

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка подключаемого полного привода для автомобиля
Лада Нива

Студент

С.С. Николенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2022

Аннотация

В теме данного дипломного проекта предлагается модернизация трансмиссии автомобиля Лада Нива. Будет рассмотрена раздаточная коробка передач классической компоновки, которая в последнем варианте модели данного вездехода изменениям не подвергалась. Для понятия представленной конструкции будет проведено и представлено техническое и экономическое обоснование проектной работы, а также прочностной расчет деталей узла.

Также в дипломном проекте для представленной модифицированной конструкции автомобиля, произведен тяговый расчет автомобиля, который включает в себя, такие данные как внешняя скоростная характеристика, тяговый баланс, мощностной баланс, динамический фактор, путь и время разгона и также топливная экономия. С понимания финансовой части дипломного проекта, представлен экономический раздел, в котором проведен анализ и оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, сделан расчет на общественную значимость проектной работы и рассчитана заводская стоимость проектируемого узла. Процесс сборки конструкции рассматриваемого в дипломном проекте узла представлен в технологическом разделе дипломного проекта, который также включает в себя мероприятия по производственной безопасной работе.

А также для соответствия требованиям по безопасности жизнедеятельности и экологичности при сборке на рабочем месте, проведен анализ рабочей зоны и представлены необходимые предпринимаемые меры для безопасного рабочего процесса сборки.

Графическая часть дипломного проекта составляет 10 листов формата А1 – это чертежи конструкторской, экономической и технологической частей составляющих пояснительную записку, которая включает в себя 117 страниц печатного текста формата А4, туда же входит приложение состоящее из графиков тягового расчета и листов спецификаций.

Annotation

The topic of this thesis project proposes the modernization of the transmission of the Lada Niva car. The transfer case of the classic layout will be considered, which was not changed in the latest version of the model of this all-terrain vehicle. For the concept of the presented design, a technical and economic justification of the design work will be carried out and presented, as well as a strength calculation of the details of the node.

Also in the diploma project for the presented modified car design, a traction calculation of the car was made, which includes such data as external speed characteristics, traction balance, power balance, dynamic factor, acceleration path and time, and also fuel economy. With an understanding of the financial part of the diploma project, the economic section is presented, in which the analysis and evaluation of design indicators of reliability and durability are carried out, a calculation is made on the social significance of the project work and the factory cost of the designed node is calculated. The process of assembling the structure of the node considered in the diploma project is presented in the technological section of the diploma project, which also includes measures for industrial safe operation.

And also to meet the requirements for life safety and environmental friendliness during assembly at the workplace, the analysis of the working area was carried out and the necessary measures taken for a safe assembly workflow were presented.

The graphic part of the diploma project consists of 10 sheets of A1 format – these are drawings of the design, economic and technological parts that make up the explanatory note, which includes 117 pages of A4 printed text, there is also an appendix consisting of traction calculation graphs and specification sheets.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение и требования предъявляемые к трансмиссии автомобиля .6	
1.2 Классификация конструкций механизмов трансмиссии.	14
1.3 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач.....	19
1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач.....	20
2 Конструкторская часть.....	21
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	21
2.2 Расчет элементов раздаточной коробки передач	32
3 Безопасность и экологичность объекта	46
4 Технологическая часть	72
5 Экономическая эффективность проекта	84
Заключение.....	106
Список используемых источников.....	107
Приложения А Графики тягового расчета.....	110

Введение

Для ускорения развития промышленности автомобилей необходимо уменьшение трудоемкости техобслуживания, а также уменьшение расхода масла и топлива, все это необходимо для дальнейшего развития технического состояния автомобилей и является основным направлением. Для всех отраслей промышленности огромное значение имеет автотранспорт, а именно его очень эффективная работа. Из всех направлений развития мировой экономики автомобилестроение, как отрасль является ведущей. Вся мировая промышленность развивается очень быстро и для этого очень большое значение имеет появление новых технологий и разработок и инноваций, технических решений. А также улучшение и повышение безопасности автомобилей и их надежности, уменьшение токсичности газов выхлопных, уменьшение шумности автомобиля, и уменьшение стоимости материалов на производство автомашин. Необходимо также улучшать аэродинамику кузова автомобиля, и его массу это влечет за собой уменьшение расхода топлива. Еще также возможно повсеместно переводить автомобили на газ метан или дизельное топливо, а также устанавливать более современные двигатели.

Необходимы также электронные технологии, и их широкое применение в конструкциях автомобиля это позволит достичь этой цели. Также во всех узлах и в конструктиве трансмиссии необходимы также более совершенные технологии и технические решения. Если использовать современные высокопрочные стали, легированные стали, углепластик, алюминий, и многие другие новые технологичные конструкционные материалы можно уменьшить массу автомобиля, что также улучшит топливную экономичность. Для линий производства, работающих в автоматическом режиме, необходимо изготовление деталей высокого качества и обязательно важна высокая точность, этого можно достичь с помощью пространственного моделирования всех деталей, это позволит в перспективе на долго уменьшить трудоемкость конструкторской работы инженеров автомобилестроителей.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования предъявляемые к трансмиссии автомобиля

Трансмиссия автомобиля позволяет во время движения автомобиля изменять силу тяги на ведущих колёсах при том же числе оборотов двигателя. Механическая коробка передач успешно используется в автомобилях не одно десятилетие. Она и сегодня остается самым популярным видом трансмиссии. Без механической коробки переключения передач невозможен современный автомобиль, необходимая для преобразования вращения получаемого от двигателя автомобиля и передачи его на ведущие колёса. Для того чтобы иметь концептуальное представление о принципах работы механической коробки передач с механизмом заднего хода начнём с понимания того, для чего же вообще автомобилю нужна трансмиссия. Сила вырабатываемая двигателем подаётся через систему трансмиссии на ведущие колёса. Основная функция трансмиссии заключается в управлении скоростью и крутящим моментом в ведущих колёсах при различных условиях движения автомобиля. Например, если нужно ехать в гору, то крутящий момент должен быть больше снижая скорость с помощью коробки передач мы можем увеличить крутящий момент при неизменной мощности двигателя и наоборот, если нет необходимости в большем крутящем моменте мы можем увеличить скорость передачи.[1]

Внутренний механизм трансмиссии авто устроена таким образом, коробка состоит из трёх основных валов: первичного вала, который через систему сцепления соединён с двигателем, вторичного вала жестко соединенного с карданным валом передающим момент либо на заднюю ось либо на переднюю ось либо на раздаточную коробку для полноприводных автомобиля; и промежуточного вала, который служит для передачи вращения от первичного вала к вторичному.

В коробке переключения передач имеется набор шестерён, разные комбинации шестерён дают возможность выполнять различные задачи. За

преобразование скорости вращения в коробке передач отвечают как раз эти наборы шестерен, которые отличаются своими размерами и количеством зубьев, каждый из них отвечает за определённую передачу, количество зубьев на каждой шестерни влияет на передаточное отношение. При равном количестве зубьев зацепления скорость вращения будет одинаковой, но если в качестве ведомой взять шестерни в 2 раза больше, то при полном обороте ведущий она повернет только наполовину, тем самым снижая скорости её полного вращения в два раза. Так получается, что при равномерном вращении поступающим на ведущую шестерню ведомой шестерни вращаются с разной скоростью в то же время из-за увеличения размера шестерни увеличивается и длина рычага воздействующие на ось данной шестерни, что влияет на увеличение крутящего момента, это повышает толкающую силу автомобиля. Когда шестерни находятся в так называемом нейтральном положении, то двигатель и ведущие колёса автомобиля разобщены, когда включён задний ход, то ведущие колёса вращается в обратном направлении и тогда авто может двигаться задним ходом.[1]-[4]

Принцип механической трансмиссии основывается на простом принципе передаточного отношения, основной механизм передачи это входной и выходной валы соединённые промежуточным валом, трёхскоростной механизм простым перемещением шестерёнок может изменить передаточное отношение такой тип трансмиссии называется коробкой передач с передвигными каретками он позволяет управлять скоростью автомобиля но имеет определённый недостаток процесс отсоединения от одной шестерней и соединения с другой не так-то прост. При включенной первой передачей ведущие колёса вращаются медленно и автомобиль движется вперед, после перестановки рычага в положении второй передачи ведущие колёса начинают вращаться быстрее, при включенной третьей передачи колёса вращаются ещё быстрее, ещё больше скорость вращения колёс при включенной четвёртой передачи, а затем и на пятой передаче. В коробке эта передача является высшей ,то есть автомобиль движется с максимальной возможной своей скоростью. Вторичный вал

опирается на подшипник качения первичный вал также опирается на подшипник качения, как и передний конец вторичного вала также вращается в подшипнике.[9]

Коробка переключения передач с шестернями постоянного зацепления позволяет решить проблему плавного зацепления шестерен, здесь зубцы шестеренок всегда в постоянном зацеплении. Но есть одна особенность выходные шестерни находятся в жёстком соединении, если жёстко подключить к валу только одну шестерню, то вал будет вращаться со скоростью задаваемой этой шестерней. Таким образом можно получить различные передаточные отношения. Передаточные отношения в блоках шестерён подобраны в зависимости от условий движения автомобиля, при включённом нейтральном положении коробки передач ведомые шестерни вращаются свободно от выходного вала, выходной вал остаётся неподвижен, для зацепления ведомых шестерён с выходным валом навал неподвижно закрепляются дополнительные шестерни, поверх этих шестерен находятся муфты переключения передач, перемещаясь вдоль шлицов шестерни муфты переключения образуют жёсткое зацепление с зубьями расположенными на ведущей шестерни и начинает вращаться вместе с ней как одно целое, но так как во время движения выходной вал и шестерни обращаются с разной скоростью, между ними устанавливается специальное кольцо синхронизатора, которое за счёт силы трения выравнивает скорость вращения обоих элементов, это позволяет осуществить плавное переключение. Интересно отметить, что в четвёртой передачи входной и выходной валы связаны непосредственно, это прямая передача, которая в настоящее время практически не используется. Именно способность эффективно и гладко замыкать не жестко соединенные шестерню с валом являются собой самую суть механической коробки передач. Прежде всего шестерни валов имеет синхронизатор с конусом и блокирующим кольцом, шестерня крепится к валу муфты, которая может свободно перемещаться по шестерне также используется в этой системе. Очевидно, что если муфта соединяется с зубцами синхронизатора шестерня и входной вал будут вращаться синхронно и необходимое сцепления будет достигнуто.

Однако в процессе замыкания вал-шестерня будут вращаться с разной скоростью поэтому такое замыкание задача не из простых, блокирующее кольцо синхронизатора помогает привести скорости шестерней и вала соответствие. Блокирующее кольцо способно вращаться вместе с шестерней. Но может свободно передвигаться по оси перед перемещением муфты выжимается педаль сцепления, таким образом силовой поток передачи отсутствует, когда перемещаем муфту она прижимает блокирующее кольцо к конусу синхронизатора из-за высокой силы трения между блокирующим кольцом и конусом синхронизатора скорость шестерни станет такой же как его вала, теперь муфта может двигаться дальше и произвести зацепление с шестерней. Так эффективные плавно шестерня передача замыкается с валом. Тот же принцип используется для перехода на другие передачи, например, на первую передачу, на третью передачу и на четвёртую передачу и также на пятую передачу с помощью рычага переключения передач. Пятая передача используется для вращения выходного вала со скоростью более высокой чем у входного вала. Рассмотрим как работает передача заднего хода, для заднего хода используется дополнительная промежуточная шестерня, передача заднего хода задействует устройство из трех шестерёнок, одна из них промежуточная шестерня, она задаёт обратное вращение выходному валу, когда промежуточная шестерня сдвигается для соединения с двумя другими, выходной вал начинает вращаться в обратном направлении, при этом стоит отметить что передача заднего хода не имеет механизма синхронизации, это означает что работа коробки передач должна быть полностью установлена перед включением заднего хода. В автомобилях с передними и задними ведущими мостами имеются раздаточные коробки. С помощью раздаточной коробки осуществляется передача на передний мост и на задний. Раздаточная коробка обычно имеет 2 передачи повышающую и пониженную, при включении пониженной передачи увеличивается сила тяги на ведущих колёсах, переключение шестерён раздаточной коробки производится с помощью рычагов и механизмов управления. Общее устройство трансмиссии с раздаточной коробкой показано на рисунке 1. [10]- [14]

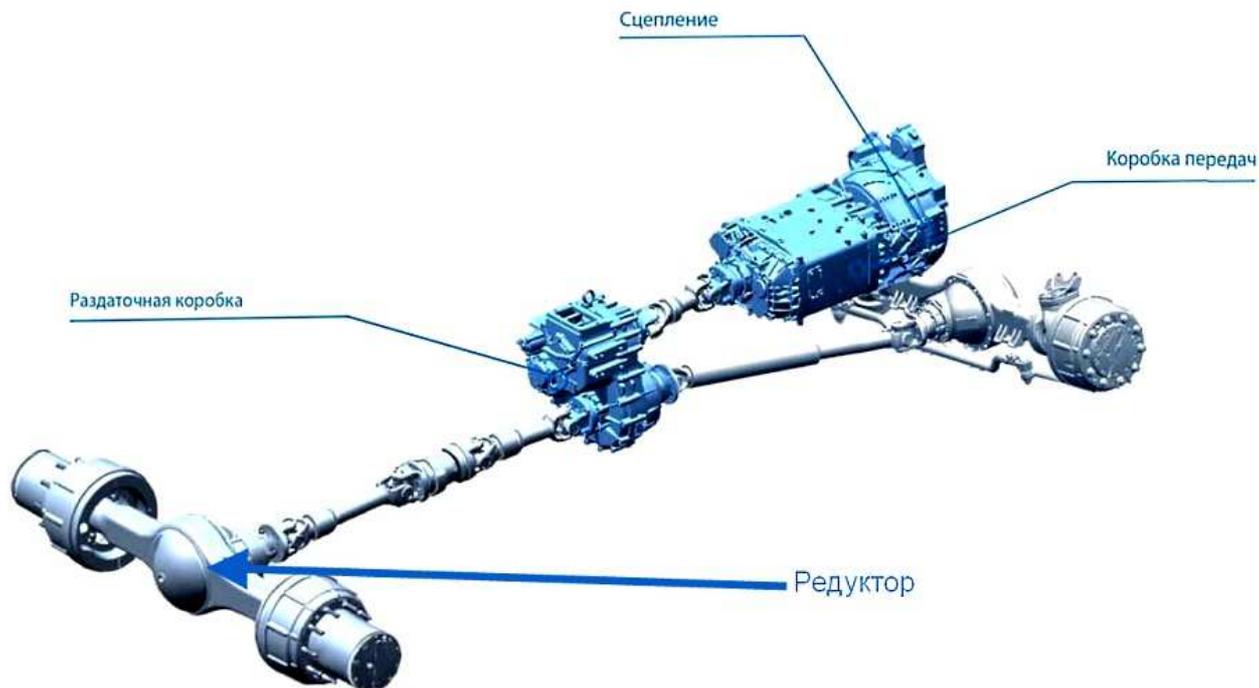


Рисунок 1 – Общее устройство трансмиссии с раздаточной коробкой передач на полноприводных автомобилях

Когда шестерни находятся в нейтральном положении раздаточная коробка вращение не передает. Если ползун-муфта перемещена в одно положение то включена пониженная передача, когда муфта перемещена в противоположенное положение, то включена повышенная передача раздаточной коробки. Ползун соединен тягами с рычагами управления находящимися в кабине шофёра. Раздаточная коробка автомобиля имеет два рычага управления с помощью одного рычага включается повышенная или пониженная передача раздаточной коробки другой рычаг включает блокировку.

Требования предъявляемые и необходимые для работы трансмиссии автомобиля состоят из следующих составляющих: обеспечение экономического режима передвижения автомобиля, которое не будет иметь разрыва с другой обязательной необходимостью обеспечивать динамическое передвижение автомобиля, таковым способом должны быть подобраны передаточные отношения между шестернями и зубчатыми колесами

составляющими коробку передач или раздаточную коробку передач. За динамику автомобиля определены понижающие передачи узла трансмиссии.

Для того чтобы оценить параметр динамики разгона любого автомобиля принято использовать характеристику в виде времени разгона. Но самым распространенным показателем принятым во всем мире всеми автопроизводителями показателем динамических свойств автомобиля, т.е. то как он набирает скорость от 0 до 100 км/ч. [15]

Экономические свойства машины, прежде всего должны формироваться для движения именно для движения за городом, для движения по трассе, за которые определены именно повышающие высшие передачи коробки перемены передач.

При этом редко используемые в городских режимах движения, т.е. их влияние этим передач минимально. Для понимания экономичности автомобиля используют три критерия оценки движения авто, это движение в городе, движение за городом и движение смешанное.

Когда автомобиль стоит на месте на холостых оборотах работы двигателя есть необходимость на долгое время разобщить трансмиссию и двигатель по времени, этого легко добиться при использовании автомобиле механической коробки передач. Но для автоматических коробок передач с гидротрансформаторами крутящего момента, требуется специальная система режима управления когда автомобиль стоит на месте с работающим силовым агрегатом.

При создании коробки переключения передач очень большого внимания требуется уделить управлению коробкой передач ее эргономики, управление это очень важные критерии оценки уровня совершенства коробки переключения передач. Также важно какое усилие будет прикладывать к рычагу человек, какой будет хода рычага, т.е. расположение рычага должно быть удобно достигаемым любому человеку который сядет за руль данного автомобиля. Эти параметры очень сильно могут влиять на утомляемость шофёра, поскольку управлению требует от него механического физического усилия воздействия на приборы управления автомобилем. Поэтому очень

важно обеспечить удобное комфортное управление любому шофёру, который будет управлять данным автомобилем.

Пограничная характеристика для автомобиля всё больше и больше в последнее время становится шумность автомобиля, которая также регулируется и законодательно, в котором обозначены уровни шума для каждого вида транспорта, и это нельзя не учитывать при проектировании автомобиля. Эти требования еще сильнее диктуются потребителем этого продукта автомобильной промышленности, особенно в последние года, когда конкуренция находится на максимальном уровне, как никогда раньше. Вибрации и шум испускаемый узлами составляющими автомобиль всегда являлись контролируемыми характеристиками автомобиля. Особенно это относится конечно к двигателю и коробке передач, которые являются главными источниками вибраций и шума, из-за своего функционального назначения для функционирования автомобиля.

Почти 100 % должно составлять коэффициент полезной работы для легковых автомобилей для коробок перемены передач в наше современное время. Полезная эффективность коробок перемены передач могут быть ниже при ошибках производителя при изготовлении деталей и технологичности сборочных операций, а также ошибки конструкции. Для коробок перемены передач конструктивный уровень оценки коэффициента полезной работы является интегральным. Для эффективной работы коробки передач и автомобиля в целом, очень необходимо обеспечение КПД на самом каком только возможно высоком уровне. [16]-[19]

Безремонтная работа и без поломки с высоким уровнем вероятности должна отработать коробка переключения передач, так же как и другие узлы автомобиля. Приблизительно от 140000 до 250000 км. примерная расчетная эксплуатация всех деталей и узлов автомобиля, т.е. вероятность выхода из строя должна быть минимальной, таков должен быть современный автомобиль. То есть должна быть обеспечена очень высокая степень надежности автомобиля в процессе эксплуатации.

В процессе эксплуатации коробки перемены передач обслуживание, а

точнее сказать его цена должна быть направлена на снижение, это обязательное требование в настоящее время. Приблизительно от 30000 до 100000 км пробега в этом диапазоне должна производиться замена масла в коробке переключения передач так же как и в раздаточной коробке передач для полноприводных автомобилей. Только эта одна операция обслуживания коробки передач должна производиться периодически, что является единственным действием по обслуживанию коробок передач для почти всех современных легковых автомобилей. То есть должна быть обеспечена простота обслуживания. [20]

Дополнительные преимущества и дополнительные затраты которые могут быть привнесены в эксплуатацию автомобиля и коробки передач должны быть оправданы. Поскольку любое улучшение несет за собой повышение стоимости этих дополнительных опций для шофёра. То есть ее функциональные возможности должны рассматриваться всегда совместно с ее повышенной стоимостью. То есть должна быть обеспечена сравнительно низкая стоимость коробки перемены передач и согласована с ее возможностями по сравнению с конкурентными аналогами.

Обеспечение возможного отбора мощности для дополнительных устройств от коробки перемены передач или в обратном направлении, то есть обеспечение возможного механизма для добавления мощности к автомобилю, например, для таких автомашин у которых используется трансмиссия с гибридным принципом построения конструкции. А также необходимая возможность для буксирования автомобиля или что бы, наоборот, автомобиль мог буксировать какое либо транспортное средство или груз на прицепе. Такие специальные требования иногда предъявляются к коробкам перемены передач автомобиля, кроме всех выше упомянутых.

1.2 Классификация конструкций механизмов трансмиссии

Типы автомобильных трансмиссий бывают следующими: механическая коробка передач, роботизированная коробка передач, автоматическая коробка передач и бывает вариатор. [21]

МКПП - Механическая коробка передач, то есть это коробка, которая требует механического, то есть ручного переключения передач. Автомобили с МКПП называют авто на палке, такие автомобили с механической коробкой предпочитают любители быстрой езды. Общее устройство на рисунке 2.

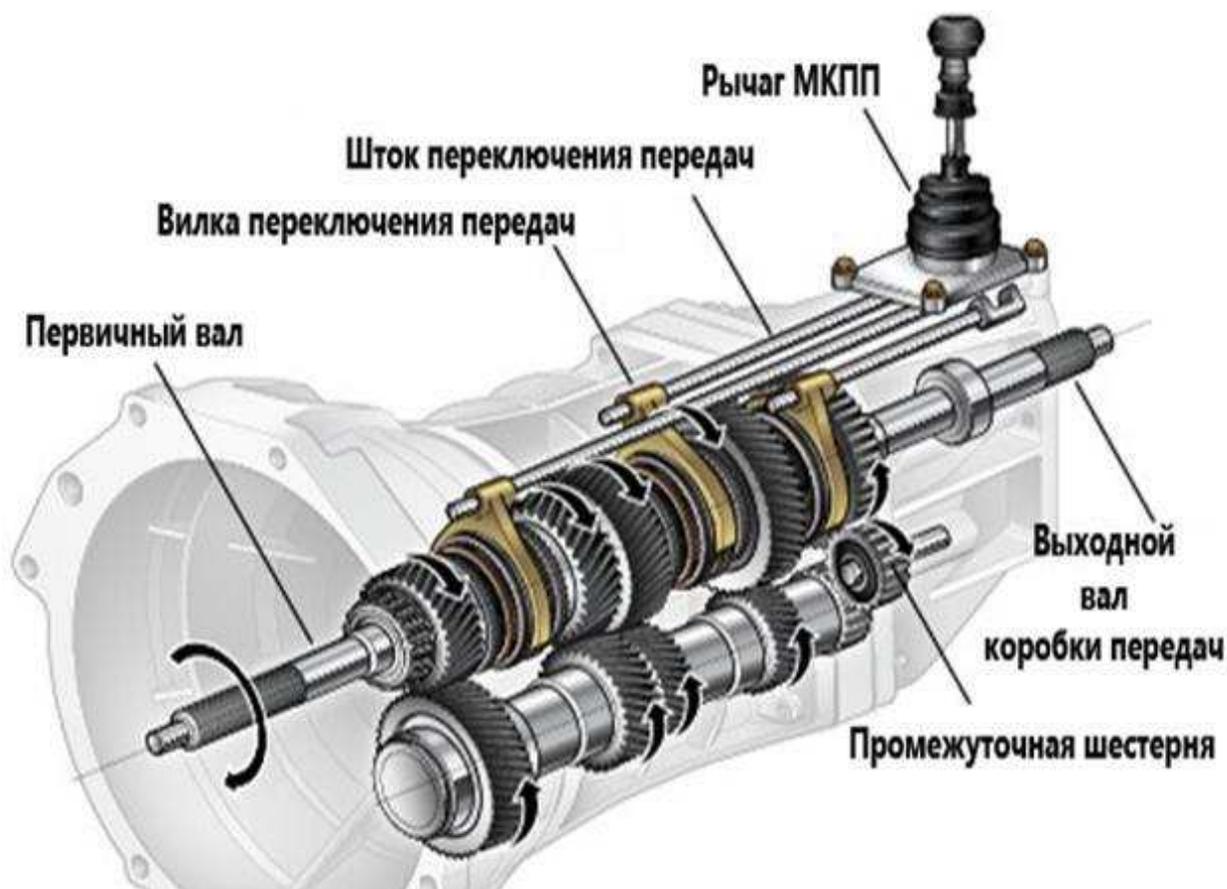


Рисунок 2 – Общее устройство классической МКПП

Основные плюсы механической коробки передач, это: во первых меньше расход топлива в отличие от автоматической коробки передач, машина с механической коробкой передач она более резвая, то есть разгоняется быстрее, это плюс на обгонах, то есть всегда можно заблаговременно включить нужную передачу и такое вождение на самом деле считается более безопасным, и это

конечно при условии, что за рулём сидит не новичок. Такой автомобиль он дешевле в цене, потому что механическая коробка передач она стоит дешевле других коробок передач, она более надёжна, у неё выше ресурс и она дешевле при эксплуатации.

АКПП - это автоматическая коробка передач. Проживающие в крупных мегаполисах всё больше выбирают автоматические коробки передач, то есть популярность её растёт. Причина этому это пробки, в которых постоянно приходится выжимать сцепление, переключать передачи и на самом деле это очень напрягает. Итак плюсы автоматической коробки передач: автомат он никогда не заглохнет и не покатиться назад, это особенно актуально для начинающих водителей, автомат он пресекает перегрузки двигателя, то есть, которые могут случиться из-за ошибок водителя, так как всё контролирует электроника. Устройство АКПП показано на рисунке 3. [22]-[25]

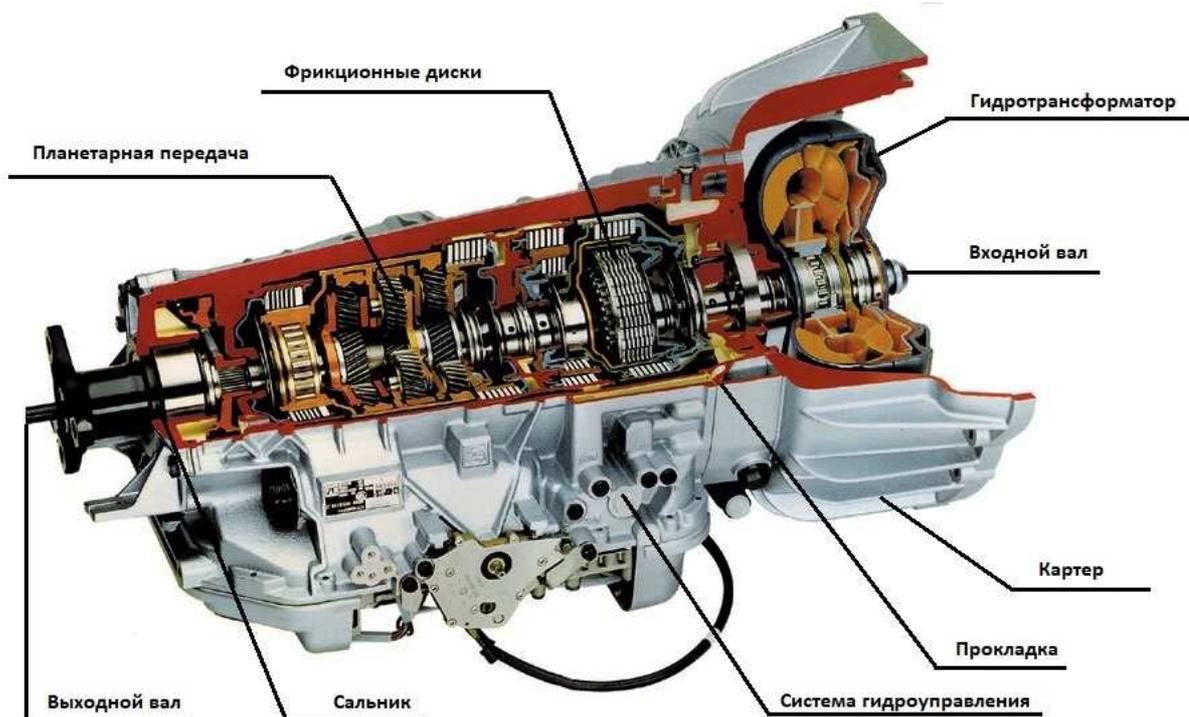


Рисунок 3 – Коробка автомат внутреннее устройство

АКПП - она предполагает возможность использования семь, восемь и девять диапазонов передач, то есть, чем больше на самом деле, тем лучше. При этом электроника будет подбирать оптимальную передачу для любой скорости движения, соответственно двигатель он будет большую часть времени

работать на оптимальных для двигателя оборотах, за счёт чего будет лучше разгонная динамика автомобиля и оптимальной экономичность. Минусами автоматической коробки передач таковы: во-первых повышается расход топлива примерно на 10 % в сравнении с МКП, ухудшаются динамические скоростные показатели автомобиля в сравнении с той же механической коробкой передач, но это лишь при условии что за рулём автомобиля с механической коробкой передач будет сидеть не начинающий водитель, часто у автоматов особенно не у новых наблюдаются задержки при переключении передач, то есть механизм может долго думать прежде чем переключиться, автомат он дороже в цене и обслуживании, у него не столь высокая надёжность, проблемы как правило начинаются после пробега 150000 км. Но некоторые современные автоматы они на самом деле долговечные и лишены этого недостатка.

Рассмотрим ещё один вид коробки переключения передач - это и не механика и не автомат называется она роботизированная коробка передач. Это почти тот же автомат и почти та же механика с некоторыми нюансами.

У неё имеется те же самые режимы что у традиционного автомата, например при остановке на светофоре, если не поставить рычаг в положении нейтраль, будет стоять как будто бы при выжатом сцеплении, то есть это чревато быстрым износом сцепления, в любом случае, если к ней не приспособиться очень хорошо, то у неё будет довольно таки быстро выходить из строя сцепления. Роботизированная коробка передач это в принципе то же самое, что и механика, то есть как будто бы вы рядом с собой посадили робота и, который вместо вас нажимается сцепление и переключает передачи при достижении определённых максимальных оборотов, которые заложены в программу. И поэтому по сути такая коробка она имеет экономичность как в обычной механике, порой даже большую, так как за оборотами двигателя следит электроника соответственно ошибки которые может допускать водитель, периодически перегазовки или наоборот не докручивая обороты двигателя, такие случаи они исключены. Минус роботизированной коробки в том, что даже на новой коробке передач частенько случаются толчки,

довольно-таки ощутимые в переключении передач, тогда на коробке нужно очень хорошо приспособливаться и уже понимать, когда машина начнет переключать передачу и в этот момент сбрасывать газ, чтобы данные толчки не ощущались. [26]-[28]

В отличие от автомата данные коробки они дешевле, легче, экономичные. Сейчас существует такие коробки роботизированные в Audi их называют S-Tronic, в Volkswagen их называют DSG, на Porsche называется PDK это такая роботизированная коробка которая имеет два сцепления которые исключают паузы в переключение передач без потери крутящего момента. Такие коробки ставят сегодня многие производители BMW Ford Nissan. Лучше всего конечно показывать себя будет в эксплуатации роботизированная механика, например, шестиступенчатая коробка с двумя сцеплениями, или обучаемые, которые можно подстроить под стиль вождения любого человека.

Типтроник - это совмещается в одной коробке как автоматическое переключение передач, так и возможность ручного переключения передач. То есть по сути эта функция сейчас есть во всех выпускаемых автомобилях с автоматической коробкой передач. Она работает таким образом - это возможность перевести рычаг коробки в необходимое положение и появляется возможность переключать передачи, толкай рычаг вперёд или назад, вперёд это на повышенную передачу назад на пониженную, соответственно вручную переключаются таким образом передачи. По сути он в принципе нужен, как для быстрой езды, так и для более безопасной езды, как уже указано выше, что если шофёр хорошо умеет управлять автомобилем на механической коробке передач, он понимает все плюсы ручного переключения передач, то есть можно заблаговременно включить нужную передачу и не бояться, что например автомобиль на обгоне вдруг неожиданно переключается на повышенную передачу, тем самым снизиться разгонная динамика и не хватит мощности для обгона.

Вариатор - это трансмиссия которая не имеет ступеней, то есть ни имеет скоростей, бесступенчатая трансмиссия её называют. Такие коробки они

всегда поддерживают самое оптимальное количество оборотов в зависимости от стиля езды, если вам нужна мощность, то будут обороты, при которых мотор будет отдавать оптимальную мощность, либо вам нужна экономия топлива, то вариатор будет поддерживать такие обороты, которые нужны, например, для экономии топлива, в зависимости от того, как шофёр будет жать на педаль газа. Устройство вариатора на рисунке 4.

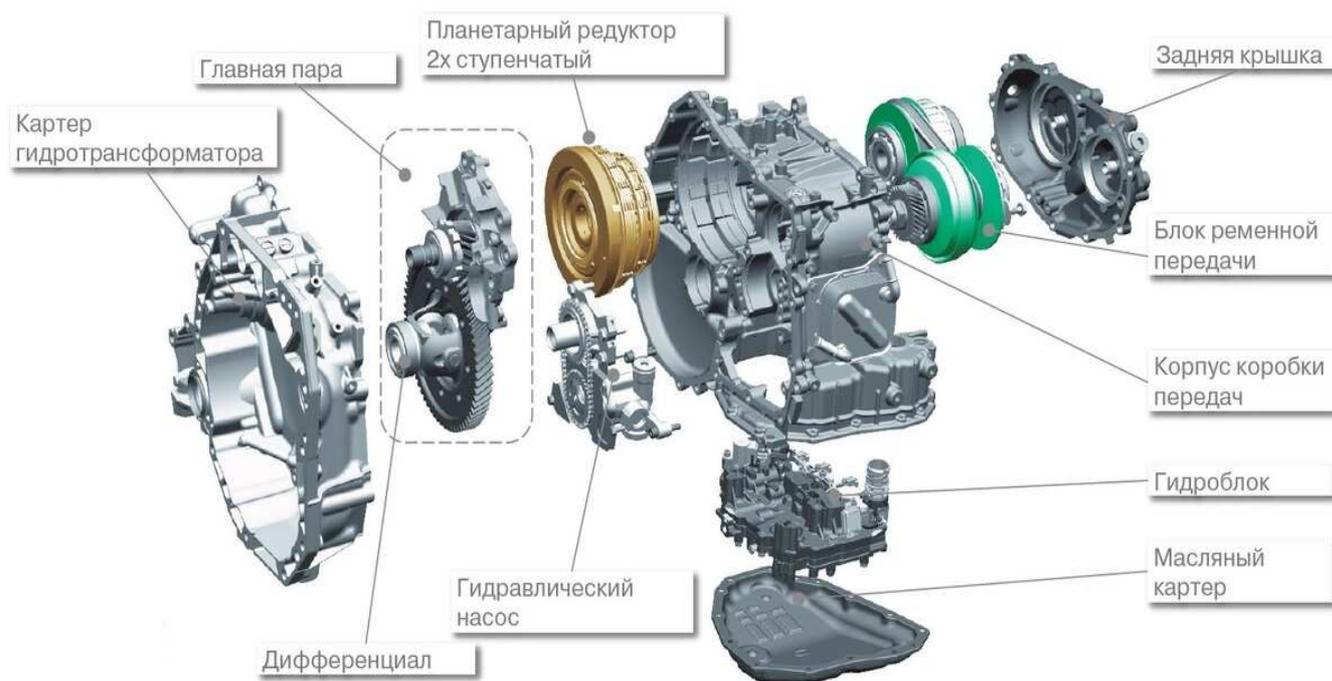


Рисунок 4 – Устройство вариатора

Он также имеет функцию Типтроник, то есть, которая по сути симулирует переключения скоростей, повышая или понижая обороты. Получается это тоже самое как на автоматической коробке передач, также имеется функция, это аналог функции, которая называется kickdown, нажимаю педаль в пол, обороты резко возрастает, обеспечивая максимальную разгонную динамику. Плюсы в коробке вариатор: нет рывков, таких как переключения передач у других коробок, экономичность - вариатор при плавном разгоне он экономичнее даже механической коробки передач, он выигрывает в динамике всех других коробок. То есть если взять два одинаковых автомобиля, но поставить на них разные коробки передач, то

впереди окажется, тот автомобиль, у которого установлен вариатор - это уже общеизвестный факт. Минусы коробки вариатор: они менее долговечны, чем обычный автомат, может потребовать ремонта уже на 100.000 км пробега, также минусы коробки вариатор - это дорогостоящий ремонт, но многие этого не боятся, так как автомобиль с вариатором, он обладает отличными динамическими свойствами и экономичностью. Из выше приведенных видов трансмиссий можно сделать вывод - идеальный механизм, который поддерживает самые оптимальные обороты на протяжении всего времени движения автомобиля – это конечно же вариатор, но как известно есть серьезные недостатки. [30]-[33]

Сейчас производители отдают предпочтение автоматам, увеличивая у них количество диапазонов передач, тем самым немного приближая их к эффективности вариатора, но выигрывая у него в надёжности и более демократичных ценах на ремонт и обслуживание. Производители утверждают, что у данных коробок в самом деле перспективное будущее в принципе как уже было упомянуто коробки такого типа они уже отвечают довольно-таки высоким требованиям. Механическая коробка переключения передач является самой простой не прихотливой дешевой в эксплуатации и автомобиль с механикой всегда будет иметь более низкую цену по сравнению с другими типами редукторов трансмиссии.

1.3 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач

В данной дипломной проектной работе основной технической задачей является достижение возможности отключения переднего моста, что дает некоторые плюсы при эксплуатации автомобиля: меньший шум исходящий от переднего моста, то есть в салоне будет чувствоваться более комфортно и тише, меньший расход топлива, поскольку задействовано меньшее количество узлов трансмиссии, а значит будет меньше потерь, особенно это важно при движении в городских циклах, при движении в городских пробках. А значит и

повысит конкурентоспособность данного автомобиля, что будет иметь положительный экономический эффект.

1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач

Данная цель проектно-дипломной работы решается следующим способом: вал привода переднего моста разделяется на две части и добавляется зубчатый венец на одной его ведомой части, опора ведущей части этого разделённого вала находится внутри второй ведомой части на игольчатом подшипнике, в этом же месте имеет опору и сама ведомая часть приводного вала на подшипнике качения, установленного в передней крышке картера раздаточной коробки передач автомобиля. И теперь скользящая муфта блокировки дифференциала теперь будет иметь три положения, то есть второй рычаг который находится в салоне автомобиля для включения блокировки дифференциала, теперь будет иметь третье свое положение: первое положение - включенный просто полный привод, второе положение - включенный полный привод с заблокированным дифференциалом, и третье положение - отключенный полный привод без блокировки дифференциала, то есть просто отключен передний мост. При этом сохраняется абсолютно вся компоновка раздаточной коробки передач, что очень важно для унификации всех запасных деталей и запчастей для обеспечения новых автомобилей выпускаемых автозаводом.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 4$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1400$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 37,50$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 630$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,46$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,018$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	45
задняя ось.....	55
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

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

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

«где G_o – собственный вес автомобиля;

G_n – вес пассажиров;

G_b – вес багажа.»[2]

$$G_o = m_o \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н}, \quad (2)$$

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

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

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н}, \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н}, \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин

Шины 205/75 R15.»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

где r_k – рад. качения кол.;

r_{CT} – статический рад. кол.;

$B = 205$ – ширина проф., мм;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

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

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

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

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

«где U_K – передаточное число высшей передачи в КПП, на которой обеспечивается максимальная скорость, число высшей передачи КП равно 0,820;

U_{PK} – передаточное число раздаточной КП, примем равным 1,2.»[2]

$$U_0 = (0,321 \cdot 630) / (0,820 \cdot 1,2 \cdot 37,50) = 5,501$$

Расчетные данные сведены в таблицу 1.

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Таблица 1 – Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	12,0	114,4
1400	147	17,4	118,5
1800	188	22,9	121,5
2200	230	28,5	123,7
2600	272	34,0	124,8
3000	314	39,3	124,9
3400	356	44,2	124,1
3800	398	48,7	122,3
4200	440	52,6	119,6
4600	482	55,8	115,8
5000	524	58,2	111,1
5400	565	59,6	105,4
5800	607	60,0	98,8
6016	630	59,7	94,8

Принимаем $N_{MAX} = 60000$ Вт.

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (10)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ – коэффициенты характеризующие тип двигателя.»[2]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (11)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (12)»[2]$$

«где n_e – обороты двигателя, об/мин»[2].

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}} \quad (13)$$

«Где ψ_{MAX} – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма.»[2]

$$\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX} \quad (14)$$

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

$$\psi_{MAX} = 0,031 + 0,30 = 0,331$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,331 \cdot 0,321 / (124,9 \cdot 0,91 \cdot 5,501 \cdot 2,1) = 1,452$$

$$U_1 \leq \frac{G_{СЦ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}} \quad (15)$$

«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 ($\varphi = 0,8$).»[2]

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (124,9 \cdot 0,91 \cdot 5,501 \cdot 2,1) = 3,512$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,500$.»[2]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,500 / 0,820)^{1/4} = 1,437, \quad (16)»[2]$$

$$\llcorner U_2 = U_1 / q = 3,500 / 1,437 = 2,435, \quad (17)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,435 / 1,437 = 1,694, \quad (18)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,694 / 1,437 = 1,179, \quad (19)$$

$$U_5 = 0,820.$$

«Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля NIVA:»[2]

$U_{КП}$: 3,67; 2,10; 1,36; 1,00; 0,82;

$U_{ГП}$: 4,10.

«Расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.»[2]

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (20)$$

Расчетные данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
003	1,9	3,3	5,1	6,9	8,4
1400	2,6	4,6	7,1	9,6	11,7
1800	3,4	5,9	9,1	12,3	15,1
2200	4,1	7,2	11,1	15,1	18,4
2600	4,9	8,5	13,1	17,8	21,7
3000	5,6	9,8	15,1	20,6	25,1
3400	6,4	11,1	17,1	23,3	28,4
3800	7,1	12,4	19,2	26,1	31,8
4200	7,8	13,7	21,2	28,8	35,1
4600	8,6	15,0	23,2	31,5	38,5
5000	9,3	16,3	25,2	34,3	41,8
5400	10,1	17,6	27,2	37,0	45,2
5800	10,8	18,9	29,2	39,8	48,5
6016	11,2	19,6	30,3	41,3	50,3»[2]

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (21)$$

Расчетные данные сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Тяговый баланс

Обор. дв-ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	5836	3339	2163	1590	1304
1400	6041	3457	2239	1646	1350
1800	6199	3547	2297	1689	1385
2200	6306	3608	2337	1718	1409
2600	6364	3641	2358	1734	1422
3000	6372	3646	2361	1736	1424
3400	6330	3622	2346	1725	1414
3800	6239	3570	2312	1700	1394
4200	6098	3489	2260	1662	1362
4600	5907	3380	2189	1610	1320
5000	5666	3242	2100	1544	1266
5400	5376	3076	1992	1465	1201
5800	5036	2882	1866	1372	1125
6016	4832	2765	1791	1317	1080

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху:»[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (22)$$

«Сила сопротивления качению:»[2]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (23)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (24)$$

«Полученные данные заносим в таблицу 4.»[2]

«Таблица 4 – Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	322	322
5	17	326	344
10	70	338	408
15	157	358	515
20	278	387	665
25	435	423	858
30	626	467	1093
35	852	519	1372
40	1113	580	1693
45	1409	648	2058
50	1740	725	2465

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (25)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (26)$$

«Полученные данные заносим в таблицу 5.»[2]

Таблица 5 – Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,326	0,186	0,120	0,087	0,070
1400	0,337	0,192	0,123	0,088	0,070
1800	0,346	0,197	0,125	0,088	0,069
2200	0,352	0,200	0,126	0,087	0,066
2600	0,355	0,201	0,125	0,085	0,061
3000	0,355	0,200	0,123	0,081	0,055
3400	0,352	0,198	0,120	0,075	0,048
3800	0,347	0,193	0,115	0,069	0,039
4200	0,338	0,188	0,109	0,061	0,028
4600	0,327	0,180	0,101	0,051	0,016
5000	0,313	0,171	0,093	0,041	0,003
5400	0,296	0,160	0,082	0,029	-0,012
5800	0,277	0,147	0,071	0,015	-0,029
6016	0,265	0,139	0,064	0,007	-0,038»[2]

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (27)$$

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

Ψ – коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2]

$$\Psi = f + i \quad (28)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (29)$$

«где δ_1 – коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 – коэффициент учёта вращающихся масс двигателя. $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$.»[2]

«Полученные данные заносим в таблицу 6, таблицу 7 и таблицу 8.»[2]

Таблица 6 – Коэффициент учета вращающихся масс

	U1	U2	U3	U4	U5
δ	1,217	1,081	1,043	1,030	1,025

Таблица 7 – Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	2,48	1,52	0,96	0,65	0,49
1400	2,57	1,58	0,98	0,66	0,49
1800	2,64	1,62	1,00	0,66	0,46
2200	2,69	1,64	1,00	0,64	0,43
2600	2,71	1,65	0,99	0,61	0,37
3000	2,71	1,64	0,97	0,56	0,30
3400	2,69	1,62	0,93	0,50	0,21
3800	2,64	1,58	0,88	0,42	0,11
4200	2,58	1,52	0,82	0,33	-0,01
4600	2,49	1,45	0,74	0,23	-0,14
5000	2,37	1,36	0,65	0,11	-0,30
5400	2,24	1,26	0,54	-0,02	-0,46
5800	2,08	1,14	0,43	-0,16	-0,65
6016	1,98	1,07	0,36	-0,25	-0,75»[2]

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 – Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,40	0,66	1,05	1,53	2,03
1400	0,39	0,63	1,02	1,51	2,05
1800	0,38	0,62	1,00	1,52	2,15
2200	0,37	0,61	1,00	1,56	2,35
2600	0,37	0,61	1,01	1,65	2,69
3000	0,37	0,61	1,03	1,79	3,33
3400	0,37	0,62	1,07	2,01	4,68
3800	0,38	0,63	1,14	2,36	9,07
4200	0,39	0,66	1,23	2,99	-109,24
4600	0,40	0,69	1,35	4,33	-6,91
5000	0,42	0,73	1,54	8,77	-3,37
5400	0,45	0,79	1,84	-57,71	-2,15
5800	0,48	0,88	2,35	-6,15	-1,54
6016	0,50	0,93	2,80	-4,05	-1,32

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i), \quad (30)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2} \quad (31)$$

«где κ – порядковый номер интервала.»[2]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}), \quad (32)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa \quad (33)$$

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

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

«Полученные данные заносим в таблицу 9.»[2]

«Таблица 9 – Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	204	1,0
0-10	611	3,1
0-15	1201	6,0
0-20	2026	10,1
0-25	3166	15,8
0-30	4759	23,8
0-35	6944	34,7

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

«где $k = 1$;

m – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_0

$$\text{до скорости } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (35)$$

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (36)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (37)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:»[2]

Таблица 10 – Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	51	3
0-10	356	18
0-15	1094	55
0-20	2538	127
0-25	5103	255
0-30	9484	474
0-35	16586	829

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{\Pi} + N_B + N_j, \quad (38)»[2]$$

«где N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{Π} – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъема

($N_{\Pi} = 0$);

N_j – мощность, затрачиваемая на ускорение авто ($N_i = 0$).»[2]

«Полученные данные заносим в таблицу 11 и таблицу 12.»[2]

Таблица 11 – Мощностной баланс

Обор. дв-ля, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	10,9
1400	15,8
1800	20,8
2200	25,9
2600	30,9
3000	35,7
3400	40,2
3800	44,3
4200	47,9
4600	50,8
5000	52,9
5400	54,2
5800	54,6
6016	54,3

Таблица 12 – Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. воз.	Мощн. сопр кач-я	Сумм. мощн. сопр
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,6	1,7
10	0,7	3,4	4,1
15	2,3	5,4	7,7
20	5,6	7,7	13,3
25	10,9	10,6	21,4
30	18,8	14,0	32,8
35	29,8	18,2	48,0
40	44,5	23,2	67,7
45	63,4	29,2	92,6
50	87,0	36,2	123,2

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (39)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523, \quad (40)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227, \quad (41)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}}. \quad (42)$$

«Полученные данные заносим в таблицу 13.»[2]

Таблица 13 – Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение КИ	Значение КЕ	Значение Q _s
1003	8,4	0,293	0,175	1,115	1,161	6,7
1400	11,7	0,326	0,244	1,082	1,125	7,2
1800	15,1	0,373	0,314	1,039	1,093	7,9
2200	18,4	0,435	0,384	0,990	1,066	8,7
2600	21,7	0,512	0,454	0,940	1,044	9,7
3000	25,1	0,605	0,524	0,899	1,028	10,8
3400	28,4	0,718	0,593	0,876	1,017	12,2
3800	31,8	0,852	0,663	0,887	1,011	14,4
4200	35,1	1,013	0,733	0,954	1,010	18,0

2.2 Расчет элементов раздаточной коробки передач

«Данный проверочный расчет выполняется с учетом уменьшения скорости автомобиля за время переключения передачи. Влиянием сопротивления масляной ванны и сил трения в подшипниках и зубчатых зацеплениях пренебрегаем. При проверочном расчете определяется время переключения и удельная работа за одно включение.»[5]

2.2.1 Время переключения

$$t_c := \frac{\left(J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{\text{нач}} \right)^{\frac{1}{2}}}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (43)$$

где t_c – время переключения, сек;»[5]

« M_{μ} – момент трения, Н.м;

J_{Σ} – суммарный приведенный момент инерции, кг.м²;

U – передаточное число;

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

ε_c – угловое замедление вала, рад/с².

$$J_{\Sigma} := 0.2$$

$$\Delta\omega_{\text{нач}} := 1500$$

$$U := 0.8$$

$$\varepsilon_c := 700$$

2.2.2 Момент трения

$$M_{\mu} := \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin(\gamma)} \quad (44)$$

где r_{μ} – средний радиус поверхности трения, мм;

μ – коэффициент трения;

γ – половина угла конуса, град;

Q – осевая сила на передвигной муфте, Н.

$$r_{\mu} := 22$$

$$\mu := 0.06$$

$$\gamma := 7$$

2.2.3 Осевая сила

$$Q := P_p \cdot U_{pM} \cdot \eta \quad (45)$$

где P_p – нормативное усилие на рукоятке рычага переключения, Н;»[5]

« U_{pM} – передаточное число от рукоятки рычага к муфте;

η – коэффициент полезного действия привода переключения.

$$P_p := 60$$

$$U_{pM} := 9$$

$$\eta := 0.9$$

$$Q := P_p \cdot U_{pM} \cdot \eta$$

$$Q = 486 \text{ Н}$$

$$M_{\mu} := \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\sin(\gamma)} \quad (46)$$

$$M_{\mu} = 976.46$$

$$t_c := \frac{\left(J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{\text{нач}} \right)}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (47)$$

$$t_c = 0.22$$

Для легковых автомобилей время переключения 0,15...0,3 с.

2.2.4 Расчет зубчатой передачи

«Исходные параметры для расчета на прочность зубчатой передачи:»[5]

$z_1 := 22$ - «число зубьев муфты.

$z_2 := 22$ - число зубьев ступицы.

$m := 2.5$ - нормальный модуль, м.

$b_1 := 22$ - ширина венца шестерни, мм.

$b_2 := 14$ - ширина венца колеса, мм.

$x_1 := 0$ - коэффициент смещения шестерни.

$x_2 := 0$ - коэффициент смещения колеса.

$\beta := 16.4$ - угол наклона, град.

$R_a := 2.0$ - шероховатость поверхности, мкм.

$T_j := 70$ - постоянная нагрузка, Нм.»[5]

« $n := 2000$ - «частота вращения ведущего зубчатого колеса, 1/мин.

$f_{KE} := 0$ - отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации и зазора в подшипниках, мкм.

25ХГМ – марка стали шестерни.

40Х - марка стали зубчатого колеса.

$h_{t1} := 1$ – толщина упроченного слоя шестерни.

$h_{t2} := 1$ – толщина упроченного слоя колеса.

$Ho_1 := 58 \text{ HRC}$ – твердость поверхности зуба шестерни.

$Ho_2 := 50 \text{ HRC}$ – твердость поверхности зуба колеса.

$Hk_1 := 500 \text{ HV}$ – твердость сердцевины зуба шестерни.

$Hk_2 := 500 \text{ HV}$ – твердость сердцевины зуба колеса.

$\sigma_{\tau 1} := 1400$ – предел текучести материала шестерни, МПа.

$\sigma_{\tau 2} := 1200$ – предел текучести материала колеса, МПа.

$L_h := 1100$ – требуемая долговечность.

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]

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

$$d_{a1} = 62.33$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_2) \quad (56)$$

$$d_{a2} = 62.33$$

«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]

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

$$\alpha_{a1} = 30.69 \text{ deg} \text{»}[5]$$

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

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

«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 рх.

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

$$p_x = 27.82$$

«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 .

Для»[5]

$$\epsilon_\beta \geq 1$$

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

$$Z_\epsilon = 0.82$$

«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:

$$K_A := 1 \quad \text{»}[5]$$

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

косозубых передач.»[5]

«Резонансная зона далеко и определение коэффициента $K_{H\beta}$ можно проводить по формуле:»[5]

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

$$K_{H\beta} = 0.13$$

«Коэффициент, учитывающий влияние вида зубчатой передачи и модификации профиля головок зубьев, δ_H .»[5]

«При твердости $H_1 < 350 \text{ HV}$ и $H_2 < 350 \text{ HV}$ для косых зубьев:»[5]

$$\delta_H := 0.004$$

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

Для 7-ой степени точности передачи по нормам плавности и при модуле $m = 2$: $g_0 := 47$

Удельная окружная динамическая сила $\omega_{H\beta}$.»[5]

$$u := 6.1$$

$$\omega_{H\beta} := \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a_{\omega}}{u}} \quad (76)$$

$$\omega_{H\beta} = 3.46$$

«Динамическая добавка v_H .»[5]

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

$$v_H = 0.02$$

«Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении, $K_{H\beta}$.»[5]

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

$$K_{H\beta} = 1.02$$

«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: $F_{\beta} := 9$ »[5]

«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.

при $x_1=0$ и $x_2=0$: $C_1 := 17.4$ »[5]

«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]

$$H_{Hv} := 300$$

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

$$K_{H\omega} = 0.55 \quad \text{»[5]}$$

«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,

γ_{α} , мкм.»[5]

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

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

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

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

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

$$\gamma_{\alpha} = 1.71$$

«Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями,

$K_{H\alpha}$.»[5]

«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]

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

$$\sigma_{H0} = 710.26$$

«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]

$$H_{\text{HRC}} := 58$$

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

$$\sigma_{\text{Hlim1}} = 1334$$

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

$$H_{\text{HRC}} := 50$$

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

$$\sigma_{\text{Hlim2}} = 1050$$

«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]

$$H_{\text{HB}} := 470$$

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

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

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

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

$$H_{\text{HB}} := 400$$

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

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

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

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

«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 .

При $N_k > N_{Hlim}$ »[5]

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

$$Z_{N1} = 0.97$$

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

$$Z_{N2} = 0.96$$

«Коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев, Z_R .

Для R_a от 2,5 до 1,25 мкм

$$Z_R := 0.95 \text{ »}[5]$$

«Коэффициент, учитывающий окружную скорость Z_v .

При $H < 350 \text{ HV}$ »[5]

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

$$Z_v = 1.02$$

$$Z_{v1} := 1.08$$

$$Z_{v2} := 1.08$$

«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 $Z_X = 1$.

Поскольку $d_1 < 700$ и $d_2 < 700$ »[5]

$$Z_{X1} := 1 \quad Z_{X2} := 1$$

«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]

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

$$\sigma_{HP} := 0.45 \cdot (\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2}) \quad \sigma_{HP} = 885.7 \quad (108)$$

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

«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]

3 Безопасность и экологичность объекта

Особенность автотранспортных предприятий по охране труда - на ограниченном участке имеется большое число циклов производства, в которых выполняются ремонт, помывка, окраска, монтаж, тестирование и иные работы. Автотракторные сельхозпредприятия по конфигурации, месторасположению, функционированию промышленного периода подразумеваются техногенными истоками для любых заселённых пунктов.

Все эти виды работ связаны с опасным и вредным производственным фактором, воздействующим на человека во время работы, и с определённым давлением окружающей среды - сточные, ливне воды, воздуха, выбрасываемого из вентиляционных систем, стоянок автобусов, автомобилей и горячих цехов и так далее. Немалую часть жизни человека совершается в техногенных структурах. Активнейшие административно-хозяйственные проведения - познавать новые территории, «преобразовать природу», сформировывать техногенные биосферы, такие как город, неминуемо влекли к ухудшению состояния экологической среды и естественно, качества жизни человека.

Поэтому необходимо четкое инженерное решение задач, направленных на обеспечение безопасности людей в производстве и снижение антропогенного воздействия автотранспортных предприятий к окружающей среде. В процессе работы человек обращается к объектам труда, к орудиям труда, к остальным людям. К тому же на него воздействуют всевозможные аспекты промышленной обстановке, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ.

Все это в целом характеризует определённые условия труда человека. Большая часть трудовых условий зависит от здоровья и работоспособности человека, от его отношения к работе и от результатов труда человека. При плохой обстановке резко ухудшается производительность работы и возникают предпосылки к травмам и профессиональным заболеваниям.

3.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки раздаточной коробки передач на рисунке 5.
Оборудование в таблице 14.

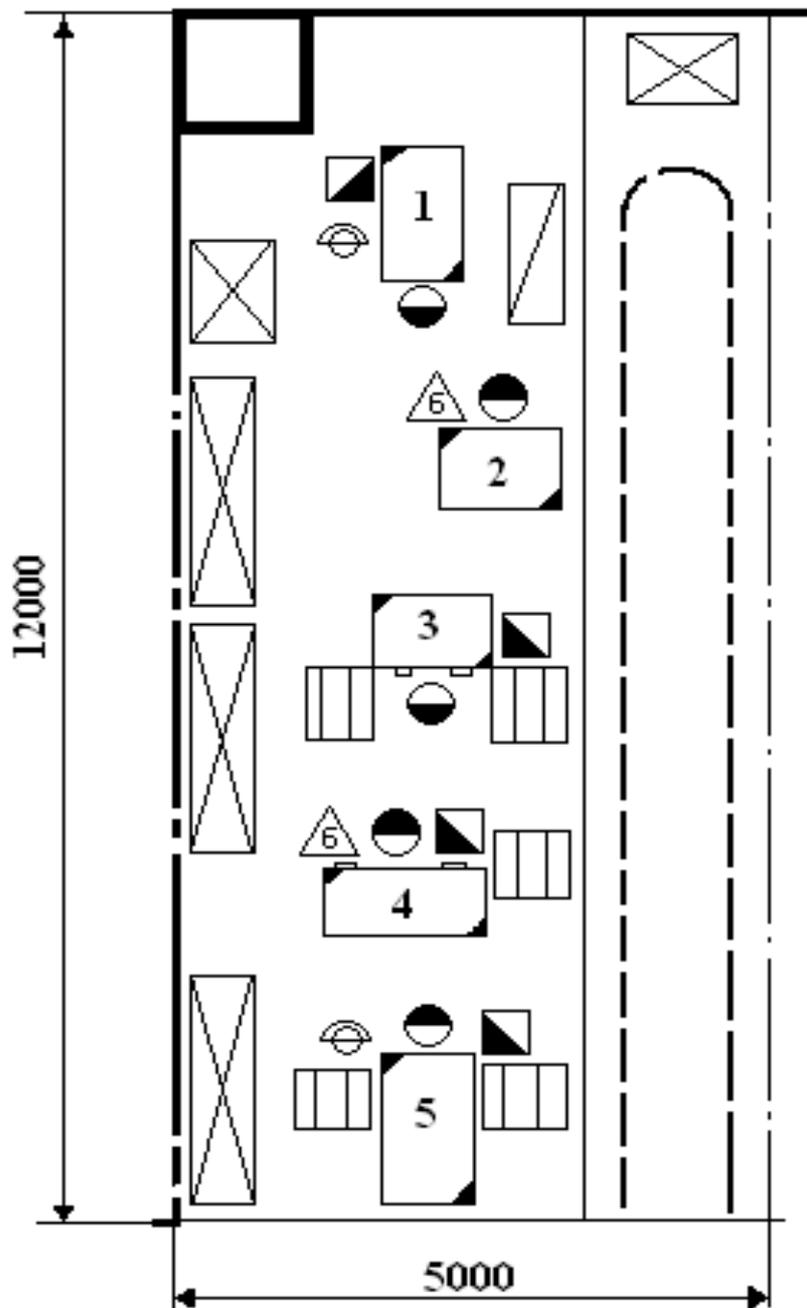


Рисунок 5 – Эскиз рабочего места

Условные обозначения

	Перемонтируемое оборудование
	Положение рабочего при обслуживании одного станка
	Стелаж
	Контейнер для материала, заготовок деталей, стружки
	Граница прохода участка
	Устройство бамперное на проездах
	Конвейер грузонесущий подвесной с подъёмом и опуском
	Подвод сжатого воздуха 0,6 МПа
	Присоединение к электричеству 380В. 50Гц
	Телефон

«Таблица 14 – Описание технологического оборудования»

№ поз. на схеме объекта	Названия технического оснащения	Действия, исполняемые с применением технического оснащения
1.	Стол рабочий	Вскрытие упаковки подшипника
2.	Установка пресса	Процесс напрессовывание обоймы внутренней
3.	Установка для сборки	Сборочная операция – ведущий вал РКП
4.	Прессовая установка	Операция напрессовывания подшипников
5.	Устройство для заворачивая гаек электрический	Закручивание гайки и проверка на поворот»[7]

3.2 Выявление опасных и вредных 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. Опасные факторы в таблице 15.»[7]

Таблица 15 - Опасные и вредные факторы

ОВПФ	Оборудование	Действие
1. Физические		
а) движущие машины и механизмы	Электропогрузчики, поточная линия	«Запыленность воздуха, общая вибрация, шум, повышенное движение воздух нарушение целостности организма»[7]
б) подвижные части производственного оборудования	Транспорт поточной линии, вращающиеся части инструмента	«Шум, общая вибрация, повреждения частей тела»[7]
в) передвигающиеся изделия	Детали и сборочные единицы в приспособлении	«Повреждение частей тела»[7]
г) Повышенная запыленность и загрязненность воздуха	Электропогрузчики	«Воздействие на органы дыхания, утомляемость»[7]
д) повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, ультразвуковых колебаний	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 15

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

3.3 Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников

Движение машин и механизмов, подвижных частей техники, передвижных изделий и заготовок при неправильном соблюдении мер защиты может вызвать переломы, ушибы, ссадины, ссадины и так далее в различных органах и конечностях человека.

Повышенная влажность и влажность воздуха в рабочем участке.

Пыль негативно сказывается на дыхательных путях, коже, органах зрения и пищеварительном тракте. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе сопровождается зудом, при длительном вмешательстве возникает кашель и отхаркивает грязную мокроту. Пыль в дыхательных путях приводит к тому, что в них развивается патологический процесс, называемый пневмонией.

Повышение температуры поверхности прибора приводит к повышенной температуре поверхности человека.

Повышение уровня шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на сердце человека. Вторая степень воздействия – орган слухового слуха. При давлении 2×10^2 Па, интенсивность J 10 Вт, частота 1000 Гц, человек ощущает боль – болезненный порог частоты. Человек может воспринимать звуковые вибрации от 20 до 20 000 Гц. Наименьшая частота звука R_0 2 10-5Па и частота J_0 10-12 Вт/м² при 1000Гц. Третья степень воздействия является гипофизом человека. Даже кратковременные пребывания в местах, где звуковое давление выше 135 дБ, в любом октановом поле запрещено.

Повышенное напряжение в электроцепи.

Повышается уровень статической электроэнергии. Электрические ток, проходящие через человеческий организм, оказывают следующие воздействия: - электролитические: разложение кровяной плазмы и крови;

- Термические: нагреваются ткани, сосуды человека, нервы, появляются ожоги, - биологические: раздражаются и возбуждаются живые ткани организма, они непроизвольно сокращают мышцы, которые могут привести к остановке деятельности органов вдоха и дыхания. Увлажнение. Повышение влажности сочетается с пониженной температурой и очень сильно охлаждает, сочетается с высокой температурой – сильно перегревает.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения рабочей зоны, повышение пульсации потока света.

Естественное освещение обладает высоким биологическим и санитарным значением и сильно влияет на психологию человека и, в конце концов, на производственную травматизацию и трудовую производительность. Таким образом, в летнее время года, благодаря большому использованию естественного света, количество случаев несчастного случая существенно меньше в осеннее-зимнее время года. Чтобы защитит от слепых действий прямых солнцезащитных лучей и их отражения от блестящей детали, световые проёмы покрывают тонкой краской или простой стекло заменяют матовой. Использовать только местное освещение не разрешено, поскольку резкое контрастирование ярких и не ярких мест вредит зрению работников, уменьшает скорость работы и иногда приводит к несчастным случаям. Пульс световых потоков негативно сказывается на глазах человека, оказывает боли, раздражение, приводят к снижению зрения человека. Острая кромка, заусенец, шероховатая техника, инструменты и заготовки при неправильном применении специальных защитных мер, например, нехватка кожухов, могут вызвать опасные травмы: порезы, инфекции. Это ухудшает производительность человека. Химические и производственные пыли.

В организм человека проникают токсические вещества через дыхательные органы, кишечник и кожу. В воздухе рабочей комнаты вдыхаются токсины, и входят в лёгкие. После них всасываются яды в кровь, распространяются по всем органам и тканям организма, а затем происходит отравление всего организма и органов. Яды проникают в пищеварительную систему, когда токсические вещества попадают на слизистую оболочку ротовой полости. Далее направляются в печень яды, где части их обезвреживают, но большинство их разносятся по всему телу. Через кожу проникают вещества, хорошо растворимые в жире, такие как бензол и тетраэтилсвинец. Часть яда задерживается в желудке, мышцы, селезенке, костях, вызывая болезни.

Промышленная пыль на этом участке - стальная пыль.

Для организма наибольшая опасность представляет мелкие дисперсные пылевые частицы. Частицы длиной 0.2-0.5 мкм задерживаются в верхнем дыхании. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе связано с раздражением и длительным воздействием провоцирует кашель и отхаркивание грязных мокрот. Частицы менее 0.1 мкм являются наибольшей опасностью организма, поскольку они не задерживаются в верхней части дыхания, но проникают в легкие, оседают и вызывают патологический процесс.

Перечень веществ может содержаться в воздухе рабочей зоны:
Бензин 100 мкг/м³ Керосин 300 мкг/м³ бензол 15 м³ толуол 50 мкг/м³
Ксилол 50 мкг/м³.

Параметры климата.

Определение температуры воздуха зависит от количества тепловых выделений, источником которых может быть нагрев металлов. В соответствии с санитарными нормами, это помещение, из-за недостатка тепловыделения, воздействующего на температуру воздуха, является «горячим», из-за недостатка тепловыделения более 23 г/м³.

Увлажненность воздуха составляет 70 процентов. Протяженность воздуха не более 0.2 м.с. Статическая и динамическая перегрузка; перенапряжения зрительного и слухового анализатора; монотонная работа негативно влияет на здоровье и приводит к расшатыванием психики, умственной и психической перегрузке.

3.4 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

Требования к воздуховоду. Для того, чтобы обеспечить чистый воздух и нормализовать параметры микроклимата производственных помещений, кроме местных отсасывающих устройств, которые позволяют удалить вредные вещества из зоны сжигания пыли, мелкой стружки и жидкости смазывания аэрозолей СОЖ, необходимо предусмотреть приточный-вытяжной общеобменную вентиляционную систему.

Требования к свету.

Естественное, искусственное освещение производственного помещения должно быть соответствующим 8 разрядам зрительных работ по СН, П23-05-95. Для локального освещения следует использовать светодиодные лампы с не просвеченными отражателями и защитный угла не меньше 30 градусов. Также следует предусматривать меры по уменьшению отражённой плотности. Требования к процессам технического обеспечения.

Мероприятия, направленные на защиту человека от опасного и вредного производственного фактора, могут состоять из следующих:

- для предупреждения травматизма рабочего персонала все движения и вращения станков, механизмов, инструментов ограждены;
- для предупреждения травмирования глаз используются смотровые экраны из прозрачных материалов;
- для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства;
- для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства;
- для предупреждения шума и вибрации поддерживаются в норме при использовании материалов для прокладки станка и виброгашения на основе принципа жесткой фиксации оборудования, и применения виброгашения;
- Кроме технических работ в цеху предусмотрено обеспечение персоналом спецодежды, спецобуви и других индивидуальных средств защиты очков, рукавиц и пр.

Санитарно-гигиеническое положение, необходимое для нормального труда работников, обеспечивается системой отопления и освещения. Освещение в помещениях производства возможно от естественного и искусственного света. Она необходима для повышения условий зрительного труда, уменьшения утомления, улучшения производительности работы и повышения качества выпускаемых изделий. В дневном режиме естественное

световое освещение происходит через верхние окна и боковые окна, а в вечернее – искусственное, используя люминесцентные лампы. Искусственные освещения выполняются системой общих освещений, а некоторыми местами - комбинированными.

Значительная роль в обеспечении надлежащей санитарной и санитарной нормы воздуха в рабочем помещении играет вентиляция, отопление. В комплексной системе вентиляции входят принудительная и естественная.

Естественная вентиляция - процесс осуществляется сквозь окна, расположенные в крыше завода. Принудительное вентиляционное обслуживание осуществляется при помощи вентиляционных установок и кондиционирующих систем. Система центрального отопления - водяное отопление используется для теплоснабжения.

Средства индивидуальной защиты работников. Для защиты работников и сотрудников цеха и участка обработки реза для того, чтобы защитить себя от воздействия опасности и вреда производственного фактора, необходимо обеспечить специальную одежду, специальную обувь и защитные приспособления.

Для того чтобы защитить кожу от воздействий СОЖ, применяются профилактические маски, мази и кремы. Специализированная одежда, защищающая от механических воздействий, устанавливается в ГОСТ 12. 4. 038-78. Средства для защиты от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства для защиты глаз – очки защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80. Требования безопасности для термической обработки. Освещение цехов термического назначения должно быть 300 лк по СН, П23-05-95.

Обеспечение пожарной безопасности. Помещения цехов термического назначения оборудованы общеобменной вентиляционной системой. Воздух подается в верхнюю или рассеянную зону помещений или рассеивается в рабочей зоне с скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха на рабочей зоне не более 0.2 м.с. Оборудование, которое является источником выбросов вредного и ядовитого вещества, оснащено местным отсосом. SN и P21-07-97.

Индивидуальная защита. Для того, чтобы защитить глаза от излучения, используется металлическая лента с ячеек 0.8 x 0.8 мм, где на уровне лица устанавливается органическое стекло 80 x 80 мм толщиной 3 мм, гнутое по лицу. Для защиты дыхательных органов применяется респиратор РМП- 62 по ТТУ1-301-0521-81. Специализированная одежда по ГОСТу 12. 4. 038-78. Специализированная обувь, защищающая от повышенной температуры, ГОСТ12. 4. 0050-78. Средства для защиты рук – специальный рукав ГОСТ 12. 4. 0010-78, защитные средства для дерматологии ГОСТ 12 12. 4. 068-79.

Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию

Главным требованием охраны труда, предъявляемым в ходе разработки техники и машин, отдельных узлов и оборудования в целом является безопасность для работника. Конечно, немаловажно, чтобы в использовании все было удобно и максимально надежно. И на данный момент есть установленные стандарты безопасности труда, которые нужно соблюдать.

В первую очередь безопасность оборудования, используемого на производстве обеспечивается грамотным подбором принципов работы, конструктивных решений и рабочих элементов, параметров процессов и так далее. Но при этом отдельного внимания заслуживают средства защиты, и лучше всего чтобы они сразу вписывались в конструкцию оборудования. В качестве защиты должны выступать элементы многофункционального типа, то есть они сразу должны решать ряд задач. К примеру, в случае с конструктивными особенностями механизмов, в обязательном порядке станина должна не только обеспечивать ограду опасных предметов, но также снизить уровень шума при выполнении работы, а также минимизировать вибрацию, оградить абразивный круг заточной техники должно совпадать с системой локальной вытяжки.

Что касается систем чрезмерной угрозы, то они необходимы быть исполнены с мониторингом дополнительных условий Госгортехнадзора. Если присутствуют электрические провода, то нужно в обязательном порядке следовать правилам устройства электрических установок. При использовании

рабочих тел под высоким давлением, не соответствующим атмосферному, также следует опираться на требования Госгортехнадзора. Всегда обеспечиваются средства защиты от ионизированного или электромагнитного излучения, загрязнений и воздействия лучистого тепла.

Надежность работы техники определяется возможностью сбоя или нарушения в процессе эксплуатации. Ведь самые разные сбои могут повлечь за собой серьезные последствия, это как минимум аварии на производстве или травмы. Огромное значение в обеспечении безопасности играет прочность оборудования и установок. Конструкционная прочность определяется в первую очередь прочностными характеристиками основного используемого материала для изготовления, а также соединительных элементов. Немаловажным условием являются и условия эксплуатации, к примеру, наличие смазочного материала или возможности возникновения ржавчины под воздействием окружающей среды, повышенный износ и так далее.

В процессе эксплуатации стоит учитывать и исправность измерительных и контрольных приборов, система автоматической регуляции и так далее. Если автоматика не работает, то нужно подключать к работе обслуживающий персонал. Исходя из этого, рабочее место оператора нужно проектировать с учетом возможных физиологических особенностей и психологической устойчивости человека, а также нужно принимать в расчет антропометрические данные. Важно, чтобы оператор мог максимально быстро и при этом грамотно считать все показания контрольного оборудования, четко воспринять тот или иной сигнал и так далее. При избытке механизмов управления оператор с большой долей вероятности будет быстро испытывать утомление. Нужно чтобы все рычаги и элементы управления были в беспроблемной доступности, хорошо различимы и удобны для управления. Чаще всего расположены такие элементы на самом оборудовании или отдельно на специальном пульте, расположенном в непосредственной близости к самому оборудованию.

Абсолютно все виды оборудования должны быть удобны для осмотра и обслуживания, разборки, настройки, смазки и так далее. В общем не должно быть никаких проблем в ходе работы.

Степень утомления персонала, работающего на основных видах оборудования связана в первую очередь с физической нагрузкой, но стоит учитывать и психологическое утомление. Ведь обстановка часто играет свою роль при работе, даже выбор цвета в большинстве ситуаций имеет огромное значение.

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Основные требования перед рабочим процессом

1. Важно привести в полный порядок собственную робу, застегнуть рукава и тем самым обезопасить кисти рук. В общем сделать все так, чтобы не было развивающихся концов, которые могут зацепиться за оборудование. Рабочая одежда в обязательном порядке должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты.

2. В процессе работы с использованием СОЖ, нужно использовать только закрытую обувь, нанести на руки защитный состав, и в зоне повышенного шума использовать беруши.

3. Рабочее место должно быть в чистоте и полном порядке.

4. Оценить фронт работ и составить алгоритм действий, подготовить требуемый инвентарь и разместить все на рабочем месте так, чтобы было удобно пользоваться. Важно понимать, что весь инструмент и инвентарь тоже должен быть в полном порядке, исправный и полностью рабочий.

5. Убедиться в том, что все детали, поступившие для сборки на конкретный участок, расположены в соответствующих контейнерах или ной таре, но чтобы все соответствовало установленным нормам.

6. Все пусковые устройства тоже должны быть в порядке, как и ограждения или блокиратор автоматике оборудования.

Требования к безопасности при работе

1. При подготовительных манипуляциях нужно убедиться в исправности сборочных установок, электрического или пневматического инструмента на холостом ходу. При необходимости провести настройку осветительного оборудования таким образом, чтобы рабочая зона была хорошо освещена и было комфортно работать.

2. В механизме деятельности на механосборочных прессах подключение осуществлять только клавишами или переключателями двуручного ведения. При движении штока руками трогать деталь категорически запрещено, как и блокировать кнопки включения и выключения.

3. При работе с ударным оборудованием нужно использовать специальный защитный экран или очки, а также принять ряд мер чтобы исключить риск получения травмы.

4. Не допускается:

- Работа на сборочном прессе при снятом или даже неисправном ограждении.

- Выполнять загрузку деталей, при работающем оборудовании тем более при наличии вращающихся элементов.

- Пускать посторонних людей на место работы.

- Эксплуатировать технику с самопроизвольным включением, переключаться на автоматику или принудительно воздействовать на электрические клапаны, блокировать устройства ограждения, выключатели и так далее. Так как в противном случае повышается риск получения травмы.

- Начинать рабочий процесс при неисправных сигнальных устройствах на пульте управления, указывающих на включение или отключение линии.

- Начинать работу, надежно не закрепив обрабатываемый элемент или даже при неверном расположении данного элемента.

- В процессе работы оборудования самостоятельно опускать подъемный механизм, транспортное устройство и механизм поворота, механику и так далее.

- Устанавливать или снимать, крепить изделие или инструмент, мерить детали и проводить другие манипуляции, которые не предусмотрены технологией выполнения данной работы.

5. При переходе через транспорт линии использовать мостик.

6. В обязательном порядке выключить оборудование их сети:

- Если оператор уходит с места работы даже не пару минут. Но не в ситуации, если поручено обслуживание сразу нескольких станков.

- При прекращении работы на определенный срок.

- При перерыве в подаче электрической энергии.

- В процессе обслуживания, при уборке или смазке, чистке и так далее.

- Если есть неисправность, которую нужно устранить.

7. В случае необходимости подтянуть гайки или болты, и иные соединительные элементы.

8. Нужно все съемные детали узла из контейнера укладывать устойчиво на заранее подготовленное место. Ни в коем случае не нужно их перебрасывать.

9. В процессе эксплуатации сверлильных установок или подобного оборудования, в первую очередь нужно пройти инструктаж. Деталь для обработки закрепляют максимально прочно в тиски или планками на столе.

10. Не работать в перчатках или не притрагиваться к сверлу во время вращения. Возникающую стружку при работе устранять только щеткой или крючком, и лишь после окончательной остановки вращающего элемента.

Требования безопасности по завершении рабочего процесса:

1. Нужно полностью проверить технику и убедиться в том, что все выключено.

2. Ручной инструмент нужно положить на свое место.

3. Убедиться, что смазывающие и охлаждающие жидкости расположены на своих местах.

4. Привести в порядок робу.

5. Помыть руки.

Правила пожарной безопасности на месте работы

Пожарная безопасность на данный момент представляет собой полноценный комплекс организационных мер, а также технических средств, нацеленных на предупреждение воздействия опасных для работников пожарных факторов, а также для минимизации ущерба материального характера.

Противопожарная поддержка субъектов промышленного предназначения гарантируется в первую очередь высокообразованным отбором информативности огнестойкости, по группировке возгораемости колонны на производственном месте негорючие по пределу огнестойкости. Важно ограничить распространение огня при возникновении открытого очага. Нужно обваловать и бункеровать взрывоопасные участки. Нужно использовать системы противодымной защиты и разработать план эвакуации с объекта людей, при этом настроить автоматические системы оповещения и пожаротушения.

Огромное значение при выполнении мер пожарной безопасности, а также взрывобезопасности играет оценка безопасности на производстве.

Опираясь на строительные нормы и правила указанные в своде норм и правил, производственные склады, как и здания по взрывопожарной и взрывной опасности делят на категории А, Б, В, Г, Д.

К примеру, участок производства по обработке вторичного вала коробки передач – это участок Г. То есть на производстве используется вещества, которые не горят в независимости от состояния.

Если во время обработки выделяется лучистая теплота или искры, а в случае возгорания используют порошковый огнетушитель ОП-10А, то это группа Д.

Обеспечение электробезопасности на производстве

По электрической безопасности участок производства по сборке узла относят к особенно опасным, так как относительная влажность достигает отметки в 70%. При этом среда химически активная, что негативно сказывается на изоляции электрического оборудования. Так что требуется определенная конструкция установок, использование технических способов, а также средств защиты, проведение технических или организационных мероприятий.

Главными техническими методами и средствами защиты от поражения электрическим током является заземление и разделение сетей, а также отключение. Разумеется, нужно качественно изолировать токоведущие части. Ну и требуются знаки безопасности, предохранительные приспособления и ограждения.

Экологическая экспертиза объекта

Для того чтобы защитить людей, нужно предпринимать меры и соблюдать предельно допустимые вредные вещества, выбрасываемые в окружающую среду.

Для того чтобы защитить атмосферу на объекте применяют специальные установки для очистки воздуха в участках, где располагается малярное или заточное оборудование. Для этого служит:

1. Обеспыливающее механическое оборудование, где пыль оседает при воздействии силы тяжести, центробежной силы или просто инерции.
2. Присадки к топливу для минимизации вредных выбросов, сажи, углеводорода и так далее.

Помимо всего прочего на рабочем месте создают стоки для ливневых, производственных или бытовых вод, или вод при мойке авто. Что касается хозяйственно-бытовых стоков, то они направляются в центральную канализационную систему, где утилизируются на отведенных участках. Иные виды сточных вод очищаются на специальном оборудовании. В первую очередь выполняется механическая очистка, то есть отстой, где удаляется

взвесь и дисперсно-коллоидные частицы. В завершении с поверхности воды собираются и утилизируются все продукты.

Для очистки сооружений ливнестоков и мойки авто используют специальное ЖБ оборудование, которое включает в себя:

1. Песколовку.
2. Мусоросборник.
3. Фильтрующий атрибут.
4. Компонент автоматизации устранения углеводородов.
5. Усадка.

Результативность использования вышеуказанного из строений подтверждается посредством подбора проб выкидываемого из них воздуха и проведения анализа в лабораторных условиях. И после этого полученные данные сравнивают с нормой допустимых выбросов соответствующими инстанциями. Если же норма превышена, то нужно внести в технологический процесс коррективы, или просто улучшить систему очистки.

Защита персонала при аварийных ситуациях

Если появляется чрезвычайная ситуация, то в первую очередь отключается все оборудование аварийным выключателем, к примеру:

1. Если в транспорт автоматизированной линии попадает посторонний предмет, как и на позицию выгрузки или загрузки.
2. Если человек в опасной зоне.
3. При возгорании электрического оборудования.
4. В случае короткого замыкания.
5. При неверной ориентации элемента на транспорте в рабочем положении.
6. При срабатывании любого агрегата, который в свою очередь может повлечь за собой серьезную поломку.

Если работник получил травму, нужно незамедлительно оказать первую медицинскую помощь, а также оповестить начальство по происшествии. Разумеется, сам пострадавший должен отправляться в медпункт.

При возгорании или природном катаклизме нужно обеспечить возможность оперативной эвакуации сотрудников. В соответствии со СНиП П-2 – 80, должно быть как минимум 2 пожарных выхода.

1. Должна быть только одна дверь, ведущая к пожарному выходу, в независимости от этажа.

2. Допустима работа пяти человек на площади не более 110 квадратных метра, где производство категории А, Б, Е.

3. Если площадь достигает 300 квадратных метров, то должно работать не более 25 человек с производством категории В.

4. И 50 человек на площади территории не менее 600 квадратов с производством категории Г и Д.

Важно отметить, что эвакуационный выход из цокольного этажа проектируется в помещении, расположенном исключительно на первом этаже. Ширина лестничного проема должна составлять как минимум 70 сантиметров и уклон 1:1 и не больше. При соблюдении всех установленных норм и требований на предприятии не возникнет никаких проблем даже при аварийной ситуации. Это крайне важно, так как от этого зависит безопасность какого либо сотрудника предприятия и эффективность рабочего процесса. Притом что налаженная система минимизирует риски и убытки компании.

Общие требования по охране труда

«В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[6]

«Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением

Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

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

«Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с

требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[6]

«Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.»[6]

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

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

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

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

«Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[6]

«Общие положения и область применения»[6]

«Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.»[6]

«Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[6]

«В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.»[6]

«Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарной - эпидемиологической службы

Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[6]

«Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России.»[6]

«Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственной санитарной - эпидемиологической службы Российской Федерации.»[6]

«Нормативные ссылки»[6]

«[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[6]

«[Положение](#) о Государственной санитарной - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625.»[6]

«Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94.»[6]

«Термины и определения»[6]

«Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.»[6]

«Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.»[6]

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

«Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.»[6]

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.»[6]

«Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одно числовым показателем в $^{\circ}\text{C}$.»[6]

«Общие требования и показатели микроклимата»[6]

«Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.»[6]

«Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.»[6]

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.»[6]

«Оптимальные условия микроклимата»[6]

«Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[6]

«Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.»[6]

«Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении

оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.»[6]

Требования по пожарной безопасности

«Пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;»[6]

Вывод

В результате работы над разделом было выявлено следующее:

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

- разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

- проведено описание действий в случае возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

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

4 Технологическая часть

В общем смысле технология представляет собой совокупность приемов и методов получения и обработки сырья материала, полуфабриката, изделий, выполняемых в процессе изготовления изделий. А если говорить простым языком, то технология представляет собой «комплекс организационных мероприятий, направленных на создание обслуживания ремонта и эксплуатации изделий номинального качества и оптимальных расходов и определяющих текущее развитие науки и техники.»[5]

В целом она разработана инженерами, программистами и другими специалистами предприятия, работающими в соответствующих сферах. «Технология, как правило, рассматривается по конкретной отрасли производства, различает технологии машиностроения, информационных, телекоммуникационных, инновационных, социальных, педагогических, строительных, химических и других. В результате выполнения технологических процессов, состоящих из совокупных технологических действий, происходит качественное изменение обрабатываемой среды, ее форма строения материального технического и потребительского свойств,»[5] чтобы технологический процесс был технологическим должен иметь обязательные признаки.

Выбирать предметы труда, функционал, наук ёмкость, иметь материально-техническое обеспечение в соответствии с техническим заданием, соблюдать заданную технологию - все эти самые важнейшие понятия, необходимые для правильного соблюдения технологий. Выбирать предметы труда – предметы труда в технологическом производстве – материалы, энергоресурсы, информация, предметы живой среды и общественной среды – этот список включает в себя все компоненты живой, неживой и искусственных материальных сред, техносферу, которая используется для изготовления потребительских товаров. Функционирование означает соответствие своей задаче, в технологиях объединены средства и методы воздействия на выбранный объект труда, методики получения или

трансформации выбранного объекта труда в большинстве случаев зависят от средства труда, таких как, к примеру, существует различное средство труда для изготовления подшипника. Источники теплоты, научность в разработке новой техники должны учитывать, научные результаты технологии напрямую зависят от знаний общества, квалификации сотрудников, наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства. Материальная и техническая база представляет собой комплекс средств производства материалов и веществ, которые необходимы для осуществления деятельности предприятия, не входят в состав производства, но являются необходимой базой для работы производственной системы – зданий, подъездных путей, мостов коммуникаций, источников и линий электропередач. В соответствии с техническим заданием предназначение каждой технологии - удовлетворение любых потребностей человека, и поэтому в технологиях чётко, с указанием качество и количество задаются желаемые конечные результаты или продукты. Соблюдение технологии, специфики структуры, последовательность действий в технологической системе всегда точно задано, нельзя изменять, она определяет алгоритм точное неизменное действие, если это правило нарушено, получится абсолютно другой продукт, или ничего не получится. Если технологическая операция и соответствующий метод воспроизводится стереотипным образом, т.е. повторно в том же неизменном порядке, то получится тот же результат, почти не отличающийся от предыдущего результата. По этим признакам процесса технологических процессов можно получить новое полное определение понятия технологий - строго организованного или построенного по алгоритмам, комплекса действий, организационных действий и методик воздействия вещества, энергии, информации, объектов живого природного или социального окружения. Качество, ритмичность любого производства определяется соблюдением трудовых технологических и производственных дисциплин, трудовая дисциплина - это порядок производства, обеспечение работников сырьем, инструментом, материалом, трудом без потерь времени. Не соблюдая производственную дисциплину, нарушается принцип

организации трудовых процессов в пространстве и времени - это порождает хаос и беспорядок, сама работа и ее результативность оказываются под вопросом, потому что они лишены направленности процессов. За организацию производства ответственность несет работодатель, за ее соблюдение отвечают работники производства, дисциплина является порядком поведения или действия людей, она делится на общую обязательность и специальную общую обязательность - соблюдение законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является конституция Российской Федерации, специальные дисциплины распространяются на определенные сферы деятельности и обязательны только работникам и сотрудникам какой-либо организации. Специальные дисциплины - школьные дисциплины, военнослужащие, дисциплина поведения в дорогах, трудовые дисциплины, технологические дисциплины. Техничко-техническая дисциплина является строгим и тщательным соблюдением требований к технологической последовательности производства, содержащихся в документах технологической продукции, нарушение технологической техники приводит к появлению брака, в ряде случаев это может привести к серьезным авариям как на производстве, так и при эксплуатации изделий, изготовленных с нарушением технологической техники. Работникам на производстве следует следовать правилам поведения, регламентированным трудовым кодексом, трудовой кодекс является основным законодательным актом по труду.

4.1 Технологический процесс сборки раздаточной коробки передач

«Сборка раздаточной коробки передач осуществляется с помощью инструментов – молотков, пассатижей, гаечных ключей, тисков и так далее.

В первую очередь, необходимо закрепить картер сцепления в тисках или на специальном столе, затем закрепить механизм выбора передач при помощи гайки крепления рычага выбора передач в порядке сборки - пружина, упорная шайба, фиксатор, вилка включения заднего привода, направляющая ось блокировочных скоб, ось рычага выбора передач, блокировочные скобы,

трехклевочный трехплечий рычаг выбора передач, корпус механизма выбора передач, рычаг штока выбора передач, шток выбора передач.»[5]

4.2 Разработка техпроцесса сборки раздаточной коробки передач

«Технологический процесс – процесс, включающий действия установки и формирования соединений составной части изделия по ГОСТ 2387-79. Сборная операция является технологической операцией по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий. Технологический переход – окончательная часть технологического процесса, выполняемого одним и тем же технологическим оборудованием при постоянном технологическом режиме и монтаже.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке. Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности организации сборочного процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь. Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой. Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется под группой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории. Сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй группы и так далее. На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части.»[5]

«Графический вид в виде условного обозначения последовательности

изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий.»[5] «При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.»[5]

Сборные операции строятся на принципе дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет выполнять параллельно узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это уменьшает длительность сборки, а следовательно, увеличивает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, концентрация – во всех других ситуациях. При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.

4.2.1 Составление перечня сборочных работ

«Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех требуемых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точно механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых

технологических способов выполнения соединений и т.д.»[5] В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовлением соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;

Описание технологических процессов изготовления. В этом процессе характеризуется в первую очередь установившийся объект производства, который выявил отнесение этого к массовым производствам. При большом объеме производства продукции это позволяет закреплять операции за определенное оборудование с его расположением в технологическом порядке по потоку, с широким использованием специального оборудования и механизации и автоматизации процессов производства, строгим соблюдением принципа совместимости, что позволяет резко сократить время производства сборки. «Высшая форма массового производства – это производство в непрерывном потоке, которое характеризуется тем, что каждая операция технологической линии равна времени по всем потокам, что обеспечивает производство обработки и сборки без задержек в строго установленные сроки. Для осуществления операций, которые не укладываются в установленную такту, используются дополнительные орудия. При потоке перемещение с позиции в позицию происходит непрерывно принудительно, что позволяет параллельно, одновременно выполнять все операции на технологическом участке.»[5] Перечень сборочных работ представлен в таблице 16.

4.3 Составление перечня сборочных работ

Таблица 16 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ, мин.
1. Узловая сборка вала ведущего раздаточной коробки		
1.	Взять вал ведущий	0,11
2.	Установить вал ведущий в приспособление	0,25
3.	Взять шестерню	0,10
4.	Установить шестерню на вал	0,31
5.	Взять ступицу муфты	0,11
6.	Установить ступицу муфты	0,27
7.	Взять муфту выключения	0,11
8.	Установить муфту выключения	0,34
9.	Взять втулку шестерни	0,11
10.	Взять шестерню	0,12
11.	Установить втулку шестерни с предварительно установленной на ней шестерней	0,33
12.		0,12
13.	Взять подшипник	0,25
14.	Установить подшипник	0,11
15.	Взять установочное кольцо	0,22
	Установить кольцо	
Итого:		2,86
2. Узловая сборка дифференциала		
1.	Взять корпус дифференциала	0,09
2.	Установить корпус дифференциала в приспособление	0,27
3.	Взять пластину	0,09
4.	Установить пластину	0,25
5.	Взять шестерню ведомую	0,09
6.	Установить шестерню ведомую	0,32
7.	Взять ось сателлитов	0,11
8.	Взять подшипник	0,09
9.	Взять сателлит	0,11
10.	Установить ось сателлитов с сателлитами в сборе	0,31
11.	Взять корпус дифференциала	0,09
12.	Установить корпус дифференциала в приспособление	0,29
13.	Взять шестерню ведомую	0,09
14.	Установить шестерню ведомую	0,24
15.	Взять кольцо стопорное	0,09
16.	Установить кольцо стопорное	0,24
17.	Взять болт	0,09
18.	Взять шайбу	0,09
19.	Наживить шайбу на болт	0,16
20.	Установить болт и завернуть с усилием 70 Н.м	0,27
Итого:		3,38
3. Узловая сборка вала заднего моста раздаточной коробки		
1.	Взять вал заднего моста	0,11
2.	Установить вал заднего моста в приспособление	0,24
3.	Взять подшипник	0,11
4.	Установить подшипник	0,24
5.	Взять кольцо	0,09
6.	Установить кольцо	0,25

Продолжение таблицы 16

7.	Взять маслоотражатель	0,09
8.	Установить маслоотражатель	0,27
Итого:		1,4
4.Общая сборка раздаточной коробки передач.		
1.	Взять картер раздаточной коробки передач	0,09
2.	Установить картер в приспособление	0,19
3.	Взять вал промежуточный в сборе	0,09
4.	Установить вал промежуточный в картер	0,18
5.	Взять вал ведущий в сборе	0,09
6.	Установить вал ведущий в сборе в картер	0,20
7.	Взять кольцо установочное	0,09
8.	Установить кольцо установочное на картер	0,10
9.	Взять дифференциал в сборе	0,09
10.	Установить дифференциал в сборе	0,25
11.	Взять кольцо	0,09
12.	Установить кольцо	0,10
13.	Взять шпильку	0,09
14.	Завернуть шпильку с усилием 75 Н.м	0,15
15.	Взять крышку переднюю	0,09
16.	Установить крышку переднюю	0,17
17.	Взять прокладку	0,09
18.	Установить прокладку	0,10
19.	Взять крышку подшипника	0,09
20.	Установить крышку подшипника	0,19
21.	Взять шайбу	0,09
22.	Установить шайбу	0,10
23.	Взять гайку завернуть гайку с усилием 70 Н.м	0,09
24.	Взять шпильку	0,09
25.	Установить шпильку и завернуть с усилием 75 Н.м	0,18
26.	Взять прокладку	0,09
27.	Установить прокладку	0,10
28.	Взять крышку люка	0,09
29.	Установить крышку люка	0,15
30.	Взять шайбу	0,09
31.	Установить шайбу	0,10
32.	Взять гайку	0,09
33.	Установить гайку и завернуть с усилием 70 Н.м	0,19
34.	Взять вал заднего моста в сборе	0,09
35.	Установить вал заднего моста в сборе	0,31
36.	Взять кольцо	0,09
37.	Установить кольцо	0,11
38.	Взять вал переднего моста в сборе	0,09
39.	Установить вал переднего моста, предварительно перед сборкой рабочие поверхности смазать Литол-24	0,27
40.	Взять кольцо	0,09
41.	Установить кольцо	0,16
42.	Взять прокладку	0,09
43.	Установить прокладку	0,12
44.	Взять картер переднего моста	0,09
45.	Установить картер переднего моста	0,22
46.	Взять прокладку	0,09

Продолжение таблицы 16

47.	Установить прокладку	0,11
48.	Взять крышку задняя в сборе	0,09
49.	Установить крышку заднюю в сборе	0,21
46.	Взять шпильку М8х40	0,09
47.	Установить шпильку М8х40	0,12
48.	Взять шайбу 8 пружинную	0,09
49.	Установить шайбу 8 пружинную	0,12
50.	Взять гайку М8	0,09
51.	Наживить гайку М8 и завернуть моментом 55 Н.м	0,16
Итого:		6,88
ИТОГО: $t_{он}^{общ}$		14,52

4.4 Определение трудоемкости сборки

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

$$t_{он}^{общ} = \sum t_{он} = 14,52 \text{ мин} \quad (109)$$

«4.4.2 Суммарная трудоемкость сборки изделия»[5]

$$t_{ум}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 14,52 + 14,52 \cdot 0,06 = 15,4 \text{ мин} \quad (110)$$

«где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах»[5]

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4-6\%$, принимаем $\beta = 4\%$ »[5]

4.5 Выбор организационной формы сборки

«В нашем случае предполагается массовое производство»[5]

«4.5.1 Такт выпуска изделий»[5]

$$T_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{50000} = 4.82 \quad (111)$$

«где N-годовой объем выпуска = 50000 шт. в год

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену.

Для оборудованных станков и двух смен принимаем

$$F_{\text{д}}=4015\text{ч}\text{»}[5]$$

Маршрутная технология представлена на рисунке 16.

4.6 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 17 – Маршрутная технология

№ и название операции		Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин., общее
1. Узловая сборка вала ведущего раздаточной коробки				
005	Узловая сборка вала раздаточной коробки передач	Установить вал ведущий в приспособление Установить шестерню на вал Установить ступицу муфты Установить муфту выключения Установить втулку шестерни с предварительно установленной на ней шестерней Установить подшипник Установить кольцо	Стакан, втулка технологическая, зажим, пуансон, кисть, стол слесарный	3,12
2. Узловая сборка дифференциала				
010	Узловая сборка дифференциала	Установить корпус дифференциала в приспособление Установить пластину Установить шестерню ведомую Установить ось сателлитов с сателлитами в сборе Установить корпус дифференциала в приспособление Установить шестерню ведомую Установить кольцо стопорное Наживить шайбу на болт Установить болт и завернуть с усилием 70 Н.м	Пуансон, оправка конусная, кисть, перчатки, стол слесарный, ёмкость для смазки, калибр для кольца стопорного,	3,68
3. Узловая сборка вала заднего моста раздаточной коробки				
015	Узловая сборка вала заднего моста раздаточной коробки передач	Установить вал заднего моста в приспособление Установить подшипник Установить кольцо Установить маслоотражатель	Пуансон, конус, втулка, стакан, втулка технологическая, зажим, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный	1,53
4. Общая сборка раздаточной коробки передач.				
020	Сборка раздаточной коробки передач Установка	Установить картер в приспособление Установить вал промежуточный в картер Установить вал ведущий в сборе в	Пуансон, конус, втулка, стакан, втулка технологическая,	3,66

Продолжение таблицы 17

	<p>вала ведущего Установка дифференци ала Установка крышки передней</p>	<p>картер Установить кольцо установочное на картер Установить дифференциал в сборе Установить кольцо Взять шпильку и завернуть шпильку с усилием 75 Н.м Установить крышку переднюю Установить прокладку Установить крышку подшипника Установить шайбу Взять гайку завернуть гайку с усилием 70 Н.м</p>	<p>зажим, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный Оправка конусная, перчатки</p>	
025	<p>Сборка раздаточной коробки передач Установка крышки люка Установка вала переднего моста Установка картера переднего моста Установка крышки задней</p>	<p>Установить шпильку и завернуть с усилием 75 Н.м Установить прокладку Установить крышку люка Установить шайбу Установить гайку и завернуть с усилием 70 Н.м Установить вал заднего моста в сборе Установить кольцо Установить вал переднего моста, предварительно перед сборкой рабочие поверхности смазать Литол-24 Установить кольцо Установить прокладку Установить картер переднего моста Установить прокладку Установить крышку заднюю в сборе Установить шпильку М8х40 Установить шайбу 8 пружинную Наживить гайку М8 и завернуть моментом 55 Н.м</p>	<p>Пуансон, конус, втулка, стакан, втулка технологическая, зажим, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный Оправка конусная, перчатки</p>	3,83

5 Экономическая эффективность проекта

Параметрами продуктивности инвестпроекта есть чистый дивиденд, чистый дисконтированный дивиденд, внутренняя норма рентабельности, показателя рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования, второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности это такое число E_v или E внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю.

Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам по проекту. Индекс доходности инвестиций чаще всего его рассчитывают и он оценивается как $Чдд$ делёное на дисконтированные капитальные вложения по проекту и плюс единица.

Следующие показатели - это срок окупаемости проекта, то есть это тот период времени который прошёл от начала проекта до момента окупаемости, то есть того периода, когда накопленные чистые дисконтированные денежные притоки, дисконтированные или не дисконтированные зависит от вида срока окупаемости, превышают вложенные в проект средства. Различают дисконтированный и не дисконтированный или простой срок окупаемости проекта, соответственно при расчёте дисконтированного срока окупаемости рассчитываются накопленные дисконтированные денежные притоки, а при расчёте простого срока окупаемости рассчитываются или берутся во внимание не дисконтированные денежные потоки по проекту.

Срок окупаемости по проекту это не основной показатель эффективности - это тот показатель, который присутствует или учитывается в качестве ограничения по проекту, соответственно он должен существовать в любом случае, если оценивается этот проект и в принципе в будущем может быть принят и срок окупаемости по проекту для дисконтированных денежных потоков он должен быть, укладываться в пределы жизненного цикла проекта конечно же. основополагающие параметры для того, чтобы подсчитать продуктивность инвестпроекта, всё же характеризуются двумя критериями: чистым дисконтированным дивидендом и показателем рентабельности вложения в инвестпроект, т.е. вот эти два критерия разрешают нам сделать выводы о результативности или несостоятельности инвестпроекта. Если чистая дисконтированная прибыль на проекте не отрицательная, т.е. больше либо равна нулю, и если индекс прибыли больше единиц, то мы считаем, что проект эффективен, поэтому рекомендуем его к реализации.

Исходные данные для расчета представлены в таблице 17.

5.1 Расчет себестоимости проектируемой конструкции раздаточной коробки передач

Таблица 18 – Исходные данные

Название показателя	Обозначение	Е.изм ер.	Значение
Годовая программа	Vгод.	Шт.	50000,0
Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.	%	30,0
Коэффициент общезаводских расходов.	Еобзав.	%	215,0
Коэффициент коммерческих расходов	Еком.	%	5,0
Коэффициент расходов на содержание и	Еобор.	%	194,0
Коэффициенты трансп. - заготовительных расходов	Ктзр.	%	1,450
Коэффициент цеховых расходов	Ецех	%	183,0
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	Еинстр.	%	3,0
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	Крент.	%	30,0
Коэффициент доплат или выплат не связанных с рабочей на производстве	Квып.	%	12,0
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	Кпрем.	%	23,0
Коэффициент возвратных отходов	Квот	%	1,0
Часовая тарифная ставка 3-го разряда	Ср3	руб.	66,710
Часовая тарифная ставка 4-го разряда	Ср4	руб.	72,240
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	Ср5	руб.	79,890
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	Ср6	руб.	93,810
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	Кинв	%	30,0

«Расходы "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} - \frac{K_{вм}}{100} \right) \quad (112)$$

где

C_M – отпускная цена мат-ла i -го вида, руб.;

Q_M – норм. расходов мат-ла i -го вида, кг.м.;

$K_{тзр}$ – коэффициент трансп.-заготовительных расходов, %;

$K_{вт}$ – коэффициент возвратных отходов, %;

Таблица 19 - Расходы на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Литье горячего металла	кг	1,92	1,4	2,688
Горячекатанный прокат	кг	8,23	1,9	15,637
Литье цветного металла	кг	19,85	1,56	30,966
Прокат цветного металла	кг	49,5	1,84	91,08
Сырье цветного металла	кг	62,3	1,95	121,485
Сталь 45	кг	5,04	2,36	11,89
Итого				273,75
Ктзр		1,45		3,97
Квот		1		2,74
Всего				280,46

$$M := 280.46$$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты"

производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} \right) \quad (113)$$

где C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб.; n_i - количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.;»[8]

«Таблица 20 - Расходы на покупные изделия

Наименование изделия	Цена, руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Подшипник	12,6	7	88,20
Готовые изделия и узлы	25,6	4	102,40
Изделия из резины и пластмасс	8,5	5	42,50
Электроприборы	86,3	2	172,60
Итого			405,70
Ктзр		1,45	5,88
Всего			411,58

$$\Pi_i = 411.58$$

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

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{прм.}}{100} \right)$$

где Z_T - тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_T = C_{р.і} \cdot T_i \tag{115}$$

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

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

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

Таблица 21 - Расходы на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоёмкость	Тариф, руб	ЗП основная
Заготавливающие операции	3	0,164	66,71	10,94
Операция обработок	4	0,349	72,24	25,21
Операции по сборке	5	0,411	79,89	32,83
Операции испытания	6	0,191	93,81	17,92
Всего				86,90
Премия			23	19,99
Основная часть з/п				106,89

$$Z_o = 106.89 \gg [8]$$

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

$$K_{\text{ВП}} = 0.12$$

$$З_{\text{доп}} = З_0 \cdot K_{\text{ВП}} \quad (116)$$

$$З_{\text{доп}} = 106.89 \cdot 0.12 = 12.83$$

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

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

$$E_{\text{соц.н}} = 0.30$$

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

$$C_{\text{соц.н}} = (106.89 + 12.83) \cdot 0.30 = 35.92$$

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

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

$$E_{\text{об}} = 1.94$$

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

$$C_{\text{сод об}} = 106.89 \cdot 1.94 = 207.37$$

где $E_{\text{обор}}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;»[8]

«Расходы "Цеховые расходы «выполняется по формуле:

$$E_{\text{цех}} = 1.83$$

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} \quad (119)$$

$$C_{\text{цех}} = 106.89 \cdot 1.83 = 195.61$$

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

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

$$E_{\text{инстр}} = 0.03$$

$$C_{\text{инстр}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр}} \quad (120)$$

$$C_{\text{инстр}} = 106.89 \cdot 0.03 = 3.21$$

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

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех с.с.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + C_{\text{соц.н}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{сод об}} + C_{\text{цех}} + C_{\text{инстр}} \quad (121)$$

$$C_{\text{цех с с}} = 280.46 + 411.58 + 106.89 + 35.92 + 12.83 + 207.37 + 195.61 + 3.21 = 1253.85$$

»[8]

«Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{о.зав}} = 2.15$$

$$C_{\text{о.зав}} = 30 \cdot E_{\text{о.зав}} \quad (122)$$

$$C_{\text{обзав}} = 106.89 \cdot 2.15 = 229.81$$

где $E_{\text{обзав}}$ - коэффициент общезаводских расходов,%;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

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

$$C_{\text{Соб.зав.с.с.}} = 229.81 + 1253.85 = 1483.67$$

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{к}} = 0.05$$

$$C_{\text{к}} = C_{\text{о.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{к}} \quad (124)$$

$$C_{\text{к}} = 1483.67 \cdot 0.05 = 74.18$$

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

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{п.пр.}} = C_{\text{Соб.зав.с.с.}} + C_{\text{ком}} \quad C_{\text{п.пр.}} = 1557.85 \quad (125)$$

$$C_{\text{п.пр.}} = 1483.67 + 74.18 = 1557.85 \gg [8]$$

«Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции коробки передач выполняется по формуле:

$$K_{\text{рент}} = 0.3 \quad C_{\text{п.б.}} = 1497.52 \quad (126)$$

$$C_{\text{о.б.}} = C_{\text{п.б.}} \cdot (1 + K_{\text{рент}})$$

$$C_{\text{о.б.}} = 1497.52 \cdot (1 + 0.3) = 1946.78$$

где Крент - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

Таблица 22 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции коробки передач.

Наименование показателей	Обозначение	Затр.на ед.изд.(база)	Затр.на ед.изд.(проект)
Стоимость основных материалов	М	265,80	280,46
Стоимость комплектующих изделий	Пи	400,11	411,58
Основная зарплата. раб.	Зо	102,66	106,89
Дополнительная зарплата раб.	Зд	12,32	12,83
Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.н.	34,49	35,92
Расходы на содержание	Сс.обор	199,16	207,37
Цех. Расходы	Сцех	187,87	195,61
Расходы на инструмент	Синстр	3,08	3,21
Цеховая себестоимость	Сц.с.с.	1205,49	1253,85
общезаводские расходы	Собзав	220,72	229,81
Общезаводская себестоимость	Соб.зав.с.с.	1426,21	1483,67
Коммерческие расходы	Ск	71,31	74,18
Полная себестоимость	Сполн	1497,52	1557,85
Отпускная цена	Цотп	1946,78	1946,78

$$C_{\text{отп.по.}} = 1946.78 \text{ [8]}$$

5.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$\begin{aligned} Z_{\text{перуд}} &= M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н}} \\ Z_{\text{перуд}} &= 280.46 + 411.58 + 106.89 + 12.83 + 35.92 = 847.67 \end{aligned} \quad (127)$$

на годовую программу выпуска
изделия:

$$V_{\Gamma} = 50000$$

$$Z_{\text{пер}} = Z_{\text{перуд}} \cdot V_{\Gamma} \quad (128)$$

$$Z_{\text{пер}} = 847.67 \cdot 50000 = 42383592$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$H_A = 13$$

$$A_{\text{м.у}} = \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot H_A}{100} \quad (129)$$

$$A_{\text{м.уд.}} = ((207.37 + 3.21) \cdot 13) / 100 = 27.37$$

здесь H_A - доля амортизационных отчислений, %;

$$Z_{\text{посуд}} = \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot (100 - H_A)}{100} + C_{\text{цех}} + C_{\text{о.зав}} + C_{\text{к}} + A_{\text{м.у}}$$

$$Z_{\text{посуд}} = ((207.37 + 3.21) \cdot (100 - 13)) / 100 + 195.61 + 229.81 + 74.18 + 27.37 = 710.18$$

на годовую программу выпуска:

$$Z_{\text{пост}} = Z_{\text{посуд}} \cdot V_{\Gamma} \quad (130)$$

$$Z_{\text{пост}} = 710.18 \cdot 50000 = 35508943.35 \text{ [8]}$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{п.г} = C_{пол.пр.} \cdot V_{г}$$

$$C_{п.г} = 1557.85 \cdot 50000 = 77892535.35 \quad (131)$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{г}$$

$$Выр = 1946.78 \cdot 50000 = 97339000 \quad (132)$$

Расчет маржинального дохода:

$$Дмарж = Выр - Зпер$$

$$Дмарж = 97339000 - 42383592 = 54955408 \quad (133)$$

Расчет критического объема продаж:

$$Акрит = \frac{Зпост}{Ц_{отп.пр.} - Зперуд} \quad (134)$$

$$Акрит = 35508943.35 / (1946.78 - 847.67) = 32307.05 \sim 32310$$

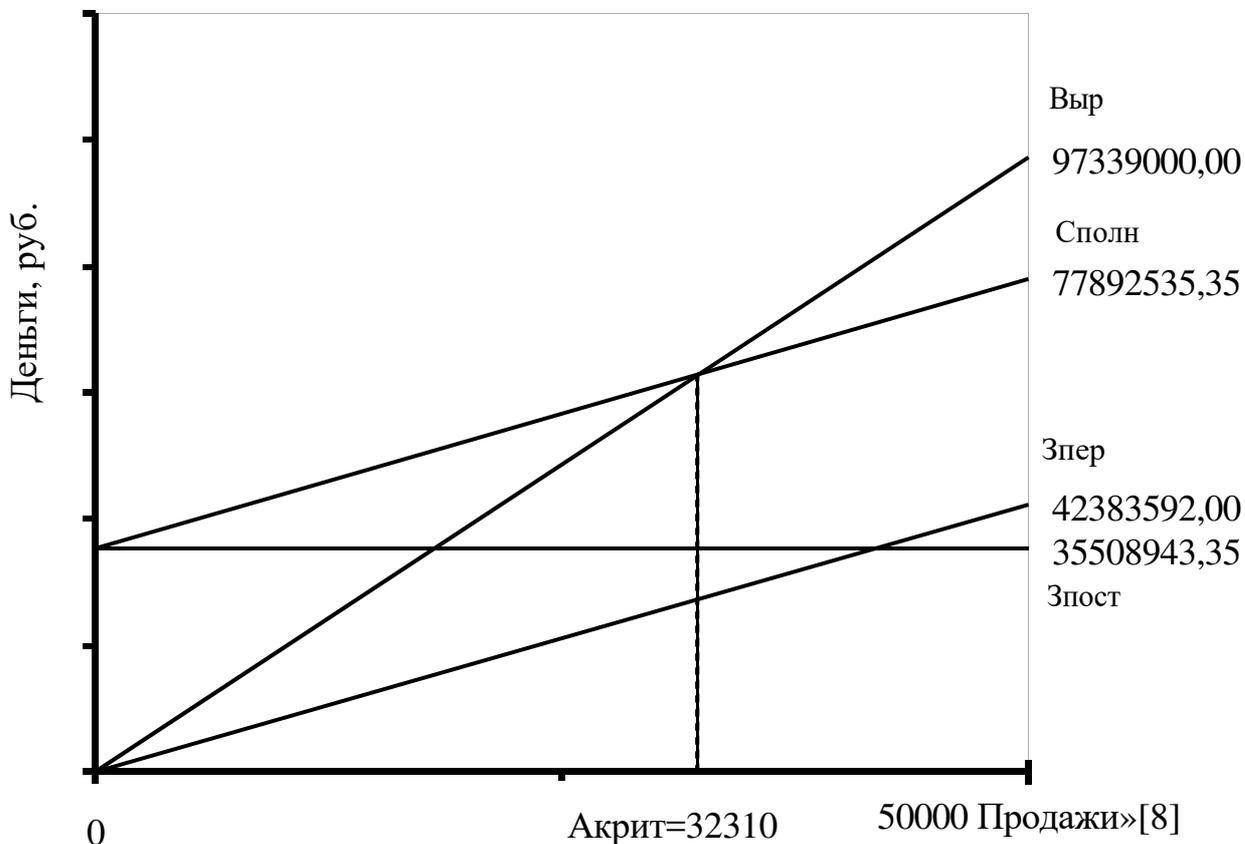


Рисунок 6 – График точки безубыточности

5.3 Расчет коммерческой эффективности

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

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

$$V_{\Gamma} = 50000$$

$$A_{\text{крт}} = 32310$$

$$V_{\text{МК}} = V_{\Gamma}$$

$$n = 6$$

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

$$\Delta = 3538$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{\text{отп}} = Ц_{\text{отп.пр.}}$$

$$Ц_{\text{отп}} = 1946.78$$

$$V_{\text{пр1}} = A_{\text{крт}} + \Delta$$

(136)

$$V_{\text{пр1}} = 32310 + 3538 = 35848$$

$$V_{\text{пр2}} = A_{\text{крт}} + 2\Delta$$

$$V_{\text{пр2}} = 39386$$

$$V_{\text{пр3}} = A_{\text{крт}} + 3\Delta$$

$$V_{\text{пр3}} = 42924$$

$$V_{\text{пр4}} = A_{\text{крт}} + 4\Delta$$

$$V_{\text{пр4}} = 46462$$

$$V_{\text{пр5}} = A_{\text{крт}} + 5\Delta$$

$$V_{\text{пр5}} = 50000 \text{»}[8]$$

«Выр. по годам:

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

$$\text{Выр}_1 = 1946.78 \cdot 35848 = 69788169.44 \quad (137)$$

$$\text{Выр}_2 = \text{Цотп} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Выр}_2 = 76675877.08$$

$$\text{Выр}_3 = \text{Цотп} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Выр}_3 = 83563584.72$$

$$\text{Выр}_4 = \text{Цотп} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Выр}_4 = 90451292.36$$

$$\text{Выр}_5 = \text{Цотп} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Выр}_5 = 97339000.00$$

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

для базового варианта:

$$\text{M} = 265.80 \quad \text{Пи} = 400.11 \quad \text{Зо} = 102.66$$

$$\text{Здоп} = 12.32 \quad \text{Ссц} = 34.49$$

$$\text{Зперудб} = \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здоп} + \text{Ссц} \quad \text{Зперудб} = 815.38 \quad (138)$$

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

$$\text{Зперб1} = 815.38 \cdot 35848 = 29229742.24 \quad (139)$$

$$\text{Зперб2} = \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Зперб2} = 32114556.68$$

$$\text{Зперб3} = \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Зперб3} = 34999371.12$$

$$\text{Зперб4} = \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Зперб4} = 37884185.56$$

$$\text{Зперб5} = \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Зперб5} = 40769000.00 \text{»}[8]$$

«для проектного варианта:

$$Зперудпр = Зперуд$$

$$Зперудпр = 847.67$$

$$Зперпр1 = Зперудпр \cdot V_{пр1} \quad (140)$$

$$Зперпр1 = 847.67 \cdot 35848 = 30387340.12$$

$$Зперпр2 = Зперудпр \cdot V_{пр2} \quad Зперпр2 = 33386403.09$$

$$Зперпр3 = Зперудпр \cdot V_{пр3} \quad Зперпр3 = 36385466.06$$

$$Зперпр4 = Зперудпр \cdot V_{пр4} \quad Зперпр4 = 39384529.03$$

$$Зперпр5 = Зперудпр \cdot V_{пр5} \quad Зперпр5 = 42383592.00$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} = 199.16 \quad C_{цех.} = 187.87 \quad C_{инс.} = 3.08$$

$$C_{о.зав.} = 220.72 \quad C_{км.} = 71.31$$

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

$$Зпосудб = 682.14$$

$$Зпосб = Зпосудб \cdot V_{Г}$$

$$Зпосб = 34107000$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зпоспр = Зпост$$

$$Зпоспр = 35508943.35 \text{»}[8]$$

«Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 27.37$$

$$A_{м.} = A_{м.у} \cdot V_{г} \quad A_{м.} = 1368726.45 \quad (142)$$

Полная себестоимость по годам.
для проектного варианта:

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

$$З_{полпр1} = 35508943.35 + 30387340.12 = 65896283.47$$

$$З_{полпр2} = З_{поспр} + З_{перпр2} \quad З_{полпр2} = 68895346.44$$

$$З_{полпр3} = З_{поспр} + З_{перпр3} \quad З_{полпр3} = 71894409.41$$

$$З_{полпр4} = З_{поспр} + З_{перпр4} \quad З_{полпр4} = 74893472.38$$

$$З_{полпр5} = З_{поспр} + З_{перпр5} \quad З_{полпр5} = 77892535.35$$

$$\Sigma C_{пол.пр.} = З_{полпр1} + З_{полпр2} + З_{полпр3} + З_{полпр4} + З_{полпр5}$$

$$\Sigma C_{пол.пр.} = 359472047.05$$

для базового варианта:

$$З_{полб1} = З_{посб} + З_{перб1} \quad (144)$$

$$З_{полб1} = 34107000 + 29229742.24 = 63336742.24$$

$$З_{полб2} = З_{посб} + З_{перб2} \quad З_{полб2} = 66221556.68$$

$$З_{полб3} = З_{посб} + З_{перб3} \quad З_{полб3} = 69106371.12$$

$$З_{полб4} = З_{посб} + З_{перб4} \quad З_{полб4} = 71991185.56$$

$$З_{полб5} = З_{посб} + З_{перб5} \quad З_{полб5} = 74876000 \gg [8]$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зполпр}_1 \quad (145)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} = 69788169.44 - 65896283.47 = 3891885.97$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = \text{Выр}_2 - \text{Зполпр}_2$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = 7780530.64$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = \text{Выр}_3 - \text{Зполпр}_3$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = 11669175.31$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = \text{Выр}_4 - \text{Зполпр}_4$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = 15557819.98$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = \text{Выр}_5 - \text{Зполпр}_5$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = 19446464.65$$

для базового варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зполб}_1 \quad (146)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} = 69788169.44 - 63336742.24 = 6451427.2$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = \text{Выр}_2 - \text{Зполб}_2$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = 10454320.4$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = \text{Выр}_3 - \text{Зполб}_3$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = 14457213.6$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = \text{Выр}_4 - \text{Зполб}_4$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = 18460106.8$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = \text{Выр}_5 - \text{Зполб}_5$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = 22463000 \text{»} [8]$$

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

для проектного варианта:

$$\begin{aligned} \text{Нп1} &= \text{Проб.}_{\text{пр.1}} \cdot 0.20 && (147) \\ \text{Нп1} &= 3891885.97 \cdot 0.20 && = 778377.19 \\ \text{Нп2} &= \text{Проб.}_{\text{пр.2}} \cdot 0.20 && \\ &&& \text{Нп2} = 1556106.13 \\ \text{Нп3} &= \text{Проб.}_{\text{пр.3}} \cdot 0.20 && \\ &&& \text{Нп3} = 2333835.06 \\ \text{Нп4} &= \text{Проб.}_{\text{пр.4}} \cdot 0.20 && \\ &&& \text{Нп4} = 3111564 \\ \text{Нп5} &= \text{Проб.}_{\text{пр.5}} \cdot 0.20 && \\ &&& \text{Нп5} = 3889292.93 \end{aligned}$$

для базового варианта:

$$\begin{aligned} \text{Н1} &= \text{Проб.}_{\text{б.1}} \cdot 0.20 && \text{Н1} \\ &= 6451427.2 \cdot 0.20 && = 1290285.44 && (148) \\ \text{Н2} &= \text{Проб.}_{\text{б.2}} \cdot 0.20 && \text{Н3} \\ &&& \text{Н2} = 2090864.08 \\ &= \text{Проб.}_{\text{б.3}} \cdot 0.20 && \text{Н4} \\ &&& \text{Н3} = 2891442.72 \\ &= \text{Проб.}_{\text{б.4}} \cdot 0.20 && \\ &&& \text{Н4} = 3692021.36 \\ \text{Н5} &= \text{Проб.}_{\text{б.5}} \cdot 0.20 && \\ &&& \text{Н5} = 4492600 \text{»}[8] \end{aligned}$$

«Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

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

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} = 3891885.97 - 778377.19 = 3113508.78$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = \text{Проб.}_{\text{пр.2}} - \text{Нп2}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = 6224424.51$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = \text{Проб.}_{\text{пр.3}} - \text{Нп3}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = 9335340.25$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = \text{Проб.}_{\text{пр.4}} - \text{Нп4}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = 12446255.98$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = \text{Проб.}_{\text{пр.5}} - \text{Нп5}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = 15557171.72$$

для базового варианта:

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

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} = 6451427.2 - 1290285.44 = 5161141.76$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = \text{Проб.}_{\text{б.2}} - \text{Н2}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = 8363456.32$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = \text{Проб.}_{\text{б.3}} - \text{Н3}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = 11565770.88$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = \text{Проб.}_{\text{б.4}} - \text{Н4}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = 14768085.44$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = \text{Проб.}_{\text{б.5}} - \text{Н5}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = 17970400 \text{»}[8]$$

«Расчет экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$Ц_{отп.б.} = 1946.78 \quad Д_1 = 80000 \quad Д_2 = 140000$$

$$Пр.ож.д. = Ц_{отп.б.} \cdot \frac{Д_2}{Д_1} - Ц_{отп.пр.} \quad (151)$$

$$Пр.ож.д. = 1946.78 \cdot \frac{140000}{80000} - 1946.78 = 1460.08$$

где $Д_1$ - долговечность базовой конструкции,(тыс. км.) $Д_2$ - долговечность новой конструкции,(тыс. Км)

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

$$Ч_1 = Прч_{пр.1} - Прч_{б.1} + A_{м.} + (Пр.ож.д. \cdot V_{пр1}) \quad (152)$$

$$Ч_1 = 3113508.78 - 5161141.76 + 1368726.45 + (1460.08 \cdot 35848) = 51661969.61$$

$$Ч_2 = Прч_{пр.2} - Прч_{б.2} + A_{м.} + (Пр.ож.д. \cdot V_{пр2})$$

$$Ч_2 = 56736326.75$$

$$Ч_3 = Прч_{пр.3} - Прч_{б.3} + A_{м.} + (Пр.ож.д. \cdot V_{пр3})$$

$$Ч_3 = 61810683.89$$

$$Ч_4 = Прч_{пр.4} - Прч_{б.4} + A_{м.} + (Пр.ож.д. \cdot V_{пр4})$$

$$Ч_4 = 66885041.03$$

$$Ч_5 = Прч_{пр.5} - Прч_{б.5} + A_{м.} + (Пр.ож.д. \cdot V_{пр5})$$

$$Ч_5 = 71959398.17 \gg [8]$$

«Дисконтирование денежного потока.

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

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{cTi})^t} \quad E_{c.T} = 10 \quad (153)$$

где $E_{c.ti}$ – процентная ставка на капитал;
 t – год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 = 0.909 \quad \alpha_2 = 0.826 \quad \alpha_3 = 0.753 \quad \alpha_4 = 0.683 \quad \alpha_5 = 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$ДП1 = Ч1 \cdot \alpha_1 \quad (154)$$

$$ДП1 = 51661969.61 \cdot 0.909 = 46960730.38$$

$$ДП2 = Ч2 \cdot \alpha_2$$

$$ДП2 = 46864205.9$$

$$ДП3 = Ч3 \cdot \alpha_3$$

$$ДП3 = 46543444.97$$

$$ДП4 = Ч4 \cdot \alpha_4$$

$$ДП4 = 45682483.02$$

$$ДП5 = Ч5 \cdot \alpha_5$$

$$ДП5 = 44686786.26$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma ДП = ДП1 + ДП2 + ДП3 + ДП4 + ДП5 \quad (155)$$

$$\Sigma ДП = 46960730.38 + 46864205.9 + 46543444.97 + 45682483.02 + 44686786.26 \\ = 230737650.53 \gg [8]$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$K_{и.} = 0.30 \quad (156)$$

$$I = K_{и.} \cdot \Sigma C_{пол.пр.} \quad I_0 = 107841614.12$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ДП} - I_0 \quad (157)$$

$$\text{ЧДД} = 230737650.53 - 107841614.12 = 122896036.41$$

Индекс доходности, ID.

$$ID = \frac{\text{ЧДД}}{I} \quad (158)$$

$$ID = \frac{122896036.41}{107841614.12} = 1.14$$

Срок окупаемости проекта.

$$T_{ок} = \frac{I_0}{\text{ЧДД}} \quad (159)$$
$$T_{ок} = \frac{107841614.12}{122896036.41} = 0.88$$

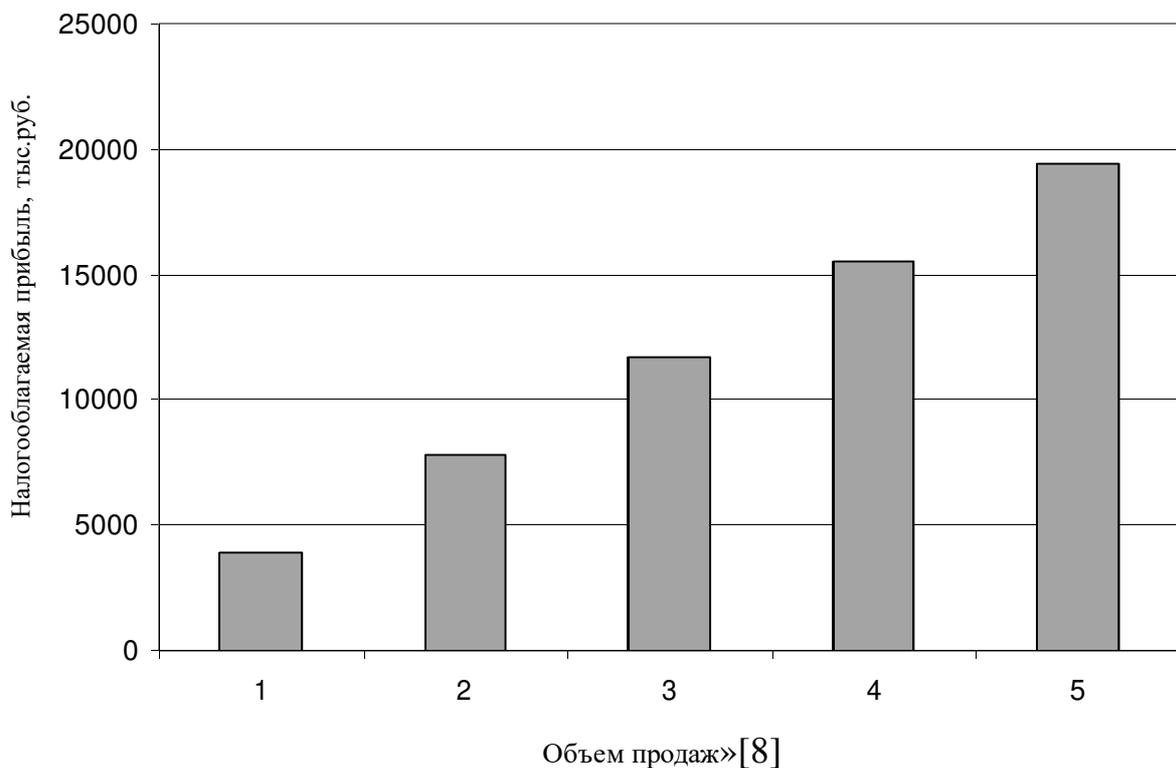


Рисунок 7 – График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

Анализ полученных данных и выводы.

«Этот финансовый раздел диплома, рассчитанный по показателям новой конструкции РКП, показал, что стоимость конструкции проектного узла возросла как по первоначальной конструкции, так и за счет модернизации, долговечность новой конструкции увеличивается. Для этого мы рассчитали социальный эффект по увеличению срока службы продукции.»[8]

«Точка безубыточности продаж равна объему 32310 единиц, то есть. Этот объем продаж компания покрывает своими затратами, а прогнозируемая дистрибуция-50 000 штук. Чистый дисконтный доход компании (включая портфельные-капиталообразующих инвестиции) составляет»[8] 122896036,41 руб.

«Из всех коэффициентов именно абсолютный показатель ЧДД считается приемлемым при принятии инвестиционного решения.

Тогда чистый эффект (чистый дисконтный доход ЧДД) будет положительным, проект будет эффективным.

Доходность индекса»[8] $1.14 > 1$, «Как правило, этот проект является немного рискованным и прибыльным.»[8]

«Срок окупаемости проекта составляет»[8] 0,88 года.

«Анализируя результаты расчета показателя эффективности реализации разработки-конструкции раздаточной коробки передач, мы можем увидеть, что предложение о внедрении ее в производство будет иметь положительный эффект.»[8]

Заключение

В результате проведения анализов выбора схем для проектируемого узла автомобиля, конструкторской стадии проектирования, сравнения ближайших аналогов, технологической обработки возможностей изготовления была выбрана модель, которая наиболее успешно сочетает все отмеченные вопросы. В рамках дипломной проектной работы была произведена модернизация раздаточного механизма для автомобиля LADA Niva.

В пояснительной записке дипломного проекта приводятся следующие разделы: Состояние вопроса. В данном разделе описано развитие машиностроения. - состояние проблемы. Описывается предназначение разработанного узла, возможное его конструкторское решение.

Основная часть проекта содержит расчеты динамики тяги автомобиля, а также конструкторские расчеты деталей узлов. - Защита и экологическая безопасность объекта здесь представлены мероприятия технической безопасности в производственном процессе помещений для успешной работы в проекте.

В разделе экономики определены экономические показатели, которые характеризуют разработанный проект. В работе дипломного проекта применяется совокупность проектно-технологических мероприятий, ведущих к двум главным аспектам: - повышение расходов на производство из-за использования новых дополнительных деталей комплектаций; - повышение надежности, и увеличение ресурсов агрегата.

Взаимодействие данных показателей приводит к улучшению потребительского качества и, в целом, конкурентоспособности автомобиля, то есть к прибыли производства. А значит, конструкторско-технологические изменения в проекте диплома решают главную задачу любого проекта – достижение положительных коммерческих эффектов.

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. Schmieretechnik / 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.

Приложение А

Графики тягового расчета

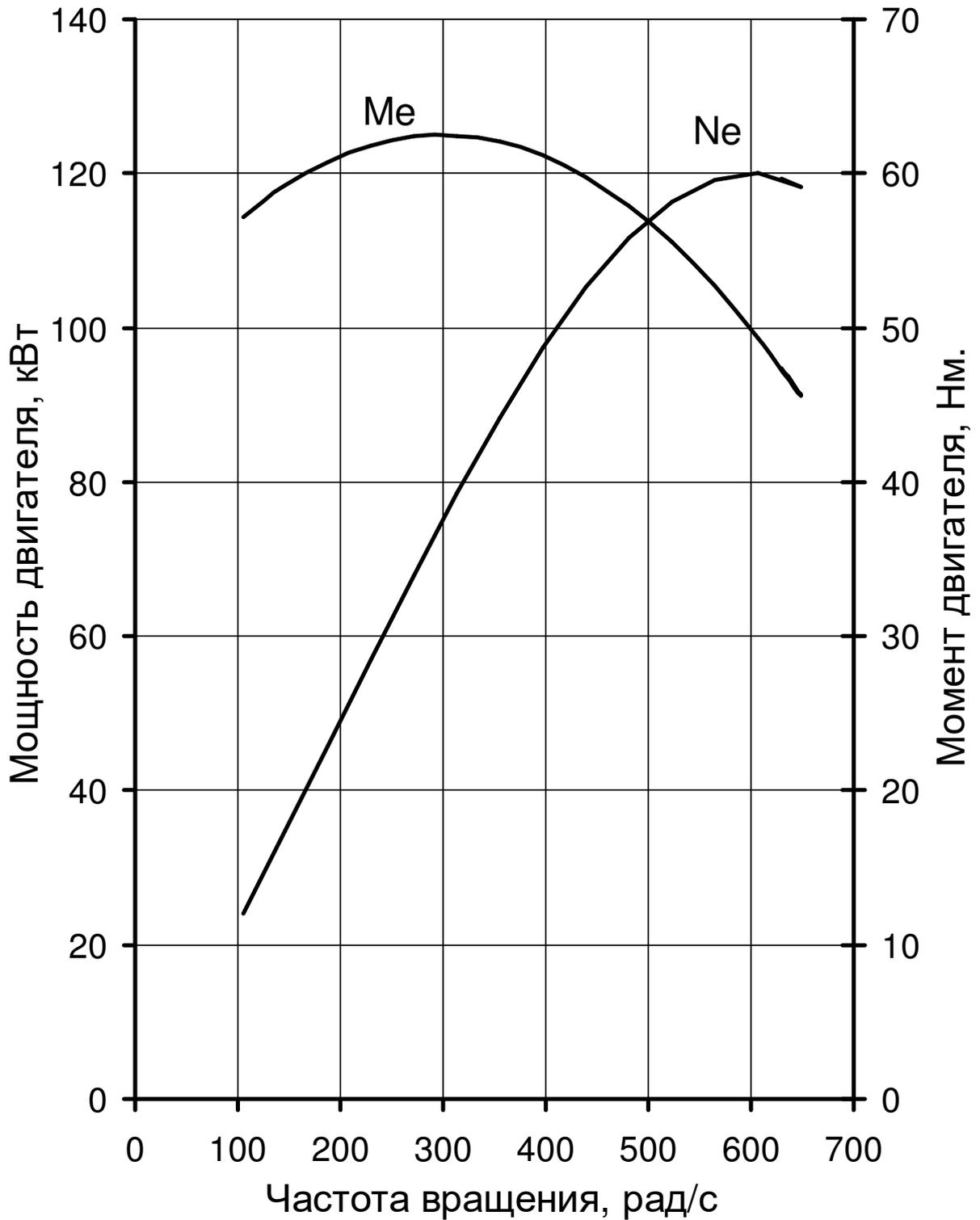


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

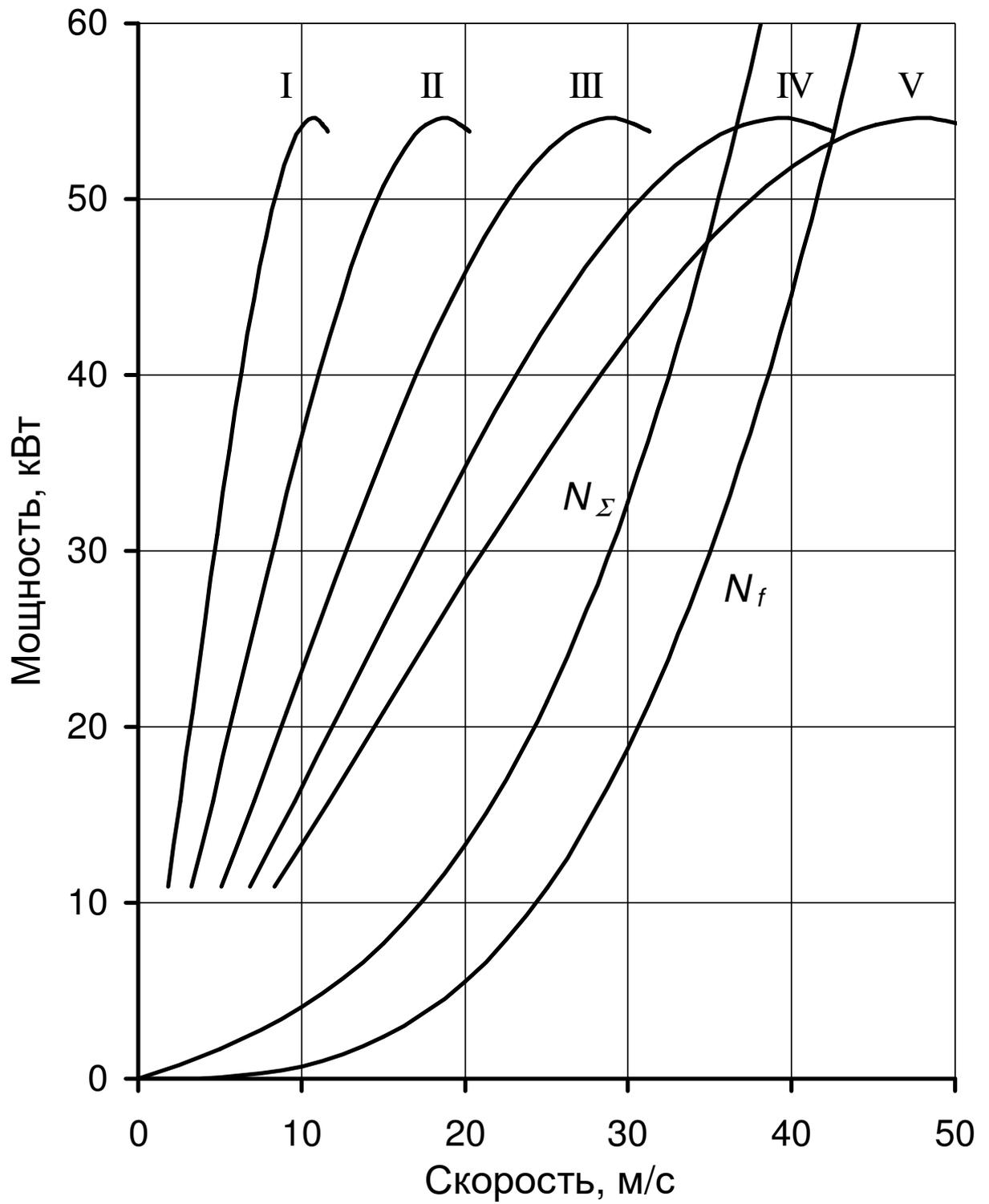


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

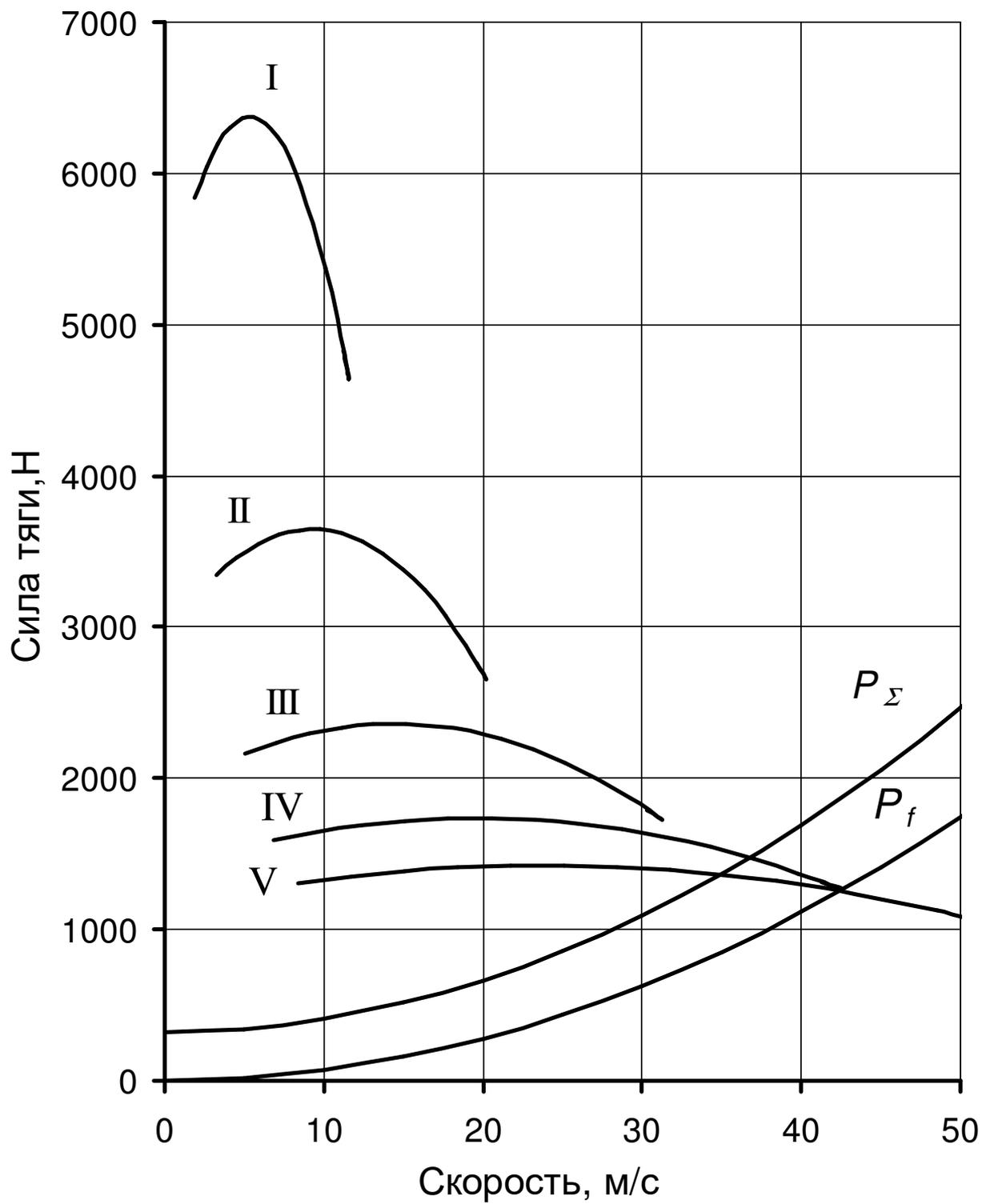


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

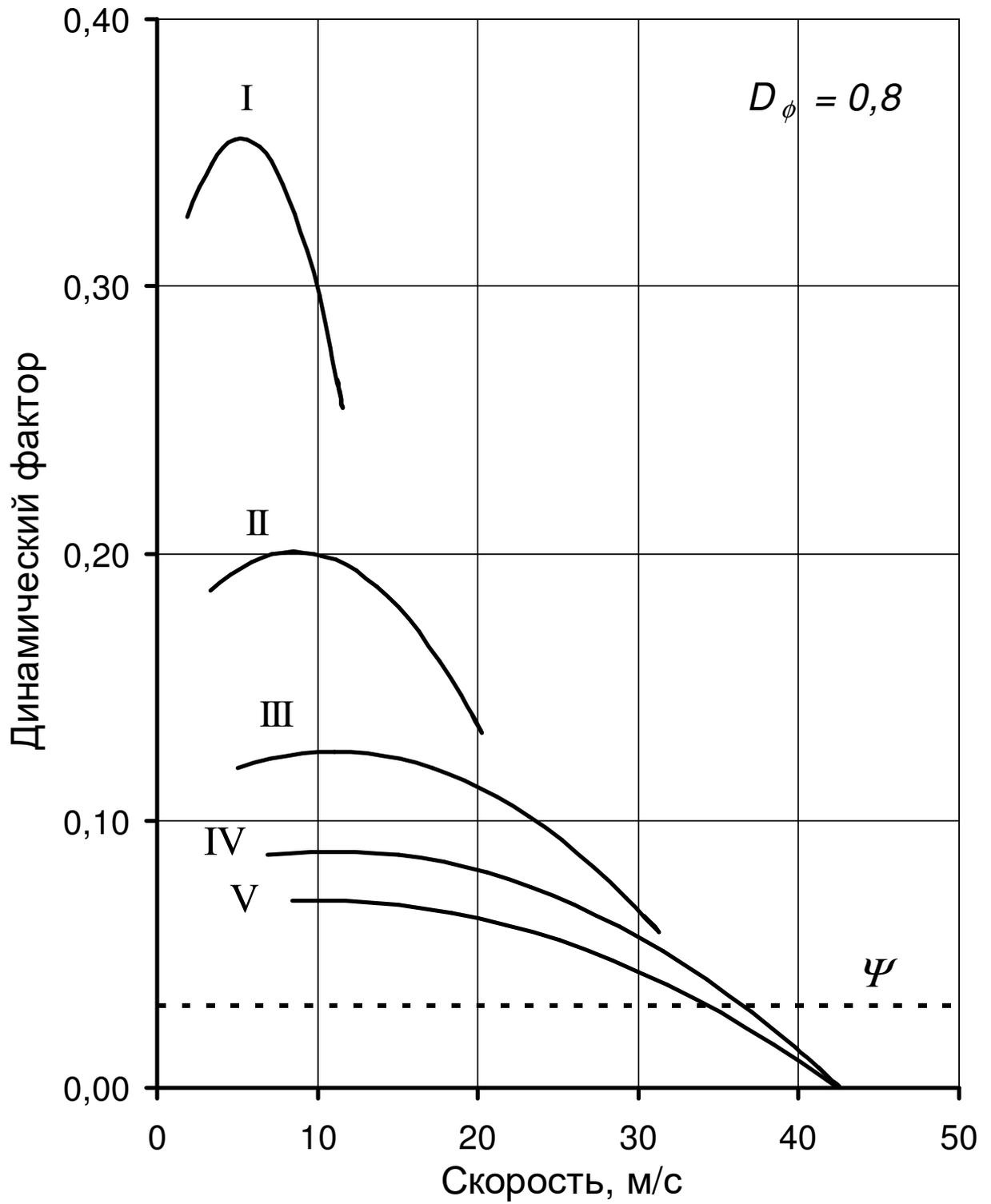


Рисунок А.4 – Динамический баланс

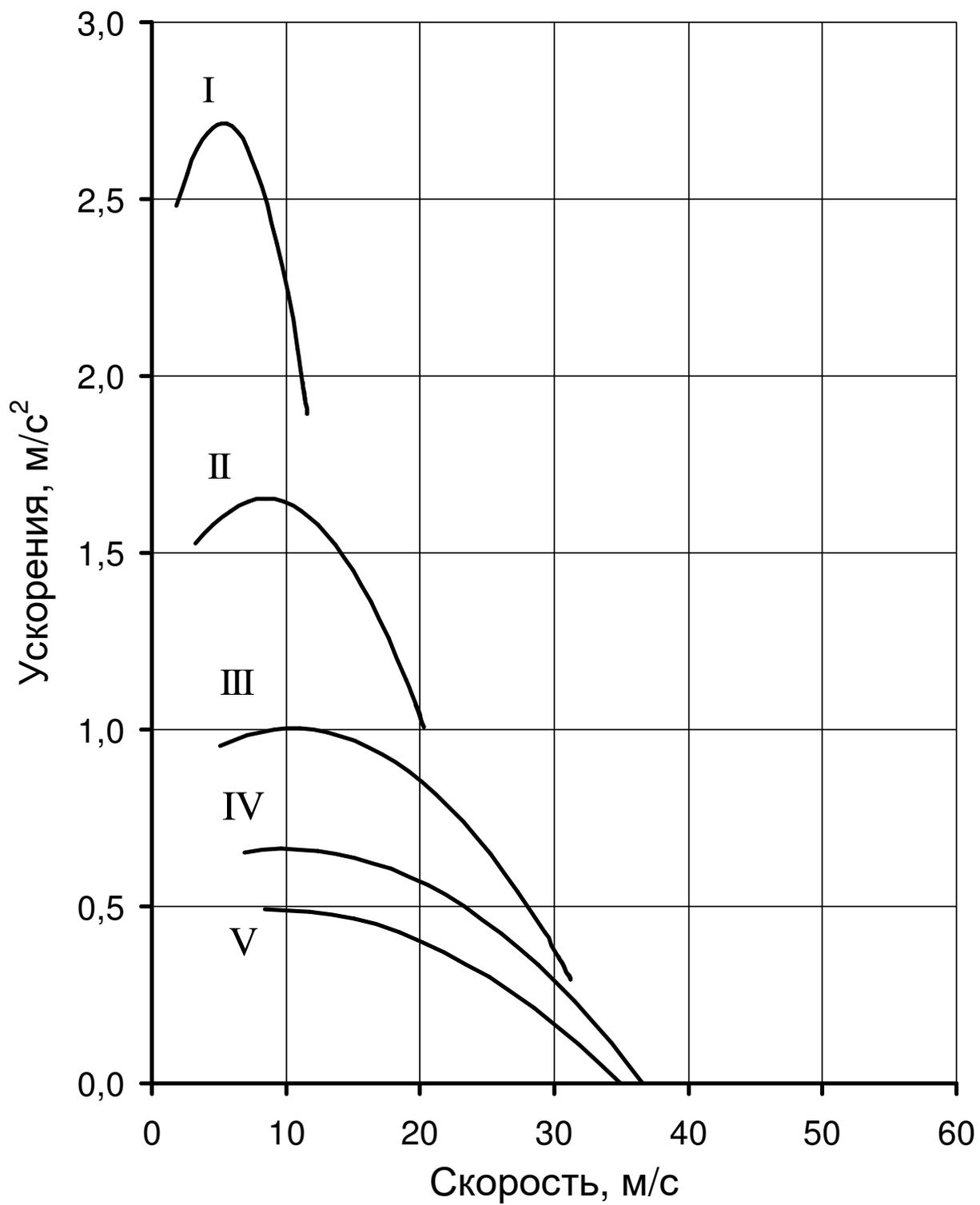


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

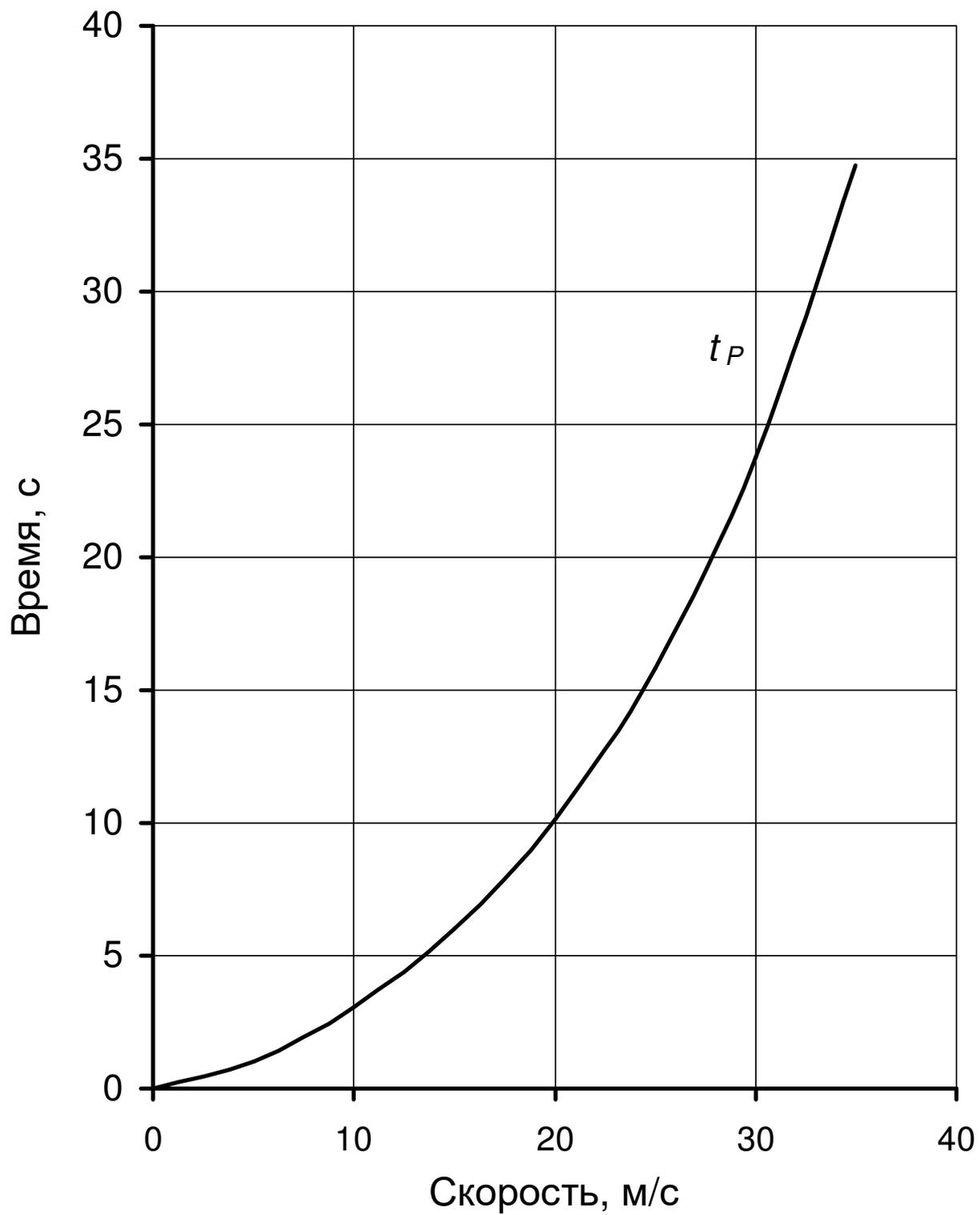


Рисунок А.6 – Время разгона

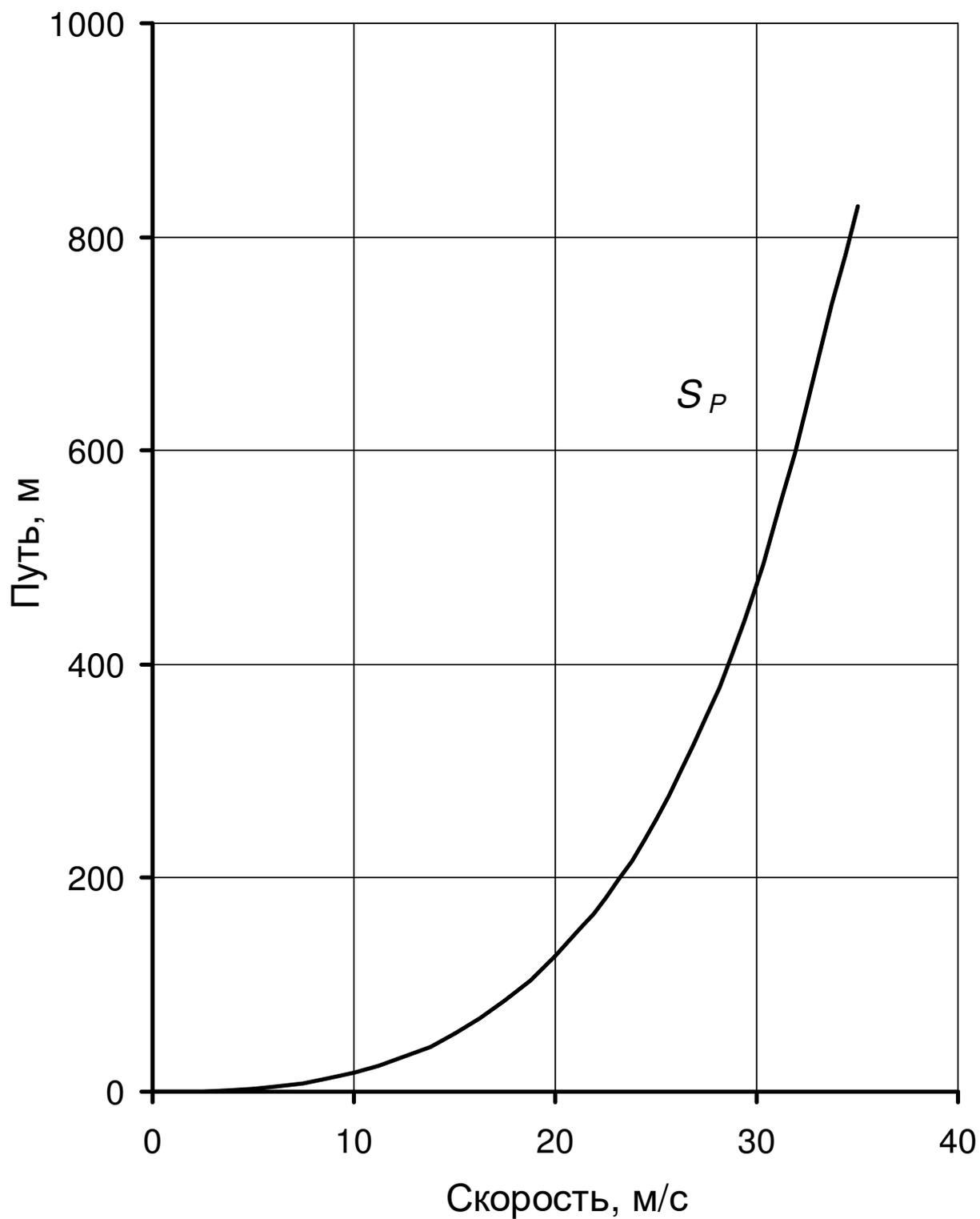


Рисунок А.7 – Путь разгона

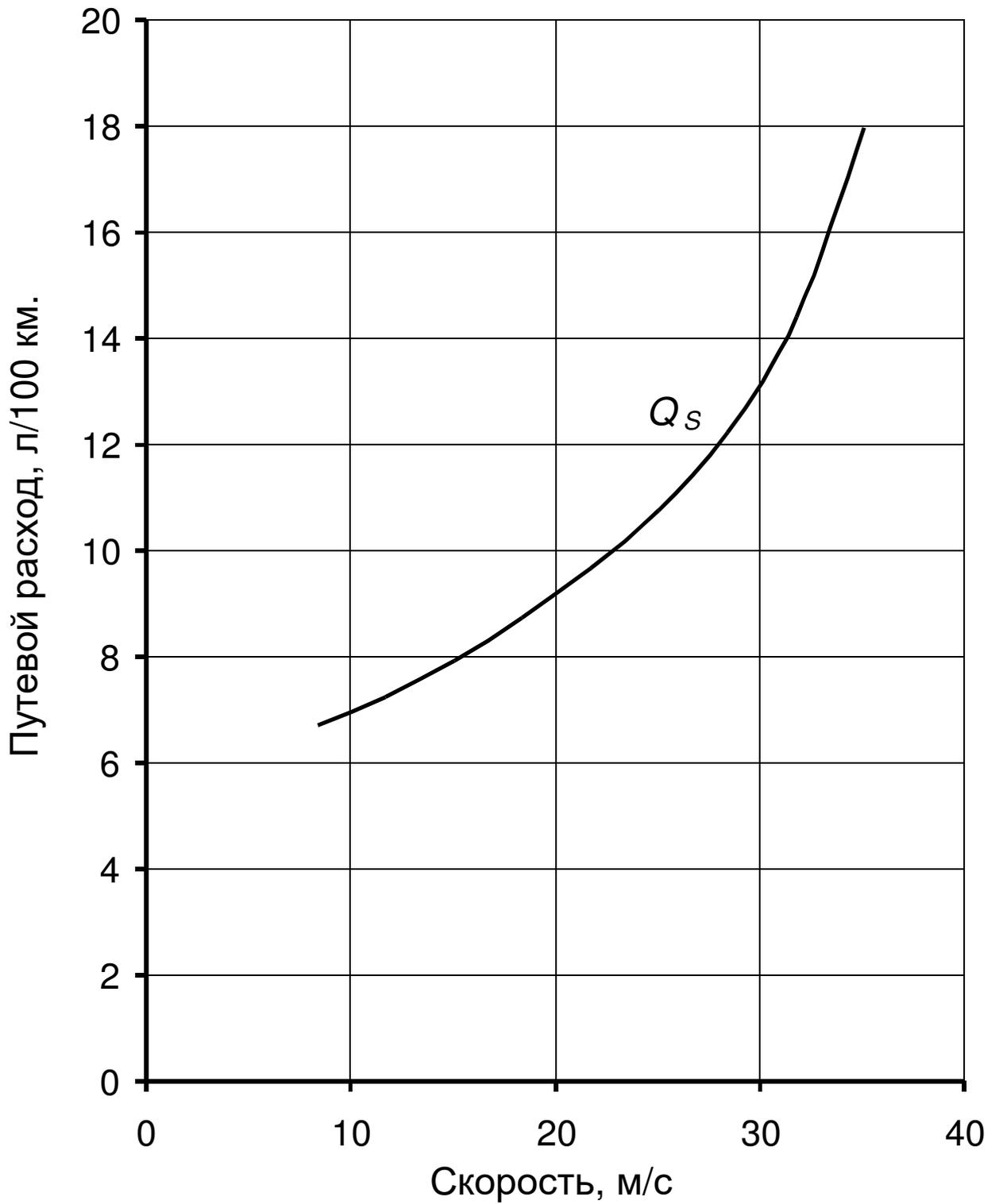


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива