

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 Улучшение коробки передач автомобиля Lada Granta  
с целью повышения динамичности разгона

Обучающийся

С.А. Бураменский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярова

(И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

Тольятти 2023

## **Аннотация**

Тема дипломной работы - "Модификация коробки передач автомобиля Lada Granta с целью улучшения динамики разгона". Автомобиль должен отвечать современным требованиям: быстрый разгон, мягкое сцепление, тихая коробка передач, надежная тормозная и рулевая системы и надежная система зажигания.

Исследование занимает 128 страниц и состоит из введения, состояния вопроса, конструкторской части, технологии, экономики и безопасности. В проекте также есть иллюстрации формата А1.

Первая часть посвящена конструкции разрабатываемого узла, текущим тенденциям развития и классификации существующих типов конструкции.

Вторая часть посвящена расчетам конструкции автомобиля. В этом разделе рассматриваются динамические расчеты автомобиля, расчеты эксплуатационных характеристик автомобиля и расчеты конструкции.

В третьей части рассматриваются вопросы безопасности и экологичности объекта разработки.

В разделе 4 рассматриваются технологии сборки проектируемых конструкций.

Раздел 5 посвящен экономическим расчетам, касающимся затрат на объект разработки. Расчет точки безубыточности и экономической эффективности проекта.

## **Abstract**

The topic of the thesis is "Modification of the transmission of the Lada Granta car in order to improve acceleration dynamics". The car must meet modern requirements: fast acceleration, soft clutch, quiet transmission, reliable braking and steering systems and reliable ignition system.

The study occupies 128 pages and consists of an introduction, the status of the issue, the design part, technology, economics and security. The project also has illustrations in A1 format.

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

The second part is devoted to the calculations of the car design. This section discusses the dynamic calculations of the car, calculations of the performance characteristics of the car and design calculations.

In the third part, the issues of safety and environmental friendliness of the development object are considered.

Section 4 discusses the assembly technologies of the designed structures.

Section 5 is devoted to economic calculations concerning the costs of the development object. Calculation of the break-even point and economic efficiency of the project.

## Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1. Назначение и требования к коробкам передач .....	6
1.2. Классификация конструкций коробок передач. ....	12
1.3. Выбор и обоснование внесенных изменений в коробке передач. ....	17
1.4. Состав и описание внесенных изменений в коробке передач.....	17
2 Конструкторская часть.....	18
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	18
2.2 Расчет деталей коробки передач .....	44
3 Безопасность и экологичность объекта.....	59
4 Технологическая часть.....	83
5 Экономическая эффективность проекта.....	94
Заключение .....	109
Список используемых источников.....	110
Приложения А Графики тягового расчета.....	113

## Введение

Автомобильный транспорт жизненно важен для существования и жизнедеятельности целых отраслей промышленности, которые работают очень эффективно. Автомобильная промышленность является ярким примером роста мировой экономики. Вся мировая промышленность стремительно развивается, что делает появление новых технологий, разработок, инноваций и технологических решений чрезвычайно важным. Для ускорения роста автомобильной промышленности необходимо дальнейшее развитие технического состояния автомобилей, и ключевым вопросом является снижение сложности обслуживания автомобилей и расхода масла и топлива, которые имеют для этого решающее значение. Среди других направлений - повышение безопасности и надежности автомобилей, снижение вреда от выхлопных газов, уменьшение шума автомобилей и снижение стоимости материалов, используемых при производстве автомобилей. Также необходимо улучшить аэродинамику и массу кузова автомобиля, что приводит к снижению расхода топлива. Он также позволяет переоборудовать его под метановый газ и дизельное топливо, а также под более современные двигатели. Электронные технологии необходимы для оптимальной работы автомобилей, а их широкое применение делает возможным создание автомобилей.

Также существует потребность в более совершенных технологиях и технических решениях при проектировании всех компонентов и систем привода. Использование современных высокопрочных сталей, легированных сталей, пластиков, армированных углеродным волокном, алюминия и многих других новых технологических конструкционных материалов позволяет снизить вес автомобилей и повысить эффективность использования топлива. Автоматизированные производственные линии требуют высокого качества и точности, что может быть достигнуто путем пространственного моделирования всех компонентов, тем самым сокращая длительную работу инженеров автомобильной промышленности по разработке.

## **1 Состояние вопроса**

### **1.1 Назначение и требования к коробкам передач**

Трансмиссия позволяет изменять мощность ведущих колес при одной и той же частоте вращения двигателя во время движения автомобиля. Механические коробки передач успешно используются в автомобилях на протяжении десятилетий. Они по-прежнему являются наиболее распространенным типом трансмиссии. Это связано с тем, что современные автомобили не смогли бы работать без механических коробок передач, передающих вращательное усилие от двигателя к ведущим колесам. Чтобы понять концепцию механической коробки передач с задним ходом, давайте начнем с понимания того, зачем нужна коробка передач в автомобиле. «Мощность, вырабатываемая двигателем, передается на ведущие колеса через систему трансмиссии. Основной функцией коробки передач является управление скоростью и крутящим моментом ведущих колес в различных условиях движения. Например, если на уклоне требуется крутящий момент,»[1] скорость трансмиссии может быть уменьшена для увеличения крутящего момента при той же мощности двигателя, и наоборот, если увеличение крутящего момента не требуется, скорость трансмиссии может быть увеличена.

Конструкция коробки переключения передач. Коробка передач состоит из первичного вала, который соединен с двигателем через систему сцепления; вторичного вала, который жестко соединен с валом коробки передач и передает крутящий момент на задние колеса, передние колеса или раздаточную коробку полноприводного автомобиля; и первичного вала на вторичный вал. Вторичный вал жестко соединен с приводным валом и передает крутящий момент на задние колеса, передние колеса и трансмиссию полноприводного автомобиля. Коробка передач содержит шестерни, которые могут выполнять различные задачи в зависимости от комбинации передач.

Этот ряд шестерен отвечает за изменение скорости вращения в коробке передач и различается по размеру и количеству зубьев, каждый из которых отвечает за определенную скорость, а количество зубьев в каждой шестерне влияет на передаточное число. Если число зубьев шестерен одинаково, то скорость вращения одинакова, но если вы получите шестерню, которая в два раза больше ведомой, то главная шестерня будет вращаться в два раза меньше, поэтому общая скорость вращения уменьшится вдвое. Получается, что из-за увеличения размера шестерни с равномерным вращением, входящей в зацепление с ведущей шестерней, шестерня одновременно вращается с разными скоростями, и «длина рычага, действующего на конкретный вал шестерни, влияет на увеличение крутящего момента, увеличивает толкающую силу на автомобиль. Когда передача находится в нейтральном положении, двигатель и ведущие колеса автомобиля разъединяются, а когда включается передача заднего хода, ведущие колеса вращаются в противоположном направлении, и автомобиль движется назад.

Механическая трансмиссия работает по принципу простой передачи, основным механизмом передачи является входной и выходной валы, соединенные промежуточным валом, только перемещением шестерни трехступенчатой коробки передач можно изменить передаточное отношение. Этот тип трансмиссии называется коробкой передач и позволяет управлять скоростью автомобиля, но с одной передачи процесс отключения и подключения к другой имеет критический недостаток, заключающийся в том, что он не так прост: на первой передаче ведущие колеса вращаются медленно, и автомобиль движется вперед; переключение рычага на вторую передачу приводит к тому, что ведущие колеса начинают вращаться быстрее,»[4] на третьей - снова быстрее, на четвертой - быстрее, и колеса вращаются быстрее, таким вот образом является непростая работа механизма коробки передач. Шестерни являются самыми нагруженными элементами в коробке передач, благодаря чему автомобиль может двигаться с максимальной возможной скоростью. «Вторичная ось опирается на подшипники качения

Первичная ось также опирается на подшипники качения, поскольку передняя часть вторичной оси также вращается на подшипниках.»[4] Редуктор с фиксированным зацеплением решает проблему плавного зацепления шестерен, когда зубья шестерен всегда находятся в фиксированном зацеплении. Однако есть особый момент: если только одна передача жестко связана с осью, то ось будет вращаться со скоростью, заданной этой передачей. «Это позволяет достичь различных передаточных чисел. Передаточное отношение коробки передач выбирается в зависимости от условий движения автомобиля. В нейтральном положении ведомая шестерня свободно вращается в сторону от выходного вала, а выходной вал не перемещается.»[4] Для зацепления ведомой шестерни с выходным валом на вал устанавливается еще одна шестерня, на которой расположена муфта переключения. Двигаясь по зубьям муфты шестерни, она образует жесткую связь с зубьями, расположенными на ведущей шестерне, и начинает вращать ее как единое целое, но уравнивает скорость обоих элементов за счет трения между ними, так что выходной вал и шестерня вращаются с разными скоростями во время их движения, это специальное синхронизирующее кольцо, которое может реализовать плавный переход. Интересно, что входной и выходной валы напрямую соединены с четвертой скоростью, что является прямой скоростью, которая редко используется сегодня.

Эффективная и плавная система переключения передач шестерен на валу - суть механической коробки передач. Во-первых, шестерня вала синхронизируется с конусом и стопорным кольцом, а шестерня фиксируется на валу с помощью свободно подвижного звена над шестерней, которое также используется в этой системе. Конечно, если сцепление соединено с синхронизирующей шестерней, шестерня и входной вал вращаются синхронно, и можно добиться желаемого сцепления. Однако, поскольку шестерня и вал вращаются с разной скоростью, стопорное кольцо синхронизации позволяет регулировать вращение шестерни и вала. Стопорное кольцо может вращаться вместе с шестерней. Однако он может

свободно перемещаться по валу до включения сцепления, и при нажатой педали сцепления поток мощности трансмиссии отсутствует. Когда муфта включена, из-за высокого трения между стопорным кольцом и конусом синхронизатора, стопорное кольцо прижимается к конусу синхронизатора, «скорость шестерни становится равной ее валу, и теперь муфта может двигаться и входить в зацепление с шестерней. Таким образом, шестерня плавно перемещается вместе с валом, и тот же принцип используется для переключения на другие передачи, такие как первая, третья и четвертая, а также на пятую передачу с помощью рычага переключения передач. Пятая передача используется для вращения выходного вала с большей скоростью, чем скорость вращения входного вала. Подумайте о том, как работает реверс. Передача заднего хода используется с дополнительным инерционным колесом. В реверсивной передаче используются три шестерни, одна из которых - ведомое колесо, обеспечивающее обратное вращение выходного вала. Когда ведомое колесо смещается для соединения с двумя другими, выходной вал начинает вращаться в противоположном направлении. Важно отметить, что передача заднего хода не имеет механизма синхронизации, поэтому работа коробки передач должна быть определена заранее. Автомобили с передним и задним ведущими мостами имеют раздаточные коробки. Коробка передач используется для передачи привода на передний и задний мосты.»[9] Трансмиссия обычно имеет механизм переключения передач вверх и вниз, причем механизм переключения вниз активируется для обеспечения большего сцепления ведущих колес с дорогой, а передачи в трансмиссии приводятся в действие рычагами или органами управления. «Когда передача находится в нейтральном положении, раздаточная коробка не передает вращение.

Перемещение проскальзывающей муфты в одно положение включает понижающую передачу, а перемещение в противоположное положение включает повышающую передачу раздаточной коробки. Губернатор подключен к рычагу управления на сиденье водителя. Раздаточная коробка

имеет два рычага управления, один рычаг включает высшую или низшую передачу раздаточной коробки, а другой рычаг вращает замок. Также доступны раздаточные коробки с одним рычагом управления.»[10] Передаточные числа между шестернями и зубчатыми передачами, входящими в состав коробки передач и раздаточной коробки, должны быть подобраны таким образом, чтобы не было разрыва между обеспечением экономичности автомобиля и другими обязательствами, необходимыми для обеспечения динамичности автомобиля. Понижающие передачи в трансмиссионном блоке определяют динамику автомобиля. В настоящее время оценки параметров динамического ускорения транспортного средства приняты к использованию в виде времени разгона в диапазонах 40-100 км/ч, 60-100 км/ч, 80-120 км/ч и других диапазонах. Однако наиболее широко используется параметр, общепризнанный всеми производителями автомобилей как показатель динамических характеристик автомобиля, т.е. насколько хорошо автомобиль может развивать скорость от 0 до 100 км/ч. Экономичность машины должна быть настроена специально для езды по городу и шоссе, что определяет высокие обороты в коробке передач. В то же время, эти скорости редко используются в городском режиме движения, т.е. влияние этих скоростей минимально.

Для обеспечения экономической эффективности автомобиля используются три критерия оценки: езда по городу, езда в пригороде и смешанная езда. Когда автомобиль неподвижен, коробка передач и двигатель должны быть разьединены на длительное время, что легко достигается при использовании механической коробки передач. Однако автоматические трансмиссии с гидротрансформаторами требуют специальных систем рулевого управления при остановке двигателя с работающим двигателем. При проектировании коробки передач следует обратить внимание на функциональность и эргономичность коробки передач. Это связано с тем, что это очень важные критерии оценки качества коробки передач.

Также важно, чтобы рычаг имел необходимую мощность и привод, а направление рычага находилось в пределах досягаемости для всех, кто управляет автомобилем. Поскольку система рулевого управления требует от водителя приложения механической физической силы для управления автомобилем, этот параметр может оказывать значительное влияние на утомляемость водителя. Поэтому крайне важно обеспечить комфортное вождение для водителя. Растущее шумовое загрязнение становится сдерживающим фактором для транспортных средств. Шумовое загрязнение нельзя игнорировать при проектировании автомобиля, поскольку законодательство регулирует уровни шума для различных видов транспорта. Особенно в последние годы, когда конкуренция стала как никогда острой, требования автомобильной промышленности, потребителей этой продукции, стали еще сильнее. Возникновение вибрации и шума в компонентах автомобиля всегда является контролируемой характеристикой. В частности, двигатели и коробки передач являются основными источниками вибрации и шума в силу функционального назначения автомобиля. КПД коробок передач современных легковых автомобилей считается полезным на уровне от 90% до 94%. Полезный КПД редуктора может быть снижен из-за ошибок производителя в технологии изготовления или сборки компонентов или из-за ошибок в конструкции.

Для редукторов расчетный полезный КПД находится на уровне конфигурации. Обеспечение максимально возможного КПД жизненно важно для эффективной работы коробки передач и автомобиля в целом. Коробка передач, как и все остальные детали автомобиля, должна работать на максимально возможном уровне без ремонта и отказов. Примерно от 150 000 до 300 000 км.

Предполагаемая работа всех узлов и агрегатов автомобиля, т.е. возможность отказа, должна быть сведена к минимуму, как и положено современным автомобилям. То есть автомобиль должен быть очень надежным в управлении. Обслуживание коробки передач, или, скорее,

снижение цены коробки передач, должно быть целью и в настоящее время является обязательным требованием. В этом диапазоне пробега, примерно от 30 000 км до 100 000 км, масло в коробке передач следует менять так же, как и в коробке передач полноприводных автомобилей. Это единственное обслуживание коробки передач, которое необходимо проводить регулярно, и это единственное обслуживание коробки передач почти всех современных легковых автомобилей. Это означает, что обслуживание должно быть простым. «Дополнительные преимущества и дополнительные расходы, связанные с эксплуатацией автомобиля и коробки передач, должны быть обоснованы. Потому что модернизация подразумевает увеличение стоимости этих дополнительных опций для водителя.»[5] Это означает, что функциональность всегда должна рассматриваться в сочетании с увеличением затрат. Это означает, что стоимость должна быть относительно низкой по сравнению с конкурирующими коробками передач и пропорциональной возможностям.

## **1.2 Классификация конструкций коробок передач**

«Виды коробок передач: существуют механические коробки передач, роботизированные коробки передач, автоматические коробки передач, рисунок 2, и вариаторные коробки передач. Механическая коробка передач - коробка передач,»[23], которая должна приводиться в действие вручную. Автомобили с механической коробкой передач известны как "stick cars", и автомобили с таким типом механической коробки передач предпочитают люди, которые любят ездить на высоких скоростях. «Каковы преимущества механической коробки передач, это: во-первых, меньший расход топлива в отличие от автоматической коробки передач, автомобили с механической коробкой передач, быстрее разгоняются, плюс при обгоне,»[24] то есть вы всегда заблаговременно набираете нужную скорость и вождение считается

действительно безопасным, конечно это при условии, что водитель не новичок.

Это связано с тем, что механические коробки передач дешевле, надежнее, имеют больший срок службы и дешевле в ремонте, чем другие коробки передач.

Следующий тип коробки передач - автоматическая коробка передач. Жители больших и малых городов все чаще отдают предпочтение автоматическим коробкам передач - и это лучший выбор. Причина - пробки на дорогах, где приходится постоянно выжимать сцепление и переключать передачи, что действительно очень напрягает.

Преимущества автоматической коробки передач: автоматическая коробка передач не блокируется, не дает задний ход, особенно практично для начинающих водителей; автоматическая коробка передач имеет электронные системы, которые контролируют все, что происходит из-за ошибки водителя. Это означает, что можно избежать перегрузки двигателя. Автоматическая коробка передач может использовать большее количество передаточных чисел, с диапазоном из 7, 8 и 9 передач. Таким образом, на любой скорости электронные системы выбирают оптимальную передачу, и двигатель большую часть времени работает на оптимальной скорости, что приводит к лучшей динамике разгона и оптимальной экономичности автомобиля. «Недостатки автоматической коробки передач следующие. Во-первых, расход топлива увеличивается на 10-15% по сравнению с механической коробкой передач и динамический индекс скорости автомобиля ухудшается по сравнению с той же механической коробкой передач,»[5] но только при условии, что это механическая коробка передач в автомобиле с не начинающим водителем.

Задержка переключения передач является минусом механизма и акпп может думать в течение длительного времени, прежде чем изменить передачу. Однако некоторые современные автоматические трансмиссии на самом деле более долговечны и не имеют этих недостатков.

Существуют так называемые роботизированные трансмиссии, которые не являются ни механическими, ни автоматическими. Они почти не отличаются от автоматических. Другими словами, она имеет те же функции, что и обычный автомат, например, когда вы останавливаетесь на светофоре, если вы не поставите рычаг в нейтральное положение, он будет стоять так, как будто сцепление выжато, что означает, что сцепление очень быстро изнашивается, и в любом случае, если оно плохо отрегулировано, оно быстро выйдет из строя, и у вас будет плохое сцепление. Роботизированная коробка передач по сути не отличается от механической, то есть это все равно, что робот сидит рядом с вами и вместо вас выжимает сцепление, переключая передачи до определенной максимальной скорости, заданной в программе. Так вот, в принципе, такая коробка имеет экономичность как обычная механическая, потому что за оборотами двигателя следит электроника, иногда даже выше, соответственно, потому что обороты двигателя регулярно перебираются или наоборот не докручиваются обороты двигателя. Бывают и ошибки, которые может допустить водитель, в таких случаях такие ошибки исключены.

Недостатком роботизированных коробок передач является то, что даже новые коробки передач часто испытывают тряску при переключении передач, и для того, чтобы избежать тряски, требуется регулировка, например, знать, когда машина начинает переключать передачи, и в это время сбрасывать дроссельную заслонку. В отличие от автоматических трансмиссий, эти трансмиссии дешевые, легкие и экономичные. Существуют роботизированные трансмиссии S tronic в Audi, DSG в Volkswagen и PDK в Porsche, в которых «два сцепления устраняют паузы при переключении передач без потери крутящего момента. Такие трансмиссии сегодня используются многими производителями, включая BMW и Ford-Nissan.»[5] Конечно, в ручном режиме лучших роботов, таких как шестиступенчатая коробка передач с двумя сцеплениями, DSG или любой другой стиль вождения, которому можно научить водителя, можно настроить

трансмиссию очень хорошо, потому что вы можете включить передачу и уже быть уверенным в своем автомобиле. Следующей особенностью является система Tiptronic, которая сочетает в себе автоматическое и ручное переключение передач.

Эта функция доступна на всех автомобилях с автоматической коробкой передач и называется Steptronic, Touchtronic или Switchtronic. Она позволяет водителю переключать передачи вручную, перемещая рычаг переключения в нужное положение и переключаясь на более высокую или низкую передачу, толкая рычаг вперед или назад. По сути, речь идет о более быстром и безопасном вождении. Если водитель хорошо знает, как управлять автомобилем с ручным селектором передач, он оценит все преимущества ручного селектора, например, как уже упоминалось выше, возможность заранее переключать передачи, не опасаясь, что автомобиль переключит передачу на подъеме.

Вариатор. Эта коробка передач не имеет шестерен, что называется бесступенчатой трансмиссией. Эта система всегда поддерживает двигатель на оптимальных оборотах для оптимальной работы, когда требуется мощность, а когда требуется расход топлива, вариатор поддерживает двигатель на экономичных оборотах в зависимости от того, насколько сильно нажата педаль акселератора, в зависимости от режима движения. Вариатор также оснащен функцией tip tronic, которая, по сути, имитирует переключение передач путем увеличения или уменьшения числа оборотов. Как и в автоматических коробках передач, здесь также предусмотрена функция, аналогичная кик дауну, когда обороты резко повышаются при нажатии педали до упора, что позволяет добиться максимального динамического ускорения. Преимущества вариатора: отсутствие рывков, как при переключении передач в других трансмиссиях, экономичность - даже более экономичная, чем механическая коробка передач, «плавный разгон и вариатор, который выигрывает по динамике у всех остальных трансмиссий.

Другими словами, если взять два одинаковых автомобиля и установить на них разные трансмиссии,»[5] то автомобиль с установленным вариатором будет лидировать - это логично. Недостатки вариаторной коробки передач: она менее долговечна, чем обычная автоматическая, ей может потребоваться ремонт при пробеге 100 000 километров, также недостаток вариаторной коробки передач - дороговизна ремонта, но многих это не пугает, так как автомобиль с вариатором, обладает отличными динамическими характеристиками и экономичен. «Из перечисленных типов коробок передач идеальным механизмом для поддержания оптимальной скорости на протяжении всей эксплуатации автомобиля является, конечно же, вариатор, но, как известно, вариатор имеет серьезные недостатки. Сегодня производители отдают предпочтение автомату, который имеет большее количество диапазонов передач и ближе по характеристикам к вариатору, но выигрывает в надежности и более демократичной цене на ремонт и обслуживание.»[28] Роботы - Производители утверждают, что у этих трансмиссий многообещающее будущее, и, как уже упоминалось выше, трансмиссии DSG уже пользуются очень большим спросом. Механическая коробка передач является самой простой и дешевой в эксплуатации, и автомобиль, оснащенный механической коробкой передач, всегда будет стоить дешевле, чем другие вышеперечисленные коробки передач.

### **1.3 Выбор и обоснование внесенных изменений в коробке передач**

«Анализ проблемы расчета числового ряда коробки передач показывает, что геометрия, арифметика и гармоника построения числового ряда коробки передач наиболее часто распространены в автомобильной теории. «Поэтому проблемы, связанные с улучшением показателей динамичности автомобиля, в большей степени соответствуют гармоническому закону построения ряда передаточных чисел, в котором передаточное число состоит из синусоид.»[4]

### **1.4 Состав и описание внесенных изменений в коробке передач**

Поэтому было принято решение сформировать ряд коробок передач Lada Granta на основе принципа гармоника. Таким образом, общая схема трансмиссии не будет изменена, а замысел будет адаптирован для минимизации производственных модификаций вполне пригодной к эксплуатации трансмиссии.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Исходные данные

«Количество колес ведущих.....	$n_k = 2$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1088$
Мест в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 48,61$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,56$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
КПД трасмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь миделя, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[2]

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

«где  $G_0$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа; »[2]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2)$$

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

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

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

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин 175/65 R14»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 175$  – ширина профиля, мм ;

$k = 0,65$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 355,6$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины. »[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м}$$

Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где  $U_k$  - Передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточного числа высшей передачи КП равным 0,800. »[2]

$$U_0 = (0,274 \cdot 650) / (0,800 \cdot 48,61) = 4,588$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

«где  $\psi_v$  - Коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля. »[2]

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

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 48,61^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (14838 \cdot 0,026 \cdot 48,61 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 48,61^3 / 2) / 0,91 = 69715 \text{ Вт}$$

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

«где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda = 1,05$ ). »[2]

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

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

«где  $C_1 = C_2 = 1$  – коэффициенты характеризующие тип двигателя

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	13,6	129,1
1400	147	19,6	133,7
1800	188	25,9	137,2
2200	230	32,2	139,6
2600	272	38,4	141,1
3000	314	44,4	141,5
3400	356	50,2	140,9
3800	398	55,4	139,2
4200	440	60,0	136,5
4600	482	63,9	132,7
5000	524	67,0	128,0
5400	565	69,1	122,1
5800	607	70,0	115,3
6200	649	69,7	107,4
6207	650	69,7	107,3

$n_e$  - обороты двигателя, об/мин; »[2]

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

Определение передаточных чисел коробки передач в соответствии с методическими указаниями

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

«где  $\psi_{MAX}$  - Коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма»[2]

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

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,30 = 0,326 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,326 \cdot 0,274 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,588) = 2,249$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (17)$$

«где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля»[2]

$$G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544 \text{ Н},$$

«где -  $m_1$  - Коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),

$\varphi$  - Коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).»[2]

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,588) = 2,433$$

«Примем значение первой передачи равным:»[2]  $U_1 = 2,400$ .

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,400 / 0,800)^{1/4} = 1,316 \quad (18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,400 / 1,316 = 1,824; \quad (19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,824 / 1,316 = 1,386; \quad (20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,386 / 1,316 = 1,053; \quad (21)$$

$$U_5 = 0,800. \quad (22)$$

#### Определение передаточных чисел модернизируемой коробки

«При выборе значений передаточных чисел трансмиссии для автомобиля LADA GRANTA в качестве приоритетной рассмотрим задачу улучшения динамичности разгона автомобиля.

При этом будем руководствоваться стремлением сохранить неизменной общую компоновочную схему коробки передач, а также обеспечить минимальные конструктивные изменения хорошо зарекомендовавшей себя в эксплуатации серийной коробки передач.

Серийный ряд передаточных чисел кпп автомобиля LADA GRANTA имеет следующие значения передаточных чисел трансмиссии, таблица 2: »[2]

Таблица 2 -Значения передаточных чисел серийной коробки передач

$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_0$
3,63	1,95	1,36	0,94	0,78	3,90

«Учитывая желательность сохранения неизменными компоновочных параметров проектируемой коробки передач, значение передаточного числа первой и пятой передач оставляем неизменными и принимаем равным 3,63 и 0,78 соответственно. Значения же второй, третьей и четвёртой передачи определим

исходя из гармонического закона, в соответствии с соотношениями:»[2]

$$U_2 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(3 \cdot \pi/4))}{2} \quad (23)$$

$$U_2 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(3 \cdot \pi/4))}{2} = 3,212$$

$$U_3 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(\pi))}{2} \quad (24)$$

$$U_3 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(\pi))}{2} = 2,205$$

$$U_4 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(5 \cdot \pi/4))}{2} \quad (25)$$

$$U_4 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(5 \cdot \pi/4))}{2} = 1,197$$

«Таким образом, на основании гармонического закона получен следующий ряд передаточных чисел коробки передач: 3,63; 3,212; 2,205; 1,197; 0,78. Но как можно заметить значение передаточного числа второй передачи рассчитанного ряда очень приближено к первой передачи, что делает первую передачу слишком короткой, а ряд передаточных чисел разбалансированным. Чтобы устранить этот недостаток несколько отодвинем вторую передачу от первой изменив значение передаточного числа первой передачи на 2,8. В итоге получим следующий ряд передаточных чисел: 3,63; 2,8; 2,205; 1,197; 0,78.

Однако полученные в результате проведённых расчётов значения передаточных чисел второй третьей и четвёртой ступеней коробки передач являются теоретическими и требуют уточнения.

Для этого подберём наиболее приближенные к теоретическим, практически реализуемые значения передаточных чисел, рассчитанные исходя из возможных значений числа зубьев ведущих и ведомых шестерен коробки передач.

Таким образом примем значение передаточного числа второй передачи

равным 2,8 (число зубьев ведущей шест. – 15, ведомой – 42); третьей передачи – 2,188 (число зубьев ведущей шест. – 16, ведомой – 354); четвёртой передачи – 1,2 (число зубьев ведущей шест. – 20, ведомой – 24).»[2]

«Таким образом, ряд придаточных чисел модернизированной коробки передач будет иметь следующие значения передаточных чисел, таблица 3:

Таблица 3 - Значения передаточных чисел модернизированной коробки передач

$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_0$
3,63	2,8	2,188	1,2	0,78	3,90

Ниже приведены для сравнения расчёт тягово-скоростных свойств и топливной экономичности как для серийного ряда передаточных чисел (Таблица 2), так и для модернизированного.

Расчёт показателей тяговоскоростных свойств и топливной экономичности для серийного ряда передаточных чисел

Скорость движения автомобиля на различных передачах»[2]

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (26)$$

«Расчитанные данные заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5
1400	2,8	5,3	7,6	11,0	13,2
1800	3,7	6,8	9,8	14,1	17,0
2200	4,5	8,3	11,9	17,3	20,8
2600	5,3	9,8	14,1	20,4	24,6
3000	6,1	11,3	16,3	23,5	28,3
3400	6,9	12,9	18,4	26,7	32,1
3800	7,7	14,4	20,6	29,8	35,9
4200	8,5	15,9	22,8	32,9	39,7
4600	9,3	17,4	24,9	36,1	43,5
5000	10,2	18,9	27,1	39,2	47,2

5400	11,0	20,4	29,3	42,3	51,0
5800	11,8	21,9	31,4	45,5	54,8
6200	12,6	23,4	33,6	48,6	58,6
6207	12,6	23,5	33,6	48,7	58,7

Сила тяги на ведущих колёсах

Рассчитывается по формуле:»[2]

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (27)$$

«Расчётные данные заносятся в таблицу 5

Таблица 5 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	6061	3256	2271	1570	1302
1400	6273	3370	2350	1624	1348
1800	6438	3458	2412	1667	1383
2200	6554	3521	2456	1697	1408
2600	6622	3557	2481	1715	1423
3000	6641	3567	2488	1720	1427
3400	6611	3551	2477	1712	1421
3800	6533	3509	2447	1692	1404
4200	6406	3441	2400	1659	1376
4600	6230	3347	2334	1613	1339
5000	6006	3226	2250	1555	1290
5400	5733	3080	2148	1484	1232
5800	5411	2907	2027	1401	1163
6200	5041	2708	1889	1305	1083
6207	5034	2704	1886	1304	1082

Силы сопротивления движению

Рассчитываются по формулам:»[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (28)$$

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (29)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (30)$$

«Расчитанные данные заносятся в таблицу 6

Таблица 6 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	$\Sigma F$ 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
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

Динамический фактор

Расчет ведется по формуле:»[2]

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (31)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (32)$$

«Данные вносятся в таблицу 7

Таблица 7 - Динамический фактор на передачах

Обор.	Дин-й	Дин-й	Дин-й	Дин-й	Дин-й
-------	-------	-------	-------	-------	-------

двс, об/мин	фактор на 1пер	фактор на 2пер	фактор на 3пер	фактор на 4пер	фактор на 5пер
1003	0,408	0,219	0,152	0,104	0,085
1400	0,423	0,226	0,157	0,106	0,086
1800	0,434	0,232	0,160	0,107	0,086
2200	0,441	0,235	0,162	0,107	0,084
2600	0,446	0,237	0,162	0,105	0,080
3000	0,447	0,237	0,161	0,101	0,075

Продолжение таблицы 7

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
3400	0,444	0,235	0,158	0,097	0,069
3800	0,439	0,231	0,154	0,091	0,061
4200	0,430	0,225	0,148	0,083	0,052
4600	0,418	0,218	0,141	0,075	0,041
5000	0,402	0,208	0,132	0,065	0,029
5400	0,383	0,197	0,122	0,053	0,015
5800	0,361	0,183	0,111	0,040	0,000
6200	0,336	0,168	0,098	0,026	-0,017
6207	0,335	0,168	0,098	0,026	-0,017

Ускорения автомобиля

Рассчитываются по формуле:»[2]

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (33)$$

«где  $\delta_{BP}$  - Коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - Коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2]

$$\Psi = f + i$$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ). »[2]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (34)$$

«где  $\delta_1$  - Коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  -

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

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 8, таблицу 9 и таблицу 10.

Таблица 8 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{BP}$	1,425	1,144	1,085	1,057	1,048

Таблица 9 - Ускорение автомобиля на передачах

Об двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 2 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 3 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 4 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 5 пер, м/с <sup>2</sup>
1003	2,73	1,77	1,27	0,85	0,68
1400	2,83	1,84	1,31	0,87	0,69
1800	2,90	1,88	1,33	0,87	0,67
2200	2,95	1,91	1,35	0,86	0,65
2600	2,98	1,93	1,34	0,84	0,60
3000	2,99	1,92	1,33	0,80	0,55
3400	2,97	1,90	1,30	0,75	0,47
3800	2,93	1,87	1,26	0,68	0,39
4200	2,87	1,82	1,20	0,60	0,28
4600	2,79	1,75	1,13	0,51	0,16
5000	2,68	1,66	1,05	0,40	0,03
5400	2,55	1,56	0,95	0,28	-0,12
5800	2,40	1,44	0,84	0,15	-0,28
6200	2,22	1,31	0,71	0,00	-0,46
6207	2,22	1,31	0,71	0,00	-0,46

Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 10 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Об двс, об/мин	Обр.ускор . на 1пер,	Обр.ускор . на 2пер,	Обр.ускор . на 3пер,	Обр.ускор . на 4пер,	Обр.ускор . на 5пер,
1003	0,37	0,56	0,79	1,17	1,47
1400	0,35	0,54	0,77	1,15	1,46
1800	0,34	0,53	0,75	1,15	1,49
2200	0,34	0,52	0,74	1,16	1,55
2600	0,34	0,52	0,74	1,19	1,66
3000	0,33	0,52	0,75	1,25	1,83
3400	0,34	0,53	0,77	1,34	2,11
3800	0,34	0,54	0,79	1,47	2,60

4200	0,35	0,55	0,83	1,66	3,55
4600	0,36	0,57	0,88	1,96	6,11
5000	0,37	0,60	0,95	2,48	33,19
5400	0,39	0,64	1,05	3,54	-8,43
5800	0,42	0,69	1,19	6,75	-3,54
6200	0,45	0,76	1,40	-99,12	-2,17
6207	0,45	0,76	1,41	-378,91	-2,15

Время и путь разгона

Рассчитывается по формулам:»[2]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (35)$$

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (36)$$

«где  $\kappa$  – порядковый номер интервала.»[2]

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (37)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (38)$$

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

$t_2$  – время разгона до скорости  $V_3$ .»[2]

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 11.

Таблица 11 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Вр. t, с
--------------------	--------------------------	----------

0-5	206	1,0
0-10	619	3,1
0-15	1196	6,0
0-20	1924	9,6
0-25	2866	14,3
0-30	4121	20,6
0-35	5788	28,9
0-40	7968	39,8
0-45	10758	53,8

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (39)$$

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

Путь разгона от скорости  $V_0$

до скорости  $V_1$ :  $S_1 = \Delta S_1$ ,

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

до скорости  $V_n$ :  $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$  »[2]

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 12.

Таблица 12 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	ПутьS, м
0-5	52	3
0-10	361	18
0-15	1083	54
0-20	2356	118
0-25	4475	224
0-30	7926	396
0-35	13346	667
0-40	21519	1076
0-45	33378	1669

Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j \quad (40)$$

« $N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_B$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 13 и таблицу 14.

Таблица 13 - Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 14 - 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

Топливо-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (41)$$

где  $g_{E \min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[2]

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (43)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (44)$$

«Расчитанные данные заносятся в таблицу 15

Таблица 15 - Путь расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/м	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение $K_{II}$	Значение $K_E$	Значение $Q_s$
1003	9,5	0,170	0,170	1,263	1,165	4,4
1400	13,2	0,194	0,237	1,231	1,128	4,9
1800	17,0	0,228	0,304	1,188	1,097	5,6
2200	20,8	0,273	0,372	1,137	1,070	6,3

2600	24,6	0,327	0,440	1,081	1,048	7,1
3000	28,3	0,393	0,507	1,022	1,031	8,0
3400	32,1	0,472	0,575	0,964	1,019	8,9
3800	35,9	0,565	0,643	0,914	1,012	9,9
4200	39,7	0,675	0,710	0,881	1,010	11,2
4600	43,5	0,806	0,778	0,879	1,012	13,0
5000	47,2	0,963	0,846	0,927	1,019	15,9
5400	51,0	1,153	0,913	1,062	1,031	21,0
5800	54,8	1,385	0,981	1,340	1,048	30,6

Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (45)$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 16 и таблицу 17»[2]

Таблица 16 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	2,0	2,6	3,4	6,2	9,5
1400	2,8	3,7	4,7	8,6	13,2
1800	3,7	4,7	6,1	11,1	17,0
2200	4,5	5,8	7,4	13,5	20,8
2600	5,3	6,8	8,8	16,0	24,6
3000	6,1	7,9	10,1	18,4	28,3
3400	6,9	8,9	11,5	20,9	32,1
3800	7,7	10,0	12,8	23,3	35,9
4200	8,5	11,1	14,1	25,8	39,7
4600	9,3	12,1	15,5	28,3	43,5
5000	10,2	13,2	16,8	30,7	47,2
5400	11,0	14,2	18,2	33,2	51,0
5800	11,8	15,3	19,5	35,6	54,8
6200	12,6	16,3	20,9	38,1	58,6
6207	12,6	16,3	20,9	38,1	58,7

Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (46)$$

Таблица 17 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин с	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	6061	4675	3653	2004	1302
1400	6273	4839	3781	2074	1348
1800	6438	4966	3880	2128	1383
2200	6554	5056	3951	2167	1408
2600	6622	5108	3991	2189	1423

Продолжение таблицы 17

Обор. двс, об/мин с	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
3000	6641	5122	4003	2195	1427
3400	6611	5099	3985	2185	1421
3800	6533	5039	3938	2160	1404
4200	6406	4941	3861	2118	1376
4600	6230	4805	3755	2059	1339
5000	6006	4632	3620	1985	1290
5400	5733	4422	3455	1895	1232
5800	5411	4174	3262	1789	1163
6200	5041	3888	3038	1666	1083
6207	5034	3883	3034	1664	1082

Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (47)$$

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (48)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (49)$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 18.

Таблица 18 - Силы сопротивления движению

Скор-ть,	F сопр.	F сопр.	$\Sigma F$ сопр.
----------	---------	---------	------------------

м/с	возд, Н	кач-ю, Н	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
30	349	258	607
35	475	287	762

Продолжение таблицы 18

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	∑F сопр. движ-ю, Н
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (50)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (51)$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 19.

Таблица 19 - Динамический фактор на передачах

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	ПутьS, м	Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	ПутьS, м
1003	0,408	0,315	0,246	0,134	0,085
1400	0,423	0,326	0,254	0,138	0,086
1800	0,434	0,334	0,261	0,140	0,086
2200	0,441	0,340	0,265	0,141	0,084
2600	0,446	0,343	0,267	0,141	0,080
3000	0,447	0,344	0,267	0,139	0,075
3400	0,444	0,342	0,265	0,136	0,069
3800	0,439	0,337	0,261	0,131	0,061
4200	0,430	0,330	0,255	0,125	0,052

4600	0,418	0,320	0,247	0,118	0,041
5000	0,402	0,308	0,237	0,109	0,029
5400	0,383	0,293	0,224	0,099	0,015
5800	0,361	0,275	0,210	0,087	0,000
6200	0,336	0,255	0,193	0,074	-0,017
6207	0,335	0,255	0,193	0,074	-0,017

Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (52)$$

«где  $\delta_{BP}$  - Коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - Коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2]

$$\Psi = f + i$$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ).»[2]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KП}^2), \quad (53)$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицы 20, 21 и 22.

«где  $\delta_1$  - Коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  -

Коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,03 .$$

Таблица 20 - Коэффициент учета вращающихся масс

	<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>U4</i>	<i>U5</i>
<i>δBP</i>	1,425	1,265	1,174	1,073	1,048

Таблица 21 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 2 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 3 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 4 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 5 пер, м/с <sup>2</sup>
1003	2,73	2,35	1,95	1,11	0,68
1400	2,83	2,43	2,02	1,15	0,69

Продолжение таблицы 20

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 2 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 3 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 4 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 5 пер, м/с <sup>2</sup>
1800	2,90	2,50	2,08	1,17	0,67
2200	2,95	2,54	2,11	1,17	0,65
2600	2,98	2,56	2,13	1,16	0,60
3000	2,99	2,57	2,13	1,14	0,55
3400	2,97	2,55	2,11	1,11	0,47
3800	2,93	2,51	2,07	1,06	0,39
4200	2,87	2,46	2,02	1,00	0,28
4600	2,79	2,38	1,95	0,92	0,16
5000	2,68	2,28	1,86	0,84	0,03
5400	2,55	2,17	1,76	0,73	-0,12
5800	2,40	2,03	1,63	0,62	-0,28
6200	2,22	1,87	1,49	0,49	-0,46
6207	2,22	1,87	1,49	0,49	-0,46

Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 22 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,37	0,43	0,51	0,90	1,47
1400	0,35	0,41	0,49	0,87	1,46
1800	0,34	0,40	0,48	0,86	1,49
2200	0,34	0,39	0,47	0,85	1,55
2600	0,34	0,39	0,47	0,86	1,66
3000	0,33	0,39	0,47	0,88	1,83
3400	0,34	0,39	0,47	0,90	2,11
3800	0,34	0,40	0,48	0,94	2,60
4200	0,35	0,41	0,49	1,00	3,55
4600	0,36	0,42	0,51	1,08	6,11
5000	0,37	0,44	0,54	1,20	33,19

5400	0,39	0,46	0,57	1,36	-8,43
5800	0,42	0,49	0,61	1,61	-3,54
6200	0,45	0,53	0,67	2,04	-2,17
6207	0,45	0,53	0,67	2,05	-2,15

Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (54)$$

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (55)$$

где  $\kappa$  – порядковый номер интервала.»[2]

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

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (56)$$

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

$t_2$  – время разгона до скорости  $V_2$ .»[2]

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 23.

Таблица 23 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Вр. t, с
0-5	177	0,9
0-10	531	2,7

0-15	973	4,9
0-20	1544	7,7
0-25	2274	11,4
0-30	3238	16,2
0-35	4511	22,6
0-40	6169	30,8
0-45	8286	41,4

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (57)$$

«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  $V_2$ :  $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$ ,

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \gg [2] \quad (58)$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицы 24, 25 и 26.

Таблица 24 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Путь S, м
0-5	44	2
0-10	310	15
0-15	863	43
0-20	1862	93
0-25	3504	175
0-30	6155	308
0-35	10293	515
0-40	16509	825
0-45	25508	1275

Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j \quad (59)$$

« $N_f$  - 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 ( $N_i = 0$ ). »[2]

Таблица 25. Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 26 - 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

### Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (60)$$

«где  $g_{e\min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива »[2]

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (61)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (62)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (63)$$

Расчитанные данные заносятся в таблицу 27.

Таблица 27 - Путь расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение $K_{II}$	Значение $K_E$	Значение $Q_s$
1003	9,5	0,170	0,170	1,263	1,165	4,4
1400	13,2	0,194	0,237	1,231	1,128	4,9
1800	17,0	0,228	0,304	1,188	1,097	5,6
2200	20,8	0,273	0,372	1,137	1,070	6,3
2600	24,6	0,327	0,440	1,081	1,048	7,1
3000	28,3	0,393	0,507	1,022	1,031	8,0
3400	32,1	0,472	0,575	0,964	1,019	8,9
3800	35,9	0,565	0,643	0,914	1,012	9,9

4200	39,7	0,675	0,710	0,881	1,010	11,2
4600	43,5	0,806	0,778	0,879	1,012	13,0
5000	47,2	0,963	0,846	0,927	1,019	15,9
5400	51,0	1,153	0,913	1,062	1,031	21,0
5800	54,8	1,385	0,981	1,340	1,048	30,6

Все графики, построенные на основе данных таблиц этого подраздела, можно найти в Приложении А и на листе А1 данной работы.

## 2.2 Расчёт деталей коробки передач

В связи с тем, что темой данного проекта является модернизация серийной коробки передач LADA GRANTA, то общая компоновочная схема сохраняется прежней.

### 2.2.1 Выбор материала деталей коробки передач

«Для производства косозубых эвольвентных цилиндрических колес выбираем материал применяемый при производстве аналогичных зубчатых колес коробок передач выпускаемых ОАО АвтоВАЗ - 20ХГНМ – сталь легированная, содержание углерода 0,2%, содержание каждого из легирующих элементов - хром, марганец, никель, молибден - свыше 1%.»[5]

### 2.2.2 Расчёт зубчатой передачи второй ступени коробки передач

Расчет представлен в виде таблицы 28.

Таблица 28 - Расчёт параметров зубчатого зацепления второй передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепления:			
Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Угол главного профиля, град»[4]	-----	$\alpha$	20
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	-----	$h_{\alpha}^*$	1

«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	-----	$h_f^*$	1,25
«Коэффициент высоты зуба»[4]	$h_l^* = 2 \cdot h_a^*$	$h_l^*$	2
«Коэффициент радиуса переходной кривой »[4]	-----	$\rho_f^*$	0,38
«Коэффициент радиального зазора»[4]	-----	$c^*$	0,25

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Межосевое расстояние, мм»[4]	-----	$\alpha_w$	68
«Число зубьев шест. »[4]	-----	$Z_1$	15
«Число зубьев колеса»[4]	-----	$Z_2$	42
«Передаточное число»[4]	-----	$U$	2,80
«Модуль, мм»[4]	-----	$m$	2
«Угол накл. линии зубьев, град»[4]	-----	$\beta$	29
«Шаг, мм»[4]	-----	$p$	5
«Осевой шаг, мм»[4]	$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta}$	$p_x$	13,0
«Ширина венца ведущей шест., мм»[4]	$b_1 = b_2 + (0,4...0,5) \cdot m$	$b_1$	15,2
«Абсолютные значения размеров зуба исходного контура: »[4]			
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_\alpha = m \cdot h_\alpha^*$	$h_\alpha$	2,00
«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	$h_f = m \cdot h_f^*$	$h_f$	2,50

«Коэффициент граничной высоты»[4]	$h_l = m \cdot h_l^*$	$h_l$	4,00
«Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой»[4]	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	$\rho_f$	0,76
«Коэффициент радиального зазора»[4]	$c = m \cdot c^*$	$c$	0,50
«Расчёт параметров зацепления»[4]			
«Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес: »[4]			

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Угол профиля, град»[4]	$\alpha_t = \arctg\left(\frac{tg(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	$\alpha_t$	22,59
«Шаг, мм»[4]	$p_t = \frac{p}{\cos\beta}$	$p_t$	5,72
«Модуль зубьев»[4]	$m_t = \frac{m}{\cos\beta}$	$m_t$	2,29
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos\beta$	$h_{at}^*$	1,75
«Геометрические расчеты эвольвентных зубчатых передач внешнего зацепления.»[4]			
«Угол зацепления проектируемой зубчатой передачи, град»[4]	$\alpha_{tw} = \arccos\left[\cos\alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w}\right]$	$\alpha_{tw}$	27,77
«Коэффициент смещения шест. »[4]	-----	$x_1$	0,00
«Коэффициент смещения колеса»[4]	-----	$x_2$	0,00
«Суммарный Коэффициент смещения»[4]	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	$x_\Sigma$	0,00

«Коэффициент воспринимаемого смещения»[4]	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left( \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tW}} - 1 \right)$	$y$	1,24
«Коэффициент уравнивающего смещения»[4]	$\Delta y = x_\Sigma - y$	$\Delta y$	-1,24
«Радиус делительной окружности шест., мм»[4]	$r_{1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2}$	$r_1$	17,15
«Радиус делительной окружности колеса, мм»[4]		$r_2$	48,02
«Радиус основной окружности шест., мм»[4]	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos \alpha_t$	$r_{b1}$	15,83

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Радиус основной окружности колеса, мм»[4]		$r_{b2}$	44,34
«Радиус начальной окружности шест., мм»[4]	$r_{w1,2} = \frac{m \cdot Z_{1,2} \cdot \cos \alpha_t}{2 \cdot \cos \alpha_{tW}}$	$r_{w1}$	15,65
«Радиус начальной окружности колеса, мм»[4]		$r_{w2}$	43,82
«Радиус окружности вершин зубьев шест., мм»[4]	$r_{a1,2} = m_t \cdot \left( \frac{Z_{1,2}}{2} + h_{ta}^* + x_{1,2} + \Delta y \right)$	$r_{a1}$	18,32
«Радиус окружности вершин зубьев колеса, мм»[4]		$r_{a2}$	49,19
«Радиус окружности впадин зубьев шест., мм»[4]	$r_{f1,2} = m_t \cdot \left( \frac{Z_{1,2}}{2} + x_{1,2} - h_{ta}^* - c_t^* \right)$	$r_{f1}$	12,65
«Радиус окружности впадин зубьев колеса, мм»[4]		$r_{f2}$	43,52
«Высота зубьев колес, мм»[4]	$h = h_1 = h_2 = m_t \cdot (2 \cdot h_{ta}^* + c_t^* - \Delta y)$	$h$	11,33

«Толщина зуба по дуге делительной окружности шест., мм»[4]		$s_1$	3,59
«Толщина зуба по дуге делительной окружности колеса, мм»[4]	$s_{1,2} = m_t \cdot \left( \frac{\pi}{2} + 2 \cdot x_{1,2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_t \right)$	$s_2$	3,59
«Угол профиля на окружности вершин зубьев шест., град»[4]		$\alpha_{a1}$	30,21
«Угол профиля на окружности вершин зубьев колеса, град»[4]	$\alpha_{a1,2} = \arccos \left( \frac{r_{b1,2}}{r_{a1,2}} \right)$	$\alpha_{a2}$	25,67

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Степень точности зубчатых колес»[4]	-----	$n$	7
«Мах момент двигателя, Нм»[4]	<i>Из тягового расчёта</i>	$M_{E \max}$	141,5
«Частота вращения шест. при максимальном моменте, мин <sup>-1</sup> »[4]	<i>Из тягового расчёта</i>	$n_1$	3000
«Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин <sup>-2</sup> »[4]	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	$n_2$	964
«Крут-й момент на валу шест., Нм»[4]	-----	$M_1$	141,5
«Крутящий момент на валу колеса, Нм»[4]	$M_2 = M_1 \cdot U_{12}$	$M_2$	336
«Окружная скорость вращения зубчатых колёс, м/с»[4]	$v = \frac{\pi \cdot r_i \cdot n_i}{30 \cdot 1000}$	$v$	4,85
«Материал шест.»[4]	-----	20ХГНМ	

«Твёрдость поверхности зуба»[4]	<i>Справочная величина</i>	<i>HRC</i>	58
«Окружная сила в зацеплении, Н»[4]	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	$F_t$	7667
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине зуб»[4]	1,02 для твердости поверхности зубьев >350HB	$K_{F\beta}$	1,02

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Коэффициент, учитывающий форму зуба колеса»[4]	<i>Справочная величина</i>	$Y_{F2}$	3,61
«Коэффициент, учитывающий наклон зуба»[4]	$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^0}{140}$	$Y_\beta$	0,79
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_\alpha}$	$K_{F\alpha}$	0,41
«Напряжение изгиба в зубе шест., МПа»[4]		$\sigma_{F1}$	318
«Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа»[4]	$\sigma_{Fi} = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_{Fi} \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_i \cdot m}$	$\sigma_{F2}$	325
«Предел выносливости, МПа»[4]	<i>Справочная величина</i>	$\sigma_{F\lim}^0$	1180
«Коэффициент, учитывающий нестабильность свойств»[4]	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]'$	1,25

«Коэффициент, учитывающий способ получения заготовки»[4]	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]''$	1
«Коэффициент безопасности»[4]	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25
«Коэффициент крутящего момента»[4]	<i>Справочная величина</i>	$K_M$	0,65
«Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа»[4]	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\text{limb}}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	<i>1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс</i>	$K_{H\alpha}$	1
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба»[4]	<i>1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колес относительно опор и твердости поверхности зуба &gt;350НВ</i>	$K_{H\beta}$	1,15
«Динамический Коэффициент»[4]	<i>Справочная величина</i>	$K_{Hv}$	1,05
«Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку и неравномерность распределения нагрузки между зубьями и по ширине зуба»[4]	$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv}$	$K_H$	1,21

«Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа»[4]	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	$\sigma_H$	1027
«Предел контактной выносливости при базовом числе циклов, МПа»[4]	$\sigma_{H \lim b}^0 = 23 \cdot HRC$	$\sigma_{H \lim b}^0$	1334
«Коэффициент долговечности»[4]	<i>Справочная величина</i>	$K_{HL}$	1
«Коэффициент безопасности»[4]	<i>Справочная величина</i>	$[S_H]$	1,1
«Допускаемое контактное напряжение, МПа»[4]	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim b}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
«Должно выполняться условие:»[4]	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

### 2.2.3 Расчёт зубчатой передачи третьей ступени коробки передач

«Для передачи крутящего момента 3-ой передачи ( $U_3 = 2,188$ ) выбирается косозубая зубчатая передача с постоянным передаточным числом, с внешним зацеплением и линейным касанием.»[4]

Таблица 29 - Расчёт параметров зубчатого зацепления третьей передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепления:			
Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Угол главного профиля, град»[4]	-----	$\alpha$	20
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	-----	$h_\alpha^*$	1
«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	-----	$h_f^*$	1,25
«Коэффициент граничной высоты»[4]	$h_l^* = 2 \cdot h_\alpha^*$	$h_l^*$	2

«Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой»[4]	-----	$\rho_f^*$	0,38
«Коэффициент радиального зазора»[4]	-----	$c^*$	0,25
«Межосевое расстояние, мм»[4]	-----	$\alpha_w$	68
«Число зубьев шест. »[4]	-----	$Z_1$	16
«Число зубьев колеса»[4]	-----	$Z_2$	35
«Передаточное число»[4]	-----	$U$	2,19
«Модуль, мм»[4]	-----	$m$	2,25

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Коэффициент высоты головки зуба »[4]	$h_\alpha = m \cdot h_\alpha^*$	$h_\alpha$	2,25
«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	$h_f = m \cdot h_f^*$	$h_f$	2,81
«Коэффициент граничной высоты »[4]	$h_l = m \cdot h_l^*$	$h_l$	4,50
«Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой »[4]	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	$\rho_f$	0,86
«Коэффициент радиального зазора»[4]	$c = m \cdot c^*$	$c$	0,56
Расчёт параметров зацепления			
«Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес: »[4]			
«Угол профиля, град»[4]	$\alpha_i = \arctg\left(\frac{tg(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	$\alpha_i$	22,59

«Шаг, мм»[4]	$p_t = \frac{p}{\cos \beta}$	$p_t$	5,72
«Модуль зубьев»[4]	$m_t = \frac{m}{\cos \beta}$	$m_t$	2,57
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos \beta$	$h_{at}^*$	1,97
«Коэффициент радиального зазора»[4]	$c_t^* = c^* \cdot \cos \beta$	$c_t^*$	0,22
« Геометрические расчеты эвольвентных зубчатых передач внешнего зацепления: »[4]			
Угол зацепления проектируемой зубчатой передачи, град	$\alpha_{tW} = \arccos \left[ \cos \alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w} \right] \alpha_{tW}$		27,04

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Коэффициент смещения колеса»[4]	-----	$x_2$	0,00
«Суммарный Коэффициент смещения»[4]	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	$x_\Sigma$	0,00
«Коэффициент смещения»[4]	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left( \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tW}} - 1 \right)$	$y$	0,93
«Коэффициент уравнивающего смещения»[4]	$\Delta y = x_\Sigma - y$	$\Delta y$	-0,93
«Радиус делительной окружности шестерни., мм»[4]		$r_1$	20,58
«Радиус делительной окружности»[4]	$r_{1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2}$	$r_2$	45,02
«Радиус основной окружности., мм»[4]	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos \alpha_t$	$r_{b1}$	19,00

«Радиус основной окружности»[4]		$r_{b2}$	41,56
«Радиус начальной окружности шестерни, мм»[4]		$r_{w1}$	18,66
«Радиус начальной окружности колеса, мм»[4]	$r_{w1,2} = \frac{m \cdot Z_{1,2} \cdot \cos \alpha_t}{2 \cdot \cos \alpha_{tw}}$	$r_{w2}$	40,82
«Радиус окружности вершин зубьев»[4]		$r_{\alpha 1}$	23,24
«Радиус окружности вершин зубьев колеса, мм»[4]		$r_{\alpha 2}$	47,68
Радиус окружности впадин зубьев колеса, мм	$r_{\alpha 1,2} = m_t \cdot \left( \frac{Z_{1,2}}{2} + h_{ta}^* + x_{1,2} + \Delta y \right)$	$r_{f2}$	39,39

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Толщина зуба по дуге делительной окружности колеса, мм»[4]		$s_2$	4,04
«Угол профиля на окружности вершин зубьев шестерни, град»[4]		$\alpha_{a1}$	35,17
«Угол профиля на окружности вершин зубьев колеса, град»[4]	$\alpha_{a1,2} = \arccos \left( \frac{r_{b1,2}}{r_{a1,2}} \right)$	$\alpha_{a2}$	29,34
«Коэффициент торцового перекрытия»[4]	$\varepsilon_{\alpha} = \frac{Z_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + Z_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}{2 \cdot \pi} - \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2 \cdot \pi}$	$\varepsilon_{\alpha}$	9,43
«Допустимый Коэффициент торцового	1 - для косозубой передачи	$[\varepsilon_{\alpha}]$	1,00

перекрытия»[4]			
«Должно выполняться условие:»[4]	$\varepsilon_\alpha \geq [\varepsilon_\alpha]$	выполнено.	
Проверочный расчёт зубьев на изгиб			
«Степень точности зубчатых колес»[4]	-----	$n$	7
«Мах момент двигателя, Нм»[4]	<i>Из тягового расчёта</i>	$M_{E \max}$	120
«Частота вращения шестерни при максимальном моменте, мин <sup>-1</sup> »[4]	<i>Из тягового расчёта</i>	$n_1$	2700
«Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин <sup>-2</sup> »[4]	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	$n_2$	1234

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Твёрдость поверхности зуба»[4]	<i>Справочная величина</i>	<i>HRC</i>	58
«Окружная сила в зацеплении, Н»[4]	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	$F_t$	6431
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине зуб»[4]	<i>1,02 для твердости поверхности зубьев &gt;350НВ</i>	$K_{F\beta}$	1,02
«Коэффициент динамичности»[4]	<i>1 – для косозубой передачи 7-й степени точности, с окружной скоростью 3...8 м/с</i>	$K_{Fv}$	1
«Коэффициент нагрузки»[4]	$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$	$K_F$	1,02

«Коэффициент, учитывающий форму зуба шестерни»[4]	<i>Справочная величина</i>	$Y_{F1}$	3,75
«Коэффициент, учитывающий форму зуба колеса»[4]	<i>Справочная величина</i>	$Y_{F2}$	3,65
«Коэффициент, учитывающий наклон зуба»[4]	$Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta^0}{140}$	$Y_{\beta}$	0,79
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_{\alpha}}$	$K_{F\alpha}$	0,55
«Напряжение изгиба в зубе шестерни, МПа»[4]	$\sigma_{Fi} = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_{Fi} \cdot Y_{\beta} \cdot K_{F\alpha}}{b_i \cdot m}$	$\sigma_{F1}$	281
«Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа»[4]		$\sigma_{F2}$	291

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Величина
«Коэффициент безопасности»[4]	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25
«Коэффициент реализации крутящего момента на передаче»[4]	<i>Справочная величина</i>	$K_M$	0,65
«Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа»[4]	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \lim b}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452
«Должны выполняться условия : »[4]		$\sigma_{F1} \leq [\sigma_F]$	выполнено.
		$\sigma_{F2} \leq [\sigma_F]$	выполнено.
«Проверочный расчёт на контактную выносливость»[4]			

«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс	$K_{H\alpha}$	1
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба»[4]	1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колёс относительно опор и твердости поверхности зуба >350HB	$K_{H\beta}$	1,15
«Динамический Коэффициент»[4]	Справочная величина	$K_{Hv}$	1,05
«Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа»[4]	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	$\sigma_H$	952
«Допускаемое контактное напряжение, МПа»[4]	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \text{ limb}}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
«Должно выполняться условие: »[4]	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

### Расчёт шлицевого соединения на вторичном валу

«Исходные данные для расчёта

Мах крутящий момент двигателя  $T_E = 120 \text{ Нм} = 120000 \text{ Нмм}$ ;

Передаточное число низшей передачи  $u = 3,63$ ;

Длина шлиц на валу:  $b_1 = 13 \text{ мм}$ ;

Длина шлиц на ступице синхронизатора :  $b_2 = 16 \text{ мм}$ ;

Рабочая ширина шлиц:  $l = 13 \text{ мм}$ ;

Модуль:  $m = 1,0583 \text{ м}$ ;

Число зубьев:  $z = 33$ »[4]

«Материал вторичного вала – Сталь 20ХГНМ, термообработка – нитроцементация, закалка и низкий отпуск.

Твердость поверхности  $\geq 58$  HRC.

Материал ступицы синхронизатора – металлокерамика.

Твердость поверхности  $\geq 300$  HV 0,5

Расчет шлиц на смятие»[4]

$$\sigma_{CM} = \frac{T_E \cdot u}{y \cdot F \cdot l \cdot r_{CP}} \leq [\sigma_{CM}], \quad (64)$$

«где  $y$  – Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения усилий по рабочим поверхностям зубьев,  $y = 0,8$ ;

$F$  – площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1мм длины шлицевого соединения, мм<sup>2</sup>;

Для эвольвентных шлиц: »[4]

$$F = 0,8 \cdot m \cdot z, \quad (65)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,0583 \cdot 33 = 27,9 \text{ мм}^2.$$

« $r_{CP}$  – радиус закругления, мм; »[4]

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot m \cdot z, \quad (66)$$

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 1,0583 \cdot 33 = 17,463 \text{ мм}.$$

« $[\sigma_{CM}]$  – допустимое напряжение смятия, Н/мм<sup>2</sup>, »[4]

$$[\sigma_{CM}] = 137 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{CM} = \frac{120000 \cdot 3,63}{0,8 \cdot 27,9 \cdot 13 \cdot 17,463} = 86,2 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{CM} \leq [\sigma_{CM}]$$

Условие прочности шлицевого соединения смятию выполнено.

## Вывод

Расчетные данные показывают что все критерии оценки работоспособности проектного узла отвечают всем требуемым необходимым нормам.

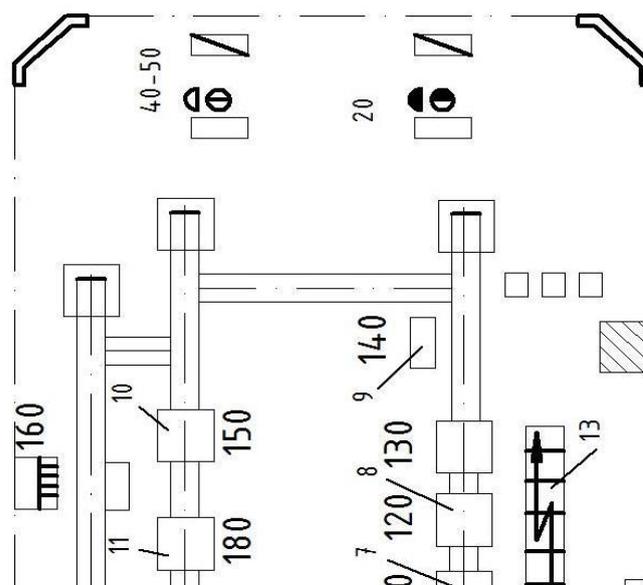
### **3 Безопасность и экологичность объекта**

«Большая часть человеческой жизни происходит в системах антропогенного происхождения. Активное хозяйственное мероприятие - освоение новых территорий, «преобразование природы», создание искусственных экосистем, таких как город, неизменно привело к ухудшению состояния окружающей среды, а также качества жизни людей. Автотракторная сельское хозяйство, конфигурация, месторасположение, функционирование промышленных периодов, подразумевает техногенные истоки для любого заселенного пункта. Особенностью автотранспортных компаний в области охраны труда является большое количество производственных циклов, где выполняются ремонты, помывки, покраски,

монтаж, испытания и другие работы. Данные виды работ относятся к опасному и вредному производственному фактору, воздействующему на человека в процессе работы, а также к определенным давлениям в окружающей среде - стокам, ливневодам, воздуху, выбрасываемому из вентиляции, стоянкам автобусов, машин, горячим цехом и т.д. Таким образом, необходима четкая инженерная разработка задач, направленной на обеспечение безопасной работы людей в производственном процессе и снижения антропогенного воздействия транспортных предприятий на окружающую среду. В процессе труда человек обращает внимание на объекты труда, на орудия труда, на других людей. Кроме того, на него влияют всевозможные факторы промышленной среды, в которой происходит деятельность: температура, сырость и движение воздуха, шум, вибрация, вредные вещества. Все это, в целом, характеризует определенные условия работы человека. Большинство условий труда зависят от здоровья, работоспособности, его отношений к работе, от результатов работы человека. При неблагоприятных условиях резко снижается производительность труда и появляются предпосылки для травм и профессиональных заболеваний.»[7]

### 3.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки КПП на рисунке 1, опасные факторы в таблице 30.



\

Рисунок 1 - Эскиз рабочего места.

Условные обозначения

-  - Горизонтально замкнутый конвейер.
-  - Стеллаж.
-  - Рабочий стол сборщика.
-  - Контейнер для деталей.
-  - Рабочее место.
-  - Подвод сжатого воздуха.
-  - Местное освещение.
- 
- 

- Бампер.
- Колонны.
- Границы участка.

Описание технологического оборудования.

- «1 – устройство для смазки подшипников.
- 2 – устройство для смазки шестерен.
- 3 – приспособление спутник для фиксации картера.
- 4 – пневмогайковерт.
- 5 – пресс для запрессовки шестерен.
- 6 – автоматический гайковерт.
- 7 – автомат для смазки и установки шайб.
- 8 – пресс для запрессовки пыльников.
- 9 – стенд для регулировки осевого зазора.
- 10 – стенд испытательный.
- 11 – устройство для смазки внутренних поверхностей чехлов.
- 12 – устройство для смазки наружных поверхностей картера.
- 13 – электрический шкаф.
- 14 – приспособление для маркировки.»[7]

Таблица 30 - Опасные и вредные факторы производства

Наименование ОВПФ	Воздействие ОВПФ на организм человека
1) Повышенный уровень шума.	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему.
1) Повышенный уровень шума	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему.
2) Повышенный уровень вибраций	2) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса,

1) Подвижные детали. 2) Напряжение зрительных анализаторов.	1) Травматизм. 2) Снижение зрения, утомляемость, головная боль, раздражительность, нервное
1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенный уровень	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз, сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса,
9) Напряжение зрительных анализаторов.	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное»[7] перенапряжение, стресс.

### Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников

«Движение машины и механизма, подвижные части техники, подвижные изделия и заготовки при ненадлежащем соблюдении защитных мер может привести к переломам, ушибам, ссадинам, и т.д. в разных органах человека и конечностей.

Повышенный уровень влажности воздуха в помещении, а также пыль отрицательно влияет на дыхательные пути, кожу, органы зрения, пищеварительную систему. На начальной стадии поражение пыли в верхнем дыхании сопровождается жжением, при длительных вмешательствах появляется кашель, отхаркивается грязная мокрота. Пыль в легких приводит к развитию патологического процесса, относящегося к пневмонии. Повышенная температура поверхности приборов приводит к увеличению температуры поверхностей человека.»[7]

«Повышение уровня шумов и вибраций. Прежде всего, шум оказывает влияние на человеческое сердце. Во второй степени воздействия является орган слуховой слышимости. При частоте  $2 \times 10^2$  Па интенсивности  $J$  10 Вт и частоте 1000 Гц человек чувствует боль, это болезненная частота. Человек способен воспринимать вибрации звука в пределах 20-20.000 Герц. Наименьшие частоты звука  $R_{o2}$  10-5Pa, частоты  $J_o$  10-12 Вт/м<sup>2</sup> в 1000 Герц. Третий уровень по степени

воздействия - это гипофиз человека. Даже небольшое пребывание в местах звукового давления более 135 дБ в любом октанном поле запрещено для любого.

Повышение напряжения в электропроводящей цепи. Повышается статическая электроэнергия. Электрический ток, проходящий через организм человека, оказывает следующие эффекты:

- электрические: разложение крови и плазмы;
- термическая: нагревается ткань, сосуды, нервы человека, возникают ожоги;
- биологическая: раздражает и подавляет живую ткань организма, непроизвольно сокращает мышцы, что может остановить деятельность органов дыхания и сердца.

Увлажнение воздуха. Повышенная влажность в сочетании с понижением температуры происходит сильно процесс охлаждения человека, сочетающаяся с высокой – сильно нагревается человек.

Недостатка или отсутствия естественного света, освещения рабочей зоны, увеличение пульсации светового потока. Естественное световое освещение имеет высокий биологический и санитарный смысл и очень сильно сказывается на психологии человека, и, наконец, на производственной травматизации и трудовой производительности.»[7] «Поэтому в летний период, благодаря огромному использованию естественных лучей, количество несчастных случаев значительно меньше, чем в осенне-зимний период. Для защиты от слепого действия прямых лучей солнца и отражения их блестящей поверхности световые проемы покрывают тонким слоем тонирующей краски или простое стекло заменяется матовым. Для использования только местного освещения не разрешается, так как резкий контраст яркого и плохого освещения вредит зрительному органу работников, снижает скорость работы, иногда приводит к несчастному случаю. Пульс света негативно влияет на глаза человека, вызывает боль, раздражение и приводит к ухудшению зрения. Острые кромки, заусенцы, шероховатые инструменты, заготовки, неправильно используя специальные защитные меры,

например нехватку кожуха, могут привести к опасным травмам: порезам, инфекциям. Это усугубляет человеческую производительность.

Химическая и производственная пыль. Токсические вещества проникают в организм человека через органы дыхания, кишечника и кожи. В воздухе рабочего кабинета или зоны вдыхаются токсины, входят в легкие. После всасывания в кровь яды всасываются и распространяются на все органы и ткани организма, после чего происходит отравление всех органов и тканей. Яды попадают в кишечник при попадании токсических веществ в слизистую ротовую полость. Далее яды направляются в печени, где они обезвреживаются небольшой их части, но большая часть их все таки распространяется по всему организму. Проходят через кожу вещества, отлично растворимые в жире, такие, как бензол, тетраэтилсвинец-(СН<sub>3</sub>СН<sub>2</sub>)<sub>4</sub>Pb. Часть задерживается в печени, мышцах, селезенках, костях и вызывает болезнь. На данном участке промышленная пыль - стальная. Наибольшую опасность для организма представляют мелкие дисперсионные частички пыли. Частицы длиной 0. 2.0. м-6 В верхней части дыхания задерживаются 5 мг. На начальной стадии поражение пыли в верхнем дыхании связано с зудом и длительными воздействиями, которые провоцируют кашель, отхаркивание грязной мокроты.»[7] «Частицы не более 0.1 м-6 - наибольшая опасность организма, так как они не задерживаются в верхнем дыхании, а проникают в лёгкие, оседают, вызывают патологические процессы. В воздухе рабочей зоны можно, чтобы было такое содержание такие следующие вещества: бензин 100 мкг на м<sup>3</sup>, керосин 300 мкг, бензол 15 мкг, толуол 50 мкг, Ксилол 50 мкг.

Изменения климата и климатических параметров. Определение температуры воздушной среды зависит от того, какое количество выделений тепла есть в рабочей зоне, источниками которых могут быть нагретые металлы. Согласно санитарным нормам, помещение из-за недостаточного тепловыделения влияющего на температурные характеристики воздуха является «горячим», из-за недостаточного тепловыделения больше 23 г/м<sup>2</sup>.

Увлажнение воздуха - 70 %. Передвижение воздуха не превышает 0.2 метра в секунду. Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонные работы негативно влияют на здоровье, вызывают расстройства психики, психического и умственного напряжения.»[7]

### **3.2 Мероприятия для обеспечения безопасного труда**

«Требования к вентиляции. Для обеспечения чистого воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях, помимо местных отсасывающих устройств, позволяющих удалить вредное вещество из зоны пылесжигания, мелких стружек и смазочных жидкостей аэрозолей смазывающих и охлаждающих жидкостей, необходимо предусматривать общеобменную систему вентиляции.

Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать 8 категориям зрительных работ СН, Р23-0595. Для локальной системы освещения необходимо использовать лампы светодиодные с несветящими отражателями, а защитный угол не менее 30°. Также должны быть предусмотрены меры, направленные на снижение отражённых плотностей света.

Требования к техническому обеспечению. Мероприятия по защите человека от опасных и вредных производственных факторов могут включать следующие мероприятия:

- Предотвращение травматизма работников от опасных и вредных производственных факторов;
- Для предупреждения повреждения глаз используются прозрачные экраны;
- Для предупреждения повреждения отлетающих частей используются зажимные устройства;»[7]

Кроме технической работы в цехе предусмотрено предоставление персоналу специальной одежды, специальной обуви и иных индивидуальных

средств для защиты от шума, вибрации, а также для профилактики шума, вибрации.

«Кроме технических есть еще такие санитарно-гигиенические условия, необходимые для нормальной работы сотрудников, обеспечиваются системой освещения и отопления. Освещение в производственных помещениях возможно от естественных и искусственных светильников. Он необходим для улучшения условий зрительной работы, снижения утомляемости, повышения производительности работы, а также для улучшения качества выпускаемой продукции. В режиме дневного света естественное освещение осуществляется через верхний и боковой проёмы окон, в режиме вечернего графика работы – искусственное, с помощью люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения, в некоторых местах – комбинированным.»[7] Для повышения производительности труда работников важную роль играют вентиляция и отопление рабочего помещения. Комплексная система вентиляции включает принудительную и естественную. Естественная воздушная вентиляция – процесс осуществляется через окна в крыше предприятия. Принудительная вентиляция осуществляется с помощью вентиляционной установки и систем кондиционирования воздуха. Система центральной системы отопления – это водяная система отопления, которая применяется для обогрева помещений.

Средства индивидуальной защиты сотрудников. Чтобы защитить сотрудников и работников цеха, участка реза, для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, необходима специальная одежда, специальная обувь, защитные средства. Для защиты кожи от воздействия специальных смазывающих и охлаждающих жидкостей используются профилактические масочки, мази, кремы и усиленные маски, которые имеют в комплекте угольные сменные фильтра. В ГОСТах устанавливается и определена специальная одежда для защиты от механических повреждений. Защитные средства от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 06879. Защитные средства для глаз - защитные очки ГОСТ 1212. 4. 00380.

«Требования безопасности к термической обработке. Освещение термических цехов должно составлять 300 лк по СНиП, П23-5-95.

Обеспечить пожарную безопасность. Помещения термических цехов оборудованы общим вентиляционным оборудованием. Воздух попадает в верхние или рассеянные зоны помещений или попадает в рабочую зону с скоростью подъема воздуха в рабочую зону со скоростью перемещения не менее 0.2 метра,»[7] в течении секунды. Оборудование, являющееся источником ядовитых и вредных веществ, оборудовано местным отсеком. СН и П21-0797.

Индивидуальная защита. Для защиты глаз от излучения используют металлическую ленту с ячеистой конструкцией 0,008 м на 0,008 м., в которых на уровне лица устанавливается натуральное стекло с толщиной 0,003 м, сгибающееся по лицевой стороне. «Для защитного процесса работы, для органов дыхания применяется респиратор RMP- 62 по ТУ1-301-052181. Специализированные одежды по ГОСТ 12. 4. 03878. Специализированные обуви, защищающие от повышенных температур, ГОСТ 12. 4. 005078. Средства защиты рук – специальная рукавица ГОСТ12. 4. 001078, защита для дерматологических заболеваний ГОСТ 1212. 4. 06879. Требования безопасности для эксплуатируемого оборудования.»[7]

Главное требование к охране труда, которое предъявляется при разработке техники, автомобилей, отдельных агрегатов и техники в целом, - безопасность работника в целом. Немаловажно, конечно, чтобы все было комфортно и надежно в использовании. И в настоящее время существуют установленные требования к безопасности труда.

Прежде всего, безопасность применяемого на производстве оборудования обеспечивается грамотной подборкой принципов рабочего процесса, конструктивного решения и элементов рабочего процесса, параметров рабочего процесса и т.д. Но в то же время средства защиты заслуживают особого внимания, а лучше сразу их вписывать в конструкцию прибора. Защитные элементы должны быть многофункциональными, т.е. они должны сразу решать несколько задач. Например, при конструктивных особенностях механизмов

станина обязательно должна обеспечивать не только защиту опасных объектов, но и снизить шум при выполнении работ, и минимизировать вибрации, а оградить обширный круг заточного оборудования это действие должно соответствовать системе локальной вентиляции. Что касается систем чрезвычайной опасности, они должны быть выполнены с учетом мониторинга дополнительных показателей государственного надзора по охране окружающей среды. Если есть электропровода, то следует обязательно придерживаться правил устройства электроустановок. В случае использования рабочих с несоответствующим значением некоторых показателей, т.е. это могут быть, например, под высокой влажностью, не соответствующей атмосферному давлению и т.д., и при этом следует также соблюдать требования ГОСТ. Всегда предусмотрены средства для защиты от излучения ионизированных или электромагнитных лучей, загрязнений и лучевого воздействия.

Надежность эксплуатации техники зависит от возможности избежания сбоев и нарушений в процессе работы. Ведь самый разный сбой может привести к серьезным последствиям, например, к авариям на производстве или к травмам обслуживающего оборудование персонала. В обеспечении безопасности огромное значение имеет прочность приборов и оборудования. Прочность конструкции определяется прежде всего прочностью основного материала, используемого для производства, и соединительными элементами. Немаловажными условиями эксплуатации являются, например, наличие смазки или возможность ржавчины в результате воздействия окружающего воздуха, повышенная износостойкость, долговечность работы и т.д.

В процессе обслуживания следует учитывать исправность приборов измерения и контроля, автоматическую систему регулирования и т.д. Если автомат не работает, нужно подключить обслуживающего персонала к работе по ремонту данной неисправности. В зависимости от этого рабочая зона оператора должна быть проектирована в соответствии с возможными физиологическими особенностями и психологическими характеристиками человека и должна учитываться антропометрическая информация. Очень важно, что оператор может

максимально быстро, а также грамотно рассчитывать и учитывать все показания контролируемого оборудования, точно воспринимать тот или иной сигнал и т.д. При отсутствии механизмов контроля оператор будет с большой вероятностью быстро утомляться и ошибаться. Для этого нужно, чтобы рычажные и управляющие элементы были беспрепятственно доступны, хорошо расположенные и удобные для использования. Такие элементы чаще всего располагаются на самом устройстве или отдельно расположены на специальном пульте, который находится непосредственно вблизи самого устройства.

Абсолютно любой вид оборудования должен быть удобен для обслуживания и ремонта, разборок, настроек, смазок и т.д. В общем, в процессе работы не должны быть проблемные участки.

Степень нагрузки на персонал, работающий на основном оборудовании, связана прежде всего с физическими нагрузками, но следует учесть и психологические нагрузки. Ведь при работе обстановка играет очень сильное значение, и даже выбор цветов в большинстве случаев очень важен.

Инструкция по безопасности для механика-слесаря сборочной работы

Основное требование к рабочему процессу

1. Важно полностью привести свою робу в порядок, закрепить рукава, и таким образом защитить руки. В общем, сделать все, чтобы ничего развивающегося не было, которое может зацепить оборудование. Одежда рабочей униформы должна обязательно соответствовать стандартам индивидуального защитного средства.

2. В процессе эксплуатации специальные смазывающие и охлаждающие жидкости необходимо использовать лишь закрытую обувь, наносить защитный состав на руки, а в зоне повышения шума применять беруши или наушники.

3. Рабочая площадка должна быть чистой и полной готовности к рабочему процессу сборки или изготовления необходимых деталей.

4. Проверьте фронт работы и составьте алгоритм действия, подготовьте необходимые инвентари и разместите все на месте, чтобы пользоваться удобно.

Важно знать, что все инструменты и приборные панели должны быть тоже в полном состоянии, исправны, полностью работают, а также чистыми.

5. Убедитесь, что все элементы, поступившие на сборку конкретного участка, находятся в соответствующем контейнере или таре, а все соответствует установленным правилам.

6. Всё пусковое оборудование должно быть нормально, а также ограждение или блок оборудования автоматики должны быть в наличии.

#### Требования к безопасной работе

1. При подготовке нужно проверить исправность сборочных агрегатов, электрических и пневматических инструментов на холостой езде. При необходимости проводить настройку освещения так, чтобы зону рабочего места было хорошо видно и все было освещено и работать было удобно.

2. В механизме работы на механических прессах соединение осуществляется только с помощью клавиш или двуручных переключателей. «При движении ручной кнопки трогать детали категорически запрещается, а также блокировать кнопки входа и выхода.

3. При использовании ударного оборудования необходимо использовать специальные защитные экраны или очки и принимать ряд мер для исключения риска получения травм.

4. Это те действия, которые недопустимы:

- Работы на сборочной конструкции прессового производства при снятии или даже при неисправности ограждений.

- Загружать детали при работающем устройстве, тем более, если имеются вращающиеся элементы.

- Нельзя позволять посторонним людям попасть на рабочую зону.

- Исключить технику самопроизвольно работающую, переключиться на автоматическую или принудительное воздействие на электрические клапаны, блокировать ограждение, выключатель и т.д. Так как в этом случае это повышает риск травмирования рабочего класса.

- Начинать работу при неисправном сигнальном устройстве на пульте, указывающем на включение линии или отключение её.»[7]

- Начинать рабочий процесс или работу без надежного закрепления обрабатываемого элемента и даже при неправильном расположении этого компонента.

- В процессе эксплуатации оборудования можно самостоятельно опустить подъемные механизмы, транспортные устройства и механизмы поворотов, механизмы и т.д.

- Установка или демонтирование, крепление изделия или инструмента, измерение деталей и проведение других манипуляций, не предусмотренных технологиями выполнения этой работы.

5. При переходе по линии транспорта использовать мост.

6. Обязательно выключите оборудование из их сетей:

- Если оператор уезжает с работы даже если он вернется через несколько минут. Но не в том случае, если обслуживание поручено несколькими станками.

- В случае прекращения работы на определенное время.

- В случае перерыва в подаче электроэнергии.

- В процессе ремонта, уборки или смазки, чистки и т.д.

- Если у вас есть проблемы, которые нужно исправить.

7. При необходимости подтягивайте гайки и болты и другие элементы соединения.

8. Все съемные элементы из контейнера нужно устойчиво укладывать на заранее установленное место. Никогда не нужно перебрасывать их.

9. В процессе работы сверловых установок или такого оборудования, прежде всего, необходимо провести инструктаж по эксплуатации. Деталь обработки только если деталь крепится максимально крепко в ящиках или планках на столе.

10. «Не работайте в перчатке или не трогайте сверла при вращении. Возникающие стружки при работе можно устранить только взяв щетку или крючок, а также только после окончательного торможения элемента вращения.

Требования к безопасности при завершении процесса работы:

1. Надо полностью проверять технику, убедиться, что все отключено.
2. Ручной инструмент должен быть положён на место.
3. Убедитесь в том, что жидкость смазывания и охлаждения находится на своем месте.»[7]
4. Привести робу в порядок.
5. Оставьте посторонние вещи в своем ящике, чтобы в руках не было ничего лишнего.

Принципы пожарной безопасности в рабочем месте

В настоящее время пожарная безопасность является полноценным комплексом организационных и технических мер, направленных на предотвращение воздействия опасного стечения обстоятельств на работников при пожаре и минимизацию материального ущерба.

Защита объектов промышленного назначения гарантируется, прежде всего, высококачественным отбором информативности пожарной безопасности и защищенности, группировкой пожарной опасности колонны на производстве, негорючей по приделу пожарной опасности. Важно ограничение распространения огня в случае возникновения открытых очагов. Взрывные участки нужно оградить ограждениями и защитными устройствами. Для этого нужно использовать противодымные системы и разработать план оказания эвакуации людей с объекта, а также настроить автоматическую систему тревоги и пожарной сигнализации.

Оценка пожарной безопасности и противопожарной эффективности имеет огромное значение в процессе выполнения мер по пожарной безопасности и взрывной безопасности.

В соответствии с строительными нормами и правилами, указанными в своде правил и норм, производственные помещения, а также здания, которые являются объектами взрывоопасных и аварийных случаях, делятся на категории А, В, V, G, D.

Например, участок изготовления деталей узлов - участок Г, то есть в производстве используются вещества, не горящие в зависимости от его состояния, а также не взрывающиеся.

Если при обработке выделяется лучевая теплота и искра, а при пожаре используется порошок огнетушителя ОП-10А.

#### Защита электробезопасности в производстве

По электробезопасности участок производства узла сборки относится к особо опасным, поскольку относительная температура достигает 70 градусов. При этом химическая среда очень активна, что негативно влияет на изоляцию электрооборудования. «Таким образом, требуется определённая конструкция установки, применение технических средств и средств для защиты, технические или организационные мероприятия.

Главные технические методы и средства защиты от электрического тока - заземление,»[7] разделение и отключение сетей. Нужно, разумеется, качественно делать изоляцию токоведущих частей. Ну и нужны знаки охраны, защита и ограждение в обязательном порядке по требуемым стандартам.

#### Экологическая проверка объекта

Для защиты людей необходимо предпринять меры, соблюдать допустимые выбросы вредных веществ в атмосферу.

Для защиты атмосферы на объекте используются специальные очистные установки в помещениях, где расположена малярная или заточная техника. Это оборудование и мероприятия как раз для этого служат и они обязательно должны применяться при необходимости:

1. Обеспечивающие механические приборы, в которых пыль возникает при действием тяжести, центробежных сил или просто на инерцию.

2. Присадки на топливо, чтобы минимизировать вредные выбросы, сажа, углеводороды и т.д.

Кроме того, на работе создаются скважины для литья, производственной или бытовой воды, а также для воды при мойке автомобилей. Для хозяйственных и бытовых стоков их направляют в центральную систему канализации, куда их

утилизируют на выделенных территориях. Иные сорта и виды сточных вод очищаются на специальной технике. Прежде всего производится механическая очистка, т.е. отстой, в котором удаляются взвесь, дисперсные и коллоиды. В конце концов, все продукты собирают и уничтожают с поверхности водой.

Для очищения ливнеходов и очистки авто используется специальное ЖБИ оборудование и специальные люди, включающие в себя это:

1. Песок.
2. Мусорщик.
3. Атрибут фильтрации – т.е. фильтры, сетки и т.д.
4. Компонент автоматического уничтожения углеводородных соединений.
5. Усадка.

Результаты применения вышеперечисленных строений подтверждаются при подборе проб, которые затем берутся специалистами из химлаборатории из них, и проведении лабораторного анализа. И потом полученные результаты сравниваются с допустимой нормой выбросов соответствующих инстанций. Если, та проба которую взяли на производствах превышает норму, то необходимо внести изменения в технологические процессы или просто усовершенствовать систему очищения.

#### Защита сотрудников при аварийной ситуации

Если происходит чрезвычайное происшествие, то прежде всего все оборудование отключается аварийным выключением, например:

1. Если посторонние предметы попадают в транспортную линию автоматической линии, то они попадают на позицию загрузки или выгрузки.
2. Если человек находится в опасном районе.
3. При пожаре электрооборудования.
4. В случае с коротким замыканием.
5. При неправильном ориентировании элемента в транспорте на рабочем месте.
6. При работе любого оборудования, который, в свой очередь, может привести к серьезным повреждениям.

Если сотрудник получил травму, то необходимо незамедлительно получить первую помощь и сообщить начальству о случившемся. Сам пострадавший, разумеется, должен быть направлен в медучреждение.

В случае возгорания или природного катаклизма необходимо обеспечить оперативную эвакуацию персонала. В соответствии с СНиП П-2-80 должны быть не менее двух пожарных выходов.

1. Должно быть лишь по одной двери, ведущей к выходу пожара, в зависимости от уровня и размеров и расположения помещения.

2. На площади не менее 110 кв. м допустима работа 5 человек, где производится сборка или изготовление соответствующих деталей категорий А, Б и Е.

3. Если объем площади достигает 300 кв. м, то работать должно не менее 25 человек с категорией В.

4. А 50 человек на территории площадью более 600 кв. м с производством категория Г и Д.

Отметим, что выход эвакуаторного проёма из первого этажа устанавливается в помещении расположенной исключительно в первом помещении на первом этаже. Ширина проема лестницы должна быть не менее 70 см, а уклон - 1:1 и не более. Если на предприятии соблюдаются все установленные нормы и требования, то проблем даже в аварийных ситуациях не возникает. Это очень важно, поскольку это зависит для необходимой безопасности любого сотрудника компании или завода и эффективности процесса работы. При этом, если система охраны труда налажена, то она эта система позволяет минимизировать риск и потери компании в чрезвычайных, различных, любых аварийных ситуациях.

Общие требования по охране труда

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

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

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

«При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.» [16]

«Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской

Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

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

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

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

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

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

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций

федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

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

«Общие положения и область применения» [16]

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

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

«В соответствии со статьями 9 и 34 Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. » [16]

«Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного

контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. » [16]

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

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

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

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

«Нормативные ссылки» [16]

«Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"».[16] «Положение о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. » [16]

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

«Термины и определения» [16]

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

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

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

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

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16] «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в  $^{\circ}\text{C}$ . » [16] «Общие требования и показатели микроклимата» [16]

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

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

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

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

«Оптимальные условия микроклимата» [16]

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

«Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. » [16]

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

#### Требования по пожарной безопасности

«Пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства; Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

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

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

меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению пожарной безопасности;» [16]

#### Вывод

В результате работы над разделом было выявлено следующее:

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

- разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.

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

#### 4 Технологическая часть

«В широком смысле технология - это совокупность методов и методик получения, обработки и изготовления сырья материалов, полуфабрикатов и изделий, изготовленных в процессе производства. Если говорить просто, то технология - это комплекс организационных действий, которые направлены на создание сервисного обслуживания и обслуживания изделий номинальной»[5] и оптимальной стоимости и определяют нынешнее развитие техники и науки. В целом его разработали инженеры, программисты и другие специалисты предприятия, работающие в соответствующих областях. Технология обычно рассматривается в соответствии с конкретной производственной отрасли, различает машиностроение, информационные, телекоммуникационные, инновационные, социальные, педагогические, строительные, химические и другие. «В результате осуществления технологического процесса, состоящего из совокупного технологического действия, происходит качество изменения обрабатываемого пространства, его формы строения материальных технических и потребительских свойств, для технологического процесса это должны быть обязательными признаками. Выбирать рабочие предметы, функциональные, восполняющие науку, иметь материальное и техническое оснащение в соответствии со техническими заданиями, соблюдение заданной технологии - это все самые важные понятия, которые необходимы для правильного соблюдения технологии. Выбирать объекты труда – объекты труда на технологическом производстве»[5] – материалы, энергия, информация, объекты живой и социальной среды – в этом списке представлены все компоненты природных, неживотных, искусственных материалов, техносферы, используемые для производства потребительских изделий. Функция означает выполнение своей задачи, технология объединяет средства и способы влияния на выбранный предмет труда, методы получения или изменения выбранного предмета труда во многих случаях зависят от средств труда, например, существует разное оборудование для производства подшипников. «Источники информации,

научность разработки новых технологий должны учитываться, научный результат технологий напрямую зависит от знаний общественности, квалификации работников, наличия необходимых материально-технических ресурсов для производства. Материально-техническая база является комплексом средств производства материала и материалов, необходимых для выполнения задач предприятий, которые входят в состав продукции, а является необходимым фундаментом для функционирования производственной системы – зданий, дорог, мостов, коммуникаций и источников электропередачи.»[5]

«По техническому заданию каждая технология предназначена для удовлетворения любого потребления человека, поэтому технология чётко и с указанием качества и количества задаёт желаемый конечный результат или продукт. Соблюдение технологий, специфики конструкции, последовательности действий технологической системы всегда верно задано, изменить нельзя, алгоритм определяет точную неизменность действий, если правила нарушены, то получится совершенно другой продукт или не получится ничего. Если технологические операции и соответствующие методы воспроизводятся стереотипно, то есть повторно в одном и том же порядке, получится одинаковый результат, практически не отличающийся от предыдущих результатов. Эти признаки процесса технологического процесса позволяют получить новый полноценное определение термина технологий, строго организуемого или построенного на основе алгоритмов, комплекса действия, организационного действия и методов воздействия веществ, энергии и информации, объекта живого природной или социальной среды. Качество и ритмность любого производства зависят от соблюдения трудовой технологической и производственной дисциплины, трудовая дисциплина является порядком производства, предоставлением работникам сырья, инструмента, материала, труда без потерь времени. Не соблюдение производственной дисциплины нарушает принцип организации процессов труда в пространстве и времени – это создает хаос, беспорядок и сама работа оказывается под сомнением ее правильного завершения, поскольку они не имеют направленности процесса.»[5] «Ответственность за

организацию производства несет работодатель, ответственность за его соблюдение - работники производства; дисциплина — это порядок поведения или действий людей, делится на общее обязательство и специальное общее обязательство — соблюдение установленных законами и правилами государства. Основным Законом РФ является Конституция РФ, в котором есть специальные правила и они распространяются на отдельные сферы деятельности, и которые обязательны для работников и сотрудников любой организации. Специальными дисциплинами являются школьные, военные, дисциплины поведения на дороге, трудовые, технологические. В технико-технической дисциплине строгое и очень строгое соблюдение требований по технологическому циклу производства, которые содержатся в документах по технологическому производству, нарушения технологического цикла приводят к браку, в некоторых случаях это может приводить к серьезным авариям на производстве и эксплуатации изделия, изготовленные с нарушениями технологического цикла. Работникам в производстве следует соблюдать правила поведения, установленные трудовым кодексом, трудовой закон кодекса - основной законодательный акт труда.»[5]

#### **4.1 Технологический процесс сборки коробки передач**

«Сборка коробки передач, используя вспомогательные инструменты (молоток, плоскогубцы, гаечный ключ, тиски и т.д.).

Сначала установите корпус сцепления в тиски или на специальное основание, используя гайку крепления селектора передач, пружину, упорную шайбу, фиксатор, вилка включения заднего привода,»[5] направляющий вал рычага блокировки, вал селектора передач, рычаг блокировки, селектор передач с 3 втулками, селектор передач с 3 втулками. Корпус селектора коробки передач, рычаг селектора коробки передач, шток селектора коробки передач, шток селектора коробки передач должны быть собраны в порядке сборки.

## 4.2 Разработка техпроцесса сборки коробки передач

«Технологический процесс производства является процессом, включающим действие монтажа и формирование соединений составных частей изделия по ГОСТу 238779. Сборная операция - технологическая операция установки и формирования соединений в составной части изделий или материалов.

Технологический переход – окончательная часть процесса технологической обработки, выполняемой одной и той же технологической техникой при постоянных технологических режимах и монтажах. В технологическом процессе сборки входят следующие работы: подготовка, мойка, сортировка и пр., слесарные, пригоночные, собственно изготовление деталей для сборочных единиц и изделий свинчивания, запрессовка, клепка, сварка, пайка и пр., регулируемые, контрольно-демонтажные, частичная разборка изделий, предназначенных для их упаковки и транспортировки.»[5]

«Процесс сборки зависит от конструкции изделия, от степени дифференциации его. Наиболее полное и правдоподобное представление о свойствах сборки, технологических свойствах и возможностях организации процесса сборки дают схемы сборки и установки в процессе производства. В данном случае изделия делятся на группы и подгруппы и детали. Сборное устройство, которое непосредственно входит в устройство, называется Группой. Сборные единицы, входящие в изделие группы, называются под группами. Если в группу входит прямая сборная, то называется подгруппой 1-го класса. Сборная группа, входящая в первую группу, называется второй группой и т.д. На схеме наименование составных частей изделий означает прямоугольником, разделенным на три части: 1 Верхняя часть напоминает об наименовании составных частей, 2 Верхняя Левая часть наименование составных частей. 3 в правом верхнем углу – количество составных частей. Графическое изображение в виде условных обозначений последовательности выполнения изделия или его

составной части называют схемой выполнения изделия. При проектировании сборочных операций определяется последовательность и возможность совмещения времени технологических переходов, выбирается оборудование, приспособления и инструменты, составляется схемы установки оборудования, устанавливается режим работы и определённые нормы времени технологического процесса и соответствующие разряды сборщика.»[5]

«Сборная операция строится по принципу дифференциального. Дифференциальные операции позволяют осуществлять параллельные сборки узлов и общих сборок и применять высокопроизводительные машины сборки. Это снижает срок сборки и, следовательно, повышает производительность рабочего процесса. Дифференциальные операции используются при сборке типа потока, концентрация – во всех остальных случаях. В процессе концентрации процесса технологические перемещения выполняются параллельными. Последовательность сборочных операций определяется на основе схем сборочных и монтажных работ изделий в сборке, учитывая следующие требования: выполненные ранее операции не должны затруднять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна осуществляться с учетом необходимости выполнения такта сборки; после операций с регулировкой и пригонкой и после операций, в которых может быть произошедший брак, должна быть предусмотрена контрольная операция.»[5]

#### **4.3 Составление перечня сборочных работ**

Эта ведомость должна быть составлена в виде листа с наименованиями сборочных операций в порядке, указанном в технологической карте на общие узлы и под сборки, со всеми необходимыми видами сборки на листе. Эти действия очень различны и могут быть определены только путем расчета и анализа конкретных условий сборки, таких как полнота и точность обработанных деталей, предусмотренных в сборке, метод, используемый для достижения точки блокировки, и технический метод, используемый для выполнения соединения. В

зависимости от области применения, процесс можно разделить на следующие категории: операции механической обработки, выполняемые на сборочном предприятии; упаковка, разборка и изготовление отдельных компонентов; изготовление соединений между компонентами и узлами; операции, включающие методы подъема и регулировки.

Производственный процесс. В этом процессе сначала характеризуется существующий предмет производства, который затем объявляется результатом массового производства. В массовом производстве широкое использование специального оборудования, механизация и автоматизация производственных процессов, а также строгое соблюдение принципа взаимозаменяемости позволяют организовать и распределить задачи между конкретным оборудованием в последовательности технического потока, что значительно сокращает время сборки. Высшей формой массового производства является непрерывное поточное производство. Она характеризуется тем, что каждая задача на производственной линии имеет одинаковое время выполнения на протяжении всего потока, что позволяет выполнять обработку и сборку без задержек и в строго определенное время. Дополнительные инструменты используются для операций, которые не укладываются в установленное время цикла. Этот поток требует непрерывного перемещения с одной позиции на другую, чтобы все операции в зоне обработки выполнялись одновременно и параллельно.

Перечень технологических операций представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Перечень технологических операций

n	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ, мин.
1. Узловая сборка дифференциала		
1.	Вставить полуосевые шестерни в корпус дифференциала, предварительно закрепив корпус на технологическом стенде.	0,67
2.	Вставить шестерни-сателлиты и повернуть на 90°.	0,42
3.	Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия шестерен-сателлитов.	0,54
Итого:		1,63
2. Узловая сборка картера сцепления.		
1.	Запрессовать сальник первичного вала коробки передач.	0,42
2.	Запрессовать сальник полуоси правый.	0,48
Итого:		0,90
3. Узловая сборка картера коробки передач.		
1.	Установить в оснастку стенда картер коробки передач.	0,56
2.	Запрессовать сальник полуоси левый в картер коробки передач.	0,20
Итого:		0,76
4. Общая сборка коробки передач.		
1.	Установить дифференциал на ведомую шестерню главной передачи совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни.	0,51

2.	Наживить и завернуть крепежные болты шестерни ведомой дифференциала.	0,25
3.	Напрессовать на корпус дифференциала шестерню ведущую привода спидометра.	0,45
4.	Напрессовать подшипники на корпус дифференциала.	0,42
5.	Запрессовать дифференциал в картер коробки передач.	0,26
6.	Произвести установку валов с шестернями и синхронизаторами коробки передач в сборе.	0,55
7.	Произвести замер расстояния от торца картера сцепления до противоположного торца наружно кольца подшипника.	0,23
8.	Установить регулировочное кольцо в картер коробки передач для обеспечения заданного натяга подшипников дифференциала.	0,17
9.	Нанести жидкую прокладку ПС-1 ТУ 2252-003-11512695-99 на торцевую поверхность картера сцепления.	0,14
10.	Надеть картер коробки передач в сборе на картер сцепления в сборе.	0,15
11.	Скрепить картер коробки передач и картер сцепления болтами.	0,20
Итого:		3,33
$\Sigma_{\text{top}}$		6,62

Определение трудоемкости сборки

Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 6.62_{мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{ит}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 6.62 + 6.62 \cdot 0.06 = 7.02_{мин}$$

« $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

$\alpha = 2-3\%$ , принимаем  $\alpha = 2\%$

$\beta$  – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4-6\%$ , принимаем  $\beta = 4\%$

#### 4.5 Выбор организационной формы сборки

«В нашем случае предполагается массовое производство»[5]

##### 4.5.1 Такт выпуска изделий

$$T_v = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{78000} = 3.54_{мин}$$

« $N$ -годовой объем выпуска = 78000 шт в год

$F_d$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем

$F_d=4015$  ч»[5]

Технологическая карта представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Технологическая карта

№ и название операции		Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин., общее
005	Узловая сборка дифференциала	<p>Вставить полуосевые шестерни в корпус дифференциала, предварительно закрепив корпус дифференциала в технологическом стенде.</p> <p>Вставить шестерни-сателлиты и повернуть на 90°.</p> <p>Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия шестерен-сателлитов.</p>	<p>стол слесарный</p> <p>втулка технологическая,</p> <p>зажим,</p> <p>пуансон,</p> <p>ёмкость для масла</p>	1,93
	Узловая сборка картера сцепления	<p>Смазать посадочные поверхности.</p> <p>Установить сальник первичного вала коробки передач, установить сальник полуоси правый, установить картер сцепления в сборе.</p>	<p>Слесарный стол,</p> <p>перчатки,</p> <p>зажим,</p> <p>ёмкость для масла.</p>	0,98
	Узловая сборка картера коробки передач	<p>Установить в оснастку стенда картер коробки передач.</p> <p>Запрессовать сальник полуоси левый в картер коробки передач.</p>	<p>Пуансон,</p> <p>перчатки,</p> <p>стол слесарный</p>	0,63
	Итого:			3,54
010	Общая сборка коробки передач	<p>Установить дифференциал на ведомую шестерню главной передачи совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой</p>	<p>Пуансон ручной,</p> <p>оправка конусная,</p>	3,54

		<p>шестерни.</p> <p>Наживить и завернуть крепежные болты шестерни ведомой дифференциала.</p> <p>Напрессовать на корпус дифференциала шестерню ведущую привода спидометра.</p> <p>Напрессовать подшипники на корпус дифференциала.</p> <p>Запрессовать дифференциал в картер коробки передач.</p> <p>Произвести установку валов с шестернями и синхронизаторами коробки передач в сборе.</p> <p>Произвести замер расстояния от торца картера сцепления до противоположного торца наружно кольца подшипника.</p> <p>Установить регулировочное кольцо в картер коробки передач для обеспечения заданного натяга подшипников дифференциала.</p> <p>Нанести жидкую прокладку ПС-1 ТУ 2252-003-11512695-99 на торцевую поверхность картера сцепления.</p> <p>Надеть картер коробки передач в сборе на картер сцепления в сборе.</p> <p>Скрепить картер коробки передач и картер сцепления болтами.</p>	<p>калибр для кольца стопорного, перчатки, стол слесарный</p>	
--	--	--	---	--

### Вывод

В ходе технологической разработки данной дипломной работы была составлена блок-схема и доработана маршрутная технология, которая представлена в формате А1

## 5 Экономическая эффективность проекта

Параметры производительности инвестиционного проекта - это чистый дивиденд, чистый дисконтированный дивиденд, внутренняя норма прибыли, норма прибыли на капитальные затраты и затраты на оплату труда, а также период прибыльности инвестиционного проекта. «Чистая прибыль является итогом денежных потоков проекта и рассчитывается как сумма притоков и оттоков денежных средств за период реализации проекта. Чистая дисконтированная прибыль - то же самое, только с учетом ставки дисконтирования. Вторая формула расчета чистой дисконтированной прибыли относится к чистой прибыли проекта, т.е. чистая амортизируемая прибыль минус капитальные затраты на проект. Следующий показатель - внутренняя норма доходности, которая оценивается для того, чтобы инвесторы могли оценить эффективность проекта на ранней стадии,»[8] и рассчитывается как значение  $E_i$  или  $E$  внутренней нормы доходности по сравнению со ставкой дисконтирования проекта, при этом чистый дисконтированный дивиденд равен нулю.

Если внутренняя норма доходности выше ставки дисконтирования, чистый дисконтированный доход положителен, что свидетельствует об эффективности проекта; если внутренняя норма доходности ниже ставки дисконтирования, чистый дисконтированный дивиденд инвестиционного проекта отрицателен, что свидетельствует о нецелесообразности инвестиционного проекта. Следующий показатель - показатель рентабельности проекта. Существует два типа показателей рентабельности: показатели затрат и показатели рентабельности инвестиций. Показатели рентабельности/затрат рассчитываются как отношение чистых притоков проекта к его чистым оттокам. Показатели рентабельности инвестиций чаще всего рассчитываются путем деления  $P_d$  на дисконтированные капитальные вложения в проект плюс один. Следующий показатель - срок окупаемости

проекта. Это период между началом реализации проекта и окупаемостью инвестиций, т.е. период, в течение которого совокупный чистый отложенный приток денежных средств, дисконтированный или недисконтированный в зависимости от типа периода окупаемости, превышает средства, инвестированные в проект. Различают дисконтированные сроки окупаемости и недисконтированные или простые сроки окупаемости, где кумулятивные недисконтированные притоки денежных средств рассчитываются при расчете дисконтированного срока окупаемости, а недисконтированные притоки денежных средств рассчитываются или учитываются при расчете простого срока окупаемости, соответственно.

Срок окупаемости проекта не является фундаментальным показателем эффективности - это то, что существует или учитывается как ограничение проекта, соответственно, оно существует в любом случае, когда оценивается данный проект, и в принципе может быть принято в будущем. Срок окупаемости проекта дисконтированного денежного потока, каким он должен быть, что, конечно, укладывается в рамки жизненного цикла проекта. Основные параметры для расчета продуктивности инвестиционного проекта могут быть охарактеризованы двумя критериями: чистой приведенной стоимостью дивидендов и доходностью инвестиций. Другими словами, эти два критерия позволяют сделать выводы об успехе или неудаче инвестиционного проекта. «Если дисконтированная чистая текущая стоимость проекта не отрицательна, т.е. больше нуля, а индекс прибыли больше единицы, то проект считается эффективным и рекомендуется к реализации.

Исходные данные для расчета в таблице 33, расчетные данные в таблицах 34, 35 и 36.

## 5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 33 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V<sub>год.</sub></i>	шт.	78000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>E<sub>соц.н.</sub></i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>E<sub>обзав.</sub></i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>E<sub>ком.</sub></i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>E<sub>обор.</sub></i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>K<sub>тзр.</sub></i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>E<sub>цех.</sub></i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>E<sub>инстр.</sub></i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>K<sub>рент.</sub></i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>K<sub>вып.</sub></i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>K<sub>прем.</sub></i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>K<sub>вот.</sub></i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>C<sub>p5</sub></i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>C<sub>p6</sub></i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>C<sub>p7</sub></i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>K<sub>инв.</sub></i>	%	0,085

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:»[8]

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (5.1)$$

«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, %

*Квот* – коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 34 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,5	363,75
Прокат Сталь 3	кг	47,36	2,75	130,24
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	3,2	416,22
Бронза (отходы)	кг	3,1	3,1	9,61
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	2,84	382,60
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	4,2	19,74
Итого				1322,17
<i>Ктзр</i>		1,45		19,17
<i>Квот</i>		1		13,22
Всего				1354,56

$M = 1354,56$  руб.

Расчет статьи затрат "Покупные изделия" производится по формуле:

»[8]

$$\Sigma \Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (5.2)$$

«где -  $C_i$  - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, руб.

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

Таблица 35 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Подшипник роликовый	шт.	1958,54	1	1958,54
Кольцо стопорное	шт.	154,87	4	619,48
Подшипник конический	шт.	2014,58	1	2014,58
Болт М12х1,25	шт.	126,58	6	759,48
Кольцо промежуточное	шт.	96,54	5	482,70
Прокладка	шт.	55,48	1	55,48
Итого				5890,26
<i>Ктзр</i>		1,45		85,41
Всего				5975,67

$\Pi u = 5975,67$  руб.

Расчет статьи затрат Основная заработная плата»[8]

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (5.3)$$

«где -  $Z_t$  - тарифная заработная плата, руб. »[8]

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (5.4)$$

«где -  $C_p \cdot i$  – часовая тарифная ставка, руб.,

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 36 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	1,44	95,29	137,22
Токарная	6	1,22	99,44	121,32
Фрезерная	5	1,15	95,29	109,58
Термообработка	7	1,75	103,53	181,18
Шлифовальная	5	1,25	95,29	119,11
Сборочная	7	1,14	103,53	118,02
Итого				786,43
$K_{прем}$		12		94,37
Всего				880,80

$$Z_o = 880,80 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (5.5)$$

«где -  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат»[8]

$$Z_{доп} = 880,80 \cdot 0,14 = 123,31 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат «Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС»[8]

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (5.6)$$

«где -  $E_{соц.н.}$  - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[8]

$$C_{соц.н.} = (880,80 + 123,31) \cdot 0,3 = 301,23 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию»[8]

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (5.7)$$

«где -  $E_{обор.}$  - коэффициент расходов на содержание»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = 880,80 \cdot 1,94 = 1708,76 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле: »[8]

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (5.8)$$

«где -  $E_{\text{цех}}$ . - коэффициент цеховых расходов,% »[8]

$$C_{\text{цех}} = 880,80 \cdot 1,72 = 1514,98 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку»[8]

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (5.9)$$

«где -  $E_{\text{инстр.}}$ . - коэффициент расходов на инструмент и оснастку,% »[8]

$$C_{\text{инстр.}} = 880,80 \cdot 0,03 = 26,42 \text{ руб.}$$

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: »[8] (5.10)

$$\begin{aligned} C_{\text{цех.с.с.}} &= M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \\ C_{\text{цех.с.с.}} &= 1354,56 + 5975,67 + 880,80 + 301,23 + 123,31 + 1708,76 \\ &+ 1514,98 + 26,42 = 11885,75 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (5.11)$$

«где -  $E_{\text{обзав.}}$ . - коэффициент общезаводских расходов, %»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = 880,80 \cdot 1,97 = 1735,18 \text{ руб.}$$

«Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (5.12)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1735,18 + 11885,75 = 13620,93 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (5.13)$$

«где -  $E_{\text{ком.}}$ . - коэффициент коммерческих расходов»[8]

$$C_{\text{ком.}} = 13620,93 \cdot 0,0029 = 39,50 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (5.14)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 13620,93 + 39,50 = 13660,43 \text{ руб.}$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия»[8]

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (5.15)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 13660,43 \cdot (1 + 0,3) = 17758,56 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 37.

Таблица 37 - Сравнительная калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1490,02	1354,56
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	5975,67	5975,67
Основная заработная плата производственных	<i>Зо</i>	880,80	880,80
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	123,31	123,31
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	301,23	301,23
Расходы на содержание и эксплуатацию	<i>Ссод.обор.</i>	1708,76	1708,76
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1514,98	1514,98
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	26,42	26,42
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	12021,20	11885,75
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1735,18	1735,18
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	13756,39	13620,93
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	39,89	39,50
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	13796,28	13660,43
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	17935,17	17935,17

## Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:»[8]

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (5.16)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (5.17)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 1490,02 + 5975,67 + 880,80 + 123,31 + 301,23 = \\ &= 8771,04 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 1354,56 + 5975,67 + 880,80 + 123,31 + 301,23 = \\ &= 8635,58 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (5.18)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (5.19)$$

«где -  $V_{год}$  - объём производства»[8]

$$З_{перем.б.} = 8771,04 \cdot 78000 = 684140991,77 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 8635,58 \cdot 78000 = 673575408,67 \text{ руб.}$$

«Определение постоянных затрат: »[8]

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (5.20)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (5.21)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1708,76 + 26,42 + 1514,98 + 1735,18 + 39,89 = \\ &= 5025,24 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1708,76 + 26,42 + 1514,98 + 1735,18 + 39,50 = \\ &= 5024,85 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (5.22)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (5.23)$$

$$З_{пост.б.} = 5025,24 \cdot 78000 = 391969023,86 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 5024,85 \cdot 78000 = 391938383,67 \text{ руб.}$$

«Определение амортизационных отчислений: »[8]

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (5.24)$$

«где -  $H_A$  - доля амортизационных отчислений,% »[8]

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = ( 1708,76 + 26,42 ) \cdot 12 / 100 = 208,22 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия: »[8]

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (5.25)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 13660,43 \cdot 78000 = 1065513792,34 \text{ руб.}$$

«Расчет выручки от реализации изделия: »[8]

$$Выручка = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (5.26)$$

$$Выручка = 17935,17 \cdot 78000 = 1398943020,32 \text{ руб.}$$

«Расчет маржинального дохода: »[8]

$$Д_{марж.} = Выручка - З_{перем.пр.} \quad (5.27)$$

$$Д_{марж.} = 1398943020,32 - 673575408,67 = 725367611,64 \text{ руб.}$$

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (5.28)$$

$$А_{крит.} = 391938383,67 / ( 17935,17 - 8635,58 ) = 42145,79 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 42150 \text{ руб.}$$

График точки безубыточности представлена на рисунке 2.

График точки безубыточности

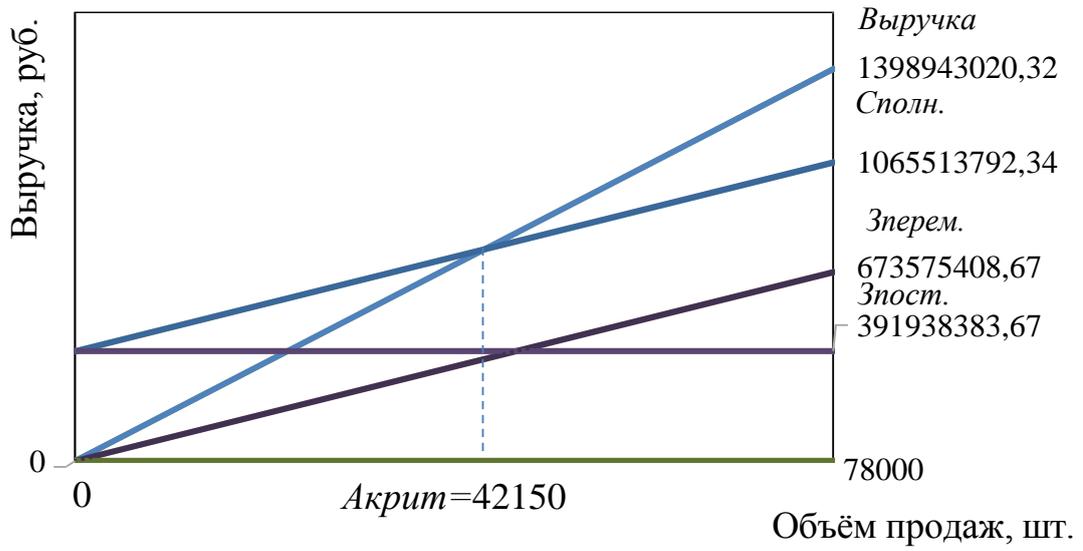


Рисунок 2 - График точки безубыточности

## Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (5.29)$$

«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. »[8]

$$\Delta = \frac{78000 - 42150}{6 - 1} = 7170 \text{ шт.}$$

«Объём продаж по годам: »[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (5.30)$$

«где –  $V_{\text{прод.}i}$  – объём продаж в  $i$  - году, шт. »[8]

«Выручка по годам: »[8]

$$Выручка.i = Ц_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (5.31)$$

«Переменные затраты по годам  
для базового варианта: »[8]

$$З_{\text{перем.б.}i} = З_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (5.32)$$

«для проектного варианта: »[8]

$$З_{\text{перем.пр.}i} = З_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (5.33)$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта): »[8]

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{\text{год}} \quad (5.34)$$

$$Ам. = 208,22 \cdot 78000 = 16241320,23 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость по годам  
для базового варианта: »[8]

$$С_{\text{полн.б.}i} = З_{\text{перем.б.}i} + З_{\text{пост.б}} \quad (5.35)$$

«для проектного варианта: »[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (5.36)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (5.37)$$

«Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам»[8]

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (5.38)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (5.39)$$

«Расчет экономии от повышения надежности»[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (5.40)$$

где -  $\text{Д1}$  и  $\text{Д2}$  - долговечность изделия

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 120000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 17935,17 \cdot 120000 / 100000 - 17935,17 = 3587,03 \text{ руб.}$$

«Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:»[8]

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Впрод.}i \quad (5.41)$$

«Дисконтирование денежного потока.»[8]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (5.42)$$

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

$t$  - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 5 \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (5.43)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (5.44)$$

$$\Sigma ДСП = 188993780,36 + 204092128,36 + 217308865,59 +$$

$$+ 228802968,09 + 238428904,99 = 1077626647,38 \text{ руб.}$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:»[8]

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (5.45)$$

«где -  $K_{инв}$ . – коэффициент капиталобразующих инвестиций.»[8]

$$J_0 = 0,085 \cdot ( 817845295,92 + 879762420,03 + 941679544,13 +$$

$$+ 1003596668,23 + 1065513792,34 ) = 400213806,26 \text{ руб.}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (5.46)$$

$$ЧДД = 1077626647,38 - 400213806,26 = 677412841,13 \text{ руб.}$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле:»[8]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (5.47)$$

$$JD = 677412841,13 / 400213806,26 = 1,69$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (5.48)$$

$$Токуп. = 400213806,26 / 677412841,13 = 0,59$$

График прибыли представлен на рисунке 3.

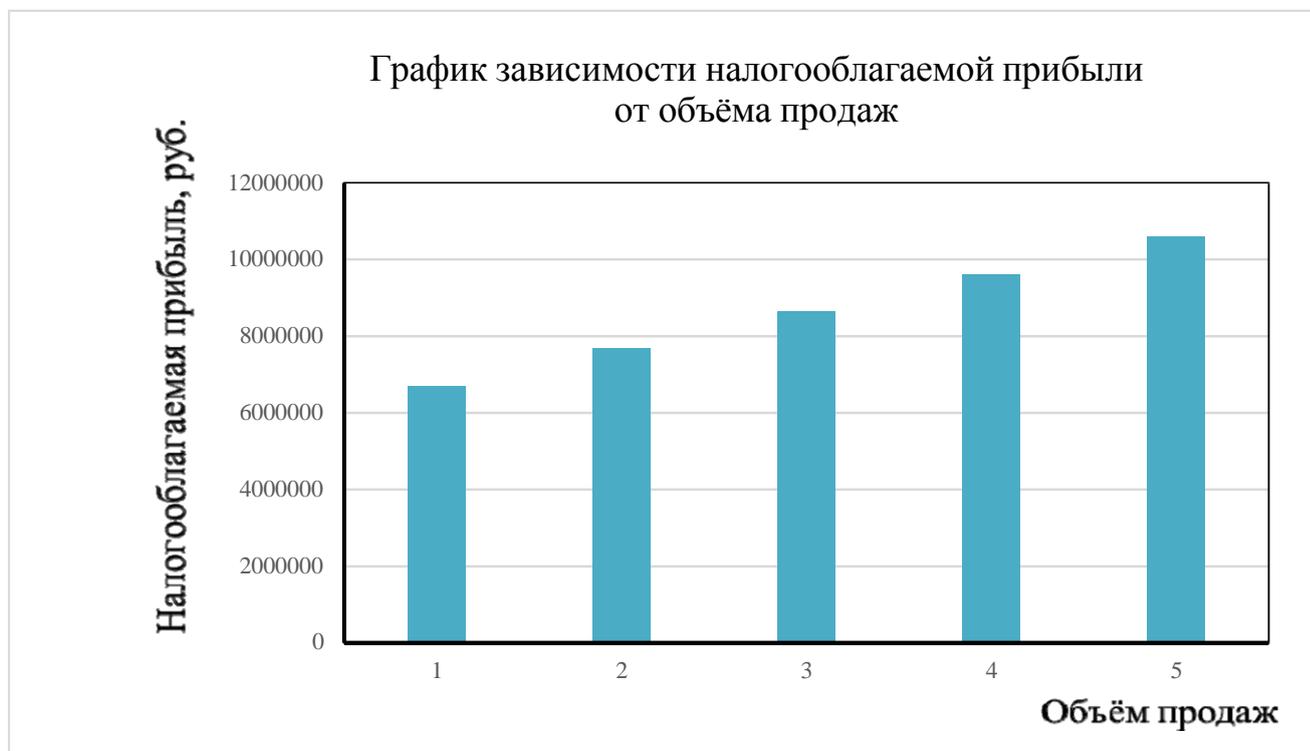


Рисунок 3 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж.

## Выводы и рекомендации

Разработанный дизайн проект узла трансмиссии увеличивает ресурсы механического отдела автомобиля, что приводит к положительному экономическому показателю  $ID=1,69$ .

При расчете экономического показателя для отдела проектирования автомобилей, поступающих в серийное производство, экономический показатель положителен, поскольку предлагаемая стоимость проектирования ниже, чем в базовом варианте, и ожидается, что увеличение ресурсов, затрачиваемых на проектирование, приведет к увеличению продаж. Таким образом, рассчитываются социальные выгоды, а также ожидаемая прибыль от внедрения системы в производство.

Чистая дисконтированная прибыль от реализации реконструкции гостеприимства составляет 677412841,13 рублей.

Срок окупаемости данного проекта составляет менее одного года, что говорит о том, что риски данного проекта минимальны. Эти данные могут быть использованы при рассмотрении возможности реализации проекта на новых транспортных средствах.

## Заключение

Трансмиссия Lada Granta разработана таким образом, чтобы свести к минимуму техническую сложность ее конструкции для крупных проектов модернизации. Это значит, что при разработке трансмиссии с учетом требований российского рынка и с применением современных технологий можно добиться снижения стоимости производства и затрат на эксплуатацию автомобиля. В частности, в отличие от автомобилей семейства Lada Kalina, которые имели механическую коробку передач, Granta с МКПП имеют упрощенную конструкцию, что снижает стоимость и облегчает сборку.

Коробка передач выполнена в едином блоке с карданной передачей, соединенной с коробкой передач и дифференциалом в одном картере.

В данной работе изменяется передаточное отношение коробки передач. Учитывая, что предпочтительно не изменять компоновочные параметры спроектированной коробки передач, значения передаточного отношения для первой и пятой передач останутся неизменными.

Сравнивая динамические тяговые характеристики автомобиля Lada Granta с параметрами расхода топлива, можно сделать следующие выводы для автомобилей с коммерческими трансмиссиями и современными коробками передач

Увеличение передаточного числа уменьшает время разгона на 7% для разгона 0-60 км/ч и на 5% для разгона 0-90 км/ч.

Расход топлива остается неизменным с увеличением оборотов.

Таким образом, проблема улучшения динамического ускорения автомобиля решается изменением значения передаточного числа в коробке передач.

## Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание ремонт / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
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. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;.

– М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов М.И. Теория и расчет процессов изготовления деталей методами гибки / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1966.–233 с.

14. Малкин В.С. Техническая эксплуатация автомобилей / В.С. Малкин; Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.

17. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.

18. Раскин А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.

20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.

21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.

22. 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.

23. Шестопалов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопалов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.

24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.
25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
26. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
27. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.
28. König R. Schmiertechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.
29. Maten, J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
30. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
31. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
32. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.
33. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.

Приложение А

Графики тягово-динамического расчета для серийного ряда  
передаточных чисел

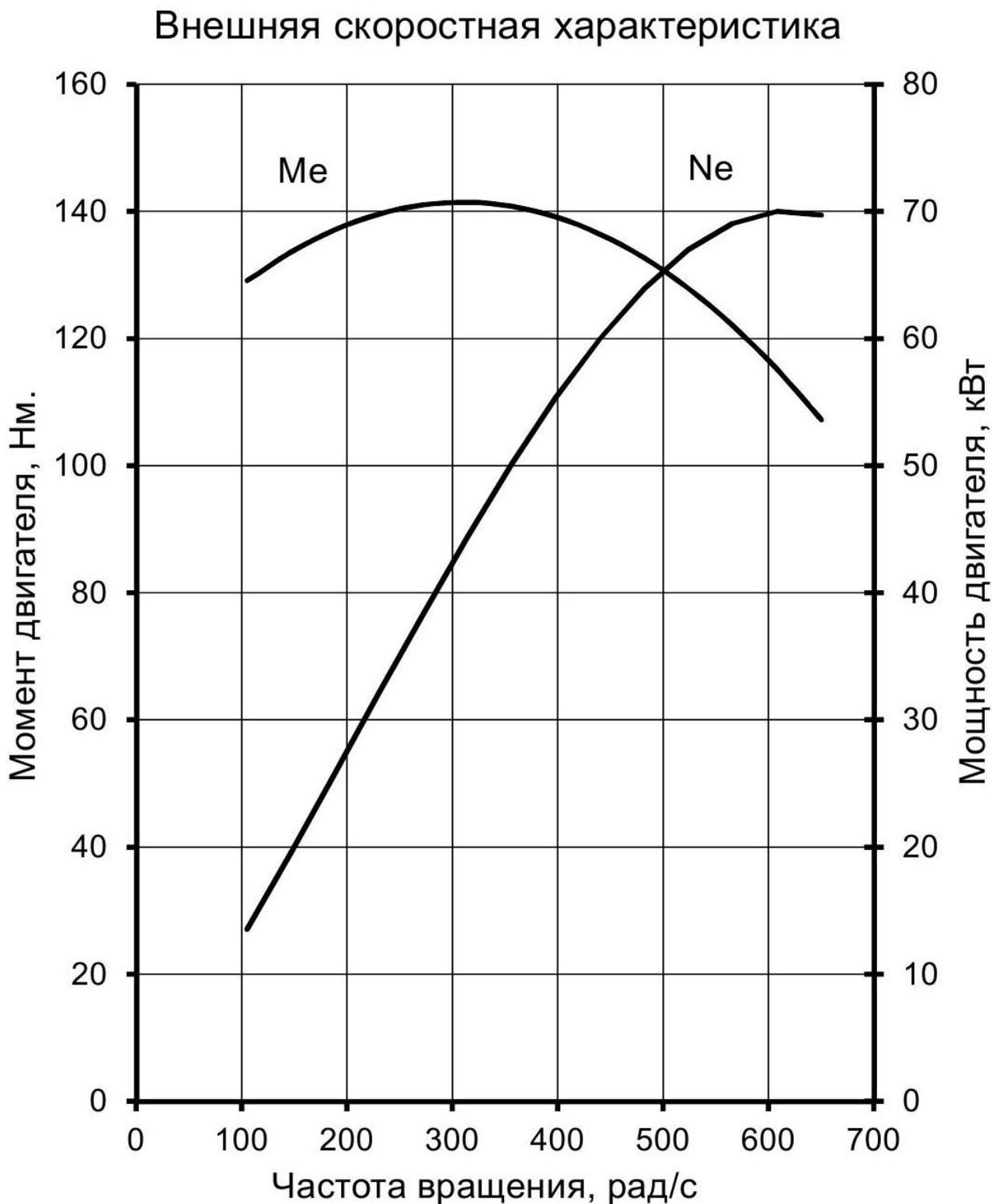


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

### Баланс мощностей

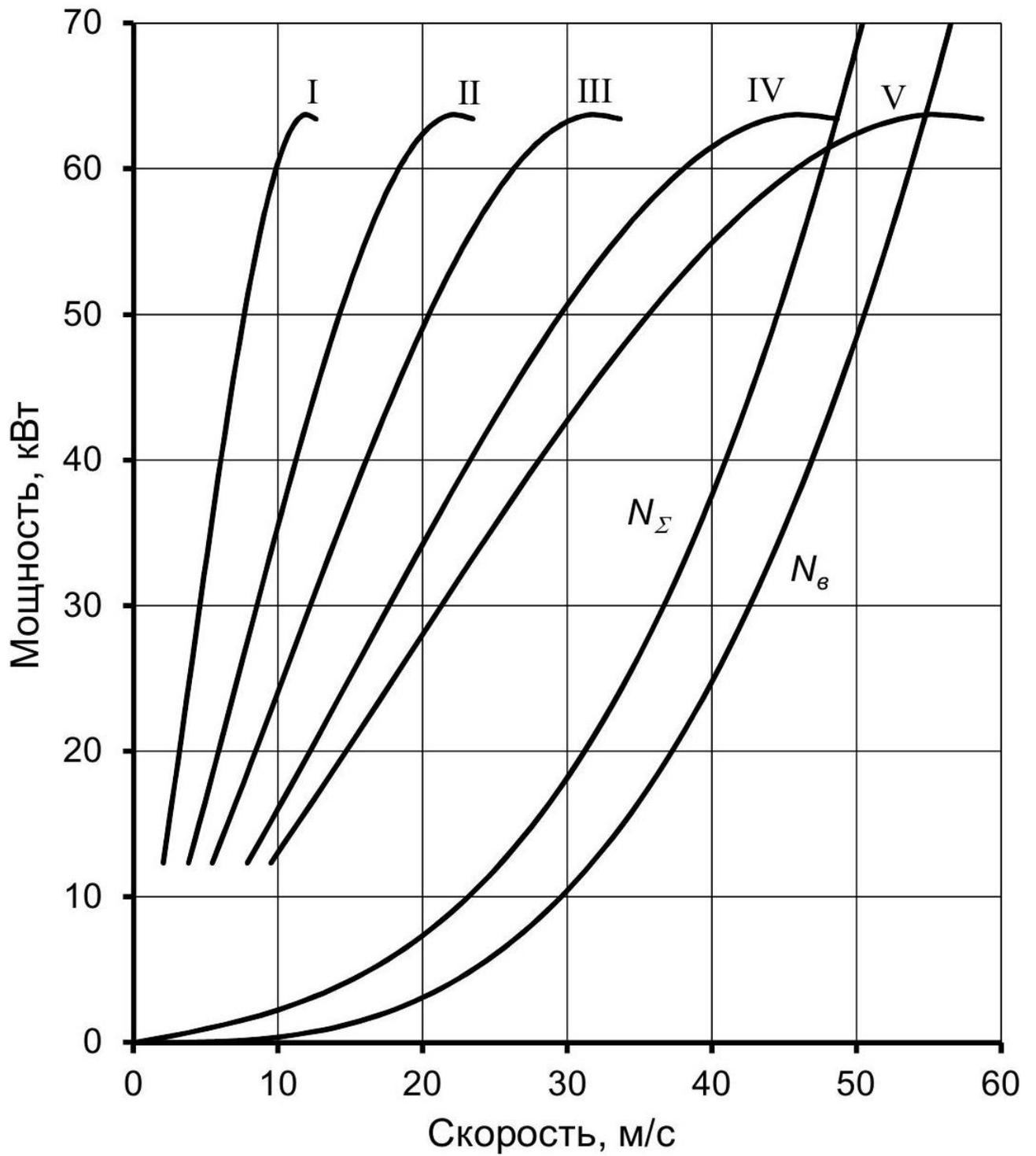


Рисунок А2 – Баланс мощностей

### Тяговый баланс

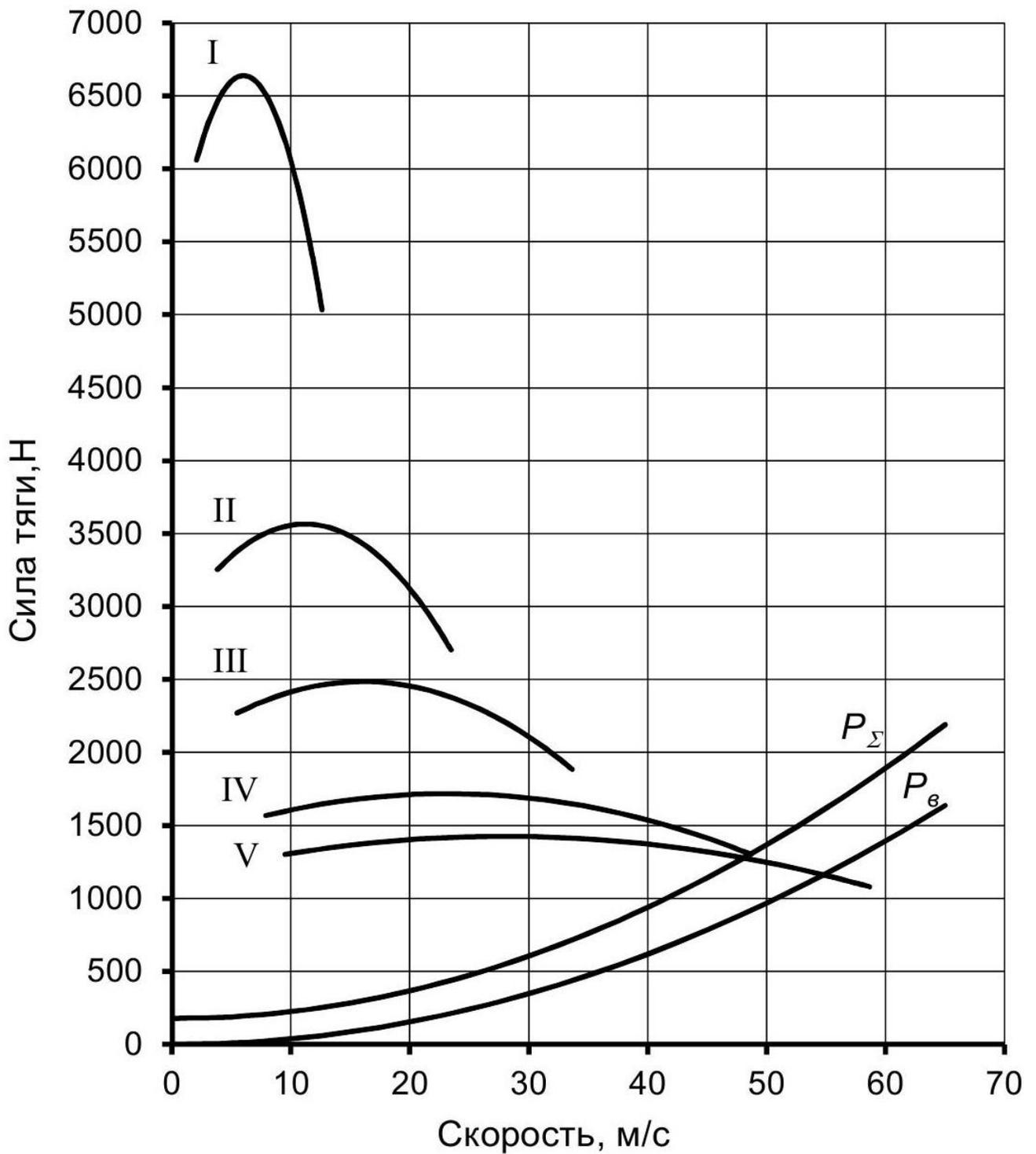


Рисунок А3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

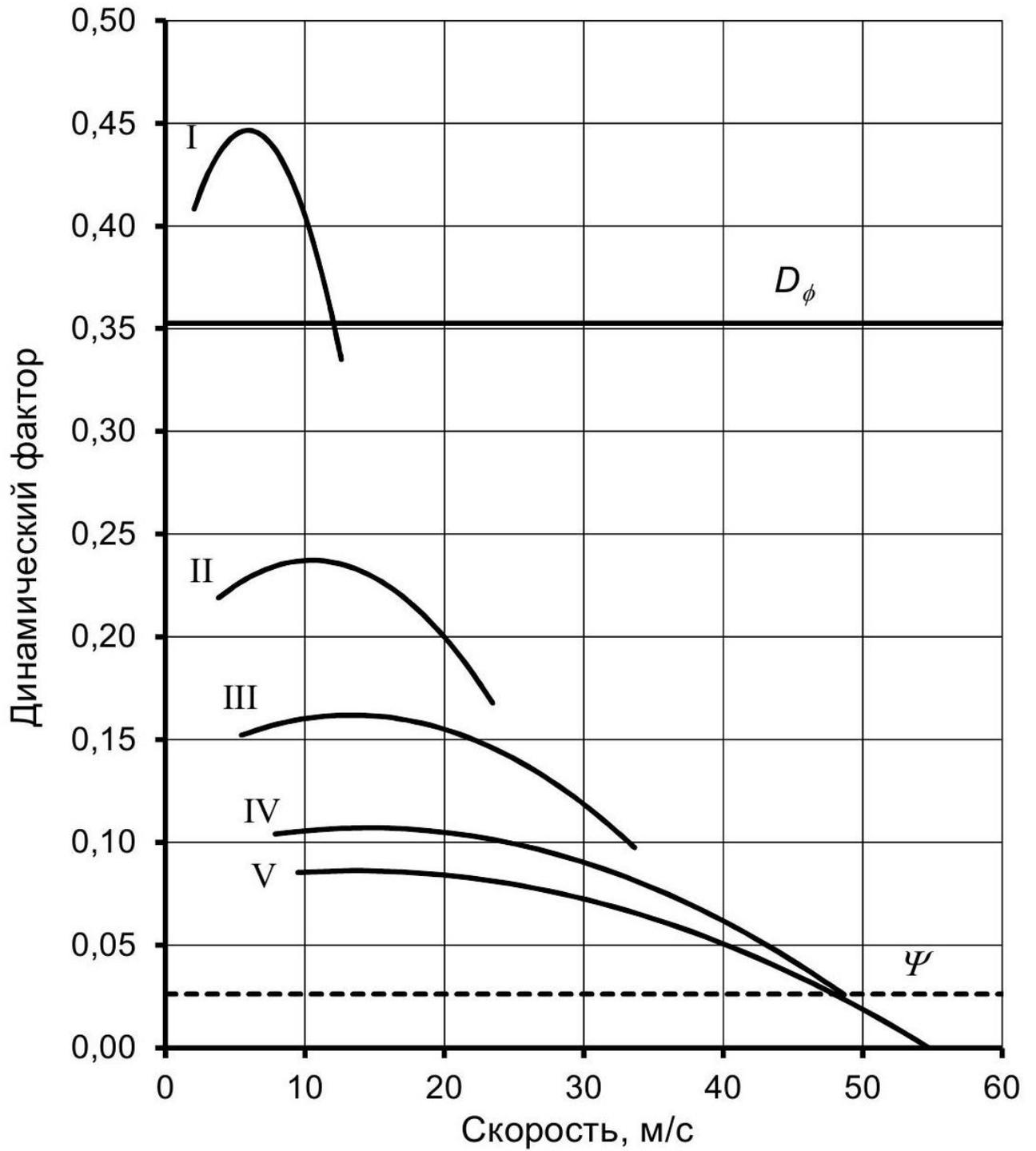


Рисунок А4 – Динамический баланс

### Ускорения на передачах

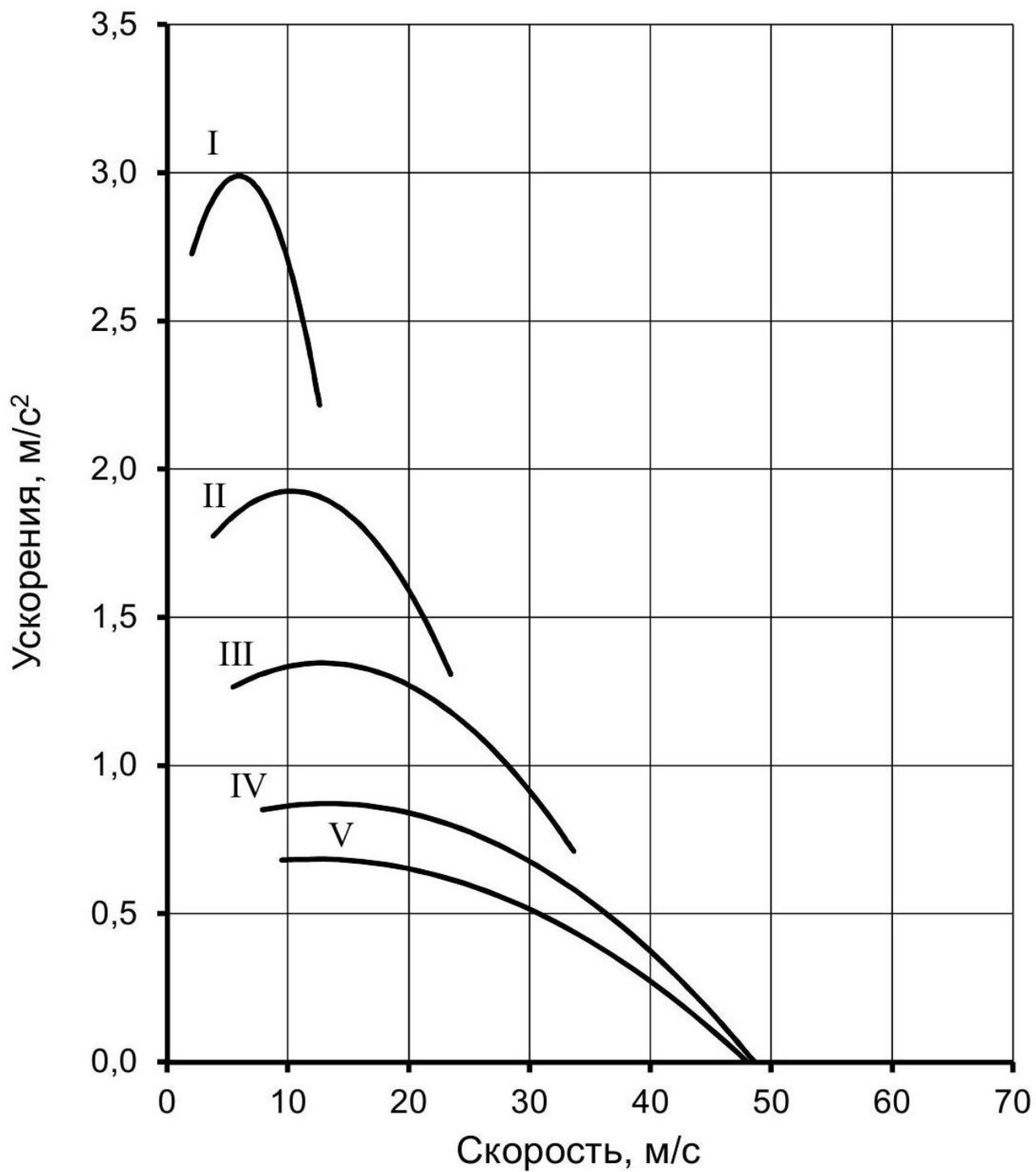


Рисунок А5 – Ускорения на передачах

### Время разгона

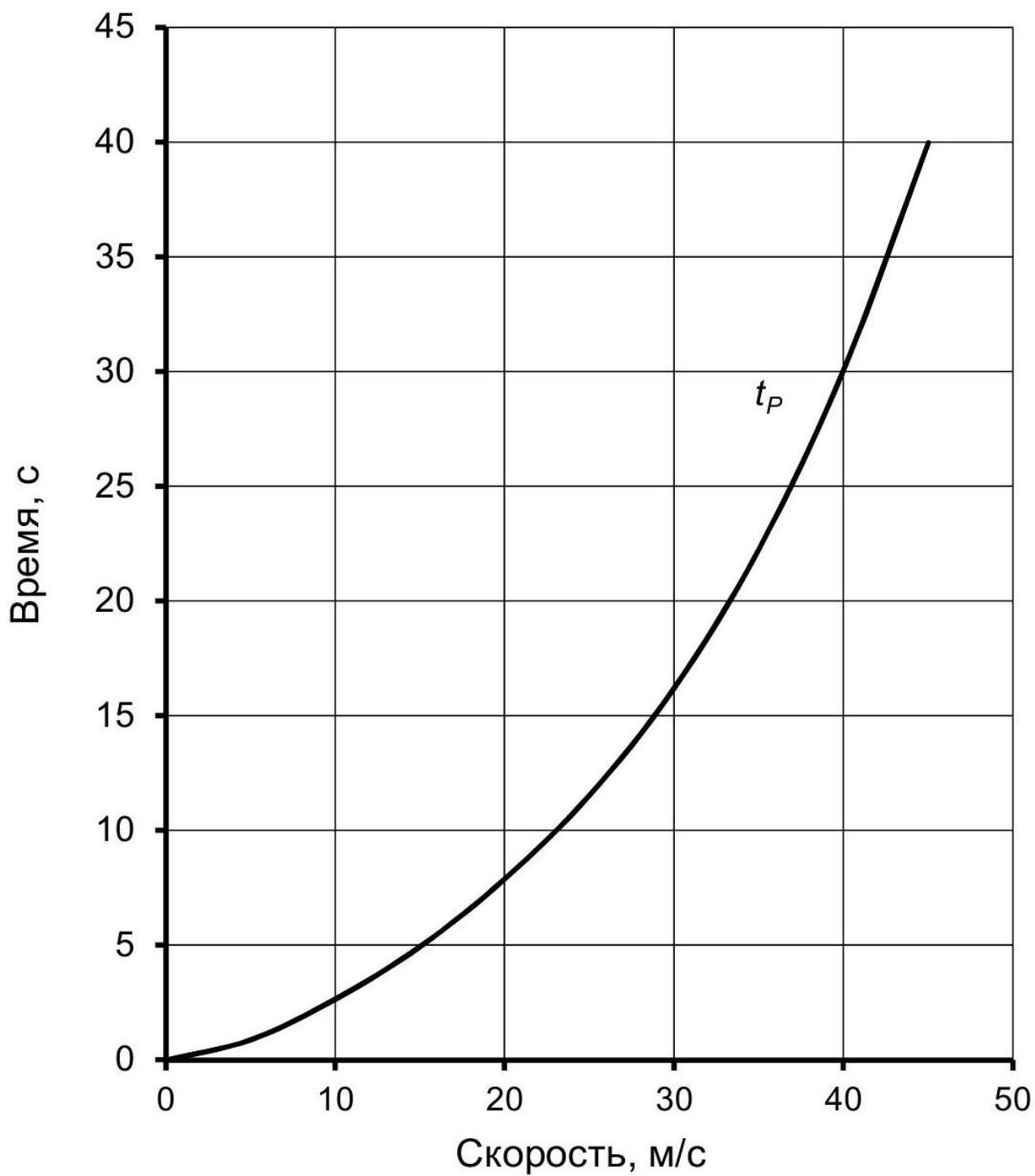


Рисунок А6 – Время разгона

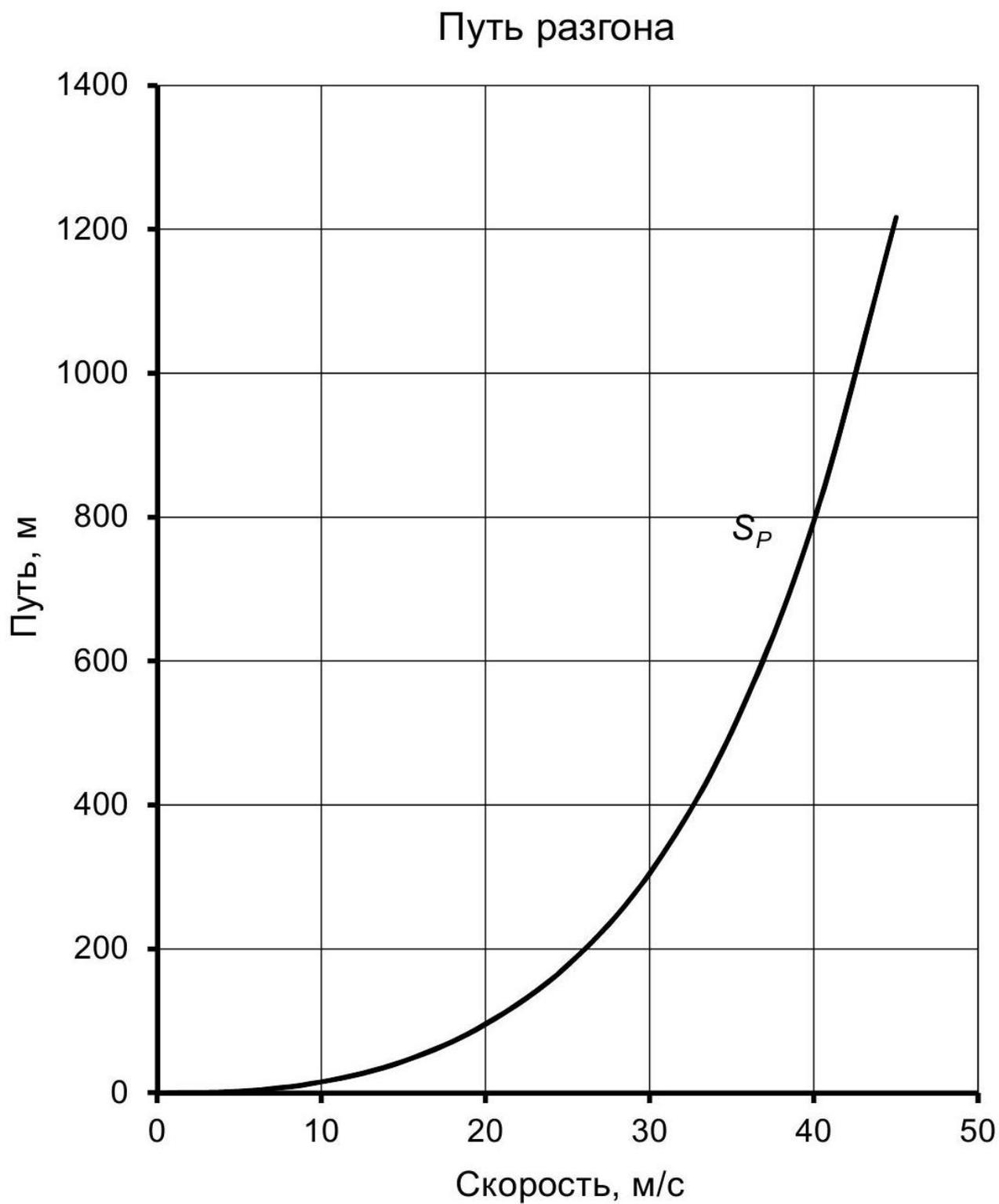


Рисунок А7 – Путь разгона

### Путевой расход топлива

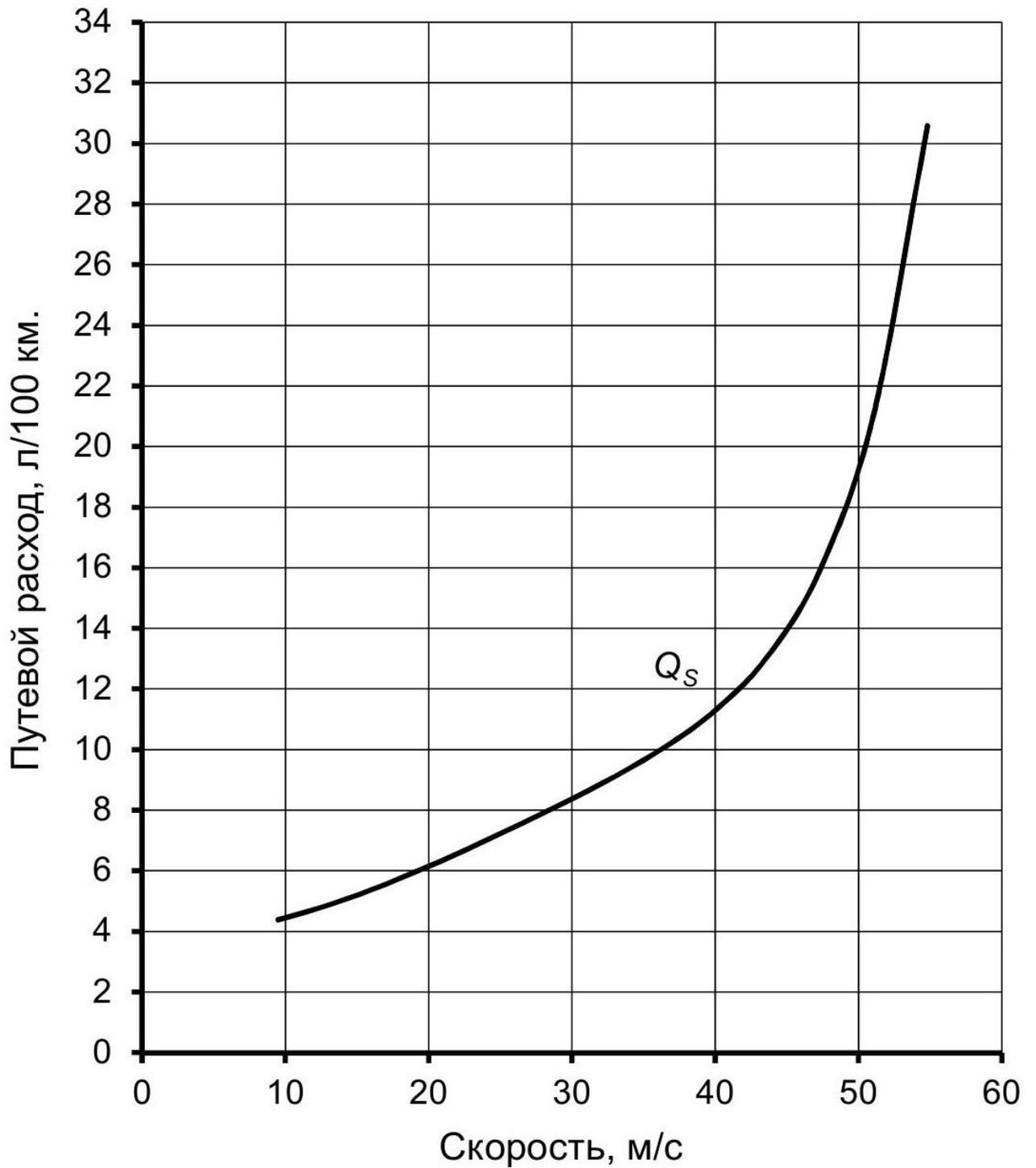


Рисунок А8 – Путевой расход топлива

Графики тягово-динамического расчета для модернизированного ряда передаточных чисел

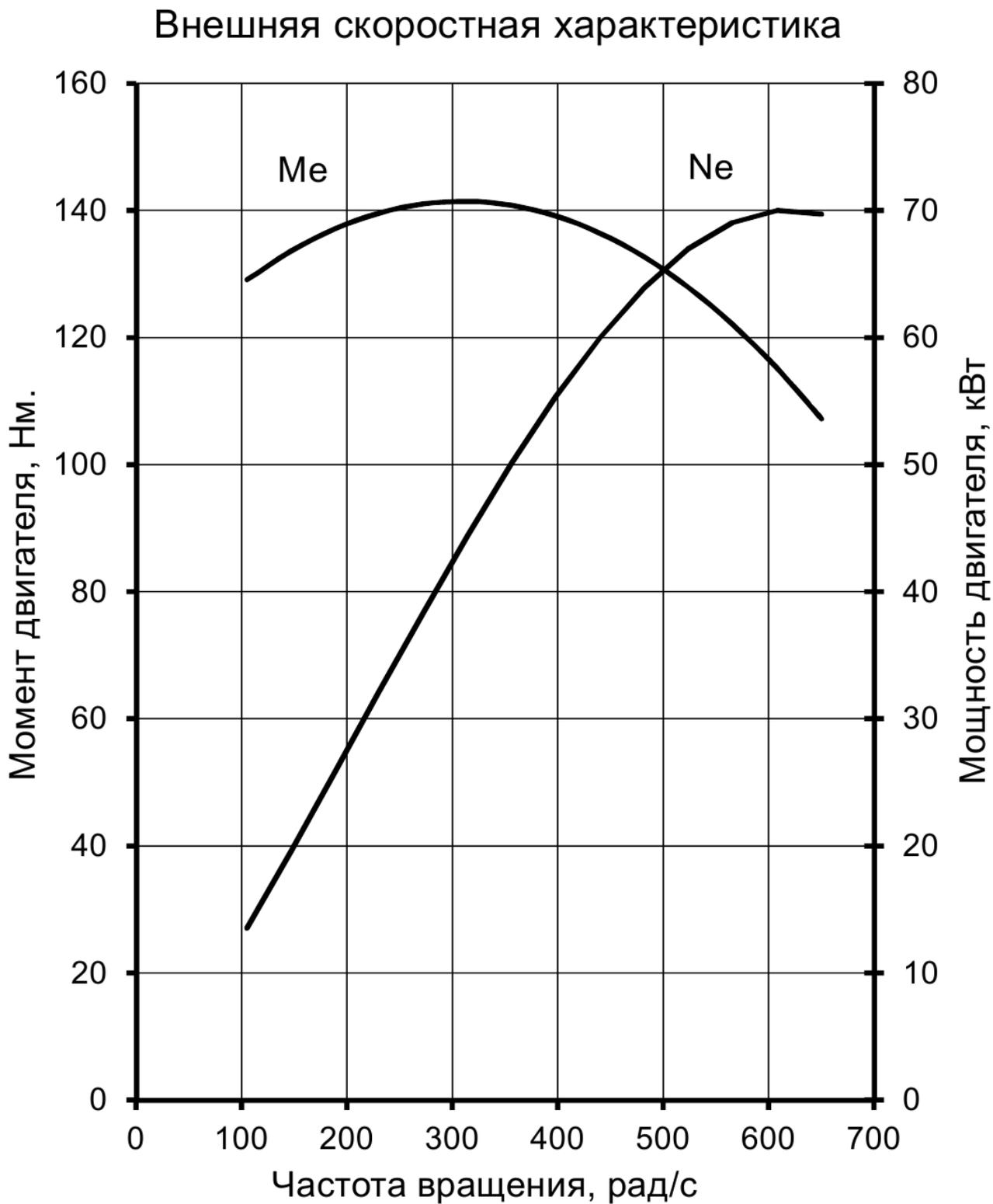


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

### Баланс мощностей

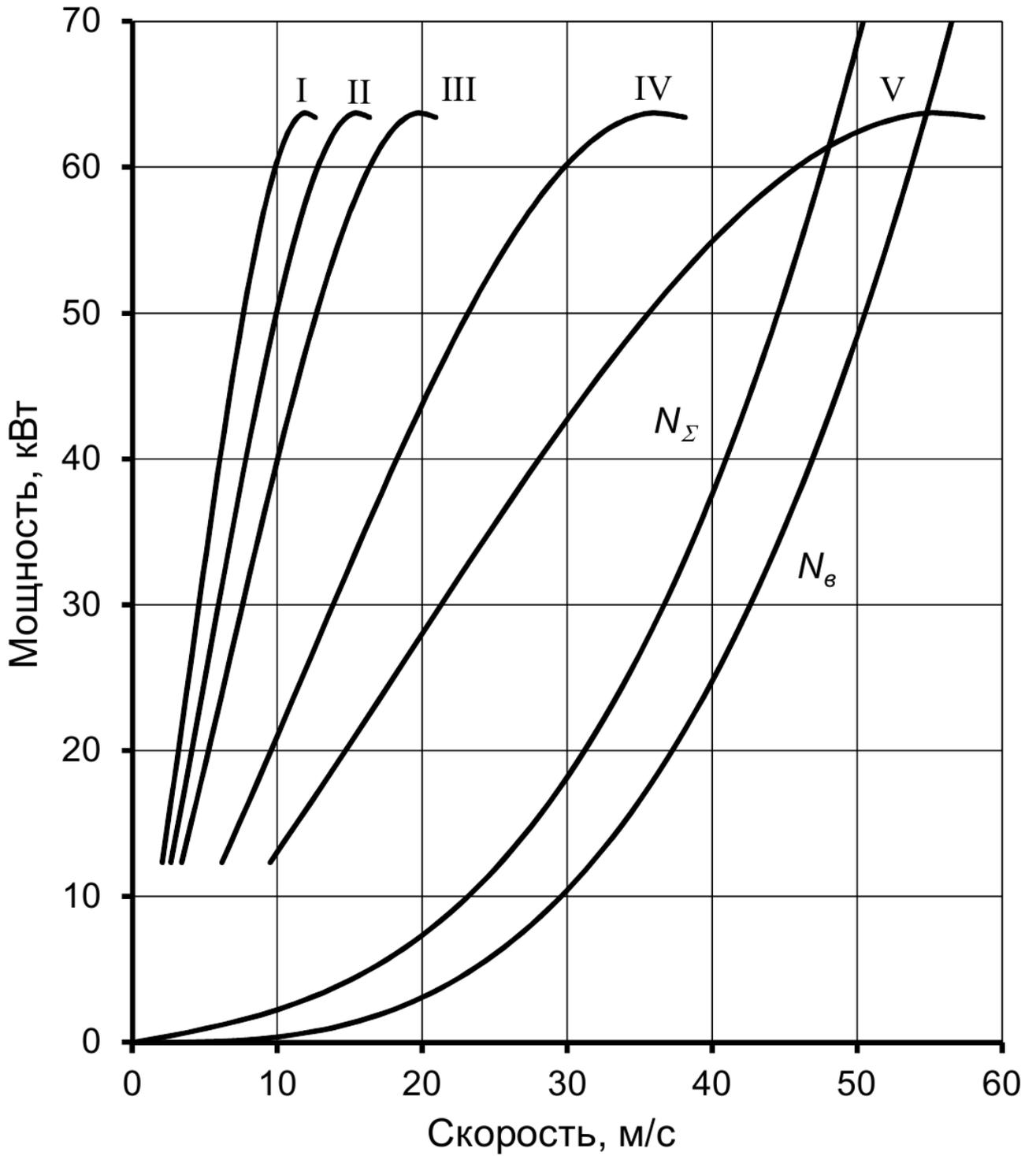


Рисунок А2 – Баланс мощностей

### Тяговый баланс

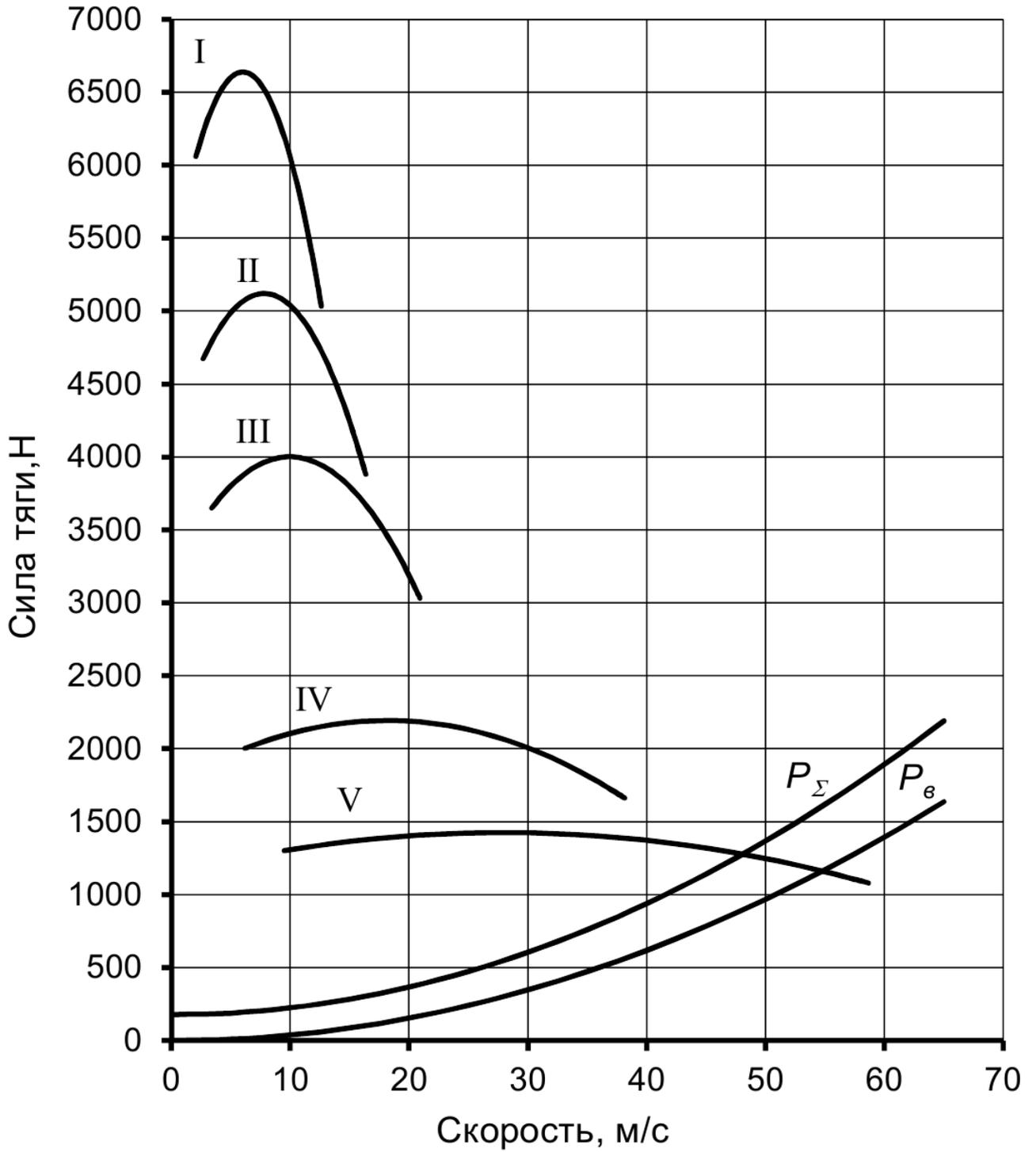


Рисунок А3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

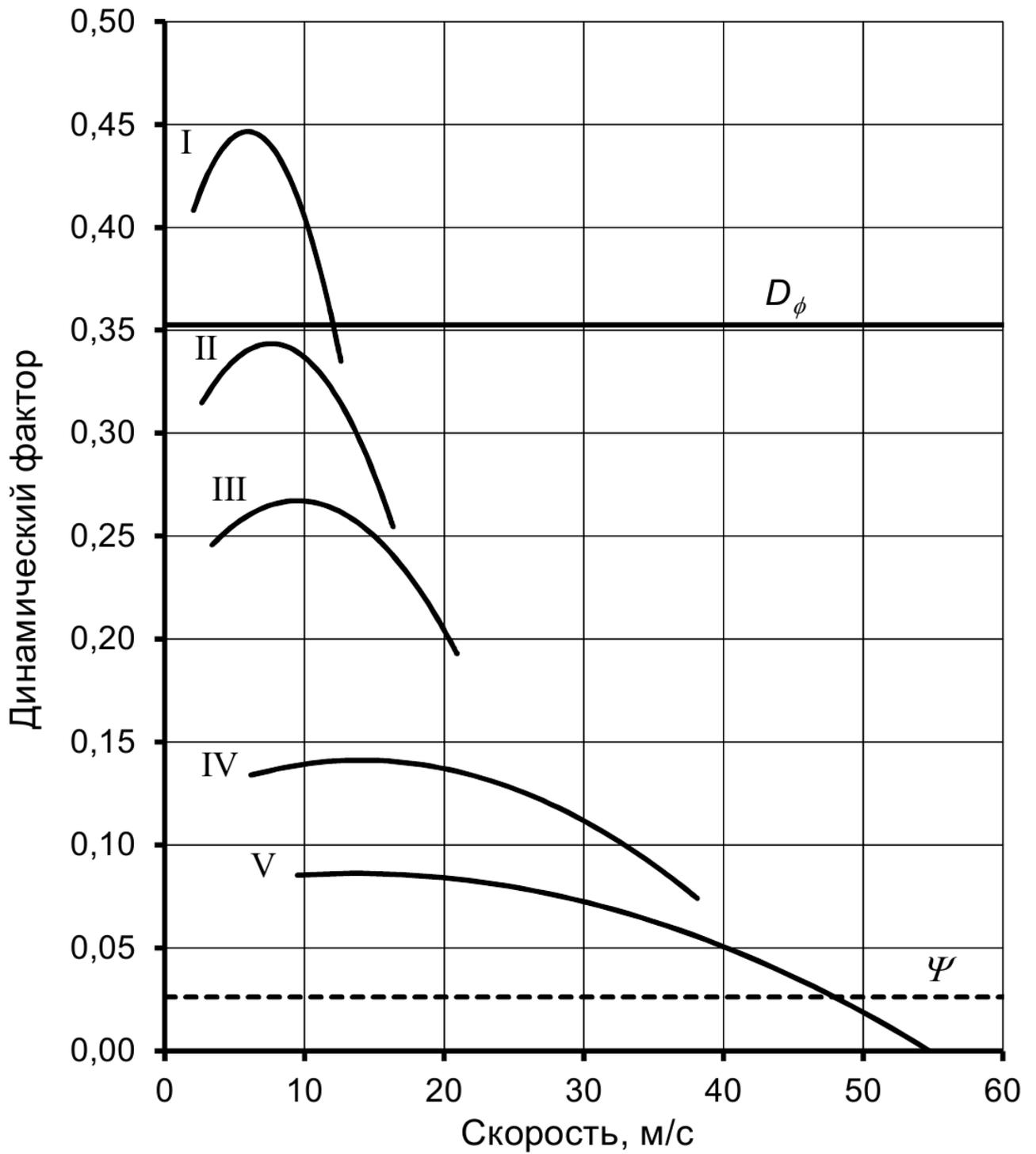


Рисунок А4 – Динамический баланс

### Ускорения на передачах

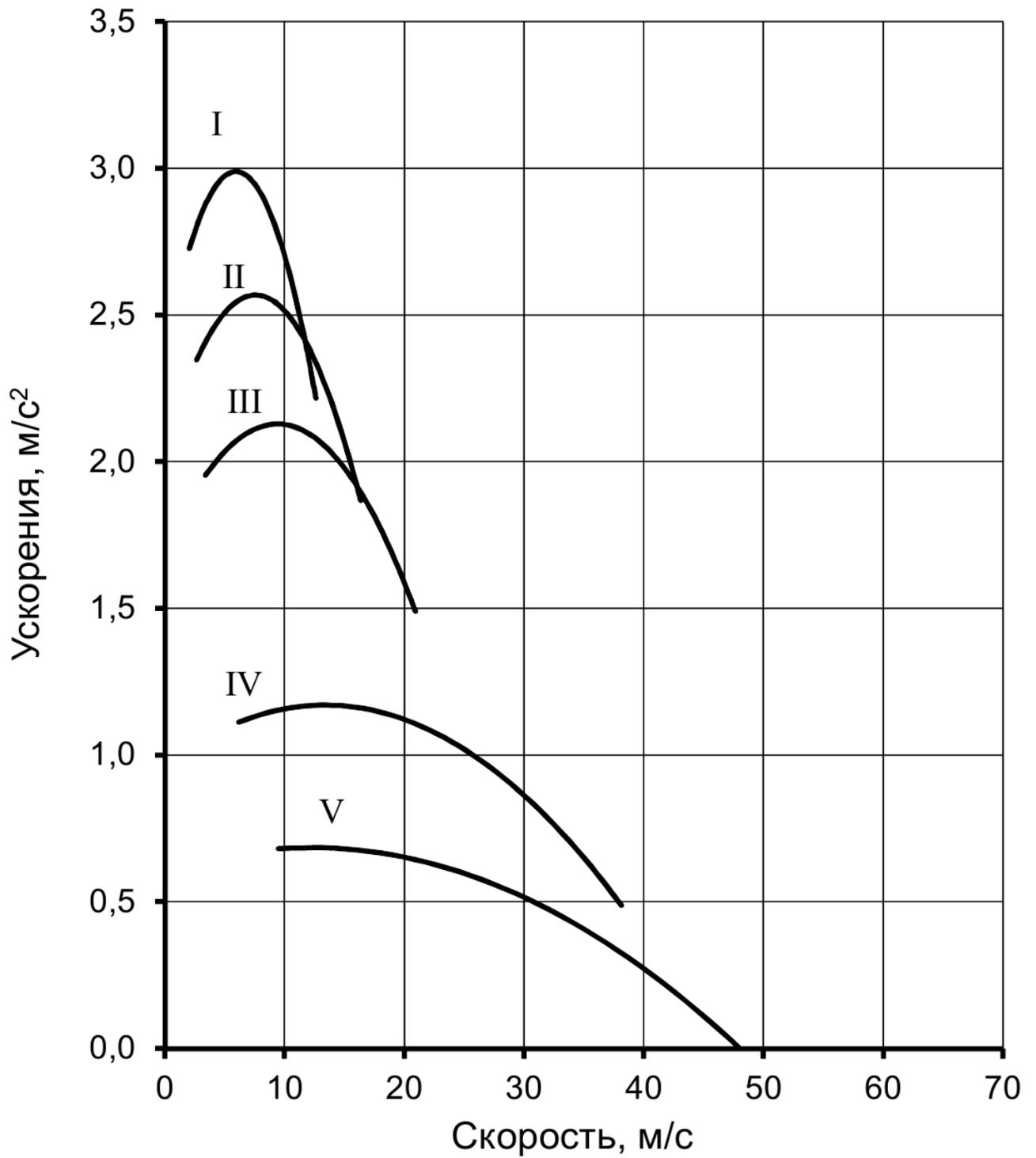


Рисунок А5 – Ускорения на передачах

### Время разгона

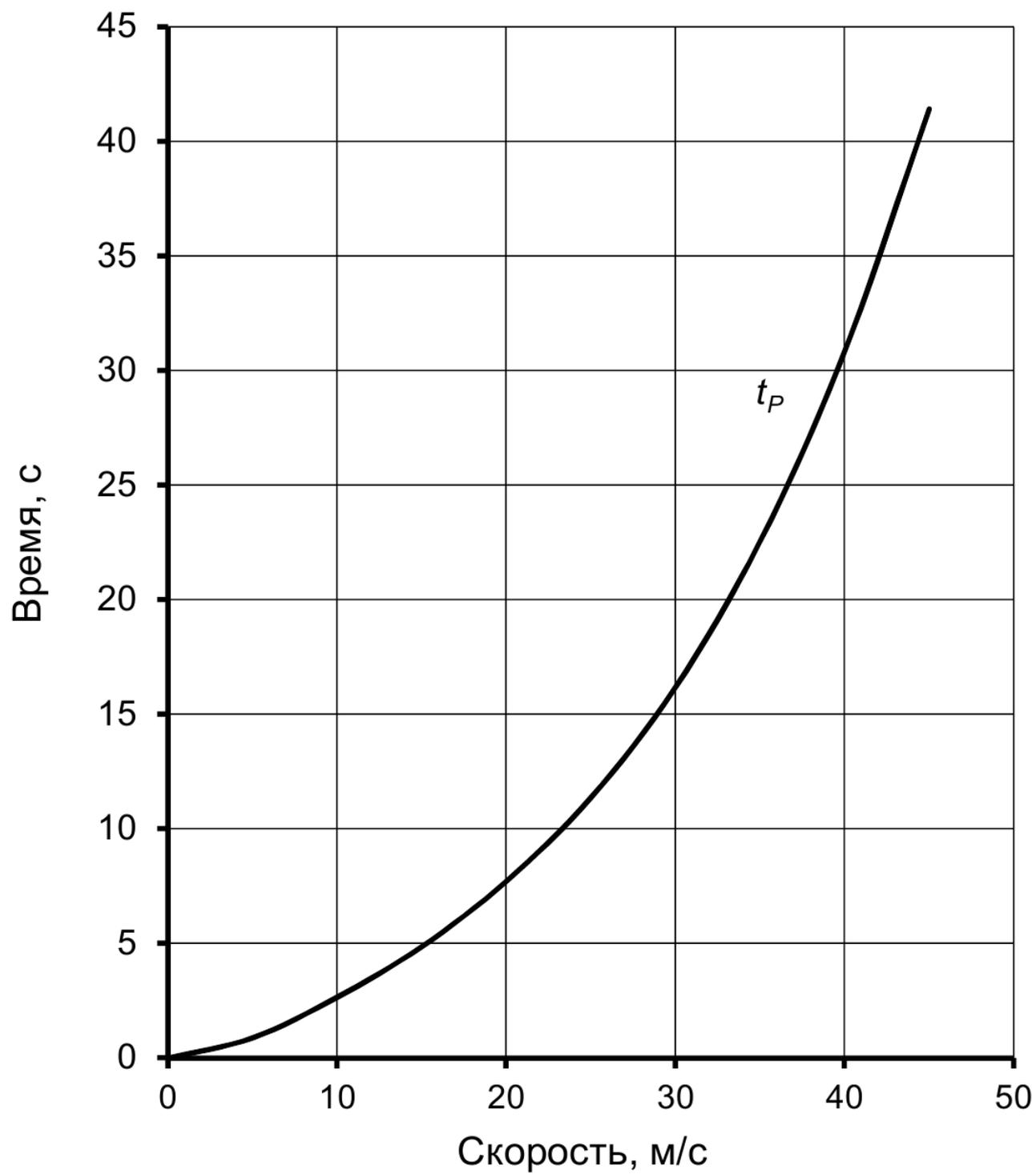


Рисунок А6 – Время разгона

### Путь разгона

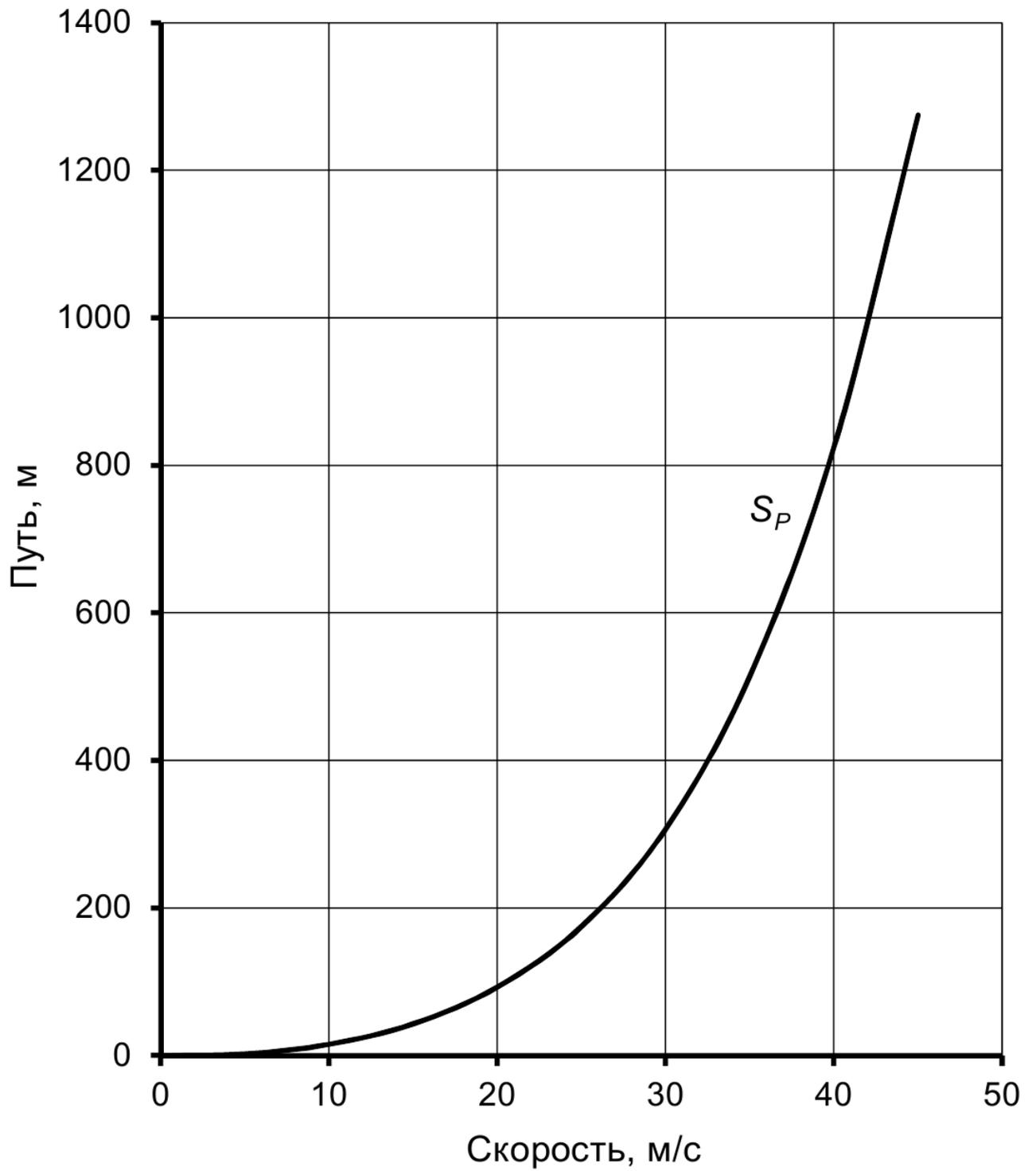


Рисунок А7 – Путь разгона

### Путевой расход топлива

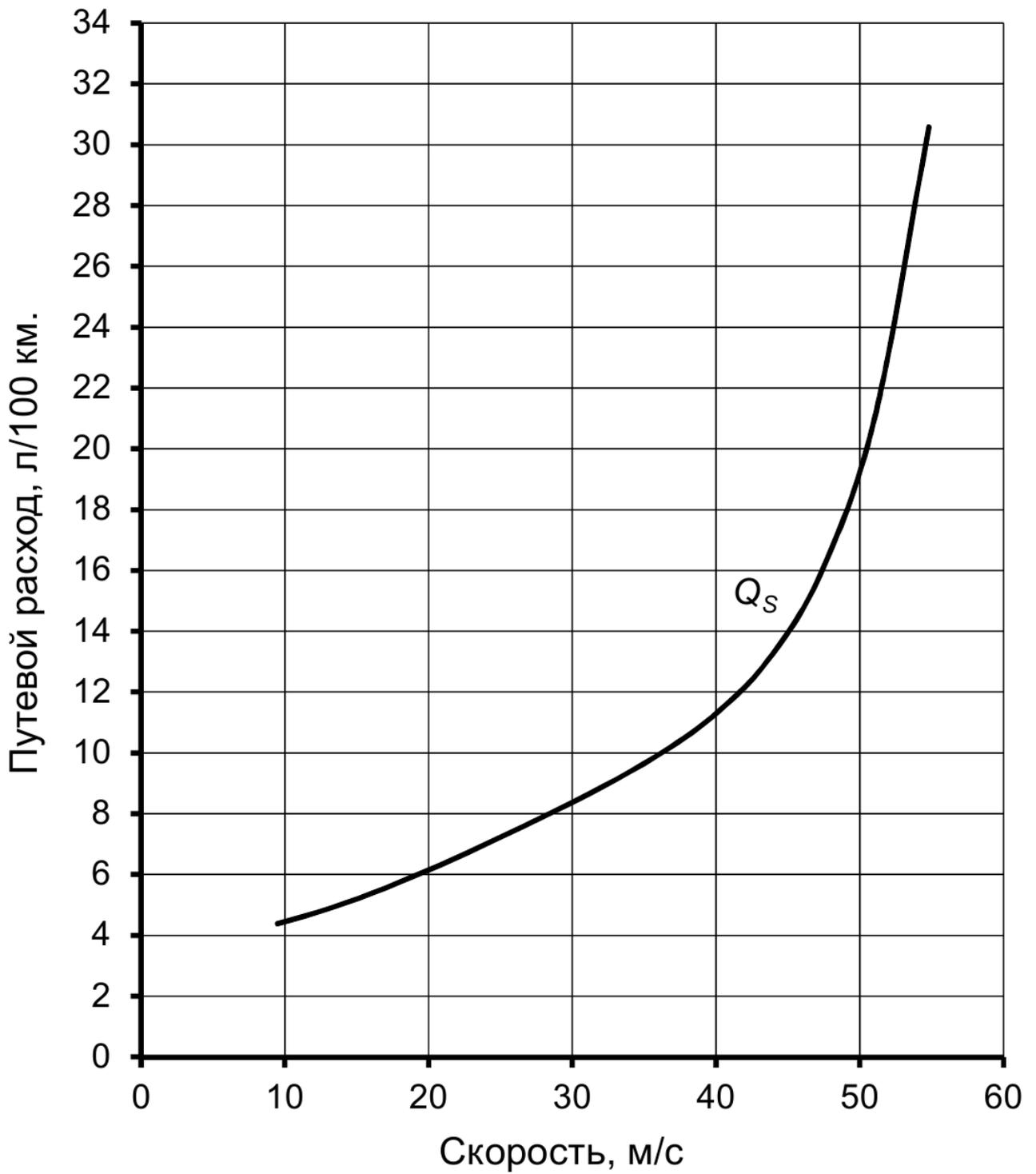


Рисунок А8 – Путевой расход топлива