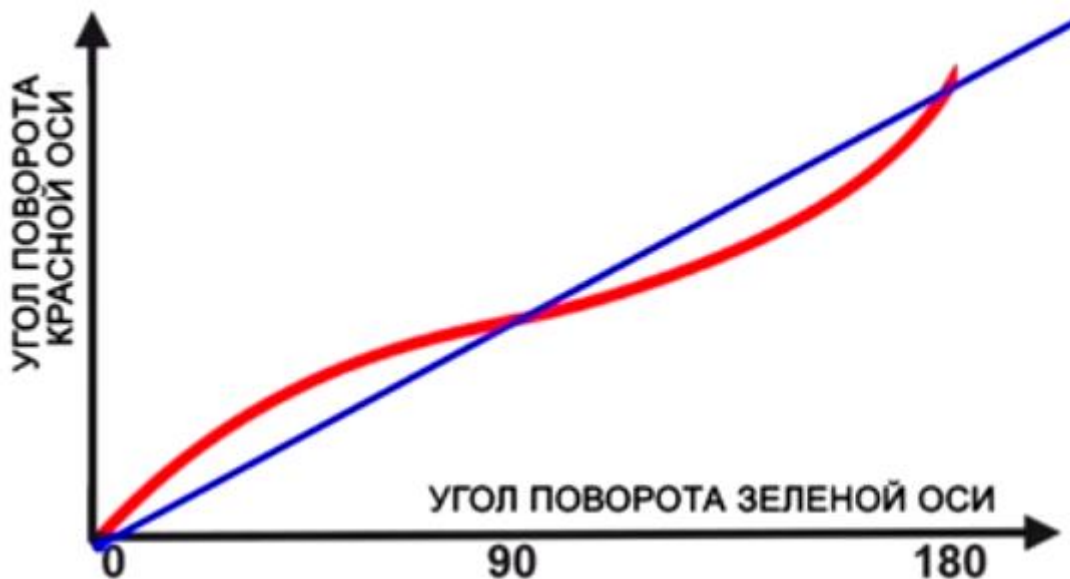


Рисунок 1.5 – Диаграмма изменения траекторий движения осей крестовины универсального шарнира.

Скорость ведомого вала можно рассчитать просто взяв производную по времени график и перемещение, ясно, что скорость ведомого вала меняется как показано на графике, это означает, что универсальный шарнир не обеспечивает постоянную скорость вращения, такое неравномерное вращение делает бесполезным использование универсального шарнира в исходном виде.

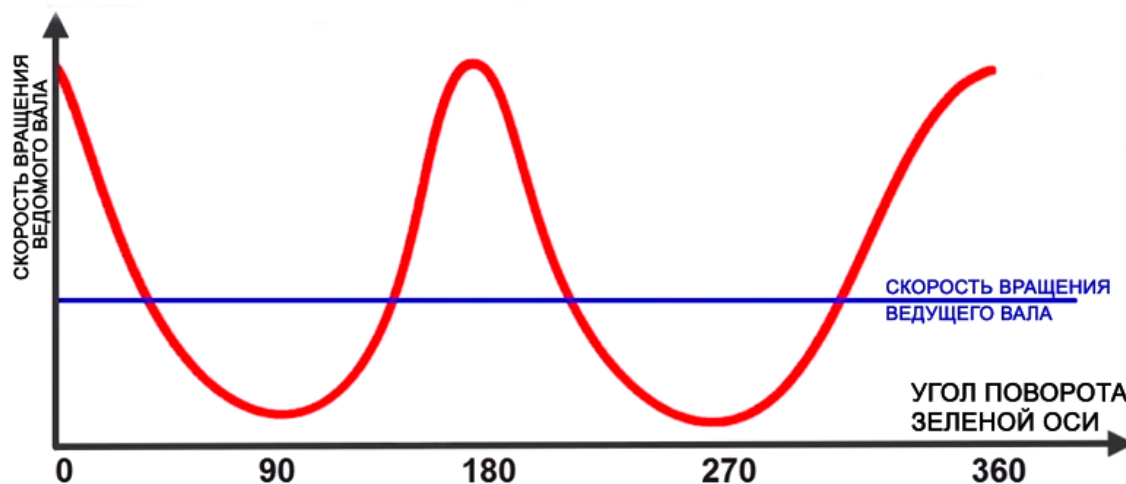


Рисунок 1.6 – Диаграмма зависимости скорости вращения и угла поворота крестовины универсального шарнира.

Однако можно добиться постоянной скорости добавив ещё один шарнир, как показано на модели, если при постоянной скорости ведущего вала

скорость ведомого вала колеблется, то переменная скорость ведущего вала обеспечит постоянную скорость ведомого, таким образом двойной универсальный шарнир действует как шарнир с постоянной угловой скоростью.

ШРУС подвески является одним из ключевых узлов, которые относятся, именно к элементам передней подвески того или иного автомобиля. Справочно заметим, что в былые времена и вот эти компоненты часто использовали даже в задней подвески наравне с передними элементами, однако массового характера установки шарниров на заднюю подвеску не получила, из-за нерентабельности или нецелесообразности в плане затрат.

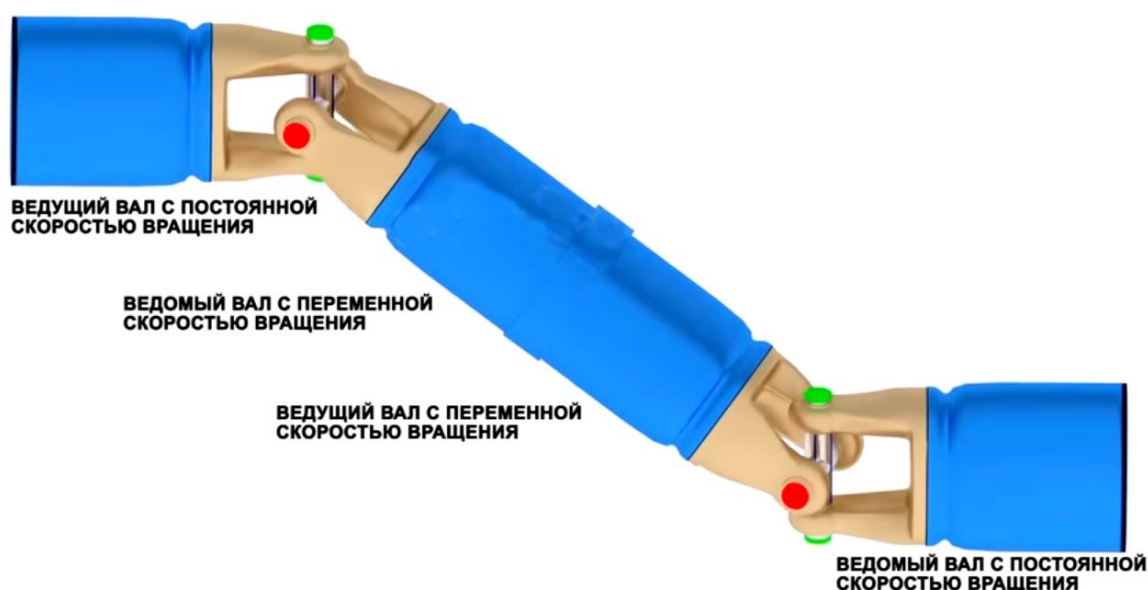


Рисунок 1.7 - Универсальный шарнир модель – схема двойного шарнира с постоянной угловой скоростью.

Сам же по себе ШРУС представляет из себя специально движущийся в разных плоскостях подшипник, который отвечает за передачу момента кручения и как следствие движения колёс транспортного средства. Таким образом как видим шарнир - это действительно важный узел ходовой части автомобиля, который является связующим звеном между колесом и трансмиссией, обеспечивающий передачу крутящего момента к ведущей оси при изменении угла поворота, а также удержание его в правильной плоскости.

И так, так что же более доступным языком можно сказать, что называется шарниром или ШРУСом подвески. ШРУС - это шарнир равных угловых

скоростей, то есть устройство, которое обеспечивает передачу созданного крутящего момента коробки передач к ведущим колесам машины.

Главной отличительной особенностью ШРУСа от заднего моста, который всегда функционируют только прямолинейно является возможность обеспечивать поворот колёс на 65-70 градусов. Справочно заметим, что у многих автомехаников благодаря своей форме похожей на оружие – ШРУС называется гранатой. А теперь давайте более подробно рассмотрим особенности и разновидности их строения ШРУСа подвески. Благодаря шарнирам, которые устанавливаются также на некоторые полноприводные автомобили с независимой подвеской происходит передача крутящего момента от двигателя к трансмиссии, а затем на ведущие колёса. ШРУСы, они не только приводят колёса в движение, ну и ещё позволяют водителю ими управлять, при этом имея очень компактный размер и небольшую массу. Что касается ШРУСов расположенных на заднеприводном автомобиле с приводным мостом, то они достаточно сильно ограничены по своему функционалу, так как они не имеют возможности управлять колёсами.

Кроме того отметим, что данный механизм выполняет сложные работы и постоянно функционируют под сильной нагрузкой. На сегодняшний день благодаря технологиям автомобилестроения, ШРУСы передней подвески в плане качества и надежности продвинулись очень далеко вперёд, поэтому срок службы некоторых типов шарниров порой может достигать сотен тысяч километров пробега. Детально рассмотрим основные разновидности ШРУСов автомобильной подвески: сухариковые типы или сухариковый вид зачастую используются только на большегрузных автомобилях на примере крупнотоннажных грузовиков и пассажирских автобусов, второй тип или вид это трипоидный используется во внутренней конструкции транспортного средства в связи с большим осевым перемещением.



Рисунок 1.8 – Трипоидный вид шарнира.

Третий вид - это спаренный угловой карданный, практически не популярен среди автопроизводителей в связи со своей сложностью в плане строения и довольно дорого его производить, заключительный четвёртый вид ШРУСов - это шариковый, считается самым распространённым шарниром автопроизводителей на сегодняшний день. Шариковый ШРУС является основным шарниром в переднеприводных автомобилях. Как мы ответили ранее основной тип ШРУСа на сегодняшний день автопроизводителей это шариковый, поэтому мы более подробно рассмотрим именно его строение, конструкция шарового шарнира является сухим по принципу работы, то есть элементы ШРУСа они не находятся в масле в отличие от заднего моста, они лишь компануются специальной смазкой наподобие солидолом. Как некоторым может показаться на первый взгляд, такой узел подвески, как шарнир является чем-то сложным по своему устройству, однако это совсем не так, механизм до боли прост, типовой ШРУС передней подвески состоит из четырёх элементов, которые обеспечивают оптимальное функционирование механизма, первый идёт корпус шарнира, которые изготавливаются в форме сферической чаши она то и устанавливается на приводной вал автомобиля.



Рисунок 1.9 – Шариковый шарнир – составные детали.

Затем идет нижняя часть ШРУСа, которая называется сферическим кулачком с ведущим валом, следующим компонентом типового шарнира является сепаратор, который изготавливается в форме кольца с отверстиями, в них кстати располагаются и удерживаются специальные шарики. Завершающим элементом ШРУСа всегда идут металлические шарики про которые только что поговорили, количество которых зачастую составляет не менее 6 единиц. Именно благодаря шарикам, которые находятся в сепараторе шарнира передней подвески такой тип ШРУСа и получил название шариковый. Как видим строение конструкции типового шарнира приводного вала является до боли простым.



Рисунок 1.10 – Шариковый шарнир – строение сепаратора.

При этом механизм обладает высокой плавностью в процессе функционирования, благодаря чему транспортное средство способно очень плавно развивать скорость без толчков и рывков по сравнению с карданной

передачей, в которой плавность во время работы, как таковой отсутствует, исправный ШРУС всегда обеспечивает плавность хода.

А теперь подробнее рассмотрим основные принципы работы ресурсы и неисправности ШРУСа подвески, когда мы теперь знаем строение и устройство ШРУСа передней подвески можно поговорить и о том как он работает и начнём с корпуса шарнира, он же ШРУС - в корпусе механизма, а если быть точнее, то в его нижней части имеются продольные канавки, в которые по одному вставляются специальные металлические шарики, о которых мы только, что говорили их как правило 6. Шарики удерживаются таким элементом как сепаратором, их место расположенное между корпусом и нижней части механизма, при чём таким образом, что шарики всегда являются как бы связующим звеном между компонентами.

Кроме того металлические шарики имеют свойство свободно перемещаться, но только строго по продольным канавкам корпуса. Заметим, что усилие передается ведущему валу, которому подсоединён корпус ШРУСа, а затем осуществляется передача энергии шариков они так в свою очередь отдают свою энергию нижней части шарнира, в свою очередь к нижней части механизма присоединяется ведущий вал, который забирает полученное усилие и после чего машина начинает свое плавное движение.

В том случае, если автомобиль входит в поворот, то есть меняется угол вращения между валами. то металлические шарики начинают перемещаться по канавкам корпуса и с той силой, которая на них воздействует передает усилие дальше по цепочке, благодаря такому своеобразному строению, что сам механизм идеально подходит для передних колёс, которые изменяют свой угол при помощи рулевой рейки, если рассматривать срок службы ШРУСа типового, так хочется сразу отметить, что благодаря достаточно прочной конструкции деталей является одной из последних узлов, о которой упоминает автовладелец.



Рисунок 1.11 – Прорыв пыльника шарнира.

Однако стоит понимать, что высокая надежность шарнира относится, только к тем механизмам, которые сделаны по правилам, из нужных материалов, если ШРУС является оригинальной запасной частью, то он может прослужить верой и правдой не менее 100000-120000 км пробега, а то и весь срок эксплуатации автомобиля. Но почему часто можно услышать от автовладельцев, что ШРУСы быстро ломаются и выходят из строя, что касается неисправности, которые могут происходить с шарнирами, то зачастую все они сводятся к самой главной причине - это прорыв защитного пыльника.

Дело в том, что главная задача резинового или силиконового пыльника, заключается именно в защите металлических шариков и канавок корпуса ШРУСов, попадания на них грязи и пыли. Ведь как мы знаем попадающие грязь внутри механизма крайне пагубно влияет на конструкцию. Когда происходит прорыв пыльника, то корпус с элементами как правило долго не работает, зачастую не более одной 2000 км пробега. Из-за чего, так быстро происходит поломка механизма, быстро приходит в негодность внутренний механизм шарнира, как всегда вся суть ответа на вопрос лежит на поверхности, как только грязь проникает вовнутрь, где функционируют шарики в продольных канавках смазано специальной смазкой, то песчинки начинают действовать на детали как наждачная бумага, разрушая поверхности элементов и делая те же канавки шире по своему размеру, когда наступает крайний момент, то металлические шарики банально заклинивают в канавках, после

чего, ШРУСы ломаются и автомобиль уже никуда не поедет. Вот поэтому пыльник шарнира является самым важным компонентом любого типа ШРУСов в плане долговечности узла в целом, хотя в процессе работы механизма он никакого участия не принимает.

Кроме защитного проводника на элементы подвески также не менее сильное влияние оказывают механические воздействия, например ехали мы по дороге и не заметили камень, бордюр или вообще в открытый люк залетели на скорости, в этом случае мы можем очень сильно повредить механизм подвески и как правило при сильных ударах особенно в область колёса шарниры просто выдирают с крепежей, как говорится с мясом. Справочно заметим, что с самыми хрупкими и ненадежными шарнирными механизмами по праву считаются неоригинальные детали, как говорят автомеханики дешевый Китай.

И в заключение можно отметить что ШРУС или шарнир автомобиля независимо от его типа играет одну из ключевых ролей в системе передней подвески, того или иного транспортного средства, кроме того стоит помнить, что пыльники ШРУСов необходимо систематически осматривать на наличие повреждений и течи смазки, так как зачастую вовремя недосмотренные повреждения на защитных элементах ШРУС способен достаточно быстро выходить из строя, напомним, что при замене старого шарнира на новый не стоит забывать, про то, что после процедуры по замене механизма обязательно делать развал-схождение колёс.

1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию карданного вала

Основной задачей при разработке новой конструкции карданного вала привода является обеспечение его надежной работы. Таким образом, был модернизирован сферический кардан с одинаковой угловой скоростью, а именно его замена на карданный шарнир типа "Трипоидный".

В этом соединении угловая скорость вала достигается путем изменения положения центра конца вала. Этот тип привода имеет низкие потери в осевом движении, поскольку он обеспечивает почти только прокатку, что определяет высокую эффективность и, следовательно, уменьшает шум и вибрацию в конструкции карданного соединения, в то время как в шаровом соединении мяч не катится, а скользит, что снижает эффективность соединения. Также тип "Трипоидный" в определенной степени повышает активную безопасность автомобиля. Когда автомобиль движется, карданный шарнир выходит из строя, и в трехконтактном соединении ролики остаются на шипах, даже если происходит какая-либо неисправность, что предотвращает возможность застревания шруса.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Количество колес ведущих.....	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 135$ км/ч
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 580$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 95$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,40$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,28$
КПД трасмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,016$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям:

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (2.1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9.807 = 10670 \text{ Н}$$

$$G_{\text{п}} = G_{\text{п1}} \cdot 5 = m_{\text{п1}} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н}$$

$$G_{\text{Б}} = G_{\text{Б1}} \cdot 5 = m_{\text{Б1}} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н}$$

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

$$G_1 = G_{\text{А}} \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н}$$

$$G_2 = G_{\text{А}} \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н}$$

б) Подбор шин 205/75 R15.

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

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.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,280 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи:

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}} \quad (2.3)$$

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.

$$U_0 = (0,280 \cdot 580) / (0,80 \cdot 37,5) = 4,176$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя: »[2]

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.4)$$

где ψ_V - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.5)$$

$$\psi_V = 0,016 \cdot (1 + 37,5^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_V = (14838 \cdot 0,026 \cdot 37,5 + 0,3 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 37,5^3 / 2) / 0,92 = 69715 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (2.6)$$

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

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 70074 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.7)$$

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

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (2.8)$$

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
907	95	13,8	144,9
1300	136	20,5	150,4»[2]

«Продолжение таблицы 2.1

1650	173	26,6	154,1
1650	173	26,6	154,1
2000	209	32,8	158,7
2350	246	38,9	163,2
2700	283	44,8	161,6
3050	319	50,4	157,8
3400	356	55,5	155,9
3750	393	60,1	152,9
4100	429	63,9	148,8
4450	466	66,9	143,6
4800	503	69,0	137,2
5150	539	70,0	129,8
5539	580	69,7	120,2

n_e - обороты двигателя, об/мин.

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.9)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач:

$$U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (2.10)$$

где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма ().

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

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,28 = 0,306$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,306 \cdot 0,280 / (164,6 \cdot 0,92 \cdot 4,176) = 2,111$$

$$U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (2.11)$$

где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544 \text{ Н}$),»[2]

« m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),
 φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (164,6 \cdot 0,92 \cdot 4,176) = 2,433$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,400$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,400 / 0,800)^{1/4} = 1,316;$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,400 / 1,316 = 1,824;$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,824 / 1,316 = 1,386;$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,386 / 1,316 = 1,053;$$

$$U_5 = 0,800 .$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (2.12)$$

Таблица 2.2 - 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
907	2,7	3,5	4,6	6,1	8,0
1300	3,8	5,0	6,6	8,7	11,4
1650	4,8	6,4	8,4	11,0	14,5
2000	5,9	7,7	10,1	13,3	17,6»[2]

«Продолжение таблицы 2.2

2350	6,9	9,0	11,9	15,7	20,6
2700	7,9	10,4	13,7	18,0	23,7
3050	8,9	11,7	15,5	20,3	26,8
3400	9,9	13,1	17,2	22,7	29,8
3750	11,0	14,4	19,0	25,0	32,9
4100	12,0	15,8	20,8	27,3	36,0
4450	13,0	17,1	22,5	29,7	39,1
4800	14,0	18,5	24,3	32,0	42,1
5150	15,1	19,8	26,1	34,3	45,2
5539	16,2	21,3	28,1	36,9	48,6

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.13)$$

Таблица 2.3 - 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
907	4721	3587	2725	2071	1574
1300	4899	3723	2829	2149	1633
1650	5020	3815	2898	2202	1673
2000	5105	3879	2947	2239	1702
2350	5153	3915	2975	2261	1718
2700	5165	3924	2982	2266	1722
3050	5140	3905	2967	2255	1713
3400	5079	3859	2932	2228	1693»[2]

«Продолжение таблицы 2.3

3750	4981	3785	2876	2185	1660
4100	4847	3683	2799	2127	1616
4450	4677	3554	2700	2052	1559
4800	4471	3397	2581	1961	1490
5150	4228	3212	2441	1855	1409
5539	3915	2975	2260	1718	1305

2.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.14)$$

Сила сопротивления качению

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.15)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.16)$$

Таблица 2.4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476»[2]

«Продолжение таблицы 2.4

30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (2.17)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A} \quad (2.18)$$

Таблица 2.5 - 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
907	0,318	0,241	0,183	0,139	0,104
1300	0,330	0,250	0,190	0,143	0,107
1650	0,338	0,256	0,194	0,145	0,107
2000	0,343	0,260	0,196	0,146	0,107
2350	0,346	0,262	0,197	0,146	0,105
2700	0,346	0,262	0,196	0,144	0,101
3050	0,344	0,260	0,194	0,141	0,097
3400	0,340	0,256	0,190	0,137	0,091
3750	0,333	0,250	0,184	0,131	0,084»[2]

«Продолжение таблицы 2.5

4100	0,323	0,242	0,177	0,124	0,075
4450	0,311	0,232	0,169	0,115	0,065
4800	0,296	0,220	0,158	0,105	0,054
5150	0,279	0,206	0,147	0,094	0,042
5539	0,257	0,189	0,132	0,080	0,026

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}} \quad (2.19)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.20)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KП}^2) \quad (2.21)$$

где: δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Таблица 2.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ	1,203	1,130	1,088	1,063	1,049

Таблица 2.7 - 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
907	2,49	1,99	1,54	1,17	0,86
1300	2,59	2,07	1,60	1,20	0,88»[2]

«Продолжение таблицы 2.7

1650	2,66	2,12	1,63	1,22	0,88
2000	2,70	2,15	1,65	1,23	0,87
2350	2,72	2,16	1,66	1,22	0,84
2700	2,72	2,16	1,65	1,20	0,80
3050	2,71	2,14	1,63	1,17	0,75
3400	2,67	2,11	1,59	1,12	0,69
3750	2,61	2,05	1,54	1,06	0,61
4100	2,53	1,98	1,47	0,99	0,52
4450	2,43	1,89	1,39	0,90	0,41
4800	2,31	1,79	1,29	0,80	0,29
5150	2,17	1,67	1,18	0,69	0,16
5539	1,99	1,51	1,04	0,55	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8 - 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
907	0,40	0,50	0,65	0,86	1,16
1300	0,39	0,48	0,63	0,83	1,14
1650	0,38	0,47	0,61	0,82	1,14
2000	0,37	0,47	0,60	0,81	1,15
2350	0,37	0,46	0,60	0,82	1,19
2700	0,37	0,46	0,61	0,83	1,24
3050	0,37	0,47	0,61	0,86	1,33
3400	0,37	0,47	0,63	0,89	1,46»[2]

«Продолжение таблицы 2.8

3750	0,38	0,49	0,65	0,94	1,64
4100	0,40	0,50	0,68	1,01	1,94
4450	0,41	0,53	0,72	1,11	2,43
4800	0,43	0,56	0,78	1,24	3,41
5150	0,46	0,60	0,85	1,44	6,18
5539	0,50	0,66	0,96	1,81	-

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \quad (2.22)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2} \quad (2.23)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (2.24)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa \quad (2.25)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 2.9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	187	0,9
0-10	561	2,8»[2]

«Продолжение таблицы 2.9

0-15	980	4,9
0-20	1532	7,7
0-25	2235	11,2
0-30	3159	15,8
0-35	4332	21,7
0-40	5820	29,1
0-45	7691	38,5

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k \quad (2.26)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

Таблица 2.10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	47	2
0-10	327	16
0-15	851	43
0-20	1817	91
0-25	3399	170
0-30	5939	297»[2]

«Продолжение таблицы 2.10

0-35	9751	488
0-40	15330	767
0-45	23283	1164

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.27)$$

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 ($N_i = 0$).

Таблица 2.11 - Мощностной баланс

Обор дв- ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
907	12,5
1300	18,6
1650	24,2
2000	29,9
2350	35,4
2700	40,8
3050	45,9
3400	50,5
3750	54,6»[2]

«Продолжение таблицы 2.11

4100	58,1
4450	60,9
4800	62,8
5150	63,7
5539	63,4

Таблица 2.12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5»[2]

«2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.28)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (2.29)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.30)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T} \quad (2.31)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.32)$$

Таблица 2.13 - 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
907	8,0	0,132	0,172	1,314	1,163	4,3
1300	11,4	0,147	0,246	1,294	1,124	4,7
1650	14,5	0,166	0,313	1,268	1,093	5,2
2000	17,6	0,191	0,379	1,235	1,068	5,8
2350	20,6	0,222	0,446	1,196	1,047	6,5
2700	23,7	0,259	0,512	1,153	1,030	7,2
3050	26,8	0,303	0,578	1,105	1,019	7,9
3400	29,8	0,356	0,645	1,054	1,012	8,7
3750	32,9	0,418	0,711	1,002	1,010	9,5
4100	36,0	0,492	0,777	0,951	1,012	10,4
4450	39,1	0,581	0,844	0,908	1,019	11,3
4800	42,1	0,688	0,910	0,879	1,031	12,6
5150	45,2	0,818	0,976	0,880	1,047	14,4»[2]

«2.2 Расчет деталей привода ведущих колес

2.2.1 Расчет карданного вала привода задних колес. Проверочный расчет

Исходные данные:

$$T_{emax} = 163.2 \quad U_1 = 2.4 \quad U_{2n} = 4.1$$
$$M_{кр} = \frac{T_{emax} \cdot U_1 \cdot U_{2n}}{2} \quad (2.33)$$

$$M_{кр} = \frac{163.2 \cdot 2.4 \cdot 4.1}{2} = 802.94 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.015 \quad \text{м}$$

$$d = 0.03 \quad \text{м}$$

где ρ - радиус вала привода; d - диаметр вала привода;

$$\rho_{max} = \rho$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (2.34)$$

где J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала;

Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (2.35)$$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.03^4}{32} = 7.95 \times 10^{-8} \quad \text{м}^4 \text{ »[2]}$$

«Максимальное касательное напряжение будет равно:

$$\tau_{max} = \frac{802.94 \cdot 0.015}{7.95 \times 10^{-8}} = 1.51 \times 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:

$$[\tau] = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение расчетного касательного напряжения меньше чем допустимое, следовательно условие выполняется:

$$\tau < [\tau]$$

Расчет полярного момента сопротивления.

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \tag{3.36}$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.03^3}{32} = 2.65 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

Определяем допустимый момент сопротивления.

$$W_{\rho} = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \tag{2.37}$$

$$W_{\rho} = \frac{802.94}{2.3 \cdot 10^8} = 3.49 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W_{pmax} < [W_{\rho}]$$

Условие выполняется. »[2]

«Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J_p} \quad (3.38)$$

где G - модуль сдвига; l - длина вала;

$$G = 78 \cdot 10^9 \frac{H}{m^2}$$

$$l = 0.403 \text{ м}$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{802.94 \cdot 0.403}{(78 \cdot 10^9) \cdot (7.95 \times 10^{-8})} = 2.99$$

Расчет на жесткость.

Для нормальной работы вала и связанных с ним деталей он должен иметь достаточную жесткость, т.е. наибольший относительный угол закручивания бруса не должен превышать допустимого.

Условие жесткости вала:

$$\Theta_{\max} \leq [\theta] \quad [2]$$

$$\langle \theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (3.39)$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{3.14} \cdot \frac{802.94}{(78 \cdot 10^9) \cdot (7.95 \times 10^{-8})} = 7.42 \quad \text{град/м}$$

$$[\theta] = (2,5...8) \text{ град/м}$$

«Условие жесткости вала выполняется.

2.2.2 Расчет карданного вала привода задних колес.

Исходные данные:

$$M_{кр} = 802.94 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.039 \quad \text{м}$$

$$d = 0.042 \quad \text{м}$$

$$d_0 = 0.036 \quad \text{м}$$

где ρ - расстояние от оси вала до исследуемой точки; d - диаметр вала привода;

d_0 - внутренний диаметр вала;

Расчет касательных напряжений.

Наибольшей величины касательные напряжения достигают в крайних точках сечения, наиболее удаленных от оси вала.

$$\rho_{max} = \rho$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (2.40)$$

где: J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала; »[2]

«Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4 \cdot (1 - c^4)}{32} \quad (2.41)$$

где $c = \frac{d_0}{d} = \frac{0.036}{0.042} = 0.86$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.042^4 \cdot (1 - 0.86^4)}{32} = 1.38 \times 10^{-7} \text{ м}^4$$

Максимальное касательное напряжение будет равно:

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (2.42)$$

$$\tau_{max} = \frac{802.94 \cdot 0.039}{1.38 \times 10^{-7}} = 2.27 \times 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:

$$[\tau] = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение расчетного касательного напряжения меньше чем допустимое, следовательно условие выполняется:

$$\tau < [\tau]$$

Расчет полярного момента сопротивления.»

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - c^4)}{32} \quad (2.43)$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.042^3 \cdot (1 - 0.86^4)}{32} = 3.29 \times 10^{-6} \text{ м}^3 \text{ »}[2]$$

«Определяем допустимый момент сопротивления.

$$W\rho = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \quad (3.44)$$

$$W\rho = \frac{802.94}{2.3 \cdot 10^8} = 3.49 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W\rho_{max} < [W\rho]$$

Условие выполняется.

Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J\rho} \quad (2.45)$$

где: G - модуль сдвига; l - длина вала;

$$G = 78 \cdot 10^9 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$l = 0.415 \text{ м}$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{802.94 \cdot 0.415}{(78 \cdot 10^9) \cdot (1.38 \times 10^{-7})} = 1.77 \text{ рад} [2]$$

«Расчет на жесткость.

Для нормальной работы вала и связанных с ним деталей он должен иметь достаточную жесткость, т.е. наибольший относительный угол закручивания бруса не должен превышать допустимого.

Условие жесткости вала:

$$\theta_{max} \leq [\theta]$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (2.46)$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{3.14} \cdot \frac{802.94}{(78 \cdot 10^9) \cdot (1.38 \times 10^{-7})}$$

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м}$$

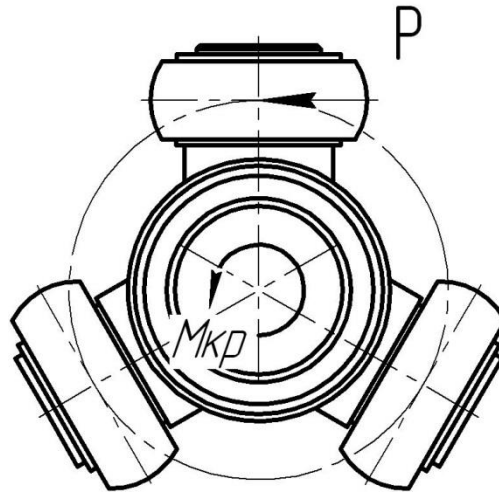
$$[\theta] = (2,5 \dots 8) \text{ град/м}$$

Условие жесткости вала выполняется.

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м} \ll [2]$$

«2.2.3 Расчет крестовины трехшипового КШРУСа привода ведущих колес

На шип карданного шарнира действует сила P .



Величина силы P определяется по формуле:

$$P = \frac{M_{кр}}{2R} = \frac{802,94}{2 \cdot 2,5} = 160 \text{ кгс} \quad (2.47)$$

где R - расстояние от оси обоймы до середины шипа, $R = 2,5$ см.

Сила P действует на шип, вызывая его смятие, изгиб и срез.

Напряжение смятия не должно превышать 800 кгс/см^2 ,

напряжение изгиба - 3500 кгс/см^2 ,

напряжение среза - 1700 кгс/см^2 .

Напряжение смятия определяется по формуле:»

$$\sigma_{смятия} = \frac{P}{l \cdot d} = \frac{160}{1,6 \cdot 2,5} = 40 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.48) \text{ »}[2]$$

«где d - диаметр шипа, $d = 1,6$ см

l - длина шипа, $l = 1,25$ см

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изгиба}} = \frac{P \cdot l}{W \cdot 2} = \frac{160 \cdot 1,25}{0,8 \cdot 2} = 125 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.49)$$

для шипа:

$$W = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^3}{4} = 0,8 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.50)$$

Напряжение среза:

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 160}{3,14 \cdot 1,6^2} = 80 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.51)$$

2.2.3.1 Определение допустимого усилия, действующего на игольчатый подшипник

$$P_{\text{д}} = 780 \frac{ldk}{\sqrt[3]{n_{\text{п}}}} \quad (2.52)$$

Допустимое усилие определяется по формуле:

где i - число роликов или иголок; l - рабочая длина ролика, см; d - диаметр ролика, см; »[2]

$$\llcorner \quad n_{II} = \frac{n_{M \max}}{I_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad (2.53)$$

«Где n_{II} -число оборотов шипа в минуту,

γ - может достигать 16–18°, примем $\gamma = 17^\circ$;

k- поправочный коэффициент, учитывающий твердость.

При твердости поверхностей качения шипа обоймы корпуса подшипника и самих роликов, составляющих по Роквеллу HRC=59-60, k=1.

где $i = 40$ шт.

$M_{кр} = 802,94$ кгм

$l = 10$ мм

при $n = 3700$ об/мин

$d = 1,4$ мм

$\gamma = 17^\circ$

k = 1

$I_1 = 7,44$

$$n_{II} = \frac{n}{i_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma = \frac{3700 \cdot 0,3057}{7,44} = 152 \text{ об / мин.} \quad (2.54)$$

Тогда P_D будет равно

$$P_D = 780 \cdot \frac{40 \cdot 1,4 \cdot 1}{\sqrt[3]{152}} = 1700 \text{ кгс} \quad (2.55)$$

$$P_D < P$$

2.2.4 Расчет шлицевого зацепления»[2]

«Боковые поверхности зубьев шлицевых соединений работают на смятие, а основание их на изгиб и срез.

Для применяемых соотношений элементов шлицевых соединений основным является расчет на смятие:

$$M_{кр} = 802.94$$

$$\sigma_{см} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{ср}} \quad (2.56)$$

где

$T_{мах пр}$ - наибольший допустимый вращающий момент, передаваемый соединением, Н.м.

ϕ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузок по рабочим поверхностям зубьев; $\phi = (0,7 - 0,8)$;

Принимаем $\phi = 0,75$.

F - площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1 мм длины, мм²/мм.

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right] \quad (2.57)$$

где z - число зубьев;

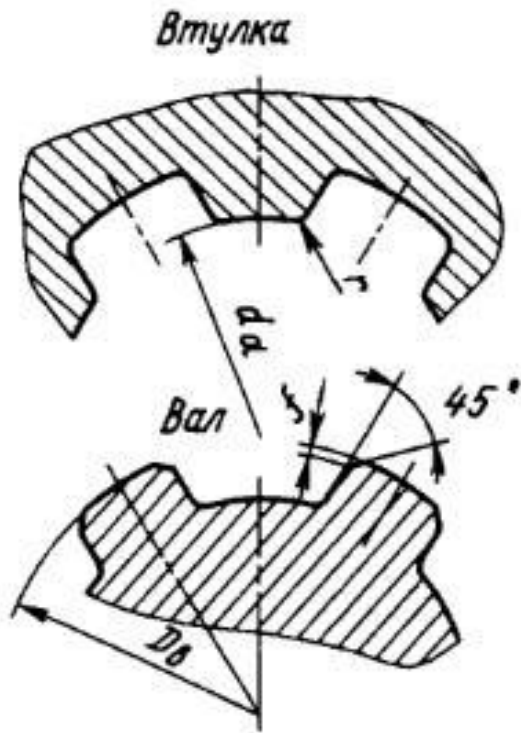
D_B - наружный диаметр зубьев вала, мм;

d_a - диаметр отверстия шлицевой втулки, мм;

f - размер фаски шлицев, мм;

r - размер закругления, мм;

l - рабочая длина зуба, мм; »[2]



$$\llcorner r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (2.58)$$

$$D_B := 25 \quad d_a := 20$$

$$r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (2.59)$$

$$r_{cp} = 11.25 \quad z := 14 \quad f := 0.5 \quad r := 1$$

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right] \quad (2.60)$$

где $F = 14$; $l := 25$; $\phi := 0.75$

$$\sigma_{cm} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{cp}} \quad (2.61) \gg [2]$$

$$\sigma_{\text{см}} := \frac{10^3 \cdot 802.94}{0.75 \cdot 14 \cdot 25 \cdot 11.25} = 271.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{см}} = 271.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{см}} \leq [\sigma_{\text{см}}]$$

$$[\sigma_{\text{см}}] = 450 \text{ МПа};$$

Условие выполняется. »[2]

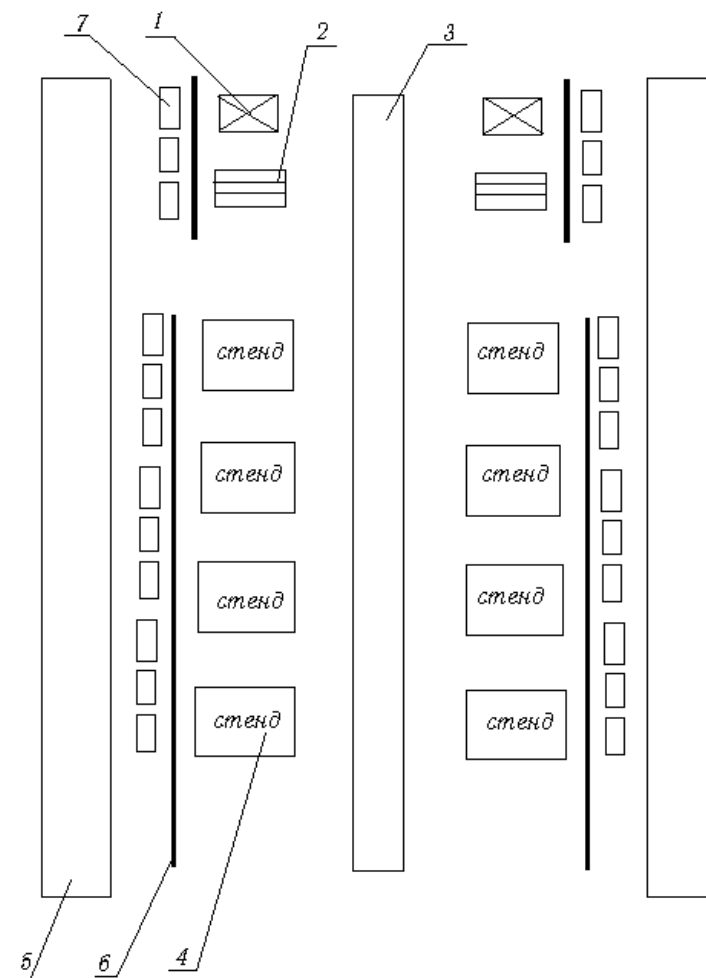
3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Монтаж разрабатываемого узла планируется разместить на площадях ПАО "АВТОВАЗ" Тольятти. Система монтажа представляет собой линию конвейера с ленточным транспортером и монтажными стойками. План монтажной площадки представлен на рисунке. 3.1

Таблица 3.1 – Список технического оснащения для сборочного объекта

Номер поз. на схеме объекта	Названия технического оснащения	Стадии исполняемые с использованием технического
1.	Пресовая установка с пневмо-приводом	1. Запрессовка шариков в деталь-корпус шарнира
2.	Зажимное механическое устройство	1. Установка датали-обоймы в деталь-корпус КШРУСа.
3.	Специальный стол-установка для сборки приводных карданных валов, установка для загрузки смазки в КШРУС. Отвертка-плоская. Отвертка-крестовая. Кувалда слесарная стальная по ГОСТ 2311-67. Щипцы установки хомута.	1. Загрузка смазки. 2. Установка стопорного кольца. 3. Установка чехла-КШРУСа. 4. Установка КШРУСов на вал. 5. Выпуск избыточного воздуха из чехлов-КШРУСов. 6. Монтаж хомутов.



1 - Пресовая установка с пневмоприводом, 2 - Зажимное механическое устройство, 3 - Линия сборки конвейерно-ленточного типа, 4 - Специальный стол-установка для сборки, 5 - Дорога для доставки боксов для запчастей, 6 - Отражающий забор, 7 - Контейнер для запчастей

Рисунок 3.1 - Схема участка для сборки валов привода колес а/м.

3.2 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место

при выполнении операции сборки привода колес

Таблица 3.3 - Опасные и вредные производственные факторы

Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор.
Движущиеся детали машин и механизмов	а) травмы при контакте руки с рабочим органом клещей для установки хомутов; б) травмы при падении деталей; в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки шариков. г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. д) травмы при столкновении с погрузчиком
Повышенный уровень шума, 99 дБ.	а) работающее приспособление для запрессовки шариков; б) молоток, на операции когда устанавливаются шарниры на вал; в) шум механизмов привода конвейера
Повышенный уровень напряжения в электрической сети, 380 В.	Проводка освещения или механизмов и приспособлений.
Напряжение зрительных анализаторов	Все виды ручного труда при сборке карданного вала.
Повышенная запыленность и загазованность	На производстве используются погрузчики
Монотонность труда	Использования ручного труда на операциях общей сборки карданного вала.

3.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

1. Организационные мероприятия

В целях охраны труда рабочие и служащие должны быть уведомлены о том, что безопасность, промышленная гигиена,

"Пожарные и другие правила охраны труда.

Существует несколько типов инструкций:

- Все новые абитуриенты, предприятия, а также бывшие в употреблении студенты и студенты, прибывшие на практику, должны были пройти начальное образование. Его проводил инженер по охране труда.

- Начальная учебная работа проводится на всех вновь поступивших предприятиях, при переводе из одной секции в другую, прикомандированных и т.д.

- Повторное обучение проводится не менее чем через полгода. Целью данной инструкции является восстановление в памяти правил работы по охране труда, а также анализ конкретных нарушений практики работы магазина или предприятия.

- При изменении технического процесса, изменении правил охраны труда, введении нового оборудования, за нарушение работниками требований охраны труда, которое может привести или привело к травме, несчастному случаю, взрыву или пожару; при перерывах в работе-работа, требующая дополнительных требований охраны труда не более 30 календарных дней, при других работах– 60 календарных дней.

Выбор специалиста важен для гарантирования безопасности труда, целью которого является выявление лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным для участия в том или ином процессе.

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

Управление машинами и механизмами и использование средств индивидуальной защиты.

Рабочий день будет проходить с 7: 00 в 15-45, с перерывом на обед с 11: 00 до 11: 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье-выходные дни.

Чтобы обеспечить хорошую производительность и поддерживать здоровье профессиональных пользователей, необходимо установить контрольный перерыв во время рабочей смены. Сотрудникам участка, учитывая их трудовую категорию и уровень тяжести, контрольные перерывы должны устанавливаться через два часа после начала рабочей смены и 1,5-2,0 часа обеденного перерыва через 15 минут или каждые 10 минут после каждого часа работы.

Во время контрольных перерывов меньше нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устраняется влияние гиподинамии и гипокинезии, предотвращается развитие постнатального утомления, необходимо осуществлять физическую нагрузку минут полного воздействия или физических перерывов. Для этого необходимо оборудовать специальное помещение для психологической разгрузки.

2. Мероприятия проекта

1. Применение строительной техники должно соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность функционирования технического процесса.

2. Использование строительной техники, сырья, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и упаковки в производственных помещениях и на рабочем месте не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояние между узлами оборудования, а также между устройством и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующего качества

технического проектирования, строительных норм и правил.

4. Размещение цехов и перестройка существующей технологии работы оборудования должны быть отражены в техническом плане. Техническое планирование проекта и вновь построенных цехов, секций и категорий должно быть утверждено местными органами государственного санитарно-пожарного надзора.

5. При размещении строительной техники, организации транспортировочного прохода, распределении агрегатов, узлов, деталей и материалов работы следует учитывать. Ширина прохода устанавливается в зависимости от размера транспортируемого материала и

Транспортные средства и принимаются в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов работ должна определяться с учетом габаритов ремонтного агрегата и обрабатываемых изделий.

7. Работы, подъездные пути, проходы и оборудование должны быть свободны и загромождены материалами, агрегатами, деталями, строительными отходами и контейнерами, которые затем собираются погрузчиками и вывозятся обычной посудой.

8. Работа должна обеспечивать удобство труда, свободу передвижения, минимальную физическую нагрузку и безопасные высокоэффективные условия труда.

9. Инструменты, приспособления и узлы должны быть рядом с работой: что левая рука слева, то правая рука справа; на этом основании размещают и принадлежности (ящики для инструментов, стеллажи и т. д.).

10. Материалы, детали, узлы, изделия труда должны быть уложены в стеллажи таким образом, чтобы обеспечить их устойчивость и легкость захвата для вас при использовании тренажеров.

11. Изготавливаться для замков должна была жесткая и прочная конструкция, отрегулированная по высоте работы с помощью подставок

для них или опор для ног. Чтобы обезопасить людей в непосредственной близости от возможных травм от летящих кусков обрабатываемого материала, необходимо было иметь защитные экраны высотой не менее 750 мм и ячейку размером не более 3 рыб.

12. Установить его крупным планом со стен можно только в том случае, если в нем размещены радиатор, трубопроводы и другое оборудование.

3. Технические средства

Эффективным методом обеспечения чистоты и приемлемых параметров в рабочей зоне является вентиляция воздуха, которая включает в себя удаление загрязненного и находящегося в отапливаемом помещении приточного воздуха, а именно свежего воздуха. По способу движения воздуха воздух делится на естественный (вентиляция, аэрация), механический и комбинированный.

При необходимости управления микроклиматом участка обеспечивается искусственный (механический) регулярный обмен воздуха, а там, где организован естественный обмен воздуха (ветер).

Для защиты человека от теплового излучения при наличии устройства или участка рабочих органов, излучающих тепло интенсивности, превышающей норму, используется тепло экрана.

Необходимо убедиться в освещенности, участок оборудован комбинированной световой системой, в которой достаточное естественное освещение обеспечивается искусственным освещением. Участок также имеет рабочее световое оформление, общее выполнение производственного процесса, прохождение людей и движения транспорта и является обязательным во всех помещениях.

Безопасное передвижение рабочих на объекте-последний оборудован бамперными устройствами.

Производство, процесс демпфирование вибрации используется для борьбы с вибрацией. Этот процесс основан на низком уровне вибрации защищаемого объекта путем преобразования энергии механических

колебаний этой колебательной системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется с использованием в качестве конструкционного материала высокого внутреннего трения: резины, пластмассы, дерева, нейлона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесением слоя упруго-вязкого материала с высокими потерями внутреннего трения на вибрирующую поверхность. Также используется метод виброгашения - он осуществляется при установке оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на строительной площадке используйте средства индивидуальной защиты (наушники и беруши).

4. Средства индивидуальной защиты

Рекомендуется использовать хлопчатобумажную спецодежду, вязанные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

5. Инструкция слесаря МСР

Общие положения

1. Лица прошедшие следующие испытания позволяют работать самостоятельно на оборудовании:

- Начальное образование;
- Уведомление о пожарной безопасности;
- Начальное обучение на рабочем месте;
- Курсы по электробезопасности и работе по проверке совместимости ее содержания.

2. Рабочие должны иметь:

- Повышение квалификации по технике безопасности труда не реже одного раза в три месяца;
- Древнее Примечание: при изменении технического процесса или правил охраны труда, замене или модернизации производственного оборудования, приборов и инструментов, изменении правил и профсоюзов, нарушении инструкций по охране труда, перерывах в работе более 60 календарных дней;
- диспансерное медицинское обследование-ежегодно.

3. Рабочие должны быть:

- Соблюдать установленные на предприятии правила внутреннего трудового распорядка;
- Соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции по мерам пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;
- Которые отвечают требованиям, предъявляемым к эксплуатации оборудования;
- Намерены использовать и беречь выданные средства индивидуальной защиты.

4. Рабочие должны быть:

- Уметь оказывать первую помощь (доврачебную) пострадавшему в результате несчастного случая;
- Знать расположение объектов первой медицинской помощи, первичного противопожарного оборудования, главных и аварийных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;
- Показывать только назначенную работу и не передавайте ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;
- Во время работы внимание, отсутствие внимания или внимания других людей, не позволяйте людям, связанным с работой, входить в работу;
- держите рабочее место в чистоте и порядке.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Ешьте, курите, а остальное просто отведенные места и зоны. Воду пьют только в специально разработанных установках.

3.2 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайное положение, в результате возникновения которого возникает угроза жизни, здоровью, имуществу населения, экономике и окружающей среде. Во-первых, разработаны технические и организационные меры, снижающие возможность реализации опасного потенциала современных технических систем.

Для этого в технических системах установлены щиты-средства взрывозащиты и пожаротушения.

Во-вторых, в направлении подготовки объекта, персонала и Службы государственного акта в чрезвычайных ситуациях необходимо создавать детальные сценарии развития и вероятности аварий и катастроф в момент конкретных объектов. Правительство РФ ввело обязательную для разработки декларацию промышленной безопасности. [21] [22]

Она содержит следующие разделы:

- Общая информация об объекте;
- Анализ рисков промышленного оборудования;
- Обеспечение готовности промышленных объектов, реагирование на чрезвычайные ситуации;
- Общественная информация.

Компонентно-распределительная компания расположена ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия, которые были разработаны в этой отрасли компании, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, относятся именно к этой категории.

В результате работы в этом разделе мы обнаружили следующее:

- Выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при монтаже распределительной системы;
- Разработка мер по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- Разрешение категории пожарной опасности шаг - " б " – - противопожарные мероприятия.
- В категории партии по безопасности - 2. Определено в классе (помещения повышенной опасности). Разработаны мероприятия по предотвращению поражения электрическим током, а также описаны действия в случае возникновения аварийной ситуации на промышленном объекте.

4 Экономическая эффективность проекта

«4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля»

Таблица 4.1 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>E_{соц.н.}</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>E_{обзав.}</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>E_{ком.}</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>E_{обор.}</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>K_{тзр.}</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>E_{цех.}</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>E_{инстр.}</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>K_{рент.}</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>K_{вып.}</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>K_{прем.}</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>K_{вот.}</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>C_{p5}</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>C_{p6}</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>C_{p7}</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>K_{инв.}</i>	%	0,19

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле: [8]
$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100)$$

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, %.»[8]

«Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	0,7	101,85
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,1	52,10
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	0,85	110,56
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,52	4,71
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	0,3	40,42
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,23	5,78
Итого				315,41
<i>Ктзр</i>		1,45		4,57
<i>Квот</i>		1		3,15
Всего				323,14

$M = 323,14$ руб.

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (4.2)$$

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

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

Таблица 4.3 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Кожух защитный	шт.	85,11	2	170,22
Гайка	шт.	53,21	1	53,21
Хомут малый	шт.	9,8	2	19,60
Хомут	шт.	15,7	2	31,40
Сепаратор внутренний	шт.	133,52	1	133,52
Сепаратор внешний	шт.	157,84	1	157,84
Итого				565,79
<i>Ктзр</i>		1,45		8,20
Всего				573,99

$\Pi_i = 573,99$ руб.

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (4.3)$$

где – Z_t – тарифная заработная плата, руб., которая »[8]

$$\langle Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (4.4)$$

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

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

$Kпрем.$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 4.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,90	95,29	85,76
Токарная	6	0,78	99,44	77,56
Фрезерная	5	0,55	95,29	52,41
Термообработка	7	0,23	103,53	23,81
Шлифовальная	5	1,20	95,29	114,35
Сборочная	7	1,32	103,53	136,66
Итого				490,55
$Kпрем$		12		58,87
Всего				549,42

$$Zo = 549,42 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих

$$Zдоп = Zo \cdot Kвып \quad (4.5)$$

где - $Kвып$ - коэффициент доплат или выплат

$$Zдоп = 549,42 \cdot 0,14 = 76,92 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"

$$Cсоц.н. = (Zo + Zдоп) \cdot Eсоц.н. / 100 \quad (4.6)$$

где - $Eсоц.н.$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

$$Cсоц.н. = (549,42 + 76,92) \cdot 0,3 = 187,90 \text{ руб.}$$

"Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"

$$Cсод.обор. = Zo \cdot Eобор. / 100 \quad (4.7)$$

где - $Eобор$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию»[8]

$$\text{«Ссод.оборот.} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (4.8)$$

где - $E_{цех}$. - коэффициент цеховых расходов, %

$$C_{цех} = 549,42 \cdot 1,72 = 945,002 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (4.9)$$

где - $E_{инстр.}$. - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

$$C_{инстр.} = 549,42 \cdot 0,03 = 16,48 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех.с.с.} = M + Пн + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (4.10)$$

$$C_{цех.с.с.} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 187,90 + 76,92 + 1065,87 + 945,002 + 16,48 = 3738,73 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы:

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (4.11)$$

где - $E_{обзав.}$. - коэффициент общезаводских расходов, %

$$C_{обзав.} = 549,42 \cdot 1,97 = 1082,36 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (4.12)$$

$$C_{об.зав.с.с.} = 1082,36 + 3738,73 = 4821,09 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (4.13)$$

где - $E_{ком.}$. - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов

$$C_{ком.} = 4821,09 \cdot 0,0029 = 13,98 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (4.14)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 4821,09 + 13,98 = 4835,07 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (4.15)$$

где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

$$\text{Цотп.б.} = 4835,07 \cdot (1 + 0,3) = 6285,59 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	355,46	323,14
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	631,39	573,99
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	549,42	549,42
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	76,92	76,92
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	187,90	187,90
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1065,87	1065,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	945,00	945,00
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	16,48	16,48
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	3828,45	3738,73
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1082,36	1082,36
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	4910,80	4821,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	14,24	13,98
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	4925,05	4835,07
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	6402,56	6402,56»[8]

4.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат:

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (4.16)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (4.17)$$

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = 355,46 + 631,39 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ = 1801,09 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ = 1711,38 \text{ руб.}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.18)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.19)$$

где - $V_{\text{год}}$ - объём производства

$$Z_{\text{перем.б.}} = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

$$\cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = 1711,38$$

Определение постоянных затрат:

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (4.20)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (4.21)$$

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 14,24 = \\ = 3123,96 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 13,98 = \\ = 3123,70 \text{ руб.}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.22)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.23) \text{ »}[8]$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 3123,96 \cdot 100000 = 312395617,82 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 3123,70 \cdot 100000 = 312369600,87 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.оборот.} + \text{Синстр.}) \cdot \text{НА} / 100 \quad (4.24)$$

где - НА - доля амортизационных отчислений, %

$$\text{НА} = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1065,87 + 16,48) \cdot 12 / 100 = 129,88 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot \text{Vгод} \quad (4.25)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 4835,07 \cdot 100000 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot \text{Vгод} \quad (4.26)$$

$$\text{Выручка} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (4.27)$$

$$\text{Дмарж.} = 640255943,98 - 171137593,37 = 469118350,61 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (4.28)$$

$$\text{Акрит.} = 312369600,87 / (6402,56 - 1711,38) = 66586,52 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 66590 \text{ руб.} \text{ »}[8]$$

«График точки безубыточности

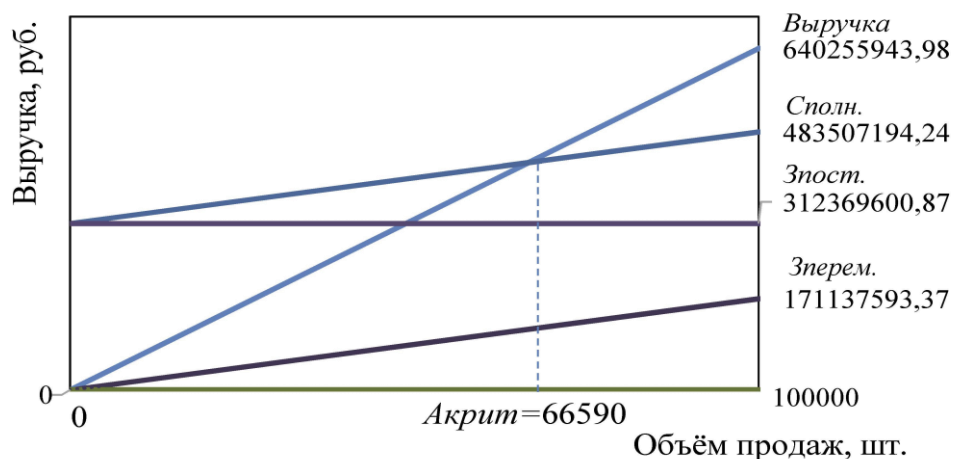


Рисунок 4.1 - График точки безубыточности»[8]

4.3 «Расчет коммерческой эффективности проекта»

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (4.29)$$

где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объем продукции, шт.
 $A_{\text{крит}}$ – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.
 n – количество лет, с учетом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (4.30)$$

где – $V_{\text{прод.}i}$ – объем продаж в i - году, шт.

$$V_{\text{прод.}1} = 66590 + 1 \cdot 6682 = 73272 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 66590 + 2 \cdot 6682 = 79954 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 66590 + 3 \cdot 6682 = 86636 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 66590 + 4 \cdot 6682 = 93318 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 66590 + 5 \cdot 6682 = 100000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$Выручка.i = Цотп. \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$Выручка.1 = 6402,56 \cdot 73272 = 469128335,27 \text{ руб.}$$

$$Выручка.2 = 6402,56 \cdot 79954 = 511910237,45 \text{ руб.}$$

$$Выручка.3 = 6402,56 \cdot 86636 = 554692139,63 \text{ руб.}$$

$$Выручка.4 = 6402,56 \cdot 93318 = 597474041,80 \text{ руб.}$$

$$Выручка.5 = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб.} \gg [8]$$

«Переменные затраты по годам

для базового варианта:

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (4.32)$$

$$Зперем.б.1 = 1801,09 \cdot 73272 = 131969433,12 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.2 = 1801,09 \cdot 79954 = 144004313,46 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.3 = 1801,09 \cdot 86636 = 156039193,80 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.4 = 1801,09 \cdot 93318 = 168074074,14 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.5 = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (4.33)$$

$$Зперем.пр.1 = 1711,38 \cdot 73272 = 125395937,42 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.2 = 1711,38 \cdot 79954 = 136831351,41 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.3 = 1711,38 \cdot 86636 = 148266765,40 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.4 = 1711,38 \cdot 93318 = 159702179,38 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.5 = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (4.34)$$

$$Ам. = 129,88 \cdot 100000 = 12988278,97 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам

для базового варианта:

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (4.35)$$

$$Сполн.б.1 = 131969433,12 + 312395617,82 = 444365050,94 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 144004313,46 + 312395617,82 = 456399931,28 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

$$\text{«Сполн.б.3} = 156039193,80 + 312395617,82 = 468434811,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 168074074,14 + 312395617,82 = 480469691,96 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 180108954,48 + 312395617,82 = 492504572,29 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 125395937,42 + 312369600,87 = 437765538,29 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 136831351,41 + 312369600,87 = 449200952,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 148266765,40 + 312369600,87 = 460636366,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 159702179,38 + 312369600,87 = 472071780,25 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 171137593,37 + 312369600,87 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (4.37)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (469128335,27 - 437765538,29) - (469128335,27 - 444365050,94) = 6599512,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (511910237,45 - 449200952,28) - (511910237,45 - 456399931,28) = 7198979,00 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (554692139,63 - 460636366,27) - (554692139,63 - 468434811,62) = 7798445,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (597474041,80 - 472071780,25) - (597474041,80 - 480469691,96) = 8397911,70 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (640255943,98 - 483507194,24) - (640255943,98 - 492504572,29) = 8997378,05 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (4.38)$$

$$\text{Нпр.1} = 6599512,65 \cdot 0,20 = 1319902,53 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7198979,00 \cdot 0,20 = 1439795,80 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 7798445,35 \cdot 0,20 = 1559689,07 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.4} = 8397911,70 \cdot 0,20 = 1679582,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 8997378,05 \cdot 0,20 = 1799475,61 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (4.39)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6599512,65 - 1319902,53 = 5279610,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7198979,00 - 1439795,80 = 5759183,20 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 7798445,35 - 1559689,07 = 6238756,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 8397911,70 - 1679582,34 = 6718329,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 8997378,05 - 1799475,61 = 7197902,44 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (4.40)$$

где - Д1 и Д2 - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 150000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 6402,56 \cdot 150000 / 100000 - 6402,56 = 3201,28 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (4.41)$$

$$\text{ЧД1} = 5279610,12 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 73272 = 252832056,73 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 5759183,20 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 79954 = 274702580,89 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 6238756,28 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 86636 = 296573105,06 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 6718329,36 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 93318 = 318443629,23 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 7197902,44 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 100000 = 340314153,40 \text{ руб} \\ \text{»[8]}$$

«Дисконтирование денежного потока

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (4.42)$$

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

t - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСПи = ЧДи \cdot \alpha_i \quad (4.43)$$

$$ДСП1 = 252832056,73 \cdot 0,909 = 229824339,56 \text{ руб.}$$

$$ДСП2 = 274702580,89 \cdot 0,826 = 226904331,82 \text{ руб.}$$

$$ДСП3 = 296573105,06 \cdot 0,751 = 222726401,90 \text{ руб.}$$

$$ДСП4 = 318443629,23 \cdot 0,863 = 274816852,02 \text{ руб.}$$

$$ДСП5 = 340314153,40 \cdot 0,621 = 211335089,26 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (4.44)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 229824339,56 + 226904331,82 + 222726401,90 + \\ & + 274816852,02 + 211335089,26 = 1165607014,57 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (4.45)$$

где - $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,19 \cdot (437765538,29 + 449200952,28 + 460636366,27 + \\ & + 472071780,25 + 483507194,24) = 437604547,95 \text{ руб.} \text{ »[8]} \end{aligned}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (4.46)$$

$$ЧДД = 1165607014,57 - 437604547,95 = 728002466,61 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

$$JD = 728002466,61 / 437604547,95 = 1,66$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

$$Токуп. = 437604547,95 / 728002466,61 = 0,60$$

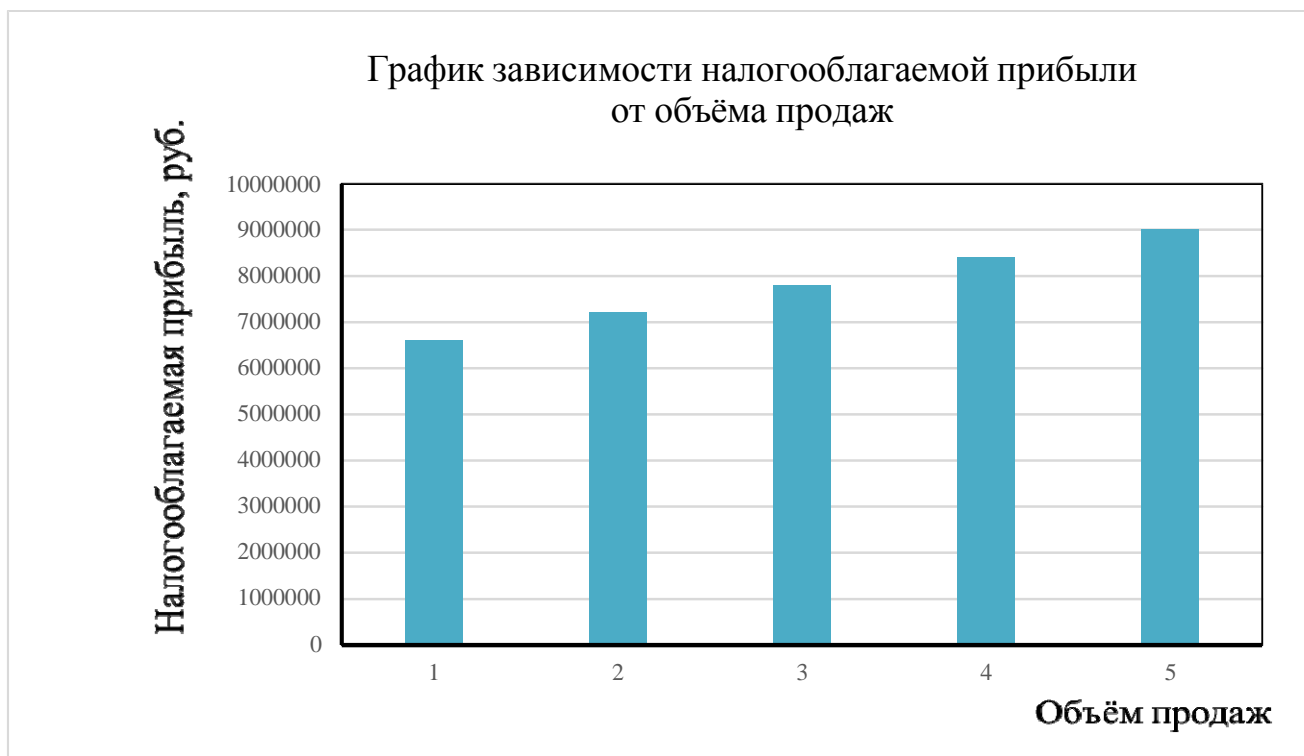


Рисунок 4.2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж»[8]

Выводы и рекомендации

В результате ряда технических мероприятий ресурсы транспортного узла увеличиваются, $id = 1,66$ дает положительный экономический эффект.

При расчете финансового показателя внедрения конструкции автокомпонентов в серийное производство, отмечается, что стоимость дизайн-проекта высокая и стоимость его основных вариантов. Для этого была рассчитана социальная эффективность проекта и рассчитана ожидаемая прибыль от реализации схемы производства.

Чистая прибыль от реализации обновленного узла 728002466,61 руб.

Срок окупаемости проекта составляет 0,6 года, что свидетельствует о низком риске проекта. По имеющимся данным, речь идет о его применении в новом автомобильном дизайне.

«Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта

Наименование показателей	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж V _{прод.} (шт)		73272	79954	86636	93318	100000
Отпускная цена за единицу продукции (руб.) Ц _{отп.}		6402,56				
Выручка.н.(тыс. руб.)		469128	511910	554692	597474	640256
Переменные затраты (тыс. руб) З _{перем.б.}		131969	144004	156039	168074	180109
З _{перем.н.}		125396	136831	148267	159702	171138
Амортизация, Ам (тыс. руб.)		12988				
Постоянные затраты,(тыс. руб) З _{пост.б.}		312396				
З _{пост.н.}		312370				
Полная себестоимость, (тыс. руб) С _{пол.б.}		444365	456400	468435	480470	492505
С _{пол.н.}		437766	449201	460636	472072	483507
Налогооблагаемая прибыль, б (тыс. руб)		24763	55510	86257	117004	147751
Налогооблагаемая прибыль, н		31363	62709	94056	125402	156749
Налог на прибыль, б (тыс. руб)		4953	11102	17251	23401	29550
Налог на прибыль, н		6273	12542	18811	25080	31350
Прибыль чистая, б		19811	44408	69006	93603	118201
Прибыль чистая, н		25090	50167	75245	100322	125399
Чистый поток реальных денег ЧД (тыс. руб)		252832	274703	296573	318444	340314
Козф дисконтир at1 при Ест.1		0,909	0,826	0,751	0,863	0,621
Чистый дисконтированный поток реальных денег, ДСП		229824	226904	222726	274817	211335
Капиталообразующие инвестиции J _о (тыс. руб)	437605					
Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег. сумма ЧДД		728002				
Индекс доходности,JD		1,66				
Срок окупаемости проекта Токуп.,год		0,60»[8]				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа выбора схем проектируемого узла автомобиля, конструкторского этапа проектирования и сравнения с ближайшими аналогами, технологической проработки возможности изготовления выбрана схема, наиболее удачно сочетающая решение всех отмеченных вопросов.

Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов сопоставимости капитальных затрат, конструкция проектируемого узла обладает очевидными преимуществами в потребительских и эксплуатационных свойствах. Дальнейшее улучшение потребительских качеств может быть достигнуто применением современных конструкционных материалов. Накопленный в конструкторских подразделениях значительный опыт позволяют предполагать появление новых технических решений на перспективных автомобилях.

В данной работе модернизирован шариковый карданный шарнир равных угловых скоростей, т.е. замена его на трехшиповый карданный шарнир типа «Трипод». В этом шарнире равенство угловых скоростей валов достигается благодаря изменению положения центра конца вала. Данный тип привода имеет малые потери при осевом перемещении, так как это обеспечивается практически только качением, что определяет высокий КПД, и как следствие уменьшение шума, вибрации в конструкции карданных шарниров, тогда как в шариковом шарнире при осевых перемещениях шарики не перекатываются, а скользят, что снижает КПД шарнира.

Исходя из вышесказанного, конструкторско-технологическое решение применяемое в проекте ведет к увеличению ресурса и надежности карданного шарнира, а значит и к повышению технических параметров автомобиля в целом, т.е. к повышению потребительских качеств и конкурентно способности автомобиля.

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. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение, 1972.–233 с.
14. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета /

- В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
- 15.Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
- 17.Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
- 19.Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
- 20.Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин;. - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. 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.
22. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.
23. 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.
24. 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.
25. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

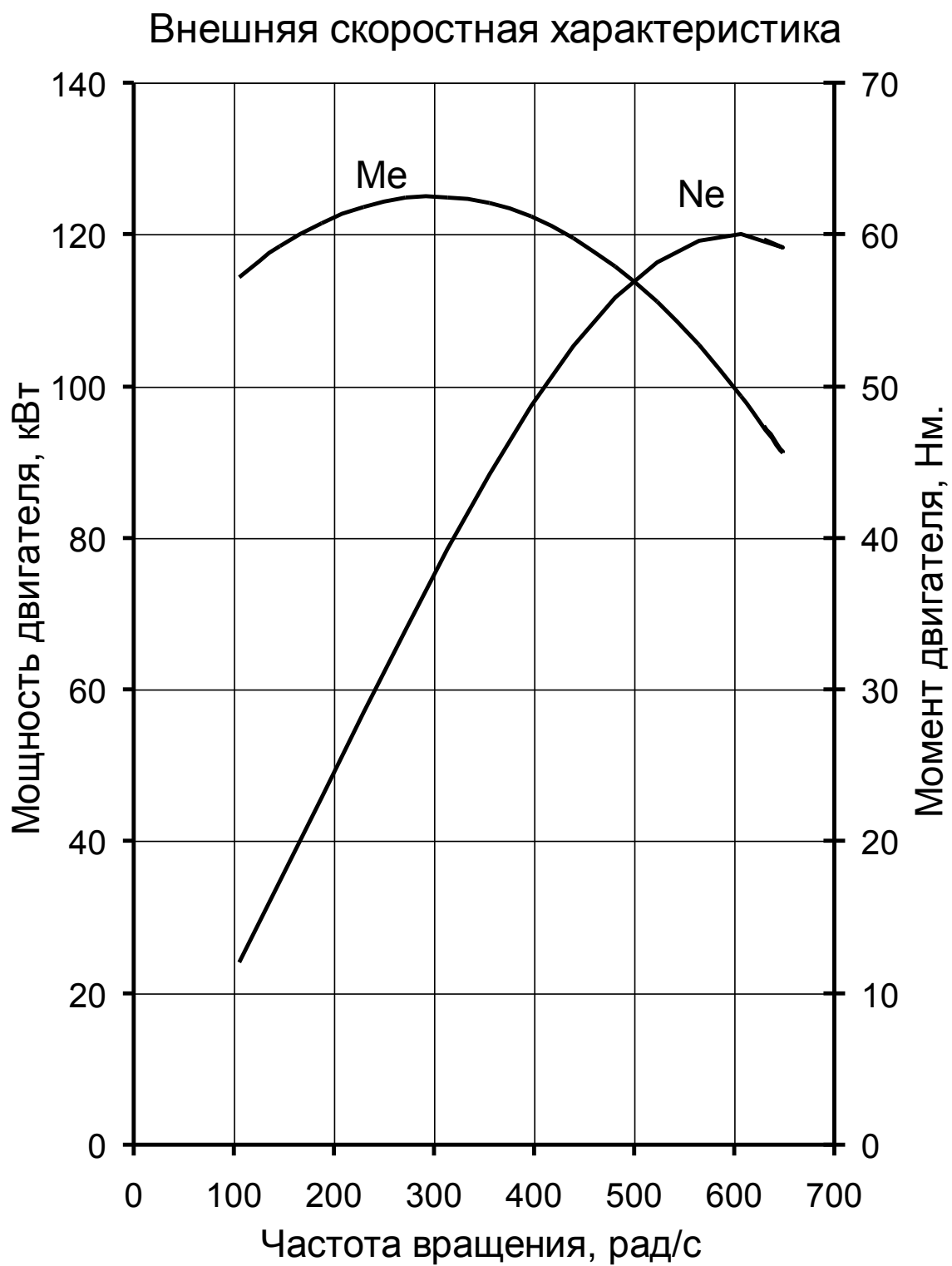


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

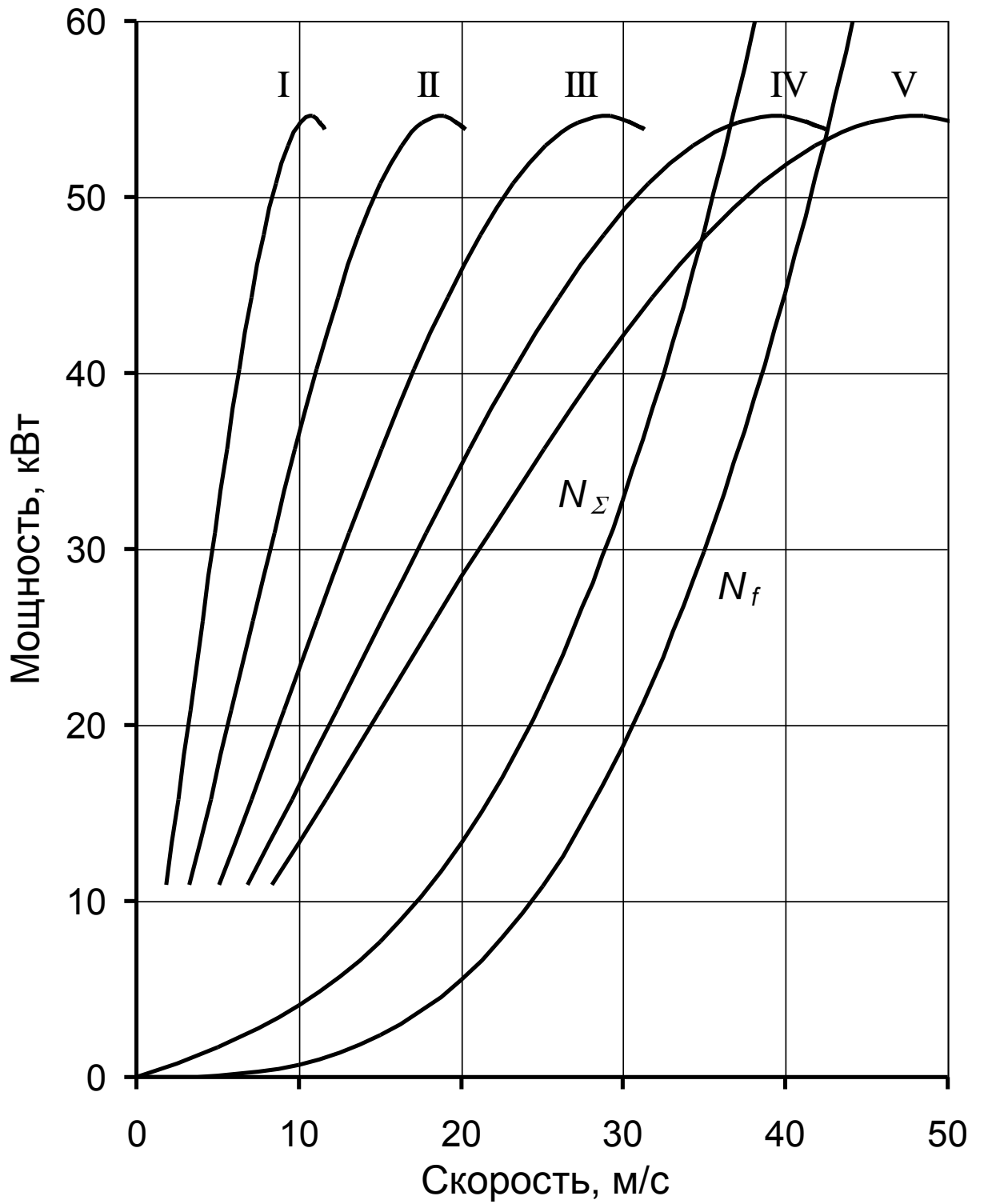


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

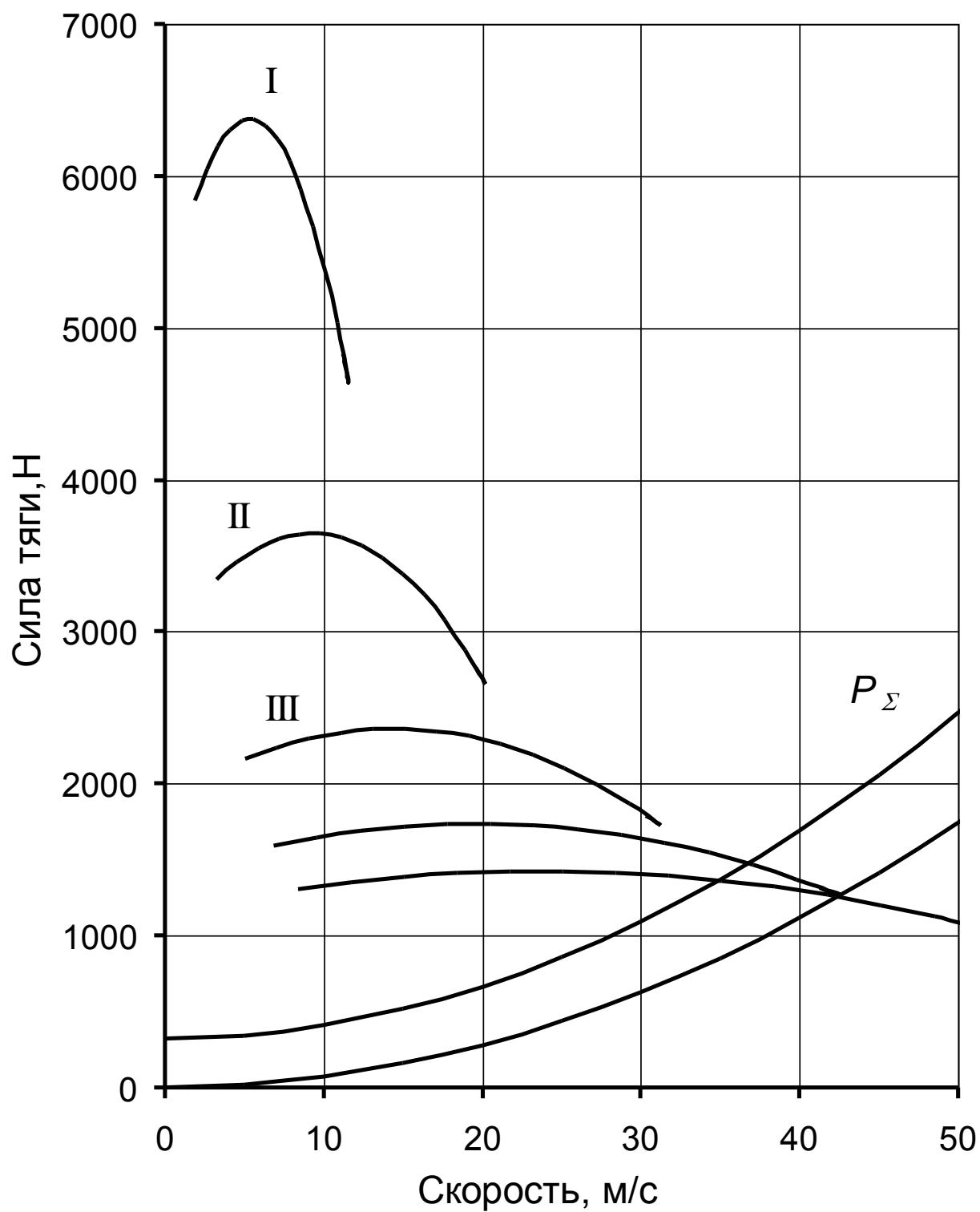


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

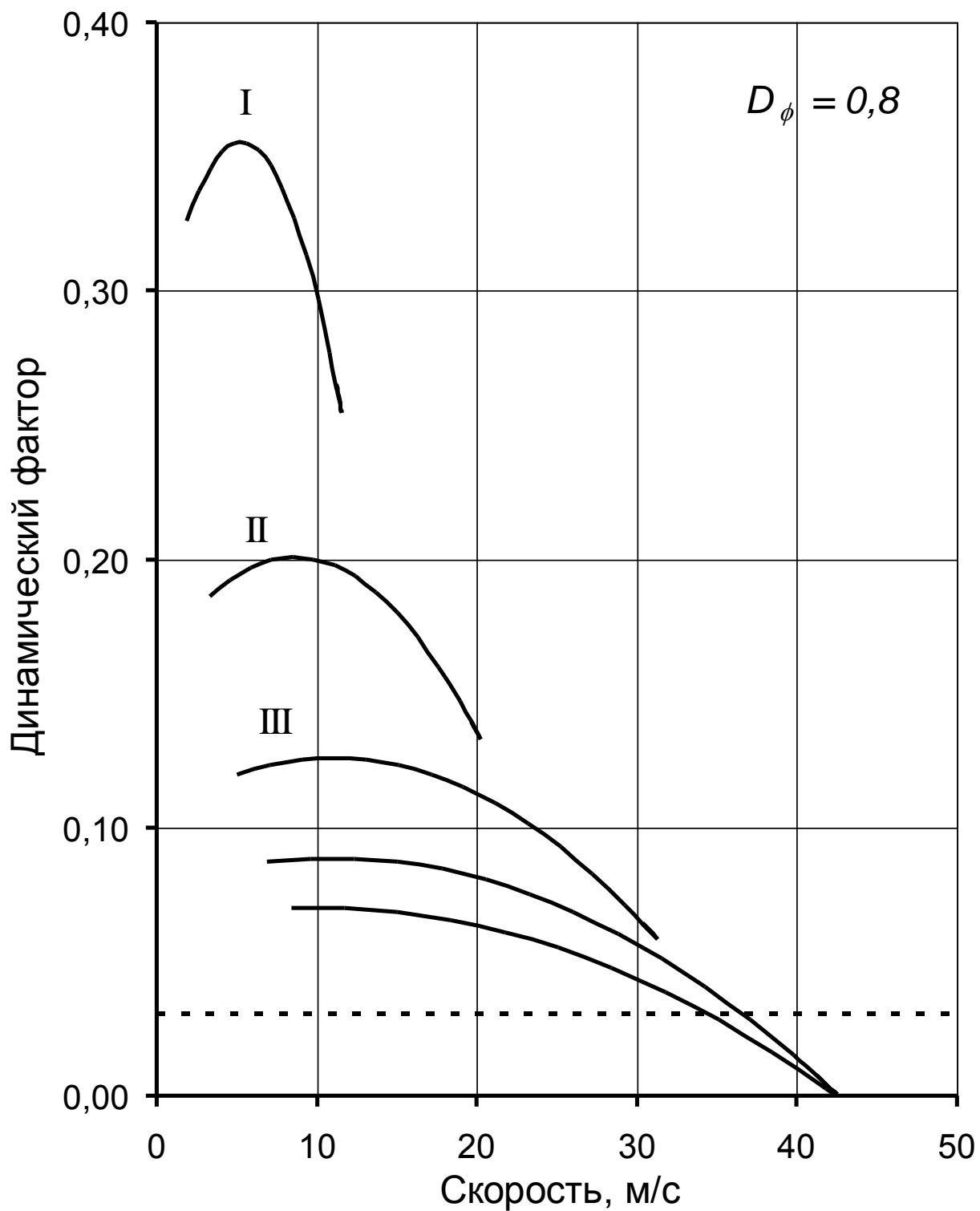


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

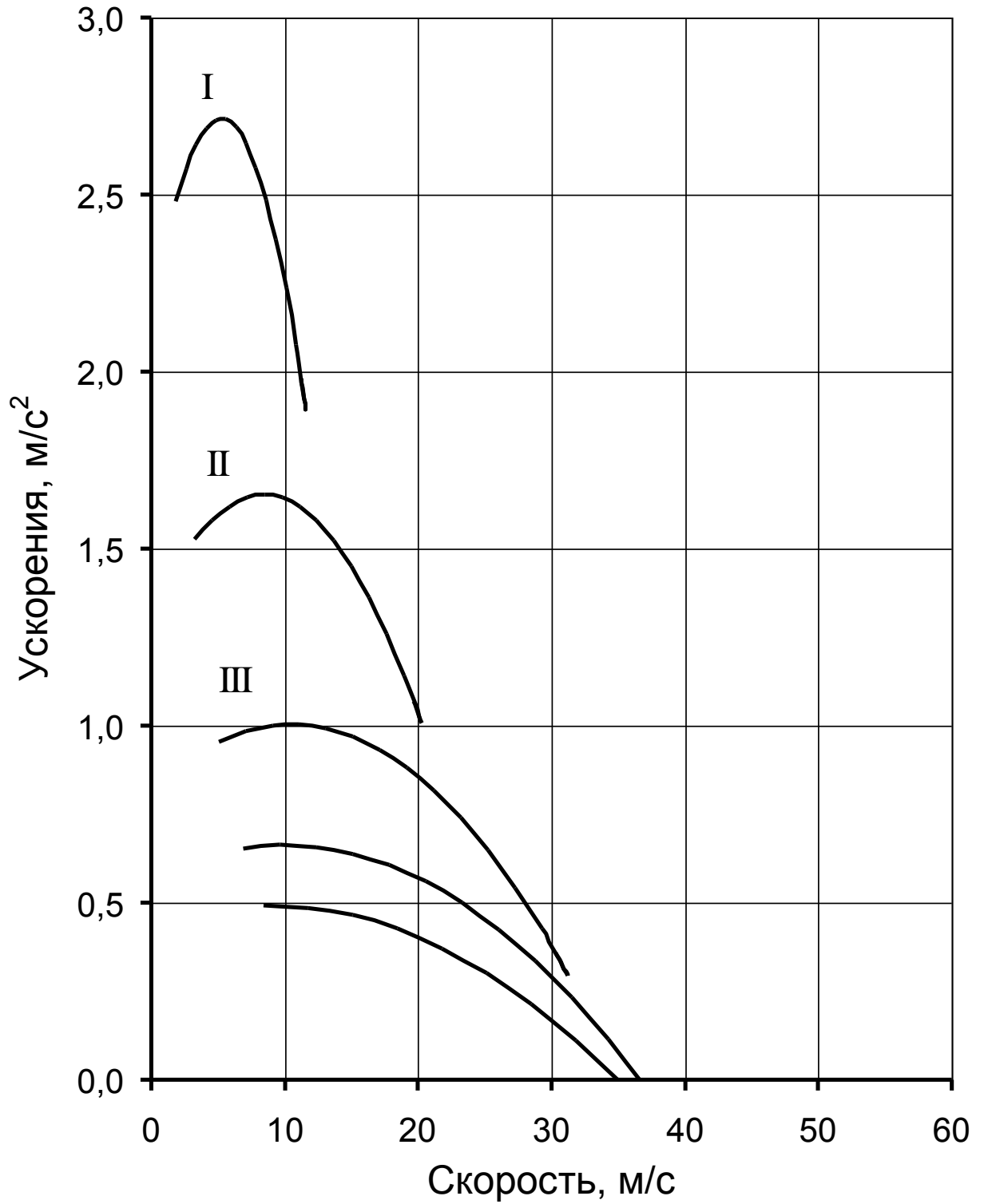


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

Время разгона

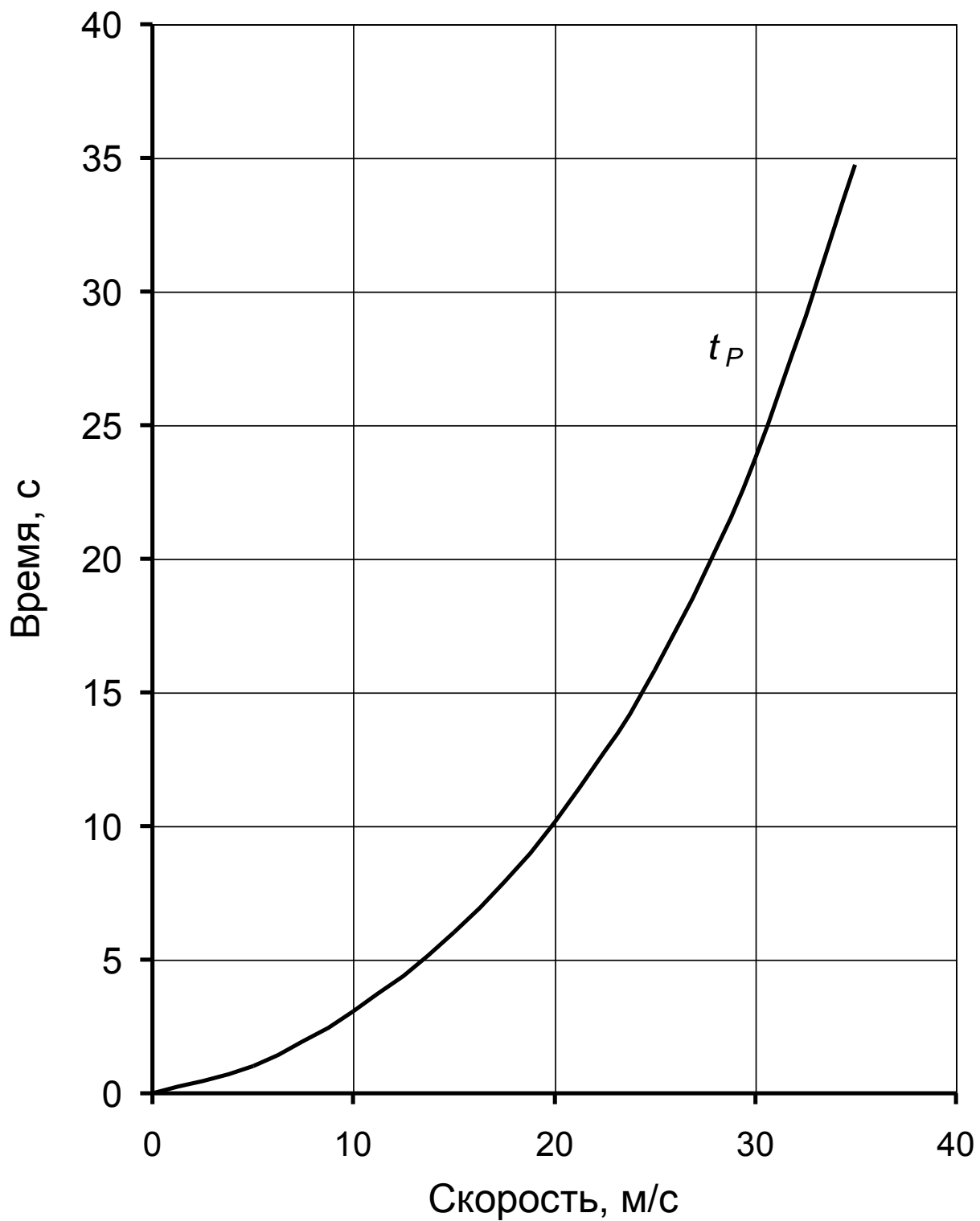


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

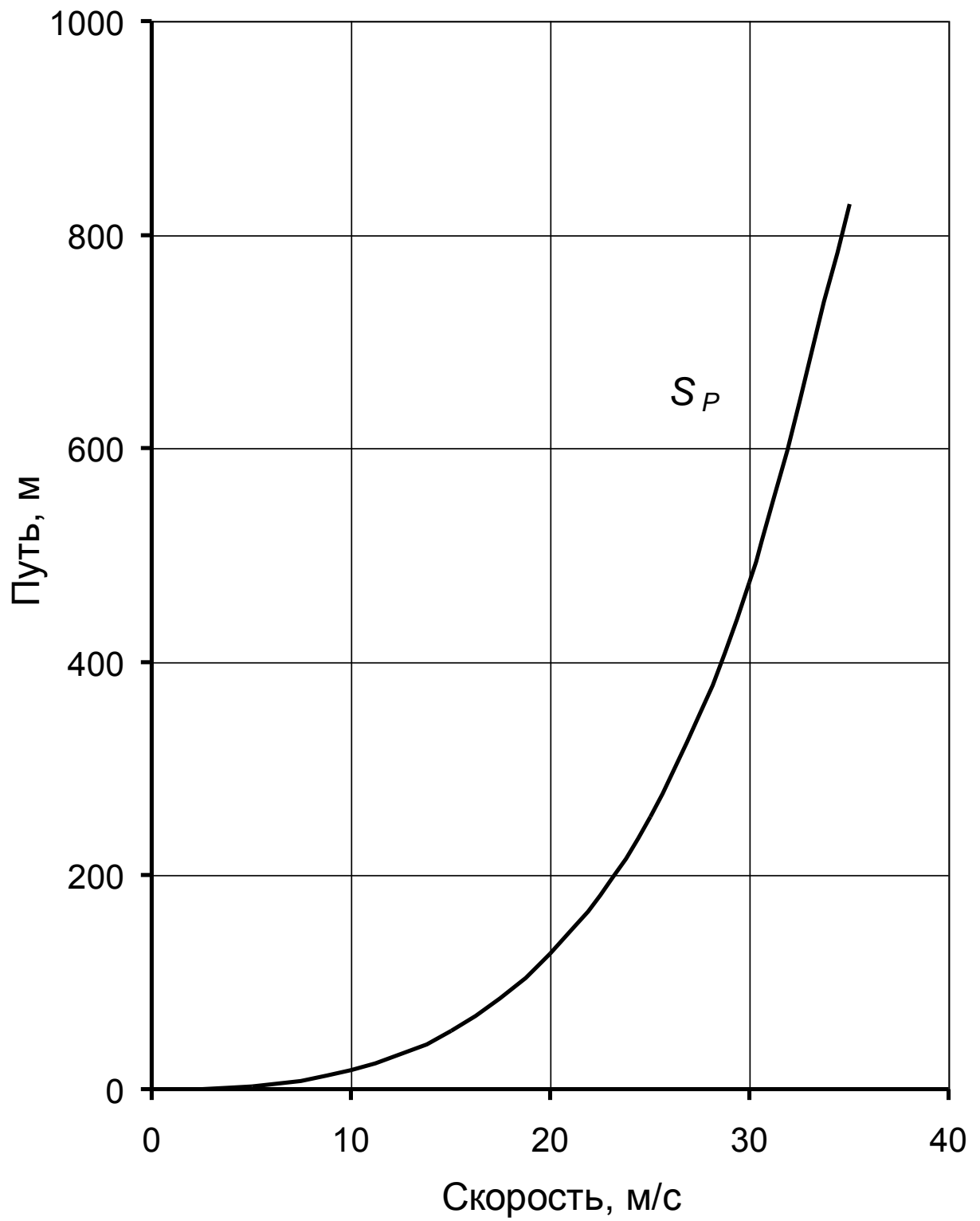


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

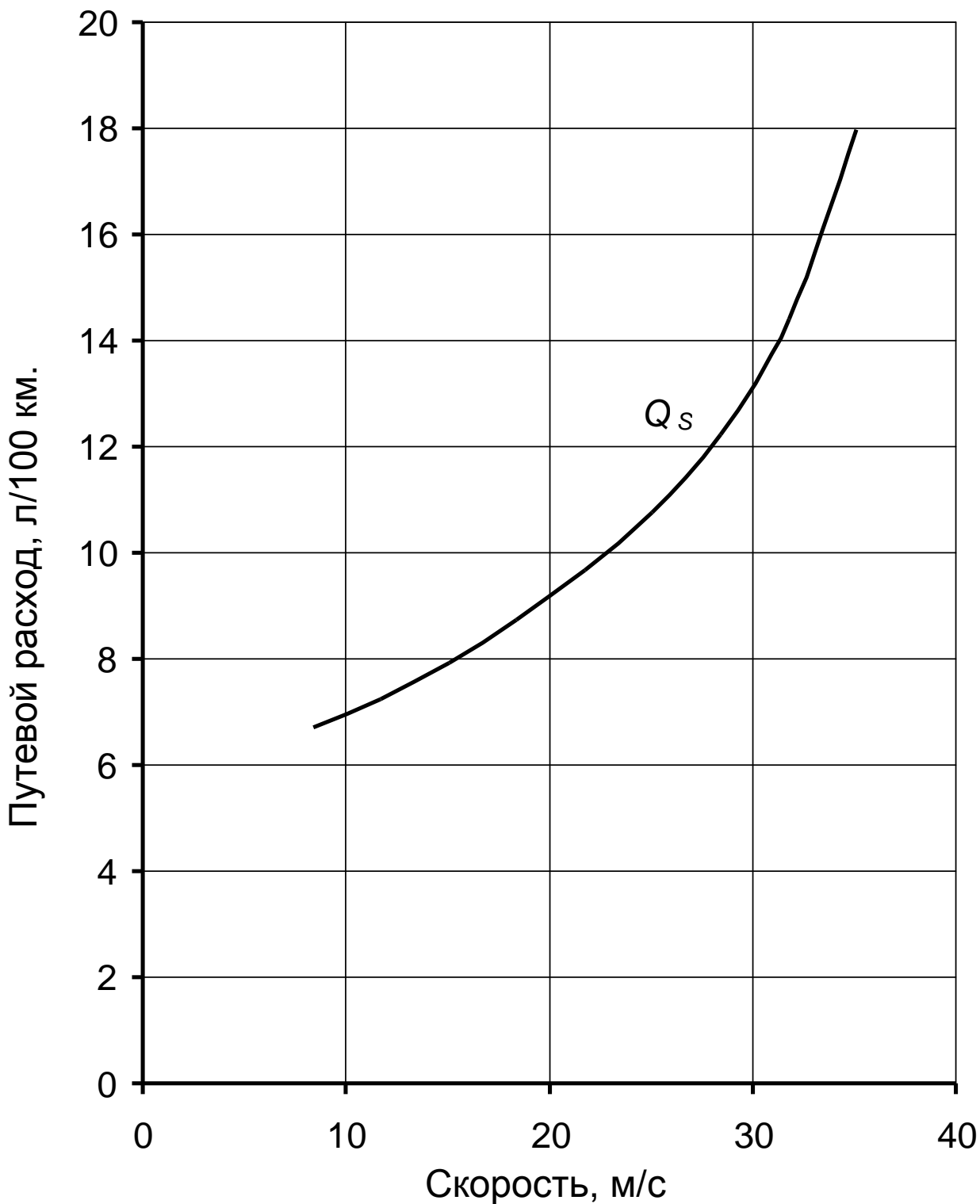


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива