

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 Коробка передач Lada Niva Urban. Модернизация задней
передачи

Обучающийся

А.Ю. Бублейник

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

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

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

Тема данной дипломной работы – «Коробка передач Lada Niva Urban. Модернизация задней передачи». Здесь рассматривается пятиступенчатая коробка передач с классической компоновкой, которая не изменилась в новом полноприводном автомобиле ВАЗ. Для понимания и оценки представленного проекта будет предоставлена технико-экономическая документация проектного исследования, включая расчеты прочности компонентов установки.

Для лучшего понимания темы работы и проектирования представленной модификации узла проведены расчеты тяги автомобиля, включающие данные о характеристиках внешней скорости, тяговом балансе, балансе мощности, динамическом коэффициенте, времени работы и разгона, расходе топлива и другие показатели.

Для ознакомления с финансовой частью дипломной работы вводится экономическая часть, в которой анализируются и оцениваются показатели надежности и долговечности конструкции, рассчитывается общественный интерес дизайн-проекта и заводская себестоимость проектируемого агрегата.

Рассмотренный в узле процесс сборки конструкции представлен в технической части работы, в которой также предусмотрены меры по обеспечению безопасности промышленного труда.

Для выполнения требований по охране труда и технике безопасности при монтаже проектного узла проводится анализ рабочего места и представляются необходимые меры для безопасного выполнения рабочих процессов во время сборки.

Annotation

The topic of this thesis is «Transmission Lada Niva Urban. Retrofit of the rear gear». Here we look at a five-speed gearbox with a classic layout, which has not been changed in the new VAZ four-wheel-drive car. To understand and evaluate the project presented, technical and economic documentation of the design work is provided, including strength calculations of the unit components.

For a better understanding of the operation and design issues of the presented modified unit, traction calculations of the vehicle, including data on external speed characteristics, traction balance, power balance, dynamic coefficients, travel and acceleration times, fuel consumption, etc. are given.

The economic part of the study is a section that analyses and evaluates the reliability and durability of the design, calculates the public benefit of the design and calculates the factory cost of the designed unit.

The technical part presents the assembly process of the design considered in the assembly unit and includes measures to ensure industrial safety.

To meet the health and safety requirements of the workplace assembly, the workplace is analysed and the measures required for the safe execution of work processes during assembly are presented.

Содержание

Введение.....	5
1. Состояние вопроса.....	6
1.1. Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач.....	7
1.2. Классификация конструкций коробок передач.....	13
1.3. Выбор и объяснение вносимых улучшений в конфигурацию коробки передач.....	18
1.4. Состав и описание вносимых улучшений в конфигурацию коробки передач.....	19
2. Конструкторская часть.....	20
2.1. Тягово-динамический расчет автомобиля.....	20
2.2. Расчет элементов коробки передач.....	33
3. Безопасность и экологичность объекта.....	49
4. Технологическая часть.....	64
5. Экономическая эффективность проекта.....	76
Заключение.....	93
Список используемых источников.....	94
Приложения.....	97

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 уменьшить массу кузова автомобиля, что приводит к снижению расхода топлива. Также можно переоборудовать его под метановый газ или дизельное топливо, а также под более современные двигатели. Электронные технологии необходимы для оптимальной работы автомобилей, а их широкое применение делает возможным создание автомобилей более функциональными. Также существует потребность в более совершенных технологиях и технических решениях при проектировании всех компонентов и систем. 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 предъявляемые 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.

Рассмотрим внутренний механизм коробки передач изображенный на рисунке 1. 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.[2]

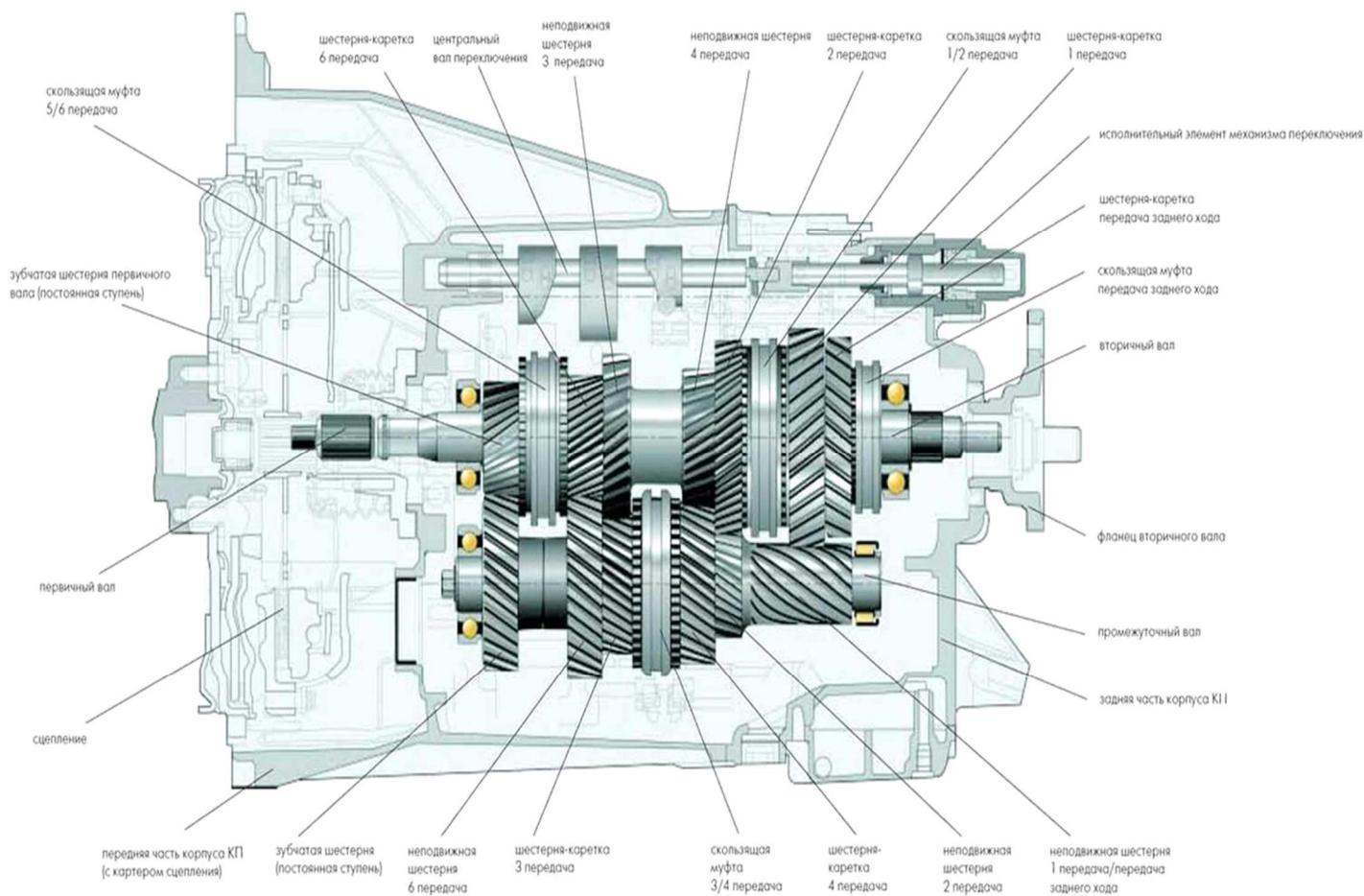


Рисунок 1 – Конструктивная схема шестиступенчатой коробки передач

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.[3]

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]-[5]

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 (ВАЗ-2121), один рычаг включает высшую или низшую передачу раздаточной коробки, а другой рычаг вращает замок. Также доступны раздаточные коробки с одним рычагом управления (ВАЗ-2123, Niva Urban).»[10]

Общие требования и требования к передачам

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.[11]-[12]

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 разъединены 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.[13]-[15]

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.[16]-[19]

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.

Обеспечение возможности отбора мощности от коробки передач или дополнительного оборудования в обратном направлении, т.е. для транспортных средств с гибридной трансмиссией, например, для обеспечения механизма, позволяющего добавлять мощность к транспортному средству. Также необходимо, чтобы автомобиль можно было буксировать или, наоборот, погрузить на прицеп. В дополнение к вышеуказанным требованиям к системе трансмиссии автомобиля могут предъявляться такие специальные требования.[20]-[21]

1.2 Классификация конструкций коробок передач

«Типы 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.

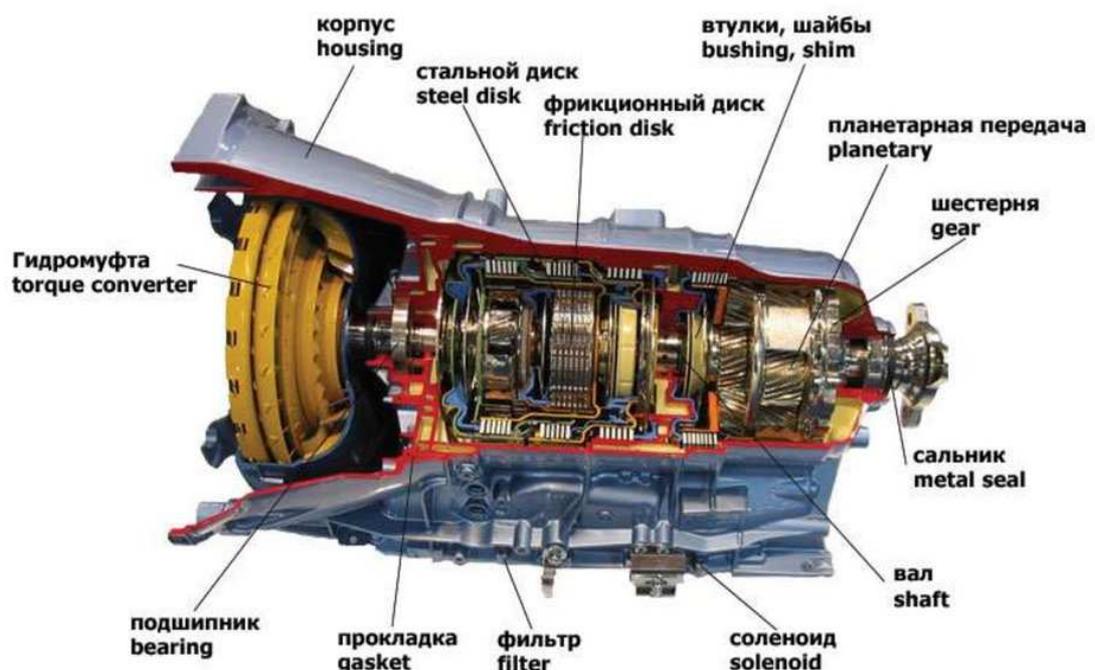


Рисунок 2 – Общее устройство классической МКПП

«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.[25]

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.[26]-[27]

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.

Следующий тип передачи – вариатор, показан на рисунке 3. 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.

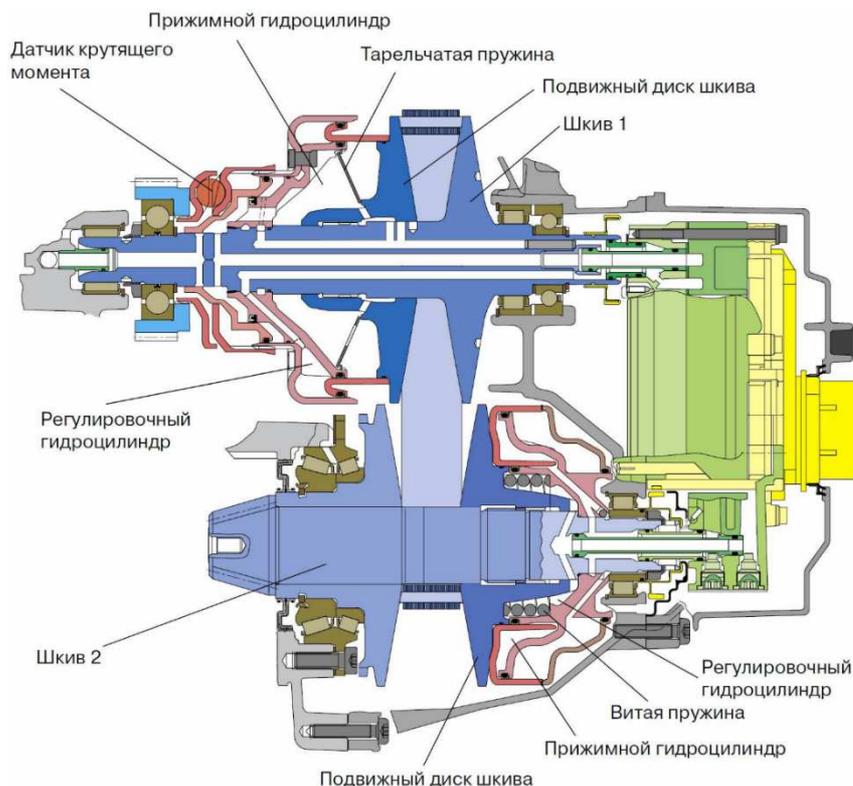


Рисунок 3 – Общая схема вариатора

Вариатор также оснащен функцией tiptronic, которая, по сути, имитирует переключение передач путем увеличения или уменьшения числа оборотов. Как и в автоматических коробках передач, здесь также предусмотрена функция, аналогичная кикдауну, 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.[29]-[32]

1.3 Выбор и объяснение вносимых улучшений в конфигурацию коробки передач

«Сегодня в автомобилях всех мировых производителей синхронизированы все передние передачи коробки передач, а в некоторых современных автомобилях все передачи коробки передач, включая задний ход,»[33] синхронизированы всегда. Чтобы повысить долговечность и избежать проскальзывания зубчатых колес, можно добиться эффекта синхронизации, используя синхронизацию и действие, сходное по принципу с синхронизацией, а именно синхронизацию для выравнивания скорости вращения вала коробки передач.

При переключении передач без синхронизации и использовании скользкой передачи зубья зубчатой пары будут соприкасаться друг с другом, и чтобы избежать этого, при переключении передач необходимо делать паузу, иначе при включении передач будет раздаваться дребезжащий звук. После полной остановки автомобиля подождите 10-15 секунд. Это

время рекомендовано производителем автомобиля и требуется перед началом эксплуатации трансмиссии. Передача заднего хода приводится в действие шестерней, которая переключается на вторичном валу коробки передач, как это происходит во многих отечественных автомобилях, например, в Lada Niva Urban.

1.4 Состав и описание вносимых улучшений в конфигурацию коробки передач

В работе предлагается задействовать синхронизацию заднего хода для улучшения срока службы шестерен и всей коробки передач, снижения износа заднего хода и предоставления комфортабельного, спокойного и равномерного движения задним ходом. Это снизит риск повреждения, вызванного ударом в трансмиссии, а также уменьшит ее шумность, что особенно важно для автомобилей, используемых в качестве передвижения на каждый день.

В этой работе подробно рассматривается, как выполняется работа коробки передач, а также показаны возможные проблемы, которые могут возникнуть при ее выполнении. В рамках данной работы был разработан и изготовлен прототип, который был просчитан в различных режимах движения. На первый взгляд, эта идея может показаться слишком простой и очевидной. Но мы предлагаем вам узнать, как же на самом деле работает эта система. Задний ход в коробке передач, это режим, когда водитель переключает передачу на задний ход, путем перемещения рычага коробки передач, перед этим выжав педаль сцепления. При этом автомобиль едет назад, пока водитель не закончит свое движение и не переключит передачу в нейтральное положение.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Количество колес ведущих	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг	$m_o = 1400$
Места в автомобиле	5
Высшая скорость а/м, м/с	$V_{max} = 40,28$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 600$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с	$\omega_{min} = 95$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,34$
Преодолеваемый подъем автомобилем	$\alpha_{max} = 0,32$
КПД трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,93$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,34$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Количество скоростей в КП	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	45
ось задняя	55
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л	$\rho_t = 0,72$ »[22]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[22]

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B,$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа; »[22]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н} \quad (1)$$

$$G_{II} = G_{II} \cdot 5 = m_{II} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин 195/75 R15. »[22]

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

«Где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 195$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины. »[22]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,315 \text{ м} \quad (8)$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (9)$$

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800),; »[22]

« U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передаче раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2). »[22]

$$U_0 = (0,315 \cdot 600) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 4,885 \quad (10)$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (11)$$

«где ψ_V - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля. »[22]

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (12)$$

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

$$N_V = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,34 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,93 = 68549 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (13)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$). »[22]

$$N_{MAX} = 68549 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 68902 \text{ Вт} \quad (14)$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (15)$$

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

Расчетные данные в таблице 1.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (16)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, n_e об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
907	95	13,0	137,3
1300	136	19,4	142,5
1650	173	25,2	146,0
2000	209	31,1	148,6
2350	246	36,9	150,1
2700	283	42,6	150,7
3050	319	48,0	150,3
3400	356	53,0	148,9
3750	393	57,5	146,5
4100	429	61,4	143,1
4450	466	64,6	138,7
4800	503	67,0	133,3
5150	539	68,5	127,0
5500	576	68,9	119,6
5730	600	68,5	114,2

n_e - обороты двигателя, об/мин;»[22]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (17)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (18)$$

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вылечены преодолеваемого подъёма

$$\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}; \quad (19)$$

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1). »[22]

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,32 = 0,345 \quad (20)$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,345 \cdot 0,315 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 1,353$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}, \quad (21)$$

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н,
 m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),
 φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$). »[22]

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,315 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 3,135 \quad (22)$$

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

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,100 / 0,800)^{1/4} = 1,403 \quad (23)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,100 / 1,403 = 2,209; \quad (24)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,209 / 1,403 = 1,575; \quad (25)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,575 / 1,403 = 1,122; \quad (26)$$

$$U_5 = 0,800.$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Расчет ведется по формуле:

Расчетные данные в таблице 2 и таблице 3.

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (27)$$

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, n_e об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
907	1,6	2,3	3,2	4,5	6,4
1300	2,4	3,3	4,6	6,5	9,1
1650	3,0	4,2	5,9	8,3	11,6
2000	3,6	5,1	7,1	10,0	14,1
2350	4,3	6,0	8,4	11,8	16,5
2700	4,9	6,9	9,6	13,5	19,0
3050	5,5	7,8	10,9	15,3	21,4
3400	6,2	8,7	12,1	17,0	23,9
3750	6,8	9,5	13,4	18,8	26,4
4100	7,4	10,4	14,6	20,5	28,8
4450	8,1	11,3	15,9	22,3	31,3
4800	8,7	12,2	17,1	24,1	33,7
5150	9,3	13,1	18,4	25,8	36,2
5500	10,0	14,0	19,6	27,6	38,7
5730	10,4	14,6	20,5	28,7	40,3

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (28)$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обор. двс, n_e об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
907	7370	5253	3744	2669	1902
1300	7648	5451	3885	2769	1974
1650	7839	5587	3982	2838	2023
2000	7976	5685	4052	2888	2058
2350	8060	5745	4095	2918	2080
2700	8091	5767	4110	2930	2088
3050	8069	5751	4099	2922	2082
3400	7993	5697	4061	2894	2063
3750	7864	5605	3995	2847	2030
4100	7682	5476	3903	2782	1983
4450	7447	5308	3783	2696	1922
4800	7158	5102	3636	2592	1847
5150	6816	4858	3463	2468	1759
5500	6421	4577	3262	2325	1657
5730	6133	4371	3116	2221	1583

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (29)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (30)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (31)$$

Расчетные данные в таблице 4.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с, V_A	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	251	251
5	17	254	271
10	70	263	333
15	157	279	435
20	278	301	579
25	435	329	764
30	626	363	990
35	852	404	1257
40	1113	451	1564
45	1409	504	1913
50	1740	564	2304
55	2105	630	2735
60	2505	702	3207
65	2940	780	3720

V_A – скорость автомобиля в метрах в секунду, м/с;

2.1.9 Динамический фактор

Рассчитывается по формуле:»[22]

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{СИ} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (33)$$

«Данные заносятся в таблицу 5

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Об. двс, n_e об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
907	0,412	0,293	0,209	0,148	0,105
1300	0,427	0,304	0,216	0,153	0,107
1650	0,438	0,311	0,221	0,156	0,108
2000	0,445	0,317	0,224	0,157	0,107
2350	0,450	0,320	0,226	0,158	0,106
2700	0,451	0,320	0,226	0,157	0,103
3050	0,450	0,319	0,224	0,154	0,098
3400	0,445	0,315	0,221	0,150	0,093
3750	0,438	0,310	0,216	0,145	0,086
4100	0,427	0,302	0,210	0,139	0,078
4450	0,414	0,292	0,202	0,131	0,069
4800	0,397	0,279	0,192	0,122	0,059
5150	0,377	0,265	0,180	0,112	0,047
5500	0,355	0,248	0,167	0,100	0,034
5730	0,338	0,236	0,158	0,092	0,025

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (34)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (35)$$

где i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).»[22]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (36)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,015.$$

Расчетные данные в таблицах 6,7 и 8.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ	1,159	1,088	1,052	1,034	1,025

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Об двс, n_e об/мин	Ускор. на 1 пер, m/c^2	Ускор. на 2 пер, m/c^2	Ускор. на 3 пер, m/c^2	Ускор. на 4 пер, m/c^2	Ускор. на 5 пер, m/c^2
907	3,37	2,52	1,82	1,27	0,87
1300	3,50	2,61	1,88	1,32	0,88
1650	3,58	2,68	1,93	1,34	0,89
2000	3,65	2,73	1,96	1,35	0,88
2350	3,69	2,75	1,97	1,35	0,86
2700	3,70	2,76	1,97	1,34	0,82
3050	3,68	2,75	1,95	1,31	0,78
3400	3,65	2,71	1,92	1,27	0,72
3750	3,58	2,66	1,87	1,22	0,65
4100	3,49	2,59	1,81	1,16	0,56
4450	3,38	2,49	1,73	1,08	0,46
4800	3,24	2,38	1,64	0,99	0,35
5150	3,07	2,25	1,53	0,89	0,23
5500	2,88	2,10	1,40	0,77	0,10
5730	2,74	1,99	1,31	0,69	0,00

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Об двс, n_e об/мин	Обр.ускор. на 1пер, c^2/m	Обр.ускор. на 2пер, c^2/m	Обр.ускор. на 3пер, c^2/m	Обр.ускор. на 4пер, c^2/m	Обр.ускор. на 5пер, c^2/m
907	0,30	0,40	0,55	0,79	1,16
1300	0,29	0,38	0,53	0,76	1,13
1650	0,28	0,37	0,52	0,75	1,13
2000	0,27	0,37	0,51	0,74	1,14
2350	0,27	0,36	0,51	0,74	1,16
2700	0,27	0,36	0,51	0,75	1,21
3050	0,27	0,36	0,51	0,76	1,29
3400	0,27	0,37	0,52	0,78	1,39
3750	0,28	0,38	0,53	0,82	1,55
4100	0,29	0,39	0,55	0,86	1,78
4450	0,30	0,40	0,58	0,93	2,15
4800	0,31	0,42	0,61	1,01	2,83
5150	0,33	0,44	0,65	1,13	4,33
5500	0,35	0,48	0,71	1,30	10,45
5730	0,37	0,50	0,76	1,46	-

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (37)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (38)$$

где k – порядковый номер интервала. »[22]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (39)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (40)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 . »[22]

Расчетные данные в таблице 9.

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, V_A м/с	Площ, мм ²	Вр. t , с
0-5	154	0,8
0-10	462	2,3
0-15	908	4,5
0-20	1536	7,7
0-25	2386	11,9
0-30	3533	17,7
0-35	5070	25,4
0-40	7090	35,4

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (41)$$

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

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 : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$ »[22]

«Результаты расчёта заносятся в таблицу 10: »[22]

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, V_A м/с	Площ, мм ²	Путь S , м
0-5	38	2
0-10	269	13
0-15	827	41
0-20	1926	96
0-25	3838	192
0-30	6993	350
0-35	11989	599
0-40	19563	978

V_A – скорость автомобиля в метрах в секунду, м/с;

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (42)$$

«где 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 ($N_i = 0$).

Расчетные данные в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Об двс, n_e об/мин	Мощн. на кол, кВт
907	12,1
1300	18,0
1650	23,5
2000	28,9
2350	34,4
2700	39,6
3050	44,6
3400	49,3
3750	53,5
4100	57,1
4450	60,1
4800	62,3
5150	63,7
5500	64,1
5730	63,8

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., V_A м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач- я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,3	1,4
10	0,7	2,6	3,3
15	2,3	4,2	6,5
20	5,6	6,0	11,6
25	10,9	8,2	19,1
30	18,8	10,9	29,7
35	29,8	14,1	44,0
40	44,5	18,0	62,6
45	63,4	22,7	86,1
50	87,0	28,2	115,2

V_A – скорость автомобиля в метрах в секунду, м/с;

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (43)$$

где $g_{E \min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива. »[22]

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (44)$$

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

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T};$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (45)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.

Таблица 13 - Путь расход топлива на высшей передаче

Об двс, пс об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.Ки	Знач.КЕ	Знач.Qs
907	6,4	0,149	0,166	1,291	1,166	5,7
1300	9,1	0,162	0,238	1,274	1,128	6,1
1650	11,6	0,178	0,302	1,251	1,098	6,6
2000	14,1	0,201	0,367	1,223	1,072	7,2
2350	16,5	0,228	0,431	1,189	1,051	7,8
2700	19,0	0,262	0,495	1,150	1,034	8,6
3050	21,4	0,302	0,559	1,107	1,022	9,4
3400	23,9	0,349	0,623	1,060	1,014	10,2
3750	26,4	0,405	0,687	1,012	1,010	11,1
4100	28,8	0,471	0,751	0,965	1,010	12,0
4450	31,3	0,549	0,816	0,922	1,015	13,1
4800	33,7	0,642	0,880	0,888	1,025	14,3
5150	36,2	0,754	0,944	0,875	1,038	16,0

Все графики, построенные на основе данных таблиц этого подраздела, представлены в Приложении А к данной работе и на листе А1 данной дипломной работы.»[22]

2.2 Расчет элементов коробки передач

2.2.1 Расчет синхронизатора

«Проверочный расчет проводится с учетом уменьшения скорости автомобиля за время. Влиянием масляной ванны и сил в подшипниках и зубчатых пренебрегаем. При проверочном расчете определяется синхронизации и удельная сила за одно включение.

Время синхронизации. »[5]

$$t_c = \frac{J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{нач}}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c}$$

«где t_c - время синхронизации, сек;

M_{μ} - момент трения синхронизатора, Н.м;

J_{Σ} - суммарный приведенный момент инерции, кгм²;

U - передаточное число;

$\Delta\omega_{нач}$ - начальная разность угловых скоростей, рад/с;

ε_c - угловое замедление вала, на котором расположен синхронизатор, рад/с²; »[5]

$$J_{\Sigma} := 0.15 \quad \Delta\omega_{нач} := 400$$

$$U := 1.4 \quad \varepsilon_c := 900$$

«Момент трения синхронизатора. »[5]

$$M_{\mu} = \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin(\gamma)} \quad (47)$$

«где: r_{μ} - средний радиус поверхности синхронизатора, мм;

μ - коэффициент трения;

γ - половина угла конуса, град;

Q - сила на передвигной муфте, Н; »[5]

$$r_{\mu} := 22 \quad \mu := 0.06 \quad \gamma := 7$$

«Осевая сила. »[5]

$$Q = P_p \cdot U_{pm} \cdot \eta$$

«где: P_p - нормативное усилие на рукоятке рычага , Н;

U_{pm} - передаточное число;

η - КПД привода переключения; »[5]

$$P_p := 60 \quad U_{pm} := 8 \quad \eta := 0.9$$

$$Q = P_p \cdot U_{pm} \cdot \eta \quad Q = 432 \quad \text{Н}$$

$$M_{\mu} = \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin(\gamma)} \quad M_{\mu} = 867.96$$

$$t_c = \frac{J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{нач}}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad t_c = 0.19 \quad \text{«Для легковых автомобилей время 0,15...0,3 с. »[5]}$$

2.2.2 Расчет зубчатой передачи синхронизатора

«Исходные данные для расчета на прочность передачи:

$z_1 = 20$	- число зубьев шестерни.
$z_2 = 39$	- число зубьев колеса.
$m = 2$	- нормальный модуль, м.
$b_1 = 13,55$	- ширина венца шестерни, мм.
$b_2 = 13$	- ширина венца колеса, мм.
$x_1 = 0$	- коэффициент смещения шестерни.
$x_2 = -0.075$	- коэффициент смещения колеса.
$\beta = 0$	- угол наклона, град.
$R_a = 2.0$	- шероховатость поверхности, мкм.
$T_j = 900$	- постоянная нагрузка, Нм.
$n = 6000$	- частота вращения ведущего зубчатого колеса, 1/мин.
$f_{KE} = 0$	- отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации в подшипниках, мкм
25ХГМ - марка стали шестерни.	
40Х - марка стали колеса.	
$h_{t1} = 1$	- толщина упроченного слоя.
$h_{t2} = 1$	- толщина упроченного слоя.
$H_{o1} = 58$	HRC - твердость зуба.
$H_{o2} = 50$	HRC - твердость поверхности колеса.
$H_{k1} = 500$	HV - твердость сердцевины зуба шестерни.
$H_{k2} = 500$	HV - твердость сердцевины зуба колеса.
$\sigma_{T1} = 1400$	- предел текучести материала шестерни, МПа.
$\sigma_{T2} = 1200$	- предел текучести материала колеса, МПа.
$L_h = 1100$	- требуемая долговечность. »[5]

«Определение геометрических и кинематических параметров.

Делительный угол профиля в торцовом сечении α_t . »[5]

$$\alpha := \frac{\pi}{180} \cdot 20, \quad (48)$$

$$\beta := \frac{\pi}{180} \cdot 16.4, \quad (49)$$

$$\alpha_t := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\cos(\beta)}\right) \quad (50)$$

$$\alpha_t = 20.78 \text{ deg}$$

«Угол зацепления $\alpha_{t\omega}$.»[5]

$$\alpha_{t\omega} := \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan(\alpha)}{z_1 + z_2} + \alpha_t \quad (51)$$

$$\alpha_{t\omega} = 20.78 \text{ deg} \text{ »}[5]$$

«Межосевое расстояние a_ω .»[5]

$$a_\omega := \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2 \cdot \cos(\beta)} \cdot \frac{\cos(\alpha_t)}{\cos(\alpha_{t\omega})} \quad (52)$$

$$a_\omega = 57.33$$

«Делительные диаметры d , мм. »[5]

$$d_1 := \frac{m \cdot z_1}{\cos(\beta)} \quad (53)$$

$$d_1 = 57.33$$

$$d_2 := \frac{m \cdot z_2}{\cos(\beta)} \quad (54)$$

$$d_2 = 57.33$$

«Диаметры вершин d_a , мм. »[5]

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_1) \quad (55)$$

$$d_{a1} = 62.33$$

$$d_{a2} := d2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x2) \quad (56)$$

$$d_{a2} = 62.33$$

«Основные диаметры d_b , мм. »[5]

$$d_{b1} := d1 \cdot \cos(\alpha_t) \quad (57)$$

$$d_{b1} = 53.6$$

$$d_{b2} := d2 \cdot \cos(\alpha_t) \quad (58)$$

$$d_{b2} = 53.6$$

«Углы профиля зуба в точках на окружностях вершин α_a . »[5]

$$\alpha_{a1} := \arccos\left(\frac{d_{b1}}{d_{a1}}\right) \quad (59)$$

$$\alpha_{a1} = 30.69 \text{ deg}$$

$$\alpha_{a2} := \arccos\left(\frac{d_{b2}}{d_{a2}}\right) \quad (360)$$

$$\alpha_{a2} = 30.69 \text{ deg}$$

«Составляющие Коэффициента торцового перекрытия ϵ_a . »[5]

$$\epsilon_{a1} := \frac{z1 \cdot (\tan(\alpha_{a1}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi} \quad (61)$$

$$\epsilon_{a1} = 0.75$$

$$\epsilon_{a2} := \frac{z2 \cdot (\tan(\alpha_{a2}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi} \quad (62)$$

$$\epsilon_{a2} = 0.75$$

«Коэффициент торцового перекрытия ϵ_α .»[5]

$$\epsilon_\alpha := \epsilon_{a1} + \epsilon_{a2} \quad (63)$$

$$\epsilon_\alpha = 1.5$$

«Осевой шаг p_x . »[5]

$$p_x := \frac{\pi \cdot m}{\sin(\beta)} \quad (64)$$

$$p_x = 27.82$$

«Коэффициент осевого перекрытия ϵ_β .»[5]

$$\epsilon_\beta := \frac{b_2}{p_x} \quad (65)$$

$$\epsilon_\beta = 0.5$$

«Суммарный Коэффициент перекрытия ϵ_γ .»[5]

$$\epsilon_\gamma := \epsilon_\alpha + \epsilon_\beta \quad (66)$$

$$\epsilon_\gamma = 2$$

«Основной угол наклона β_b . »[5]

$$\beta_b := \arcsin(\sin(\beta) \cdot \cos(\alpha)) \quad (67)$$

$$\beta_b = 15.39 \text{ deg}$$

«Эквивалентные числа зубьев z_v .»[5]

$$z_{v1} := \frac{z_1}{(\cos(\beta))^3} \quad (68)$$

$$z_{v1} = 24.92$$

$$z_{v2} := \frac{z_2}{(\cos(\beta))^3} \quad (69)$$

$$z_{v2} = 24.92$$

«Окружная скорость v .»[5]

$$v := \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n}{60000} \quad (70)$$

$$v = 6$$

«Коэффициент, учитывающий механические свойства сопряженных

зубчатых колес, Z_E . »[5]

$$v_1 := 0.3$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5$$

МПа

$$v_2 := v_1$$

$$E_1 := E$$

$$E_2 := E_1$$

$$Z_E := \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left[\frac{1 - (v_1)^2}{E_1} + \frac{1 - (v_2)^2}{E_2} \right]}} \quad (71)$$

$$Z_E = 191.65 \quad \text{»[5]}$$

«Коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления, Z_H . »[5]

$$Z_H := \frac{1}{\cos(\alpha_t)} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos(\beta_b)}{\tan(\alpha_{t\omega})}} \quad (72)$$

$$Z_H = 2.41$$

«Коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий, Z_ϵ .»[5]

Для

$$\epsilon_\beta \geq 1$$

$$Z_\epsilon := \sqrt{\frac{1}{\epsilon_\alpha}} \quad (73)$$

$$Z_\epsilon = 0.82$$

«Окружная сила на делительном цилиндре F_{Ht} , Н. »[5]

$$F_{Ht} := \frac{2000 \cdot T_j}{d_1} \quad (74)$$

$$F_{Ht} = 2441.89$$

«Коэффициент, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку, K_A
Поскольку нагрузка постоянная и в ней учтены внешние нагрузки:
»[5]

$$K_A := 1$$

«Проверка на резонансную зону. При выполнении условия:
 $\frac{v \cdot z_1}{1000} < 1.4$ для косозубых передач.

Резонансная зона далеко и определение Коэффициента K_{Hv} можно
проводить по формуле: »[5]

$$K_{Hv} := \frac{v \cdot z_1}{1000} \quad (75)$$

$$K_{Hv} = 0.13$$

«Коэффициент, учитывающий влияние вида зубчатой передачи и
модификации профиля головок зубьев, δ_H .

При твердости $H_1 < 350 \text{ HV}$ и $H_2 < 350 \text{ HV}$ для косых зубьев:

$$\delta_H := 0.004$$

Коэффициент, учитывающий влияние разности шагов зацепления
зубьев шестерни и колеса, g_0 .

Для 7-ой степени точности передачи по нормам плавности и при
модуле»[5] $m = 2: \quad g_0 := 47$

«Удельная окружная динамическая сила ω_{Hv} .»[5]

$$u := 6.1$$

$$\omega_{Hv} := \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a_w}{u}} \quad (76)$$

$$\omega_{Hv} = 3.46$$

«Динамическая добавка v_H . »[5]

$$v_H := \frac{\omega_{Hv} \cdot b_2 \cdot d_1}{2000 \cdot T_j \cdot K_A} \quad (77)$$

$$v_H = 0.02$$

«Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении, K_{Hv} .»[5]

$$K_{Hv} := 1 + v_H \quad (78)$$

$$K_{Hv} = 1.02$$

«Допуск на погрешность направления зуба F_β , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-й степени точности по нормам контактов при ширине зубчатого венца $b_2 = 24$ мм: $F_\beta := 9$

Отклонение положения контактных линий вследствие погрешностей изготовления f_{kZ} , мкм. »[5]

$$f_{kZ} := 0.5 \cdot F_\beta \quad (79)$$

$$f_{kZ} = 4.5 \quad \text{»[5]}$$

«Фактическое отклонение положения контактных линий в начальный период работы передачи f_{0kY} , мкм. »[5]

$$f_{kE} := 0$$

$$f_{0kY} := f_{kE} + f_{kZ} \quad (80)$$

$$f_{0kY} = 4.5$$

«Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм. »[5]

при $x_1=0$ и $x_2=0$: $C_1 := 17.4$

Удельная нормальная жесткость пары зубьев показана на рисунке 4.

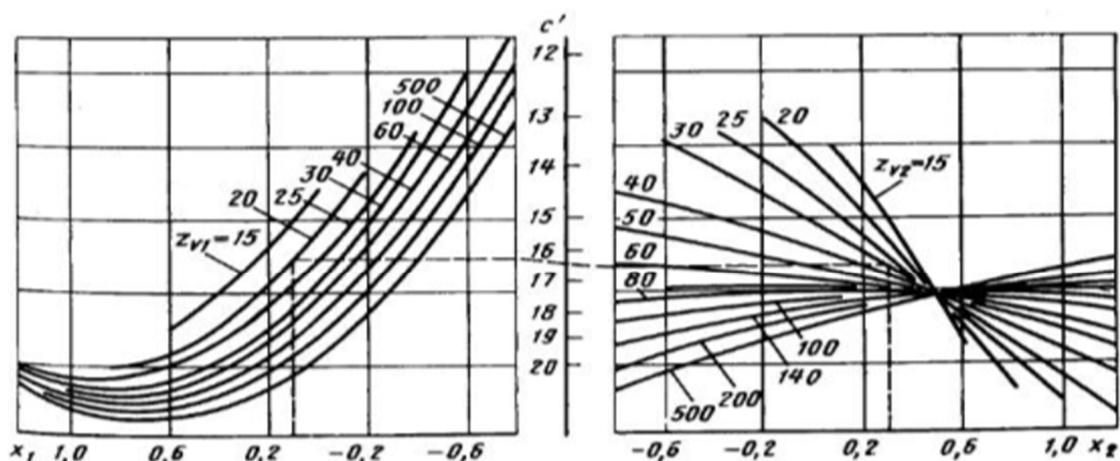


Рисунок 4 - Удельная нормальная жесткость пары зубьев С1, МКМ.

«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий в начальный период работы передачи, $K_{0H\beta}$.»[5]

$$K_k := 0.14$$

$$K_{0H\beta} := 1 + \frac{0.4 \cdot b_2 \cdot f_{0kY} \cdot C_1 \cdot \cos(\alpha_t)}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot Z_\epsilon} \cdot K_k \cdot \left(\frac{b_2}{d_2}\right) \quad (81)$$

$$K_{0H\beta} = 1.01$$

«Коэффициент, учитывающий приработку зубьев, $K_{H\omega}$.»[5]

$$N_{Hv} := 300$$

$$K_{H\omega} := 1 - \frac{20}{(0.01 \cdot N_{Hv} + 2)^2 \cdot (v + 4)^{0.25}} \quad (82) \gg [5]$$

$$K_{H\omega} = 0.55$$

«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий, $K_{H\beta}$.»[5]

$$K_{H\beta} := 1 + (K_{0H\beta} - 1) \cdot K_{H\omega} \quad (83)$$

$$K_{H\beta} = 1$$

«Средняя удельная торцовая жесткость зубьев пары зубчатых колес

C_γ , Н/(мм.мкм). »[5]

$$C_\gamma := C1 \cdot (0.5 \cdot \varepsilon_\alpha + 0.25) \quad (84)$$

$$C_\gamma = 17.39$$

«Предельные отклонения шага зацепления f_{pb} , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-ой степени точности по нормам плавности при модуле $m = 2$ мм и соответствующих делительных диаметрах. »[5]

$$d1 = 57.33 \text{ мм}$$

$$d2 = 57.33 \text{ мм}$$

$$f_{pb1} := 15$$

$$f_{pb2} := 15$$

«Предел контактной выносливости σ_{Hlim2} , МПа. »[5]

$$H_{HRC3} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC3} + 200 \quad (85)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

«Уменьшение погрешности шага зацепления в результате приработки,

$\gamma_{\alpha, \text{мкм}}$. »[5]

$$\gamma_{\alpha1} := 0.075 \cdot f_{pb1} \quad (86)$$

$$\gamma_{\alpha1} = 1.13$$

$$\gamma_{\alpha2} := \frac{160}{\sigma_{Hlim2}} \cdot f_{pb2} \quad (87) \text{ »[5]}$$

$$\gamma_{\alpha2} = 2.29$$

$$\gamma_\alpha := \frac{\gamma_{\alpha1} + \gamma_{\alpha2}}{2} \quad (88)$$

$$\gamma_\alpha = 1.71$$

«Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями, $K_{H\alpha}$.

Для косозубых передач при $\varepsilon_\gamma > 2$ »[5]

$$f_{pb\varepsilon} := \sqrt{(f_{pb1})^2 + (f_{pb2})^2} \quad (89)$$

«Коэффициент, учитывающий статическое распределение активных поверхностей зубьев; для передач с твердостью поверхностей зубьев хотя бы одного зубчатого колеса при $H < 350$: $a_\alpha := 0.2$ »[5]

$$K_{H\alpha} := 0.9 + 0.4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\varepsilon_\gamma - 1)}{\varepsilon_\gamma}} \cdot \frac{C_\gamma \cdot b_2 \cdot (a_\alpha \cdot f_{pb\varepsilon} - \gamma_\alpha)}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta}} \quad (90)$$

$$K_{H\alpha} = 1$$

«должно выполняться условие: »[5]

$$1 \leq K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot (Z_\varepsilon)^2} \quad (91)$$

$$\frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot (Z_\varepsilon)^2} = 2$$

«Коэффициент нагрузки K_H . »[5]

$$K_H := K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad (92)$$

$$K_H = 1.02$$

«Контактное напряжение σ_{H0} при $K_H = 1$, МПа. »[5]

$$\sigma_{H0} := Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{F_{Ht}}{b_2 \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u}} \quad (93) \text{ »[5]}$$

$$\sigma_{H0} = 710.26$$

«Расчетное контактное напряжение σ_H , МПа. »[5]

$$\sigma_H := \sigma_{H0} \cdot \sqrt{K_H} \quad (94)$$

$$\sigma_H = 718.24$$

«Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} , МПа.

Для шестерни с твердостью 58 HRC. »[5]

$$H_{HRC} := 58$$

$$\sigma_{Hlim1} := 23 \cdot H_{HRC} \quad (95)$$

$$\sigma_{Hlim1} = 1334$$

«Для зубчатого колеса с твердостью 50 HRC. »[5]

$$H_{HRC} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC} + 200 \quad (96)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

«Коэффициенты запаса прочности S_H .

Для шестерни и для зубчатого колеса с поверхностным упрочнением зубьев принимаем: »[5]

$$S_{H1} := 1.2$$

$$S_{H2} := 1.2$$

«Базовые числа циклов напряжений, соответствующие пределу выносливости, N_{Hlim} . »[5]

$$H_{HB} := 470$$

$$N_{Hlim} := 30 \cdot (H_{HB})^{2.4} \quad (97)$$

$$N_{Hlim} = 7.77 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6 \text{ »[5]}$$

$$\text{«} N_{Hlim1} := 77.7 \cdot 10^6$$

$$H_{HB} := 400$$

$$N_{Hlim2} := 30 \cdot (H_{HB})^{2.4} \quad (98)$$

$$N_{Hlim2} = 5.27 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim2} := 52.7 \cdot 10^6$$

«Суммарное число циклов напряжений N_k . »[5]

$$N_{K1} := 60 \cdot n \cdot L_h \quad (99)$$

$$N_{K1} = 1.32 \times 10^8$$

$$N_{K2} := N_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_2} \quad (100)$$

$$N_{K2} = 1.32 \times 10^8$$

«Коэффициент долговечности Z_N . »[5]

При $N_k > N_{Hlim}$

$$Z_{N1} := \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim1}}{N_{K1}}} \quad (101)$$

$$Z_{N1} = 0.97$$

$$Z_{N2} := \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim2}}{N_{K2}}} \quad (102)$$

$$Z_{N2} = 0.96$$

«Коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев, Z_R . »[5]

Для R_a от 2,5 до 1,25 мкм

$$Z_R := 0.95 \text{ »[5]}$$

«Коэффициент, учитывающий окружную скорость Z_v .»[5]

При $H < 350 \text{ HV}$

$$Z_v := 0.85 \cdot v^{0.1} \quad (103)$$

$$Z_v = 1.02$$

$$Z_{v1} := 1.08$$

$$Z_{v2} := 1.08$$

«Коэффициент, учитывающий влияние смазки Z_L . »[5]

$$Z_L := 1$$

«Коэффициент, учитывающий размер зубчатого колеса, Z_X . »[5]

$$Z_X := \sqrt{1.07 - 10^{-4} \cdot d_2} \quad (104)$$

$$Z_X = 1.03$$

«При $d < 700$ мм принимаем $Z_X = 1$. »[5]

Поскольку $d_1 < 700$ и $d_2 < 700$

$$Z_{X1} := 1$$

$$Z_{X2} := 1$$

«Допускаемые контактные напряжения зубчатых колес $\sigma_{HP1}, \sigma_{HP2}$, МПа»[5].

$$\sigma_{HP1} := \frac{\sigma_{Hlim1} \cdot Z_{N1}}{S_{H1}} \cdot Z_R \cdot Z_{v1} \cdot Z_L \cdot Z_{X1} \quad (105)$$

$$\sigma_{HP1} = 1110.74$$

$$\sigma_{HP2} := \frac{\sigma_{Hlim2} \cdot Z_{N2}}{S_{H2}} \cdot Z_R \cdot Z_{v2} \cdot Z_L \cdot Z_{X2} \quad (106)$$

$$\sigma_{HP2} = 857.47$$

«Допускаемое контактное напряжение передачи σ_{HP} , МПа. »[5]

$$\sigma_{HPmin} := 857.47$$

«При выполнении условия: »[5]

$$\sigma_{HP} < 1.25 \cdot \sigma_{HPmin} \quad (107)$$

$$\sigma_{HP} := 0.45 \cdot (\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2}) \quad (108)$$

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

$$1.25 \cdot \sigma_{HPmin} = 1071.84 \quad (109)$$

«В качестве σ_{HP} принимаем меньшее из этих двух значений, т.е.: »[5]

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

«Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений. »[5]

$$\sigma_H = 718.24 < \sigma_{HP} = 885.7$$

«Следовательно, обеспечена усталостная выносливость по контакту. »[5]

Вывод

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

3 Безопасность и экологичность объекта

Человек – это часть природы, но он не может существовать без нее, поэтому ему приходится приспосабливаться к ней.

В связи с этим, человек должен знать основные принципы функционирования этих систем и уметь ими пользоваться, а также знать, как правильно действовать в случае возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного, природного или биолого-социального характера. Чрезвычайные ситуации техногенного характера, к таким относятся: аварии на производстве, пожары, взрывы, выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и другие опасные процессы и явления. Человек может жить в природных условиях, а может и в городе.

От этого зависит, каким будет здоровье человека, его характер и поведение. И в том и в другом случае его организм подвергается воздействию множества факторов антропогенного воздействия.

К ним относятся: загрязнение атмосферы, воды и почвы; шум, вибрация, электромагнитные и ионизирующие излучения; электромагнитные поля радиочастот; химические вещества - пестициды, удобрения, промышленные выбросы; радиация, в том числе и изотопы.

Все эти факторы вызывают неблагоприятные изменения в организме человека. Именно здесь человек реализует свои способности и возможности.

В этих системах человек преобразует среду и сам преобразуется под влиянием этой среды. Человек не может существовать вне этих систем, но и в них он не является только физическим телом. Он не только существует, но и творит, преобразует, обладает разумом и волей.

Антропогенные системы — это системы, в которых человек активно преобразует окружающую его среду. От этого зависит, каким будет здоровье человека, его характер и поведение.

Нужны четкие инженерные решения задач, направленных на обеспечение безопасности людей при производстве, на транспорте, в быту,

при эксплуатации зданий и сооружений, а также при использовании различных видов техники. В настоящее время существует несколько направлений развития систем безопасности.

К числу приоритетных относится создание систем охранного телевидения, которые позволяют получать информацию о состоянии окружающей обстановки и своевременно реагировать на чрезвычайные ситуации. Телевизионные системы охраны являются наиболее перспективным средством обнаружения, оповещения и управления.

Это обусловлено рядом их преимуществ по сравнению с другими системами безопасности. К сожалению, в нашей стране в области безопасности труда и охраны окружающей среды ничего подобного нет.

В результате - огромное количество несчастных случаев на производстве, гибель людей. Это происходит в первую очередь из-за отсутствия у большинства руководителей и специалистов навыков и знаний по охране труда, а также отсутствия необходимой нормативно-технической документации. Для решения этих проблем необходимы научно обоснованные методики оценки рисков и их контроль. В этих условиях особое значение приобретает разработка и внедрение в практику системы защиты от опасностей. Термин “законодательство” в данном случае употребляется в широком смысле, он означает совокупность нормативных актов, регулирующих отношения в области безопасности. Законодательство по вопросам безопасности включает все эти вопросы.

В этой связи, при разработке новых конструкций и внедрении их в производство, необходимо уделять особое внимание вопросам безопасности при эксплуатации, хранении, транспортировании и утилизации.

Применение современных материалов и конструкций, разработка, изготовление и испытание новых приборов, устройств и оборудования, используемых в качестве средств защиты от поражения электрическим током, позволяют снизить уровень травматизма.

3.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки коробки передач представлен на рисунке 5.

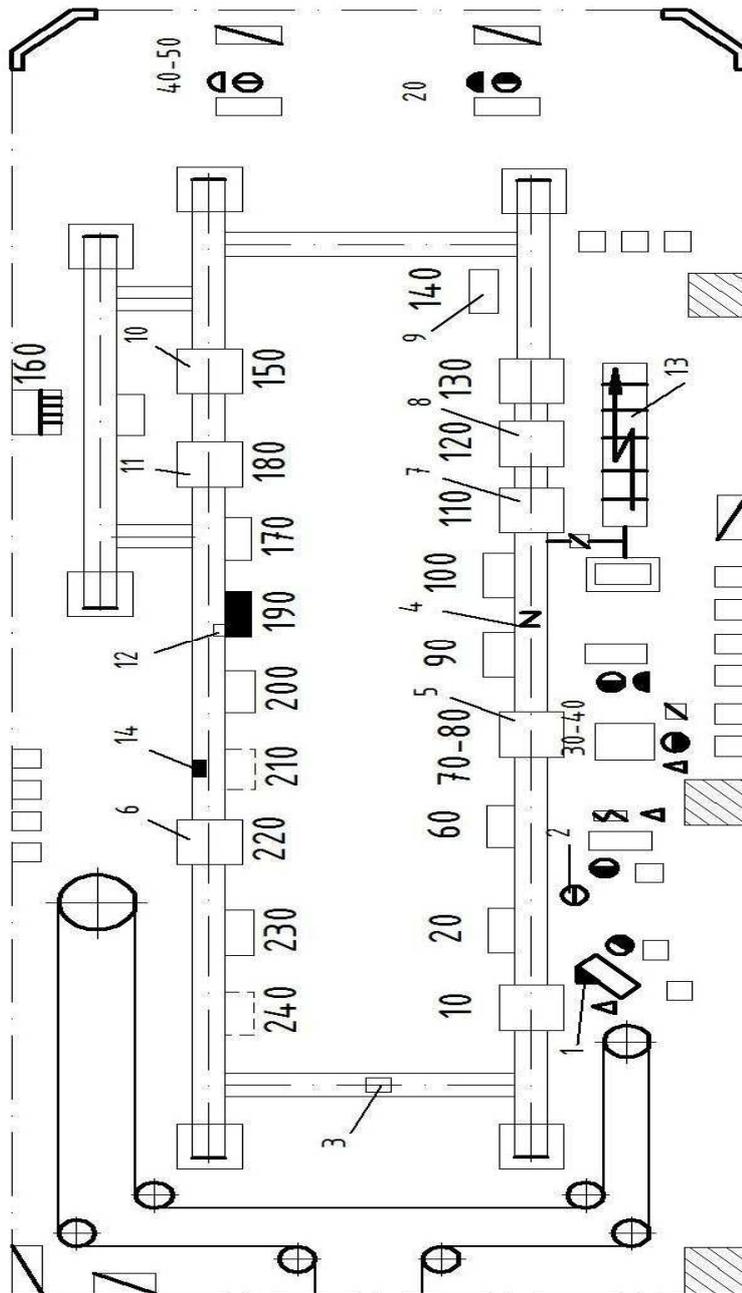


Рисунок 5 - Эскиз рабочего места

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]

3.2 Выявление опасных и вредных производственных факторов

«Вредных для производственных элементов-компонентов, окружающей среды и трудового процесса, а также их влияние на работу в определенных условиях (интенсивность, продолжительность и др.) Может привести к профессиональным заболеваниям, временным или постоянным, менее эффективным, увеличить частоту физических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.»[7] Опасные и вредные производственные факторы представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы

Небезопасные также вредоносные производственные условия (ОВПФ)	Спецоборудование, адаптация, механизмы	Влияние на тело человека
1	2	3
1. Физические		
а) движущие машины и механизмы	Электропогрузчики, поточная линия	Запыленность воздуха, общая вибрация, шум, повышенное движение воздуха нарушение целостности организма
б) «подвижные части производственного оборудования»[7]	Транспорт поточной линии, вращающиеся части инструмента	Шум, общая вибрация, повреждения частей тела
в) передвигающиеся изделия	Детали и сборочные единицы в приспособлении	Повреждение частей тела
г) Повышенная запыленность и загрязненность воздуха	Электропогрузчики	Воздействие на органы дыхания, утомляемость
д) «повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, ультразвуковых колебаний»[7]	Электроинструмент, электропогрузчики	«Шумовое воздействие на органы слуха, внутренние расстройства организма, влияние на сердечно-сосудистую систему, повышенная утомляемость»[7]
е) Повышенное	Электрические сети,	Поражение

Продолжение таблицы 14

1	2	3
напряжение электросети	электроустановки, технологическое оборудование с электроприводом	электротоком
ж) «Отсутствие или недостаток естественного освещения, недостаточная освещенность рабочей зоны»[7]	«Производственные помещения, осветительное оборудование»[7]	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, нарушение целостности организма, усталость
з) «Острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности заготовок, инструмента, оборудования»[7]	«Заготовки, детали и сборочные единицы, инструмент, контейнеры»[7]	Повреждение частей тела, нарушение целостности организма
2. Химические		
Раздражающие вещества	Смазка, пыль	Раздражение кожи, воздействие на органы дыхания
3. Психофизиологические		
а) физические перегрузки		Статические и динамические перегрузки, утомление, нагрузка на ноги
б) нервно-психические		«Общение в коллективе, утомление, усталость, эмоциональное напряжение»[7]

Далее будут описаны организационные мероприятия для безопасных условий труда на рабочем месте.

3.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

«1. Организационные мероприятия

В целях охраны труда рабочие и служащие должны быть уведомлены о том, что безопасность, промышленная гигиена и т.д. эти правила обязательны для всех.

Пожарные и другие правила охраны труда. »[7]

«Существует несколько типов инструкций:

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

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

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

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

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

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

требований

Управление машинами и механизмами и использование средств индивидуальной защиты.

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

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье-выходные дни. »[7]

«Чтобы обеспечить хорошую производительность и поддерживать здоровье профессиональных пользователей, необходимо установить контрольный перерыв во время рабочей смены. Сотрудникам участка, учитывая их трудовую категорию и уровень тяжести, контрольные перерывы должны устанавливаться через два часа после начала рабочей смены и 1,5-2,0 часа обеденного перерыва через 15 минут или каждые 10 минут после каждого часа работы. »[7]

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

2. Мероприятия проекта

- применение строительной техники должно соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность функционирования технического процесса;

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

- расстояние между узлами оборудования, а также между устройством и

стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующего качества технического проектирования, строительных норм и правил;

- размещение цехов и перестройка существующей технологии работы оборудования должны быть отражены в техническом плане. Техническое планирование проекта и вновь построенных цехов, секций и категорий должно быть утверждено местными органами государственного санитарно-пожарного надзора; »[7]

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

Транспортные средства и принимаются в соответствии с действующим нормативным правовым актом; »[7]

«- ширина основных проходов работ должна определяться с учетом габаритов ремонтного агрегата и обрабатываемых изделий;

- работы, подъездные пути, проходы и оборудование должны быть свободны и загромождены материалами, агрегатами, деталями, строительными отходами и контейнерами, которые затем собираются погрузчиками и вывозятся обычной посудой;

- работа должна обеспечивать удобство труда, свободу передвижения, минимальную физическую нагрузку и безопасные высокоэффективные условия труда;

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

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

- изготавливаться для замков должна была жесткая и прочная

конструкция, отрегулированная по высоте работы с помощью подставок для них или опор для ног. Чтобы обезопасить людей в непосредственной близости от возможных травм от летящих кусков обрабатываемого материала, необходимо иметь защитные экраны высотой не менее 750 мм;

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

3. Технические средства

Эффективным методом обеспечения чистоты и приемлемых параметров в рабочей зоне является вентиляция воздуха, которая включает в себя удаление загрязненного и находящегося в отапливаемом помещении приточного воздуха, а именно свежего воздуха. По способу движения воздуха воздух делится на естественный (вентиляция, аэрация), механический и комбинированный. »[7]

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

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

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

Безопасное передвижение рабочих на объекте-последний оборудован бамперными устройствами.

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

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

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

4. Средства индивидуальной защиты

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

5. Инструкция слесаря МСР

Общие положения»[7]

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

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

содержания.

2. Рабочие должны иметь:

- повышение квалификации по технике безопасности труда не реже одного раза в три месяца;

- при изменении технического процесса или правил охраны труда, замене или модернизации производственного оборудования, приборов и инструментов, изменении правил и профсоюзов, нарушении инструкций по охране труда, перерывах в работе более 60 календарных дней;

- диспансерное медицинское обследование-ежегодно.

3. Рабочие должны быть:

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

4. Рабочие должны быть:

- уметь оказывать первую помощь (доврачебную) пострадавшему в результате несчастного случая;
- знать расположение объектов первой медицинской помощи, первичного противопожарного оборудования, главных и аварийных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара; »[6]
- «- показывайте только назначенную работу и не передавайте ее другим без разрешения мастера или начальника цеха; »[6]
- «- во время работы внимание, отсутствие внимания или внимания других людей, не позволяйте людям, связанным с работой, входить в работу;
- держите рабочее место в чистоте и порядке.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Ешьте, курите, а остальное просто отведенные места и зоны. Воду пьют только в специально разработанных установках. »[6]

Пожарная безопасность на предприятиях

Под пожарной безопасностью сегодня понимается комплекс организационных и технических мер, направленных на предотвращение пожарных рисков и минимизацию материального ущерба для работников.

Пожарная безопасность на промышленных предприятиях обеспечивается в основном группировкой негорючих колонн на рабочих местах до их предела огнестойкости и высокой степенью отбора информации по огнестойкости. При наличии каминов важно ограничить распространение огня. Зоны стрелы балки

и укрытия. Необходимо использовать системы противодымной защиты, разработать планы эвакуации и установить автоматические системы оповещения и подавления пожара.

Оценка безопасности труда играет важную роль в реализации мер по защите от пожара и взрыва.

Склады, как и здания, классифицируются как А, В, С или D в соответствии с их взрыво- и пожароопасностью согласно Строительным нормам и правилам.

Например, производственная зона, где обрабатываются подсистемы, классифицируется как D, где в производстве используются негорючие материалы независимо от условий.

Если в процессе обработки образуется лучистое тепло или искры, а в случае пожара используется легкий огнетушитель ОП-10А, помещение относится к группе D.

«Обеспечение электробезопасности на производстве

С точки зрения электробезопасности, зона сборки считается особенно опасной из-за высокой относительной влажности 70%. Кроме того, эта среда химически активна, что негативно сказывается на изоляции электрооборудования. Поэтому требуется специальная конструкция установки, технические методы и средства защиты, а также технические или организационные меры.»[6]

Основными техническими методами и мерами защиты от поражения электрическим током являются заземление и изоляция и отключение сети. Разумеется, ввод и вывод кабелей под напряжением должен осуществляться безопасно. Также необходимы знаки безопасности, защитные устройства и барьеры.

Экологическая оценка участка

Необходимо принять меры для защиты людей и соблюдения максимально допустимых уровней загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду.

Для защиты атмосферы помещений в зонах, где расположено окрасочное и полировочное оборудование, должны использоваться специальные воздухоочистители. Используются следующие.

1. Беспыльное механическое оборудование, где пыль оседает под действием силы тяжести, центробежной силы или просто в силу инерции.

2. присадки к топливу, которые минимизируют вредные выбросы, сажу, углеводороды и т.д.

В частности, дождевая вода, промышленная вода, бытовая вода и вода для мойки автомобилей, производимая на производстве. Для бытовых сточных вод сточные воды сбрасываются в центральный канализационный коллектор и очищаются в специально отведенном месте. Другие сточные воды очищаются с помощью специального оборудования. Первый этап - механическая обработка, т.е. отстаивание для удаления взвешенных твердых частиц и дисперсных коллоидных частиц. Наконец, все продукты с поверхности воды собираются и утилизируются.

Для очистки ливневых стоков и автомоек используется специальное бетонное оборудование, в том числе:

- песчаная ловушка,
- сборщик мусора,
- элемент фильтрующий,
- автоматические компоненты для удаления углеводородов,
- скорость усадки.

3.4 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

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

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

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

Она содержит следующие разделы:

- общая информация об объекте;
- анализ рисков промышленного оборудования;
- обеспечение готовности промышленных объектов, реагирование на чрезвычайные ситуации;
- общественная информация.

Компонентно-распределительная компания расположена ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия, которые были разработаны в этой отрасли компании, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, относятся именно к этой категории. »[6]

Вывод

В результате изучения данного раздела были выявлены следующие моменты:

- определены опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе сборки;
 - разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов;
 - описаны меры, которые необходимо предпринять в случае возникновения аварийной ситуации на промышленном объекте;
- при соблюдении этих мер завод будет безопасен для людей и окружающей среды.

4 Технологическая часть

4.1 Составление перечня сборочных работ

«В этой части дипломного проекта будет рассмотрен технологический процесс сборки разрабатываемого узла.

Общие требования к технологичности конструкции изделия:

а) возможность узловой сборки, т.к. наличие в конструкции сборочных единиц, допускающих независимую сборку;

б) возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия;

в) возможность механизации сборочных работ;

г) инструментальная доступность;

д) контропригодность;

е) применение несложных сборочных приспособлений;

ж) использование методов обеспечения точности.

Конструкция удовлетворяет такие требования, как:

- возможность узловой сборки,
- инструментальная доступность,
- контролирует годность,
- применение несложных сборочных приспособлений.»[5]

4.2 Разработка технологической схемы сборки

«Технологический процесс сборки - процесс, содержащий действия по установке и образованию соединений составных частей изделия (ГОСТ 23887-79).

Сборочная операция - технологическая операция установки и образования соединений составных частей заготовки или изделия. »[5]

«Технологический переход - законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке. При технологическом процессе сборки выделяют следующие виды работ: »[5]

«подготовительные (расконсервация, мойка, сортировка и др.); 2) слесарно-при-гоночные; 3) собственно сборочные (соединение деталей в сборочные единицы и изделия свинчиванием, запрессовкой, клепкой, сваркой, пайкой и т.п.); 4) регулировочные; 5) контрольные и 6) демонтажные (частичная разборка изделия с целью подготовки его к упаковке и транспортированию).

Последовательность сборки зависит от конструкции собираемого изделия и степени дифференциации сборочных работ. Наиболее полное и наглядное представление о сборочных свойствах изделия, о его технологичности и возможностях организации процесса сборки дают схемы сборки изделия и установки при сборке. При этом изделие делят на группы, подгруппы и детали. Сборочная единица, непосредственно входящая в состав изделия, называется группой. Сборочная единица, входящие в изделие в составе группы, называется подгруппой. Если сборочная единица непосредственно входит в состав группы, то она называется подгруппой первого порядка. Сборочная единица, входящая непосредственно в подгруппу первого порядка, называется подгруппой второго порядка и т.п. Составные части изделия на схеме обозначают прямоугольником, разделенным на три части: 1) в верхней части вписывают наименование составной части; 2) в нижней левой части - номер составной части; 3) в нижней правой части - число составных частей.

Графическое изображение в виде условных обозначений последовательности сборки изделия или его составных частей называют схемой сборки изделия. »[5]

«При проектировании сборочных операций определяют последовательность и возможность совмещения во времени технологических

переходов, выбирают 'оборудование, приспособления и инструмент, составляют схемы наладки оборудования, устанавливают режимы работы, определяют нормы времени на технологические операции и соответствующие разряды сборщиков. »[5]

«Сборочные операции строят по принципу дифференциации и концентрации. Дифференциация операций позволяет параллельно выполнять узловую и общую сборку и применять высокопроизводительное сборочное оборудование. Это сокращает длительность цикла сборки и, следовательно, повышает производительность труда. Дифференциацию операций используют при поточной сборке, концентрацию - во всех остальных случаях. При концентрации операций технологические переходы выполняют последовательно, параллельно или параллельно-последовательно.

Последовательность сборочных операций определяют на основе схем сборки изделий и установки при сборке, соблюдая следующие требования: 1) предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих; 2) для поточной сборки разбивка процесса на операции должна осуществляться с учетом такта сборки; 3) после операций, содержащих регулирование или пригонку, а также после операций, при выполнении которых может появиться брак, необходимо предусмотреть контрольные операции.

По виду перемещения собираемого изделия различают стационарную и подвижную сборку, а по организации производства сборка делится на поточную и групповую. Поточная сборка осуществляется в условиях поточной организации производства; групповая - в условиях групповой организации производства. В автомобильной промышленности узловая и общая сборка осуществляется поточным методом с перемещением собираемого объекта (сборка на конвейере). Собираемый объект при поточной сборке передается от одного сборочного места к другому при помощи транспортирующих устройств, которые предназначены только для межоперационного перемещения объекта. В некоторых случаях при узловой

сборке передача объекта от одного сборочного места к другому осуществляется посредством рольганга. »[5]

«Поточную сборку характеризует действительный темп сборки, который определяет период времени равномерного выпуска собранных изделий. По механизации и автоматизации процесса сборки делится на ручную, механизированную, автоматизированную и автоматическую. Механизация сборочных работ (использование пневматических, гидравлических и электрических гайковертов, самораскрывающихся головок для механизированного завинчивания шпилек, электрических и пневматических сверлильных и шлифовальных машин и др.) сокращает основное и вспомогательное время сборки. Удельный вес пригоночных работ, которые являются нежелательными, можно уменьшить, применяя метод взаимозаменяемости, который позволяет использовать высокопроизводительные способы поточной сборки и сократить цикл сборки. Под качеством технологического процесса сборки понимают совокупность свойств технологического процесса, обуславливающих его пригодность обеспечить требуемое качество изделий и выполнение программы выпуска без превышения установленных затрат. Абсолютными показателями технологического процесса сборки являются себестоимость и трудоемкость выполнения процесса сборки машины. Эффективным средством уменьшения трудоемкости сборочных процессов является их механизация и автоматизация. Значительное снижение трудоемкости сборки достигается применением в автоматизированных сборочных линиях различных транспортирующих устройств: бункеров, магазинов, разделителей потоков и др. »[5]

4.3 Составление перечня сборочных работ

«Перечень выполняется в виде таблицы, содержащей наименования сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки, и данные по нормированию всех необходимых

видов работ»[5]. «Эти работы весьма разнообразны и их можно определять только при учете и анализе конкретных условий сборки: полнота и точность механической обработки деталей, поданных на сборку; принятые методы достижения точности замыкающих звеньев; принятые технологические способы выполнения соединений и др. По целевому назначению работы можно разделить на: »[5] Перечень сборочных работ в таблице 15.

- а) механическая обработка, выполняемая в сборочном цехе;
- б) распаковка, расконсервирование;
- в) изготовление отдельных простых деталей;
- г) выполнение соединений деталей и узлов;
- д) работы, обусловленные методами пригонки и регулировки;
- е) работы по проверке правильности выполнения соединений деталей и узлов в процессе сборки;
- ж) дополнительные работы, не относящиеся к вышеперечисленным.

»[5]

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ, мин.
1	2	3
1	Взять картер коробки передач в сборе	0,02
2	Осмотреть картер коробки передач в сборе со всех сторон	0,01
3	Установить картер коробки передач в сборе в приспособление.	0,07
4	Взять вал вторичный коробки передач в сборе	0,02
5	Осмотреть вал вторичный коробки передач в сборе со всех сторон	0,01
6	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,03
7	Установить вал вторичный коробки передач в сборе в картер коробки передач в сборе	0,15
8	Взять подшипник промежуточный вторичного вала	0,02
9	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,03
10	Установить подшипник промежуточный вторичного вала в картер коробки передач	0,1
11	Взять кольцо упорное	0,02
12	Установить кольцо упорное	0,07
13	Взять подшипник игольчатый	0,02
14	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,03
15	Установить подшипник игольчатый	0,1
16	Взять вал первичный коробки передач в сборе	0,02
17	Осмотреть вал первичный коробки передач в сборе со всех сторон	0,01

Продолжение таблицы 15

1	2	3
18	«Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,03
19	Установить вал первичный коробки передач в сборе в картер коробки передач в сборе	0,15
20	«Взять ось шестерен заднего хода	0,02
21	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,03
22	Установить ось шестерен заднего хода в картер коробки передач в сборе	0,15
23	Взять шайбу 12 пружинную коническую	0,02
24	Установить шайбу 12 пружинную коническую	0,02
25	Взять гайку М12х1,25	0,02
26	Наживить гайку М12х1,25	0,05
27	Завернуть гайку М12х1,25 с моментом 78 Н.м	0,05
28	Взять пластину стопорную	0,02
29	Установить пластину стопорную	0,07
30	Взять шайбу 8 стопорную	0,02
31	Установить шайбу 8 стопорную	0,04
32	Взять винт М8х25	0,02
33	Наживить винт М8х25	0,02
34	Завернуть винт М8х25 моментом 80 Н.м	0,05
35	Взять вилку 1 и 2 передачи	0,02
36	Осмотреть вилку 1 и 2 передачи со всех сторон	0,01
37	Установить вилку 1 и 2 передачи в картер коробки передач в сборе	0,02
38	Взять шток 1 и 2 передачи	0,01
39	Осмотреть шток 1 и 2 передачи	0,03
40	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,15
41	Установить шток 1 и 2 передачи в картер коробки передач в сборе	0,02
42	Взять вилку 3 и 4 передачи	0,01
43	Осмотреть вилку 3 и 4 передачи со всех сторон	0,15
44	Установить вилку 3 и 4 передачи в картер коробки передач в сборе	0,02
45	Взять шток 3 и 4 передачи	0,01
46	Осмотреть шток 3 и 4 передачи	0,03
47	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,15
48	Установить шток 3 и 4 передачи в картер коробки передач в сборе	0,02
49	Взять прокладку крышки	0,12
50	Установить прокладку крышки	0,02
51	Взять крышку в сборе	0,12
52	Установить крышку в сборе	0,02
53	Взять шайбу 6 стопорную	0,07
54	Установить шайбу 6 стопорную	0,02
55	Взять винт М6х12	0,02
56	Наживить винт М6х12	0,05
57	Завернуть винт М6х12 моментом 25 Н.м	0,02
58	Взять вал промежуточный коробки передач в сборе	0,01
59	Осмотреть вал промежуточный коробки передач в сборе со всех сторон	0,03
60	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,15
61	Установить вал промежуточный коробки передач в сборе в картер коробки передач в сборе	0,02
62	коробки передач в сборе	
63	Взять подшипник передний промежуточного вала»[5]	0,03

Продолжение таблицы 15

1	2	3
64	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,1
65	Установить подшипник передний промежуточного вала в картер коробки передач в сборе	0,02
66	Взять кольцо установочное	0,03
67	Установить кольцо установочное	0,02
68	Взять шайбу зажимную»[5]	0,03
69	Установить шайбу зажимную	0,02
70	Взять шайбу 12 пружинную	0,02
71	Взять болт М12х1,25х30	0,03
72	Наживить болт и шайбу	0,07
73	Завернуть болт М12х1,25х30 моментом 27 Н.м	0,02
74	Взять подшипник задний промежуточного вала	0,03
75	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,1
76	Установить подшипник задний промежуточного вала в картер коробки передач в сборе	0,02
77	Взять шестерню заднего хода	0,03
78	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,12
79	Установить шестерню заднего хода за ось заднего хода	0,02
80	Взять кольцо стопорное шестерни заднего хода	0,07
81	Установить кольцо стопорное шестерни заднего хода	0,11
82	Проверить калибром качество монтажа кольца стопорного.	0,02
83	Взять шестерню заднего хода промежуточную	0,03
84	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,12
85	Установить шестерню заднего хода промежуточную	0,02
86	Взять вилку со втулкой в сборе	0,15
87	Установить вилку со втулкой в сборе в картер коробки передач в сборе	0,02
88		
89		
90	Взять блок шестерен в сборе	0,03
91	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,15
92	Установить блок шестерен в сборе в картер коробки передач в сборе	0,02
93	Взять шток 5 передачи и заднего хода	0,12
94	Установить шток 5 передачи и заднего хода	0,02
95	Взять шестерню привода спидометра	0,03
96	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,15
97	Установить шестерню привода спидометра в картер коробки передач в сборе	0,02
98	Взять прокладку	0,03
99	Установить прокладку	0,02
100	Взять крышку заднюю коробки передач в сборе	0,01
101	Осмотреть крышку заднюю коробки передач в сборе со всех сторон	0,07
102	Установить крышку заднюю коробки передач в сборе	0,02
103	Взять шайбу 8 пружинную	0,02
104	Взять гайку М8	0,03
105	Установить шайбу 8 пружинную и наживить гайку М8	0,05
106	Завернуть гайку М8 моментом 25 Н.м	0,02
107	Взять подшипник вторичного вала задний	0,03
108	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,1

Продолжение таблицы 15

1	2	3
109	Установить подшипник вторичного вала задний в картер коробки	0,02
110	передач в сборе	
111	Взять сальник	0,03
112	Смазать перед установкой поверхности Литол-24	0,06
113	Установить сальник	0,02
114	Взять уплотнитель	0,04
115	Установить уплотнитель	0,02
116	Взять кольцо центрирующее муфты	0,04
117	Установить кольцо центрирующее муфты	0,02
118	Взять гайку	0,07
119	Наживить гайку и завернуть моментом 80 Н.м	0,02
120	Взять кольцо стопорное	0,07
121	Установить кольцо стопорное	0,07
122	Проверить калибром качество монтажа кольца стопорного.	0,02
123	Взять прокладку	0,03
124	Установить прокладку	0,02
125	Взять выключатель фонарей заднего хода в сборе	0,15
126	Установить выключатель фонарей заднего хода в сборе в картер	0,02
127	коробки передач в сборе	
128	Взять прокладку	0,03
129	Установить прокладку	0,02
130	Взять привод спидометра в сборе	0,15
131	Установить привод спидометра в сборе в картер коробки передач в	0,02
132	сборе	
133	Взять прокладку картера	0,03
134	Установить прокладку картера	0,02
135	Взять картер сцепления в сборе	0,08
136	Установить картер сцепления в сборе	0,02
137	Взять шайбу 10 пружинную	0,02
138	Взять гайку М10х1,25	0,04
139	Установить шайбу 10 пружинную	0,08
140	Наживить гайку М10х1,25 и завернуть моментом 50 Нм	0,02
141	Взять крышку нижнюю в сборе	0,09
142	Установить крышку нижнюю в сборе	0,02
143	Взять шайбу 6 пружинную	0,02
144	Взять гайку М6	0,02
145	Установить шайбу 6 пружинную	0,05
46	Наживить гайку М6 и завернуть моментом 23 Н.м	0,02
	Итого:	6,62

Далее будет представлен расчет трудоемкости сборки по времени.

4.4 Определение трудоемкости сборки

«Общее оперативное время на все виды работ»[5]

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 6.62 \text{ мин} \quad (110)$$

«Суммарная трудоемкость сборки изделия»[5]

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

(111)

« α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4-6\%$, принимаем $\beta = 4\%$ »[12]

4.5 Выбор организационной формы сборки

«В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий»[12]

$$T_{в} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{68000} = 3.54_{мин}$$

(112)

« N -годовой объем выпуска = 68000 шт в год

$F_{д}$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем $F_{д}=4015$ ч »[12]

Маршрутная технология представлена в таблице 16.

4.6 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 16 – Маршрутная технология

№ и название операции		Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин., общее
1		2	3	4
005	<p>Установка вторичного вала коробки передач в сборе</p> <p>Установка подшипника в вторичного вала коробки передач</p> <p>Установка вилок 1,2 и 3,4 передач вместе со штоками</p> <p>Установка шестерни заднего хода</p>	<p>Установите картер коробки передач в сборе в монтажное положение.</p> <p>Нанесите моторное масло на все монтажные поверхности.</p> <p>Установите вторичный приводной вал в сборе в трансмиссию.</p> <p>Установите промежуточный подшипник вторичного вала в трансмиссию.</p> <p>Вставьте упорный буртик.</p> <p>Установите игольчатый подшипник.</p> <p>Установите на место первичный вал трансмиссии.</p> <p>Вставьте первичный вал коробки передач в коробку передач.</p> <p>Вставьте ось заднего хода в коробку передач.</p> <p>Возьмите гайку М12х1,25 и затяните гайку М12х1,25.</p> <p>Затяните гайку М12х1,25 моментом 78 Нм.</p> <p>Вставьте стопорную пластину.</p> <p>Вставьте шайбу 8, вставьте винт М8х25 и затяните винт М8х25 моментом 80 Нм.</p> <p>Подсоедините вилку коробки передач 1-й и 2-й ступеней к корпусу коробки передач и подсоедините штоки коробки передач 1-й и 2-й ступеней к корпусу коробки передач.</p> <p>Подсоедините вилки коробки передач 3-й и 4-й ступеней в сборе к корпусу коробки передач, а штоки коробки передач 3-й и 4-й ступеней - к корпусу коробки передач.</p> <p>передать картер коробки передач в сборе</p>	<p>Стакан, втулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный</p> <p>калибр для кольца стопорного, гайковерт</p>	3,52

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	
005	<p>Установка вторичного вала коробки передач в сборе</p> <p>Установка подшипника в вторичного вала коробки передач</p> <p>Установка вилок 1,2 и 3,4 передач вместе со штоками</p> <p>Установка шестерни заднего хода</p>	<p>Установить прокладку крышки, установить крышку в сборе</p> <p>Установить шайбу 6 стопорную и завернуть винт М6х12 моментом 25 Н.м</p> <p>Установить вал промежуточный коробки передач в сборе в картер коробки передач в сборе</p> <p>Запрессовать подшипник передний промежуточного вала в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить кольцо установочное</p> <p>Установить шайбу зажимную</p> <p>Наживить болт и шайбу</p> <p>Завернуть болт М12х1,25х30 моментом 27 Н.м</p> <p>Запрессовать подшипник задний промежуточного вала в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить шестерню заднего хода за ось заднего хода</p> <p>Установить кольцо стопорное шестерни заднего хода</p> <p>Проверить калибром качество монтажа кольца стопорного.</p> <p>Проверить качество выполненной работы и передать на следующую операцию.</p>	<p>Стакан, втулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный</p> <p>калибр для кольца стопорного, гайковерт</p>	3,52
010	<p>Установка шестерни заднего хода</p> <p>Установка вилки заднего хода и 5 передачи, вместе со штоком</p> <p>Установка подшипника вторичного вала</p>	<p>Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом</p> <p>Установить шестерню заднего хода промежуточную</p> <p>Установить вилку со втулкой в сборе в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить блок шестерен в сборе в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить шток 5 передачи и заднего хода</p> <p>Установить шестерню привода спидометра в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить прокладку</p>	<p>Пуансон, оправка конусная, ёмкость для масла, кисть, перчатки, стол слесарный, калибр для кольца стопорного, гайковерт</p>	3,49

Продолжение таблицы 16

1		2	3	4
010	<p>Установка картера сцепления</p> <p>Установка крышки коробки передач</p> <p>Запрессовка сальника</p>	<p>Установить крышку заднюю коробки передач в сборе</p> <p>Наживить шайбу 8 пружинную и гайку М8</p> <p>Завернуть гайку М8 моментом 25 Н.м</p> <p>Запрессовать подшипник вторичного вала задний в картер коробки передач в сборе</p> <p>Смазать перед установкой поверхности Литол-24</p> <p>Установить сальник, уплотнитель, кольцо центрирующее муфты</p> <p>Наживить гайку и завернуть моментом 80 Н.м</p> <p>Установить кольцо стопорное</p> <p>Проверить калибром качество монтажа кольца стопорного.</p> <p>Установить прокладку</p> <p>Установить выключатель фонарей заднего хода в сборе в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить прокладку</p> <p>Установить привод спидометра в сборе в картер коробки передач в сборе</p> <p>Установить прокладку картера и картер сцепления в сборе</p> <p>Установить шайбу 10 пружинную, наживить гайку М10х1,25 и завернуть моментом 50 Нм</p> <p>Установить крышку нижнюю в сборе</p> <p>Установить шайбу 6 пружинную, наживить гайку М6 и завернуть моментом 23 Н.м</p> <p>Проверить качество выполненной работы, передать на следующую операцию.</p>	<p>Пуансон, оправка конусная, ёмкость для масла, кисть, перчатки, стол слесарный, калибр для кольца стопорного, гайковерт</p>	3,49

Вывод

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

5 Экономическая эффективность проекта

Несмотря на многие прогнозы, двигатель внутреннего сгорания с поршневыми двигателями будет продолжать доминировать в будущем, как бы ему этого ни хотелось. Многие производители автомобилей уже предложили свои варианты гибридных двигателей, но они все еще слишком дороги и не имеют достаточной мощности. Тем не менее, мы не можем больше игнорировать другие варианты, такие как водородный двигатель, который, по мнению многих, является более чистым и менее опасным, чем его предшественник. И хотя существуют альтернативные варианты, такие как технологии на основе водорода и электричества, они не имеют шансов стать доминирующими, пока не появится что-то, что сможет конкурировать с ДВС по мощности и экономичности. Но есть и другая альтернатива: это электрический двигатель. Электрические двигатели имеют много преимуществ перед ДВС. Они экологичны, в них нет вредных выбросов, да и работают они гораздо тише. К тому же их можно использовать где угодно.

Это означает, что простые, универсально сконструированные механизмы, такие как раздаточные коробки и обычные механические коробки передач, еще долго будут играть важную роль. Современные производители оснащены мощным специальным оборудованием, а их методы производства разрабатывались в течение очень долгого времени.

Вместо зубчатого проскальзывающего сцепления актуальной темой является использование передачи заднего хода с применением синхронизации.

Отсюда - отсутствие вибрации при включении передач, увеличение срока службы компонентов трансмиссии, т.е. долговечность, и снижение шума при переключении передач. Модернизация позволила увеличить прогнозируемый срок службы узла транспортного средства примерно на 75%.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 17, дальнейшие расчетные данные приведены в таблицах 18, 19 и 20.

5.1 Расчет себестоимости проектируемой конструкции коробки передач

Таблица 17 - Базовая калькуляция и исходные данные для расчета

Название оценок	Символьное описание	Доля/колво шт./рубли	Значение
Выпуск изделий в год	Уг.	Шт.	68000
Страховой взнос в структуры ФОМС, ПФР, ФСС	Есц.	%	30
Расходы общие заводские	Ео.зав.	%	215
Коммерческие расходы	Ек.	%	5
Содержательные и эксплуатационные расходы на оборудование	Еоб.	%	194
Транспортные заготовительные расходы	Кт.зр.	%	1,45
Цеховые расходы	Ецх	%	183
Расходы на оснащение и инструменты	Еинс.	%	3
Рентабельность плана накопительного	Крнт.	%	30
Доплаты и выплаты не связанные с производством	Квп.	%	12
Премии и доплаты связанные с производством	Кпрм.	%	23
Возвратные отходы производства	Квт	%	1
Часовой тариф – 5 разряд	Ср5	руб.	79,87
Часовой тариф – 6 разряд	Ср6	руб.	93,81
Часовой тариф – 7 разряд	Ср7	руб.	97,67
Образующие капитал инвестиции	Ки	%	13,2

«Расходы на "Сырье и материалы"
производятся по формуле:»[8]

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} - \frac{K_{вт}}{100} \right) \quad (113)$$

«где C_M - оптовая цена материала i -го

вида,руб.; Q_M - норма расхода материала i -

го вида,кг.,м.;

$K_{т.зр}$ - Коэфф. транспортно-заготовительных расходов,%;

$K_{вт}$ - Коэфф. возвратных отходов,%;

Таблица 18 – Расчет затрат на сырье и материалы

Название металла необх.	масса, килогр	Стоим.ед.веса, руб	Необходим кол	Итого цена
Заготовки для литья Ст3	кг	35,4	3,8	134,52
Круг 180-20 ХГНМ ТУ 14-1-1648-76	кг	78,9	2,1	165,69
Круг 40-20- ХГНМ ТУ	кг	53,73	3,2	171,936
Круг 40- 19ХГН ТУ	кг	49,84	2,2	109,648
Круг 50- 19ХГН ТУ	кг	65,8	3,4	223,72
Прочие черные	кг	41,7	2,7	112,59
Итого				918,10
Ктз		1,45		13,31
Квот		1		9,18
Всего				940,60

$$M = 940.60 \quad (114)$$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты"
производятся по формуле: »[8]

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

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

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

вида,шт.;

Таблица 19 – Расчет затрат на покупные изделия

Необход. закуп. детали	Стоим, в руб	Необход. кол. в	Итого цена
Подшипники	306,98	4	1227,92
Кольцо сторное	2,33	6	13,98
Подшипники	274,3	4	1097,20
Болт М12х1,25	3,53	8	28,24
Итого			2367,34
Ктз		1,45	34,33
Всего			2401,67

$$\Pi_{и} = 2401.67$$

Расходы "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле: »[8]

$$Z_{o} = Z_{т} \cdot \left(1 + \frac{K_{прм.}}{100} \right) \quad (115)$$

«где $Z_{т}$ - тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле: »[8]

$$Z_{т} = C_{р.і} \cdot T_{і}$$

«где $C_{р.і}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

$T_{і}$ - трудоёмкость выполнения операции,час.;

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

Таблица 20 – Расчет затрат на выполнение операций

Названия стадий	уров.работн	Кол-во	Цена труда, в	Итого ЗП
Заготовительная	5	1,12	79,89	89,48
Токарная	6	1,20	93,81	112,57
Фрезерная	5	1,40	79,89	111,85
Термообработка	7	1,15	97,67	112,32
Шлифовальная	5	1,10	79,89	87,88
Сборочная	7	1,35	97,67	131,85
Итого				645,95
Премияльные доплаты			23	148,57
Основная з/п				794,52

$$Z_{o} = 794.52$$

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

»[8]

$$K_{вп} = 0.12 \quad (116)$$

$$Z_{дп} = Z_{o} \cdot K_{вп}$$

$$Z_{дп} = 794.52 \cdot 0.12 = 95.34$$

«где $K_{вп}$ - Коэфф. доплат или выплат не связанных с работой на производстве,% . »[8]

«Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" по формуле: »[8]

$$E_{\text{сц.н}} = 0.3$$

$$C_{\text{сц.н}} = (З_0 + З_{\text{дп}}) \cdot E_{\text{сц.н}} \quad (117)$$

$$C_{\text{сц.н}} = (794.52 + 95.34) \cdot 0.3 = 266.96$$

«где $E_{\text{сц.н}}$ - Коэфф. в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС,%;
Расходы "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле: »[8]

$$E_{\text{об}} = 1.94$$

$$C_{\text{с.об}} = З_0 \cdot E_{\text{об}} \quad (118)$$

$$C_{\text{с.об}} = 794.52 \cdot 1.94 = 1541.37$$

«где $E_{\text{об}}$ - Коэфф. расходов на содержание и эксплуатацию оборудования,%;
Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле: »[8]

$$E_{\text{цх}} = 1.83$$

$$C_{\text{цх}} = З_0 \cdot E_{\text{цх}} \quad (119)$$

$$C_{\text{цх}} = 794.52 \cdot 1.83 = 1453.97$$

«где $E_{\text{цх}}$ - Коэфф. цеховых расходов,%;

Расходы "Расходы на инструмент и оснастку" выполняется по формуле: »[8]

$$E_{\text{инс}} = 0.03$$

$$C_{\text{инс}} = З_0 \cdot E_{\text{инс}} \quad (120)$$

$$C_{\text{инс}} = 794.52 \cdot 0.03 = 23.84$$

«где $E_{\text{инс}}$ - Коэфф. расходов на инструмент и оснастку,%;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{цх.с.с.}} = М + П_{\text{и}} + З_0 + C_{\text{сц.н}} + З_{\text{дп}} + C_{\text{с.об}} + C_{\text{цх}} + C_{\text{инс}} \quad (121)$$

$$C_{\text{цх.с.с.}} = 940.6 + 2401.67 + 794.52 + 266.96 + 95.34 + 1541.37 + 1453.97 + 23.84 = 7518.27$$

«Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле: »[8]

$$E_{\text{о.зав}} = 2.15 \quad (122)$$

$$C_{\text{о.зав}} = 3\text{o} \cdot E_{\text{о.зав}}$$

$$C_{\text{о.зав}} = 794.52 \cdot 2.15 = 1708.22$$

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

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} = C_{\text{о.зав}} + C_{\text{цх.с.с.}} \quad (123)$$

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} = 1708.22 + 7518.27 = 9226.49$$

«Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле: »[8]

$$E_{\text{к}} = 0.05$$

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

$$C_{\text{к}} = 9226.49 \cdot 0.05 = 461.32$$

«где $E_{\text{к}}$ - Коэфф. коммерческих расходов,%;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{п.пр.}} = C_{\text{о.зав.с.с.}} + C_{\text{к}} \quad (124)$$

$$C_{\text{п.пр.}} = 9226.49 + 461.32 = 9687.81$$

«Расчет отпускной цены для проектируемой кпп выполняется по формуле: »[8]

$$K_{\text{рнт}} = 0.3 \quad C_{\text{п.б.}} = 9538.27$$

$$C_{\text{от.б.}} = C_{\text{п.б.}} \cdot (1 + K_{\text{рнт}}) \quad (125)$$

$$C_{\text{от.б.}} = 12399.75$$

«где $K_{\text{рнт}}$ - Коэфф. рентабельности и плановых накоплений,%;

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 21.

Таблица 21 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции

Названия критериев оценки	Букв.знач	На одну дет.(STD)	На одну дет.(New)
Основные материалы	М	900,22	940,60
Комплекующие изделия	Пи	2305,70	2401,67
Заработная плата	Зо	793,70	794,52
Дополнительная зар.плата	Здп	95,24	95,34
Страховой взнос в ПФР, ФОМС, ФСС	Ссц.н.	266,68	266,96
Содержательные и экспл.	Сс.об	1539,78	1541,37
Цеховые расходы	Сцх	1452,47	1453,97
Расходы на оснащение и	Синс	23,81	23,84
Себестоимость по цеху	Сцх.с.с.	7377,61	7518,27
Общие заводские расходы	Соб.зав	1706,46	1708,22
Себестоимость по заводу	Соб.зав.с.с.	9084,06	9226,49
Коммерч. расходы	Ск	454,20	461,32
Себестоимость	Спо	9538,27	9687,81
Цена	Цот	12399,75	12399,75

$$\text{Цот.пр.} = 12399.75$$

Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия: »[8]

$$\text{Зперуд} = \text{М} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{С}_{\text{сц.н}} \quad (126)$$

$$\text{Зперуд} = 940.6 + 2401.67 + 794.52 + 95.34 + 266.96 = 4499.09$$

«на годовую программу выпуска изделия»[8]: »[8]

(127)

$$\text{Зпер} = \text{Зперуд} \cdot \text{V}_{\Gamma}$$

$$\text{V}_{\Gamma} = 68000$$

$$\text{Зпер} = 4499.09 \cdot 68000 = 305938196.16$$

«Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. : »[8]

$$\text{Аму} = \frac{(\text{С}_{\text{с.об}} + \text{С}_{\text{инс}}) \cdot \text{НА}}{100} \quad \text{НА} = 13 \quad (128)$$

$$\text{Аму} = ((1541.37 + 23.84) \cdot 13) / 100 = 203.48$$

«здесь НА - доля амортизационных отчислений, %; »[8]

$$\text{Зпосуд} = \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot (100 - \text{НА})}{100} + C_{\text{цх}} + C_{\text{о.зав}} + C_{\text{к}} + \text{Аму} \quad (129)$$

$$\text{Зпосуд} = ((1541.37 + 23.84) \cdot (100 - 13)) / 100 + 1453.97 + 1708.22 + 461.32 + 203.48 = 5188.72$$

«на годовую программу выпуска: »[8]

$$\text{Зпос} = \text{Зпосуд} \cdot V_{\Gamma} \quad (130)$$

$$\text{Зпос} = 5188.72 \cdot 68000 = 352832841.41$$

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

$$C_{\text{пол.г.}} = C_{\text{пол.пр.}} \cdot V_{\Gamma} \quad (131)$$

$$C_{\text{по.г.}} = 9687.81 \cdot 68000 = 658771037.57$$

«Расчет выручки от реализации изделия: »[8]

$$\text{Выр} = \text{Цот.пр.} \cdot V_{\Gamma} \quad (132)$$

$$\text{Выр} = 12399.75 \cdot 68000 = 843183000$$

«Расчет маржинального дохода: »[8]

$$\text{Дмрж} = \text{Выр} - \text{Зпер} \quad (133)$$

$$\text{Дмрж} = 843183000 - 305938196.16 = 537244803.84$$

«Расчет критического объема продаж: »[8]

$$\text{Акрит} = \frac{\text{Зпос}}{\text{Цот.пр.} - \text{Зперуд}} \quad (134)$$

$$\text{Акрит} = 352832841.41 / (12399.75 - 4499.09) = 44658.66 \sim 44660$$

График точки бызубыточности представлен на рисунке б.

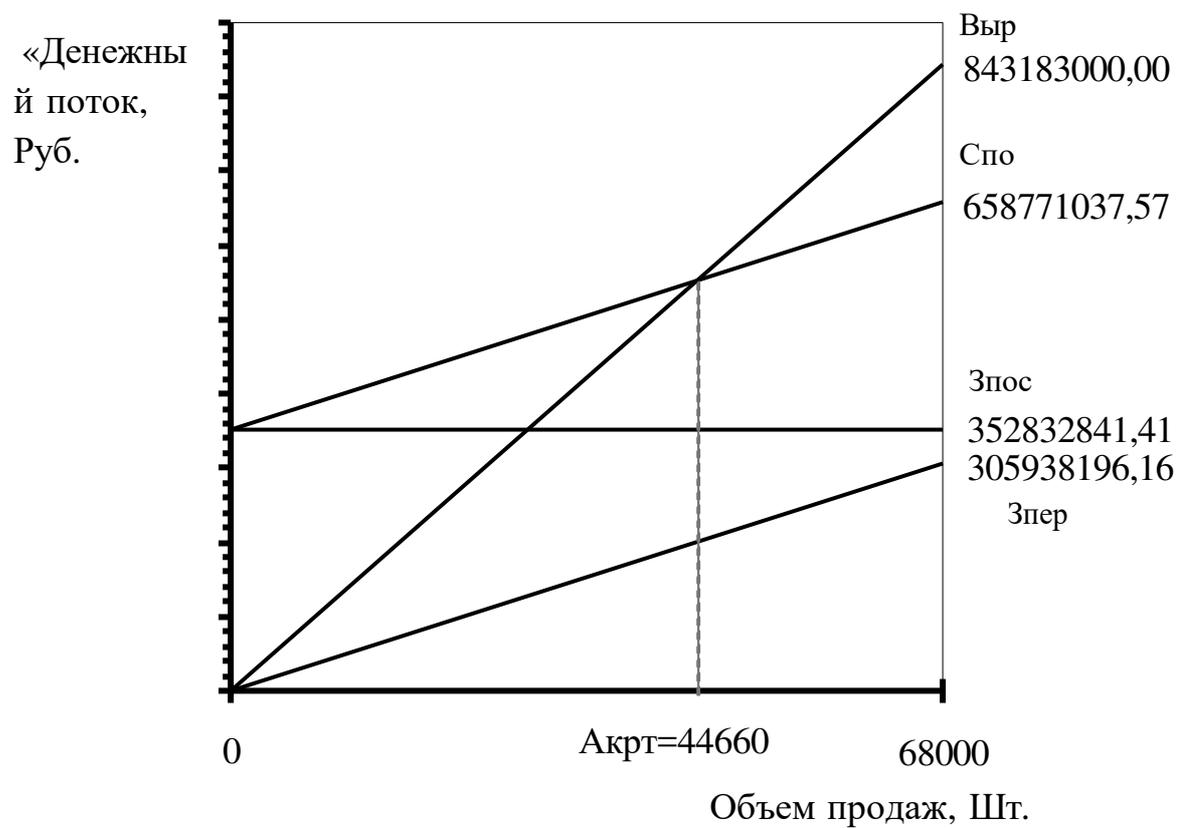


Рисунок 6 – График точки безубыточности»[8]

«Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на: »[8]

$$V_{\Gamma} = 68000$$

$$A_{\text{крт}} = 44660$$

$$V_{\text{МК}} = V_{\Gamma}$$

$$n = 6$$

$$\Delta = \frac{V_{\text{МК}} - A_{\text{крт}}}{n - 1} \quad (135)$$

$$\Delta = 4668$$

«Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам: »[8]

$$C_{\text{от}} = C_{\text{от.пр.}}$$

$$C_{\text{от}} = 12399.75$$

$$V_{\text{пр1}} = A_{\text{крт}} + \Delta \quad (136)$$

$$V_{\text{пр1}} = 44660 + 4668 = 49328$$

«Выручка по годам: »[8]

(137)

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

$$\text{Выр}_1 = 12399.75 \cdot 49328 = 611654868.00$$

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

для базового варианта: »[8]

$$\text{M} = 900.22 \quad \text{Пи} = 2305.70 \quad \text{Зо} = 793.70$$

$$\text{Здп} = 95.24 \quad \text{C}_{\text{сц}} = 266.68$$

$$\text{Зперудб} = \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{C}_{\text{сц}} \quad \text{Зперудб} = 4361.54$$

(138)

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

$$\text{Зперб1} = 4361.54 \cdot 49328 = 215146045.12$$

(139)

«для проектного варианта: »[8]

$$Зперудпр = Зперуд$$

$$Зперудпр = 4499.09$$

$$Зперпр1 = Зперудпр \cdot V_{пр1}$$

$$Зперпр1 = 4499.09 \cdot 49328 = 221931166.77 \quad (140)$$

«Постоянные затраты для базового варианта. »[8]

$$C_{сд.обор.} = 1539.78 \quad C_{цх.} = 1452.47 \quad C_{инс.} = 23.81$$

$$C_{об.зав.} = 1706.46 \quad C_{к.} = 454.20$$

$$Зпосудб = C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.} \quad (141)$$

$$Зпосудб = 5176.72$$

$$Зпосб = Зпосудб \cdot V_{Г}$$

$$Зпосб = 352016960$$

«Постоянные затраты для проектного варианта. »[8]

$$Зпоспр = Зпос$$

$$Зпоспр = 352832841.41$$

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

$$A_{му} = 203.48$$

$$A_{м.} = A_{му} \cdot V_{Г} \quad A_{м.} = 13836406.9 \quad (142)$$

«Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта: »[8]

$$З_{полпр1} = З_{поспр} + З_{перпр1} \quad (143)$$

$$З_{полпр1} = 352832841.41 + 221931166.77 = 574764008.18$$

«для базового варианта: »[8]

$$З_{полб1} = З_{посб} + З_{перб1}$$

$$З_{полб1} = 352016960 + 215146045.12 = 567163005.12 \quad (144)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта: »[8]

$$Проб_{пр.1} = Выр_1 - З_{полпр1}$$

$$Проб_{пр.1} = 611654868 - 574764008.18 = 36890859.82 \quad (145)$$

«для базового варианта: »[8]

$$Проб_{б.1} = Выр_1 - З_{полб1}$$

$$Проб_{б.1} = 611654868 - 567163005.12 = 44491862.8 \quad (146)$$

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

для проектного варианта: »[8]

$$Нп1 = Проб_{пр.1} \cdot 0.20$$

$$Нп1 = 36890859.82 \cdot 0.20 = 7378171.96 \quad (147)$$

«для базового варианта:»[8]

$$Н1 = Проб_{б.1} \cdot 0.20$$

$$Н1 = 44491862.88 \cdot 0.20 = 8898372.58 \quad (148)$$

«Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта: »[8]

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} = \text{Проб}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1} \quad (149)$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} = 36890859.82 - 7378171.96 = 29512687.86$$

для базового варианта:

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} = \text{Проб}_{\text{б.1}} - \text{Н1} \quad (150)$$

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} = 44491862.88 - 8898372.58 = 35593490.3$$

«Расчет общественного эффекта.

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла. »[8]

$$\text{Цот}_{\text{б.}} = 12399.75 \quad \text{Д1} = 100000 \quad \text{Д2} = 130000$$

$$\text{Про.д.} = \text{Цот}_{\text{б.}} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \text{Цот}_{\text{пр.}} \quad \text{Про.д.} = 3719.93 \quad (151)$$

«где Д1 - долговечность базовой конструкции,(тыс.км.)

Д2 - долговечность новой конструкции,(тыс.км.) »[8]

«Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит: »[8]

(152)

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

$$Ч1 = 29512687.86 - 35593490.3 + 13836406.9 + (3719.93 \cdot 49328) = 191252128.98$$

«Дисконтирование денежного потока. »[8]

$$E_{ст} = 10$$

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{сти})^t} \quad (153)$$

«где $E_{сти}$ - процентная ставка на капитал;

t - год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 = 0.909 \quad \alpha_2 = 0.826 \quad \alpha_3 = 0.753 \quad \alpha_4 = 0.863 \quad \alpha_5 = 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле: »[8]

(154)

$$ЧП1 = Ч1 \cdot \alpha_1$$

$$ЧП1 = 191252128.98 \cdot 0.909 = 173848185.24$$

«Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле: »[8]
(155)

$$\Sigma \text{ЧП} = \text{ЧП1} + \text{ЧП2} + \text{ЧП3} + \text{ЧП4} + \text{ЧП5}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ЧП} &= 173848185.24 + 171893139.16 + 169390376.39 + 208677684.08 + \\ &+ 160625319.64 = 884434704.51 \end{aligned}$$

(157)

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

$$\Sigma \text{Спо}_{\text{н.пр.}} = \text{Зполпр1} + \text{Зполпр2} + \text{Зполпр3} + \text{Зполпр4} + \text{Зполпр5}$$

(156)

$$K_{\text{и.}} = 0.132$$

$$I = K_{\text{и.}} \cdot \Sigma \text{Спо}_{\text{н.пр.}}$$

(158)

$$I = 407066565.1$$

«Чистый дисконтированный доход»[8].
(159)

$$\text{ЧД} = \Sigma \text{ЧП} - I_0 \qquad \text{ЧД} = 477368139.42$$

(160)

«Индекс доходности. »[8]

$$ID = \frac{\text{ЧД}}{I} \qquad ID = 1.17$$

«Срок окупаемости проекта. »[8]

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\text{ЧД}} \qquad T_{\text{ок}} = 0.85$$

Выводы и рекомендации

В результате совокупного развития науки и техники существование синхронизированной задней коробки передач с положительным экономическим эффектом $ID = 1,17$ позволило увеличить срок службы коробки передач и всего автомобиля примерно в 1,3 раза.

Расчет экономических показателей при внедрении в серийное производство спроектированной коробки передач автомобиля показывает, что себестоимость спроектированной коробки передач выше себестоимости базовой конструкции, но в результате увеличения ресурсов спроектированного агрегата можно ожидать положительный экономический показатель - увеличение объема продаж. Для этого рассчитываются социальные выгоды проекта и ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Дисконтированная чистая прибыль от запуска производства проекта составила 477368139,42 руб. Срок окупаемости проекта составляет 0,85 года, что говорит о том, что риски проекта минимальны. Данные показывают, что новая конструкция, как ожидается, будет применяться в новых конструкциях автомобилей.

Заключение

В дипломном проекте "Модернизация коробки передач Lada Niva Urban" рассматривается пятиступенчатая коробка передач с классической компоновкой, которая не претерпела никаких изменений в новой модели вседорожника ВАЗ.

Проект предлагает использование синхронизации для переключения передач заднего хода с целью повышения общего ресурса шестерен и коробки передач, снижения износа задних шестерен и достижения главной цели проекта - сделать переключение передач заднего хода автомобиля комфортным, тихим и плавным.

Для того чтобы понять и оценить эту конструкцию, представлены технико-экономические основы конструкции и прочностной расчет деталей. Для лучшего понимания темы работы и представленного здесь проекта модернизации узла, выполняются тяговые расчеты автомобиля, включающие данные о внешних скоростных характеристиках, тяговом балансе, балансе мощности, динамическом коэффициенте, дистанции и времени разгона, расходе топлива и т.д.

Экономическая часть проекта в данном дипломе представлена как финансовый расчет проекта, включающая анализ и оценку таких показателей проектирования, как надежность и долговечность, расчет социальной значимости проекта, а также расчет стоимости производства проектируемого объекта.

Процесс сборки конструкции представлен в технической части работы, где также приведены меры по обеспечению безопасности промышленного труда.

Для соблюдения требований охраны труда и экологических аспектов при сборке рабочего места анализируется рабочее место и представляются необходимые меры для безопасного выполнения сборочных работ.

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: Техническое обслуживание ремонт расчеты / 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 технолога 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. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение, 1972.–233 с.

14. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 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 дипломному 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. Шестопапов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопапов. - 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. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.

27. König R. Schmiertechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.

28. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.

29. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

30. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.

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

32. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.

33. Wittel H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

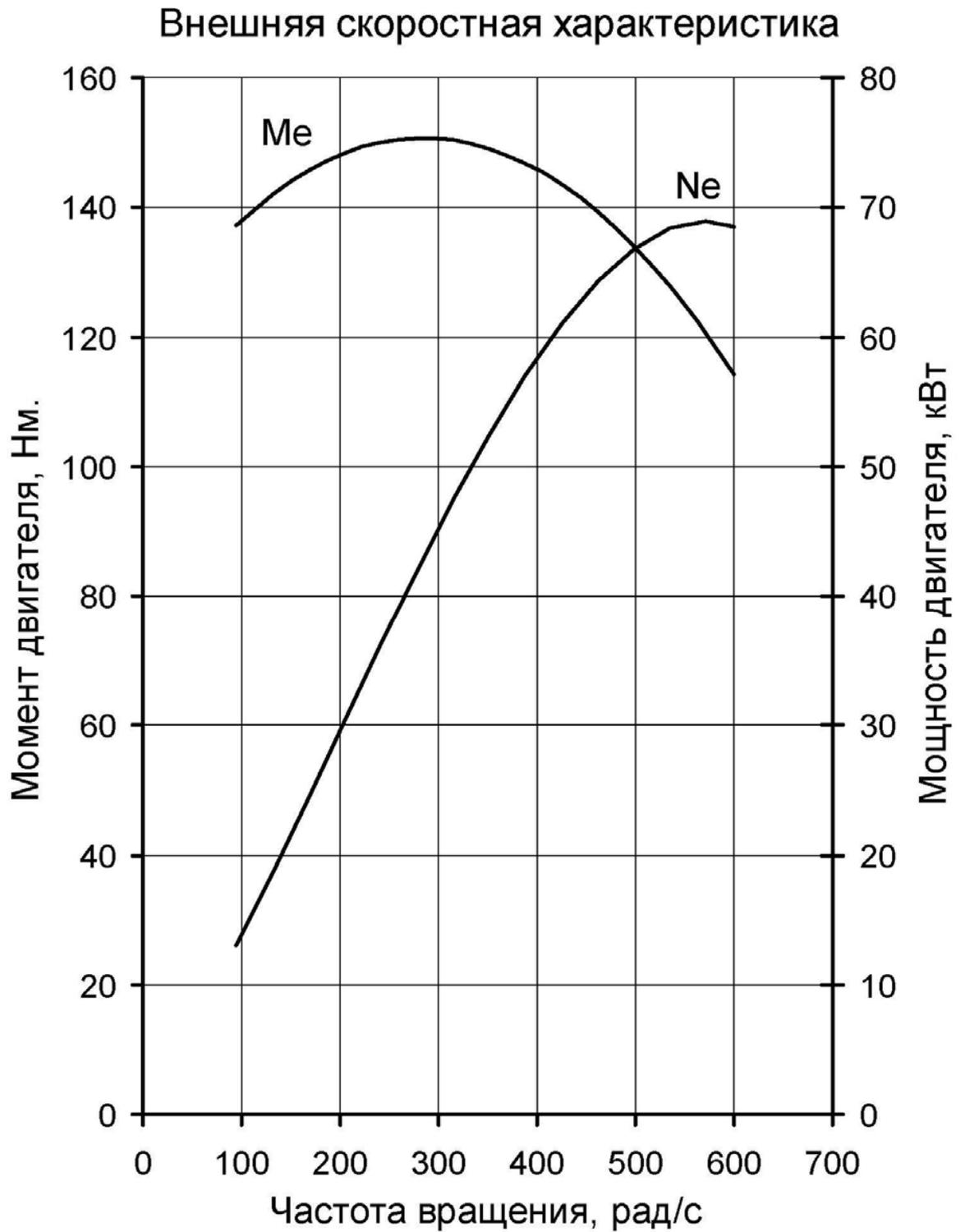


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика»[6]

«Баланс мощностей»

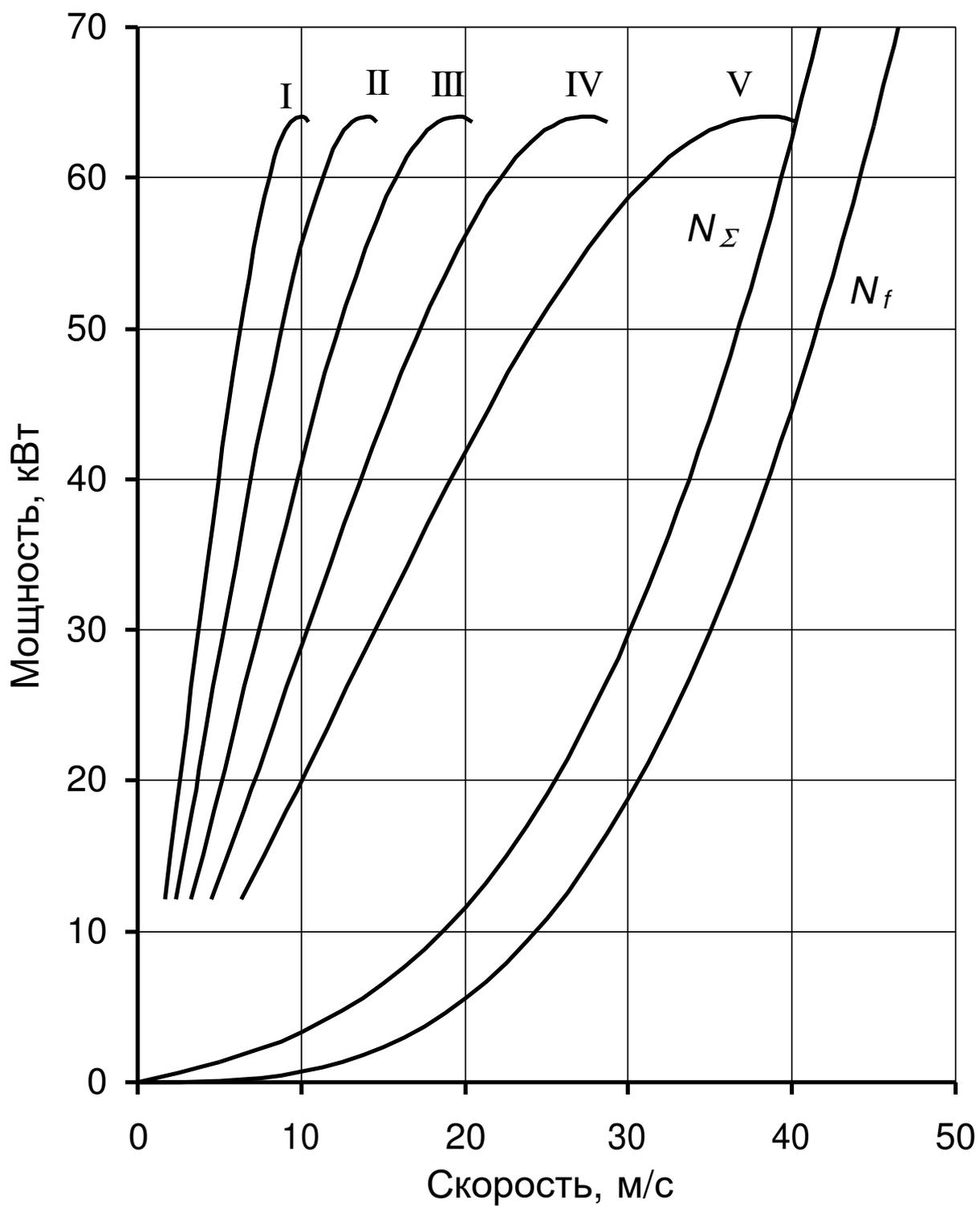


Рисунок А2 – Баланс мощностей»[6]

«Тяговый баланс»

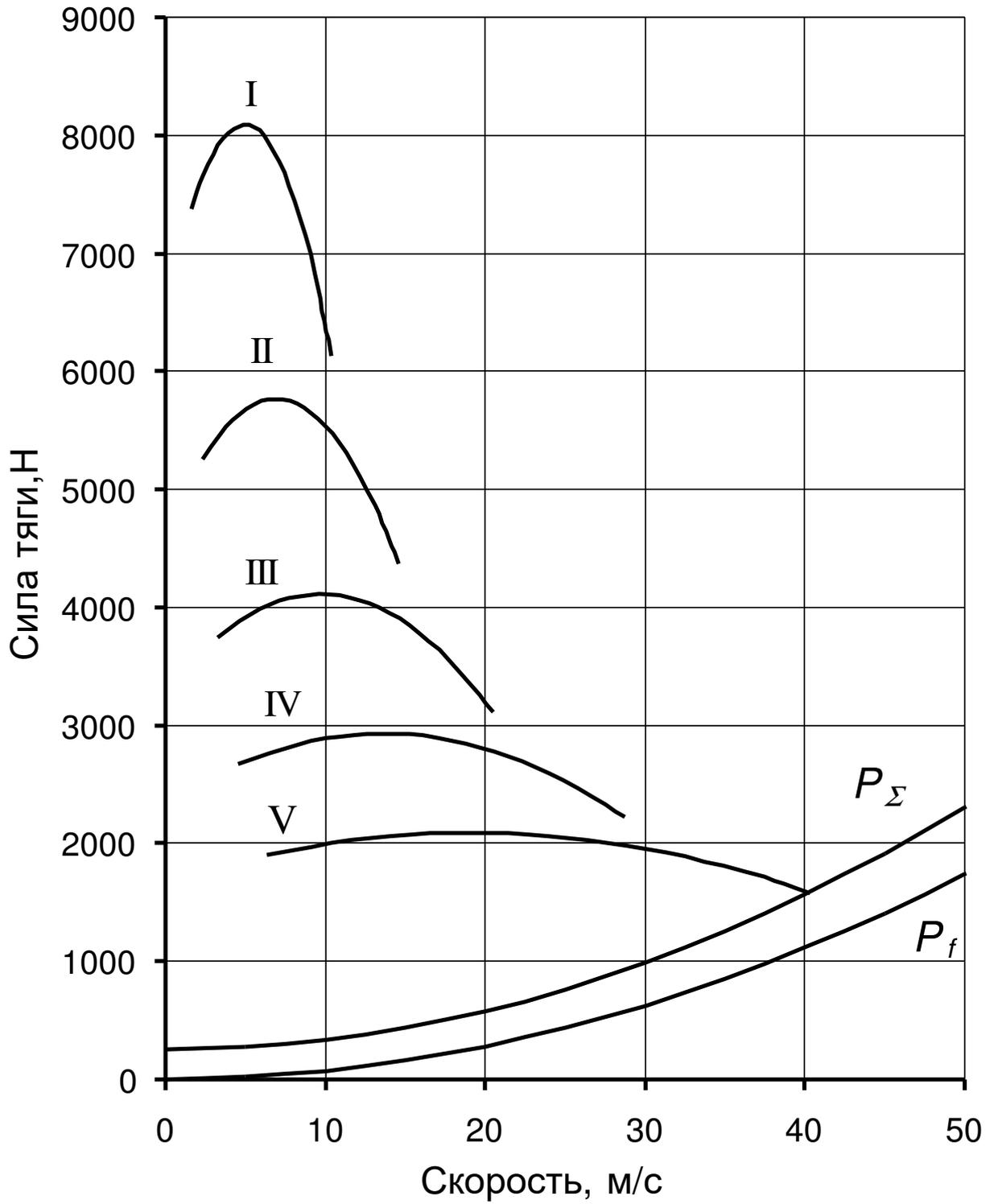
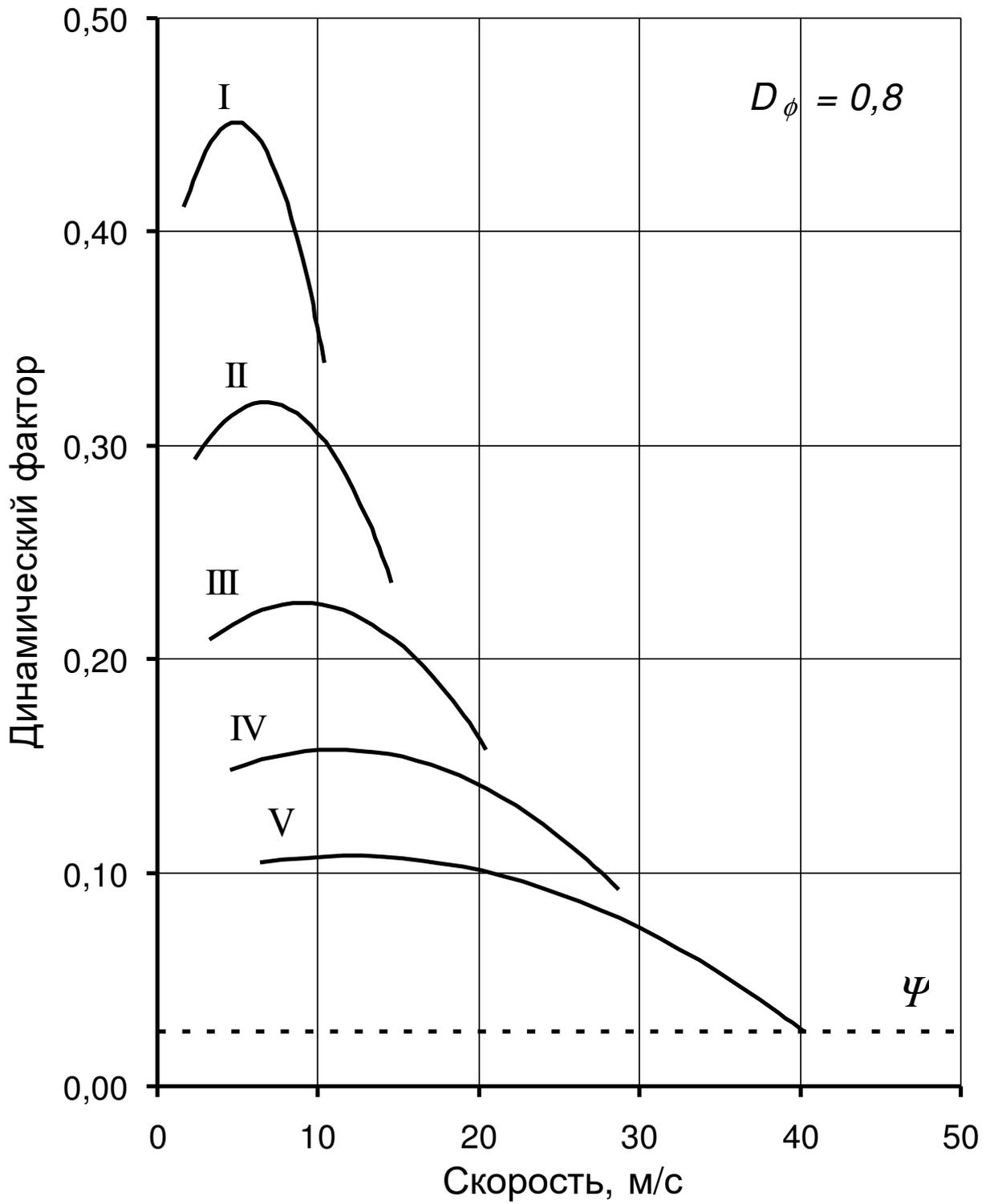


Рисунок А3 – Тяговый баланс»[6]

«Динамический фактор»



«Рисунок А4 – Динамический баланс»[6]

«Ускорения

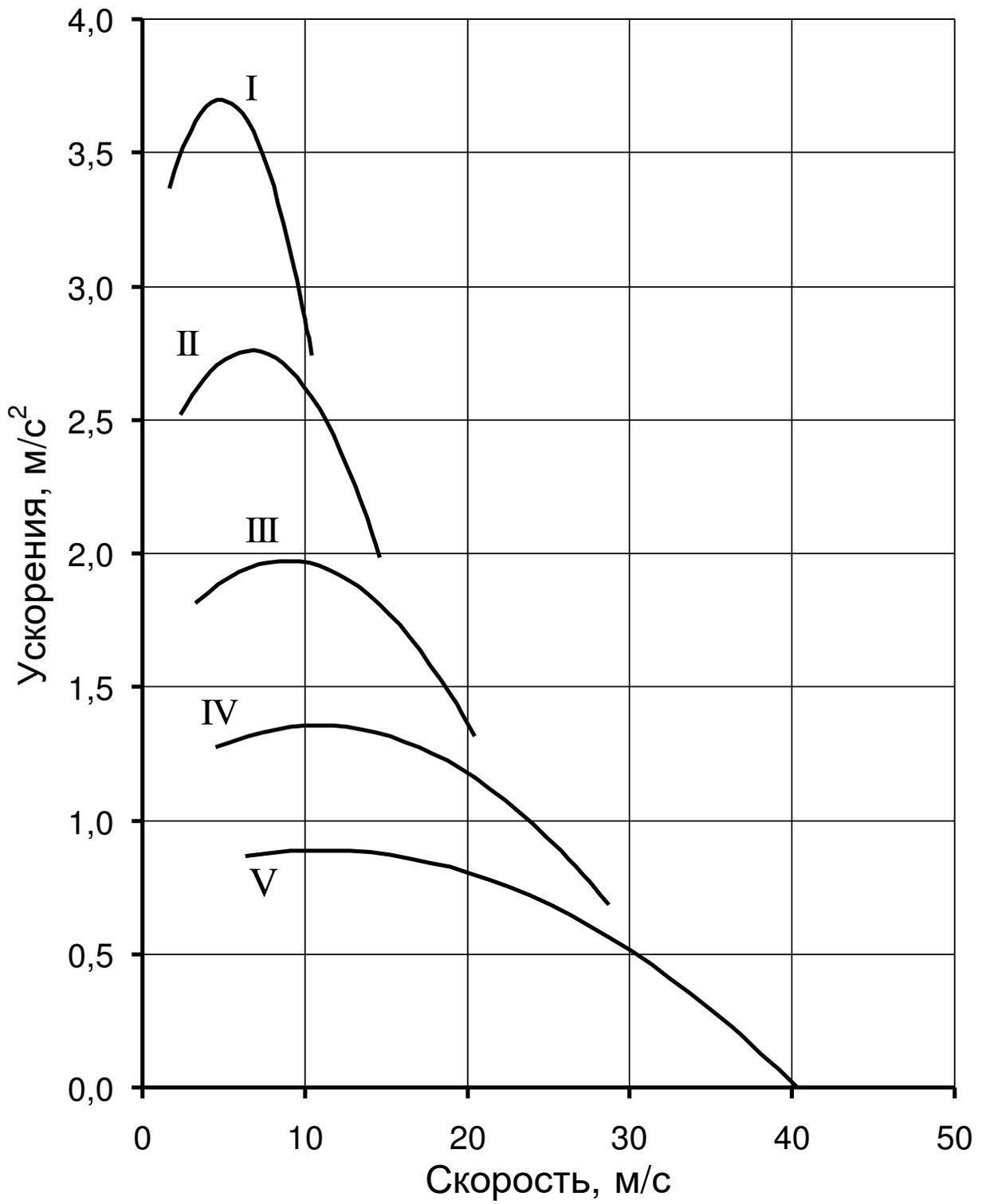


Рисунок А5 – Ускорения на передачах»[6]

«Время

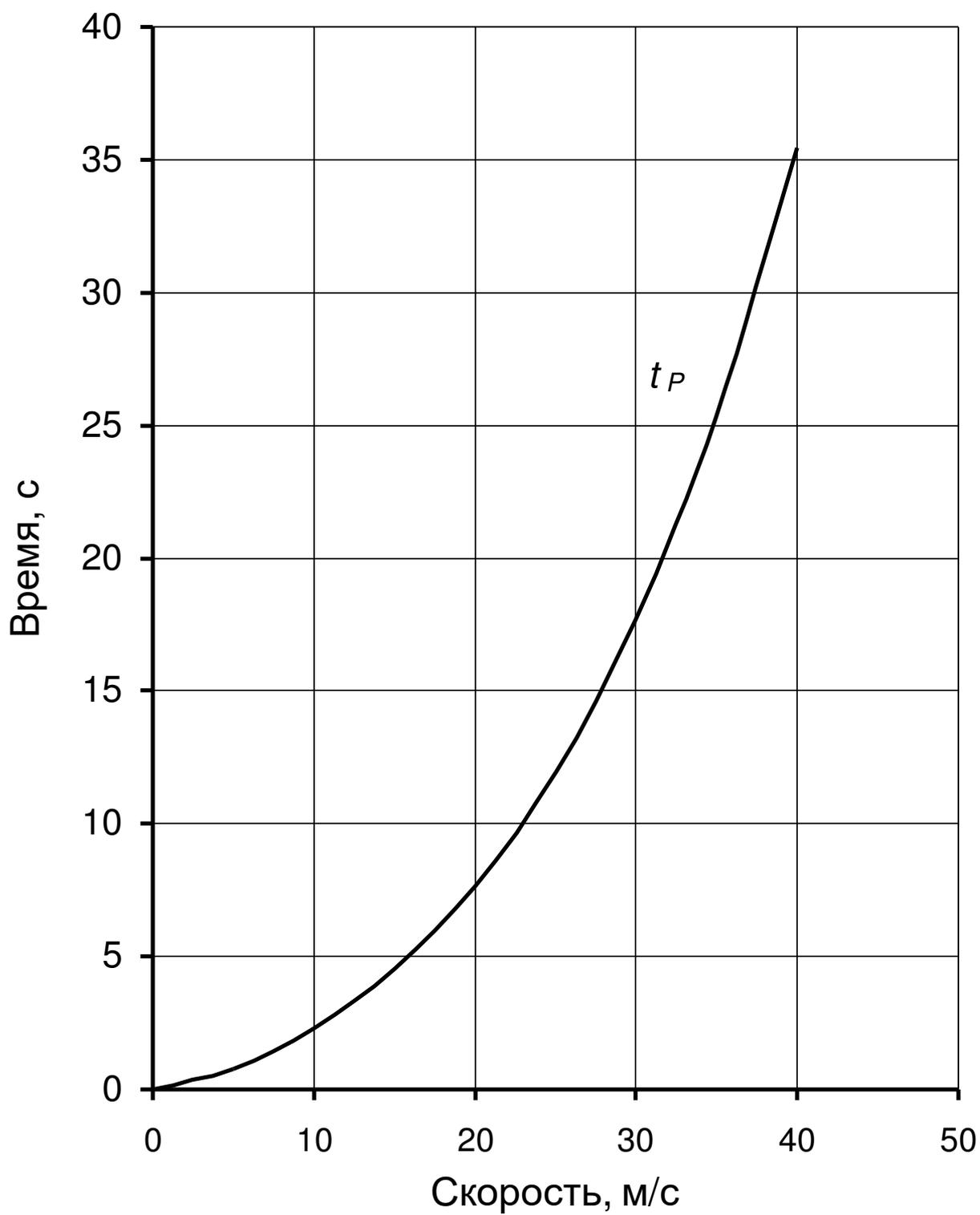


Рисунок А6 – «Время разгона»[6]

«Путь

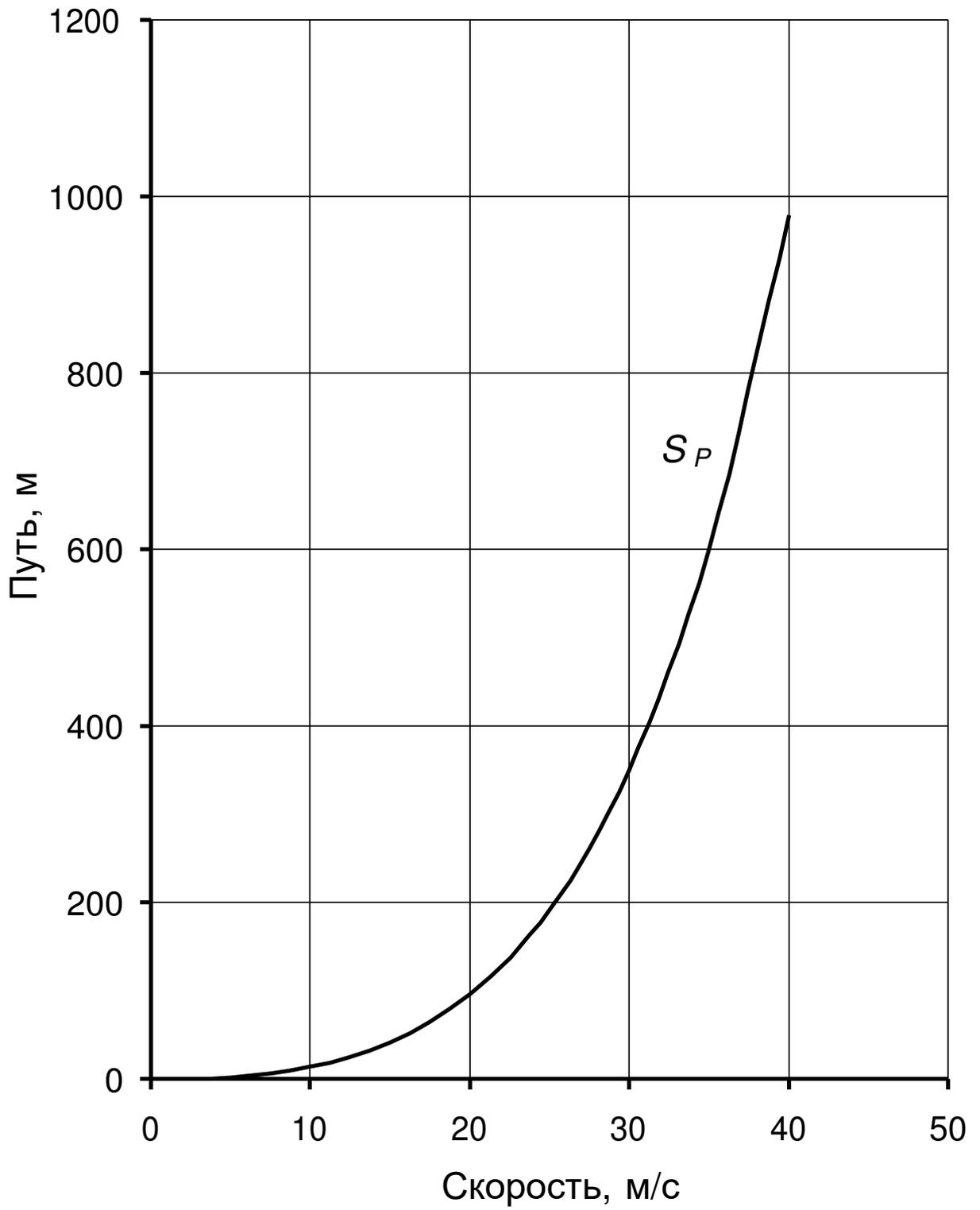


Рисунок А7 – Путь разгона»[6]

«Путевой расход топлива

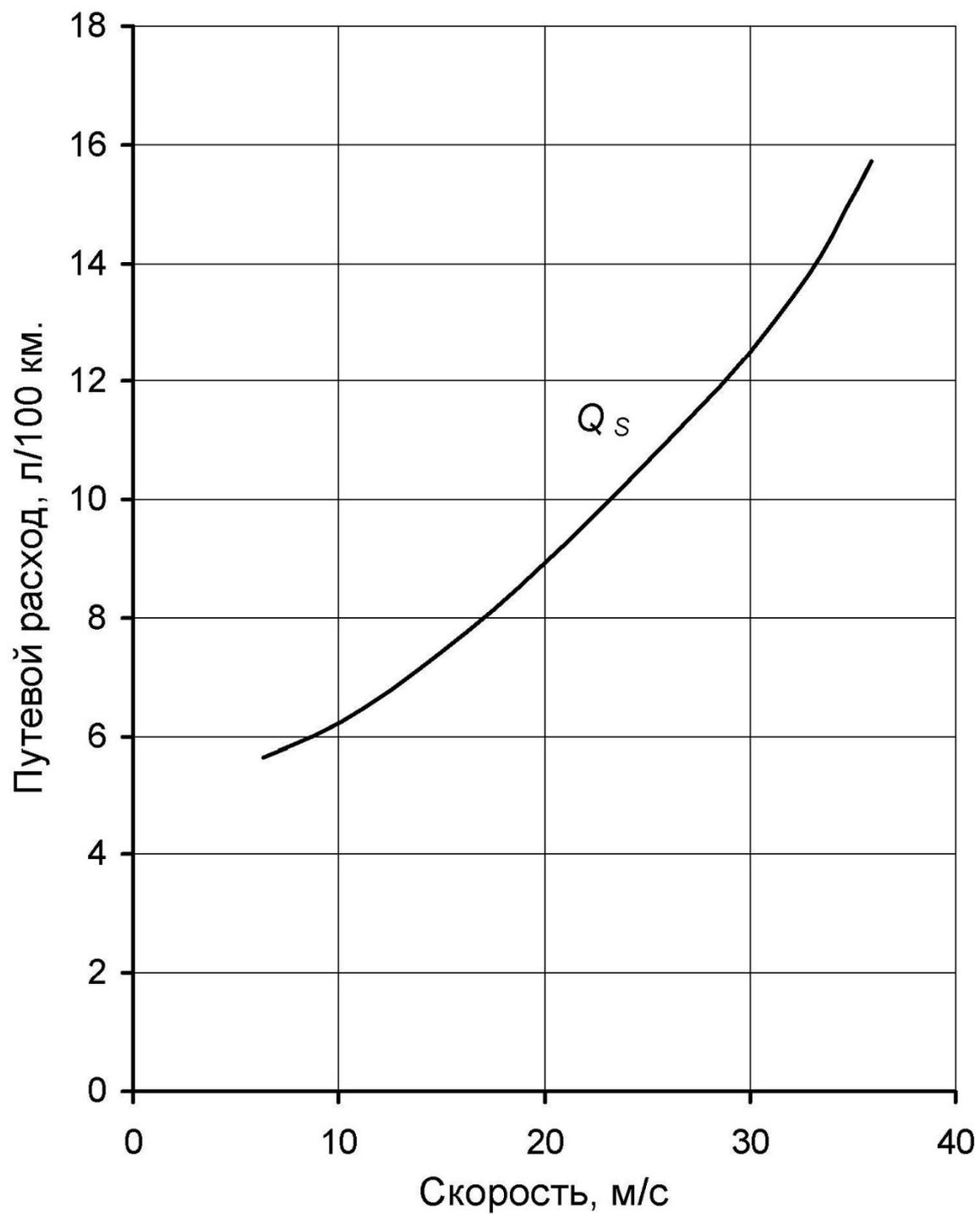


Рисунок А8 – Путевой расход топлива»[6]