

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и тракторы»

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: Полноприводный автомобиль 2-го класса. Модернизация коробки передач

Студент

Трошков О.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Прокопьев М.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Краснопевцева И.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Москалюк А.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Головач О.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Егоров А.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 18 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте на тему “Полноприводный автомобиль 2-го класса. Модернизация Коробки передач” рассмотрена 5-ти ступенчатая коробка передач автомобиля Шевроле-Нива. Для оценки представленной конструкции будет проведено технико-экономическое обоснование проекта, тягово-динамический и прочностной расчеты.

Для более полного ознакомления с возможностями данной модификации определены параметры ВСХ, тяговый баланс, мощностной баланс, динамический фактор, время и путь разгона, топливная экономичность.

В экономической части проведена оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка общественной значимости проекта и определена производственная стоимость коробки переключения передач.

В проекте разработан технологический процесс сборки коробки передач, а также мероприятия по промышленной безопасности и экологии.

В части дипломного проекта по безопасности и экологичности проведен анализ применения модернизированной коробки передач автомобиля на соответствие требованиям ЕЭК ООН.

В данном дипломном проекте была произведена синхронизация передачи заднего хода, что позволяет более мягко, безударно включать заднюю передачу. Данная модернизация исключает появления неприятного скрежета при включении задней передачи. Также благодаря синхронизации передачи заднего хода увеличивается срок службы шестерен заднего хода, а значит и уменьшаются расходы при эксплуатации автомобиля.

Применяемые в дипломном проекте совокупность конструкторско – технологических мероприятий ведет к увеличению надежности и ресурса, повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля, а это в свою очередь ведет к снижению затрат и повышению прибыльности производства. А значит модернизация в данном дипломном проекте будет иметь положительный экономический эффект.

ABSTRACT

In this diploma project on the topic "All-wheel drive car of the 2nd class. Modernization of the Transmission "is considered a 5-speed gearbox Chevrolet-Niva. To assess the presented design, a feasibility study of the project, traction-dynamic and strength calculations will be carried out.

To better understand the capabilities of this modification, the parameters of viscosity-speed characteristics, traction balance, power balance, dynamic factor, acceleration time and path, fuel efficiency are determined.

In the economic part, the evaluation of the design parameters of reliability and durability, the evaluation of the public significance of the project and the production cost of the gearbox are estimated.

The project has developed a technological process for assembling the gearbox, as well as measures for industrial safety and ecology.

In the part of the diploma project on safety and environmental friendliness, the application of the upgraded vehicle gearbox for compliance with UNECE requirements was analyzed.

In this diploma project, synchronization of the reverse gear was performed, which makes it possible to incorporate a rear gear in a softer, less shockless manner. This upgrade eliminates the appearance of an unpleasant rattling when the reverse gear is engaged. Also, thanks to the synchronization of the reverse gear, the life of the reverse gears increases, and so does the cost of operating the car.

The set of design and technological measures used in the diploma project leads to an increase in reliability and resource, an increase in consumer qualities and, in general, the competitiveness of the car, which in turn leads to lower costs and higher profitability of production. So the modernization in this diploma project will have a positive economic effect.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Состояние вопроса.....	6
1.1. Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач	6
1.2. Классификация конструкций коробок передач.	8
1.3. Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию коробки передач.....	15
1.4. Состав и описание вносимых изменений в конструкцию коробки передач.....	15
2. Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено).....	17
3. Конструкторская часть.....	18
3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля.....	18
3.2. Расчет элементов коробки передач	29
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	45
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	51
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	76
ПРИЛОЖЕНИЯ	78

ВВЕДЕНИЕ

Отрасль автомобилестроения одно из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная работа автотранспорта имеет огромное значение для всех остальных отраслей промышленности. Инновации и разработка новых технологий, также имеют немаловажное значение для развития всей мировой промышленности. Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материалов на изготовление автомобиля, уменьшение уровня шума, токсичности выхлопных газов, улучшение надежности и безопасности автомобилей.

Достичь топливной экономичности можно за счет меньшей массы автомобиля, улучшение аэродинамики кузова автомобиля, установление более современных двигателей, или переводом на другие виды топлива, например, газ или дизель. Применение более совершенных конструкций в трансмиссии и других узлах. Более широкое применение электронных технологий, позволяющих работать автомобилям в оптимальных режимах. Массу автомобиля можно уменьшать за счет новых технологичных конструкционных материалов, алюминий, углепластик, современные высокопрочные стали, легированные стали и т.д.

Внедрение системы трехмерного проектирования позволит уменьшить трудоемкость конструкторских работ и обеспечить высокую точность и высокое качество изготовления деталей для автоматизированных линий производства.

Основной целью данного дипломного проекта является повышение ресурса и надежности работы элементов задней передачи автомобиля Шевроле-Нива, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач.

Коробка переключения передач предназначена для обеспечения изменения крутящего момента и скорости вращения коленчатого вала двигателя для обеспечения различных тяговых сил и скоростей вращения на ведущих колесах автомобиля. Это необходимо для трогания с места и разгона автомобиля, а также для движения в различных условиях дороги. Также коробка передач должна иметь возможность для движения автомобиля задним ходом и долговременного отсоединения двигателя и трансмиссии. Такое назначение коробки передач определяется особенностью крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, который не может обеспечить движение автомобиля в различных условиях.[1]

Общие требования, предъявляемые к коробкам передач.

1) обеспечение автомобилю требуемых динамических и экономических качеств. Динамические качества определяются низшими передачами в коробке передач, передаточные числа которых должны подбираться таким образом, чтобы с одной стороны обеспечить динамику разгона автомобиля, а с другой стороны не иметь разрыва с экономическими передачами обеспечивающими экономический режим движения автомобиля. Обычно динамические свойства автомобиля оцениваются через время разгона в диапазоне 0-100 км/ч. В последнее время динамические свойства также оцениваются в виде времени разгона в диапазонах 40-100, 60-100, 80-120 км/ч и др. Это необходимо для оценки динамических свойств автомобиля для имитации обгона. Экономичность автомобиля оценивается для нескольких режимов движения. Чаще всего это: городской режим движения, загородный и смешанный. При этом в городском режиме движения влияние экономических высших передач

минимально, так как в городских условиях высшие передачи используются редко. При этом для загородного движения именно высшие передачи будут формировать экономические свойства автомобиля, прежде всего.

2) обеспечение нейтральной «передачи».

Необходимость длительного по времени отсоединения двигателя и трансмиссии обусловлена требованием к работе двигателя на холостых оборотах при стоящем автомобиле. Это легко обеспечить для механических коробок передач, но, например, для гидротрансформаторов – это требует специальных режимов управления.

3) обеспечение удобства управления коробкой передач. Коробка передач, как и любой орган управления, требует механических воздействий со стороны водителя, что в свою очередь ведет к утомляемости водителя. Поэтому расположение рычагу управления коробкой передач, усилия при включении-выключении передач, хода переключений – все это важные параметры формирующие эргономику управления коробкой передач и требующие пристального внимания на этапе проектирования.

4) обеспечение низкого уровня шума и вибраций.

Коробка передач является источником шума и вибраций вследствие своих функциональных назначений и особенностей конструкции, поэтому уровень излучаемого коробкой передач шума и вибраций всегда являются контролируемыми параметрами. Особенно важным данный критерий стал в последние годы, так как требования по снижению шума и вибраций со стороны потребителей неуклонно растут. Также необходимо учитывать, что уровень шума является законодательно ограниченной характеристикой автомобиля.

5) обеспечение высокого значения коэффициента полезного действия. Коэффициент полезного действия является интегральной оценкой уровня конструкции коробки передач. Так как все ошибки конструкции, технологии и производства ведут к снижению эффективности коробки передач. Для современных механических коробок передач, легковых автомобилей, уровень коэффициента полезного действия составляет примерно 0,90...0,94.

6) обеспечение надежности в эксплуатации. Современный подход к процессу эксплуатации автомобиля заключается в минимизации

вероятности выхода из строя какого-либо из узлов или деталей автомобиля в расчетный период эксплуатации (обычно 150...300 тыс.км). То есть, коробка передач (как и другие узлы) должна обеспечить работу без поломок с высокой степенью вероятности.

7) обеспечение простоты обслуживания. Современные коробки передач легковых автомобилей в своем большинстве имеет только одну периодическую операцию технического обслуживания – это замена масла (обычно один раз в 30...100 тыс. км пробега автомобиля). Данное требование направлено на снижение стоимости обслуживания коробки передач в процессе эксплуатации.

8) обеспечение низкой стоимости. Стоимость коробки передач всегда необходимо рассматривать совместно с ее функциональными возможностями. То есть каждая дополнительная функция будет иметь определенную стоимость. Например, применение шестиступенчатой коробки передач в сравнении с пятиступенчатой, здесь необходимо оценивать получаемые преимущества и дополнительные затраты.

Кроме общих требований, иногда, к коробкам передач применяются специальные требования, такие как: обеспечение возможности буксировки автомобиля, обеспечение возможности отбора мощности от коробки передач или наоборот – обеспечение возможности подвода дополнительной мощности (например, для гибридных трансмиссий).[1]

1.2 Классификация конструкций коробок передач.

По количеству ступеней коробки передач делятся на три типа: ступенчатые и частично бесступенчатые и полностью бесступенчатые. Коробки передач полностью бесступенчатые можно делить на КПП со статическими передачами и КПП с динамическими передачами.

По характеру регулирования передаточного числа бесступенчатые коробки передач можно разделить на саморегулируемые и несаморегулируемые. Гидротрансформатор является саморегулируемой конструкцией, а гидростатическая (гидрообъемная) передача — несаморегулируемой.[4]

По принципу преобразования момента двигателя передаваемого коробкой передач делятся на следующие виды:

- 1) шестеренчатые, импульсные, фрикционные – т.е. механические;
- 2) жидкостные-гидравлические (гидро-статические или гидро-объемные и гидро-динамические);
- 3) гидромеханические (комбинация двух первых типов); электрические.

На автомобилях устанавливают ступенчатые механические (шестеренные) коробки передач и бесступенчатые или частично бесступенчатые гидромеханические коробки передач; в редких случаях устанавливают гидродинамические коробки передач и электрические передачи. Все остальные типы коробок передач осуществлялись лишь в опытных образцах.

Электрические передачи имеют большой вес и для их изготовления требуется большое количество меди. Их применяют в автобусах и автомобилях специального назначения.

Основным элементом гидро-динамических и гидро-механических КПП, обеспечивающие бесступенчатые изменения передаточных чисел, это гидротрансформатор.

Гидро-динамические передачи имеют не особо большое применение вследствие их ограниченного максимального коэфф.а трансформации и не лучших эксплуатационных качеств.[4]

Большее распространение получили гидро-механические КПП. Поскольку гидротрансформатор является хорошим механизмом для разгона, то он находит применение на автобусах, эксплуатация которых характеризуется частыми остановками. Гидромеханические коробки передач находят на легковых автомобилях сравнительно малое применение. Преимуществами таких коробок передач являются: облегчение управления, возможность движения с очень малыми скоростями, заглушить двигатель невозможно при перегрузках, плавность и скорость разгона. Но при этом есть следующие недостатки это: сложность конструкции и дороговизна обслуживания, а также низкий КПД гидротрансформатора. Так как в

автомобилях при применении гидротрансформатора мощность двигателя увеличилась, то она практически позволила обойтись без гидротрансформатора во всех режимах, кроме разгона.[4]

Существует конструкционная схема четырехступенчатой планетарной коробки передач типа Вильсон, устанавливаемой совместно с гидромучтой. Четырех- и пятиступенчатые коробки передач типа Вильсон применяют в английском и французском автомобилестроении как для легковых автомобилей, так и для автобусов и специальных автомобилей.

При применении планетарных коробок передач увеличивается сложность, а следовательно, и стоимость конструкции. Установка планетарных коробок передач на грузовых автомобилях большой грузоподъемности может быть оправдана возможностью разветвления потока мощности и уменьшения вследствие этого размеров шестерен. Следует отметить, что в планетарных коробках передач большую часть места занимают обычно не шестерни, а громоздкие тормоза и фрикционы, с помощью которых включается та или иная передача; поэтому планетарные многоступенчатые передачи не получили большого распространения. В настоящее время планетарные коробки передач (без гидротрансформатора)

в основном устанавливают на автобусах. Кроме коробки передач типа Вильсона применяют также планетарные коробки передач Хоббса, Коталея и др..[12]

Иногда планетарные передачи применяют в качестве дополнения к обычной коробке передач с неподвижными осями (например, ускоряющая передача). Показана схема и конструкция ускоряющей передачи английской фирмы Мосс Гир, предназначенной для установки перед коробкой передач и имеющей передаточное число 0,75. Включение ускоряющей передачи осуществляется тормозом, управляемым с помощью вакуум-камеры. При переходе на прямую передачу блокирование планетарной передачи осуществляется с помощью механизма свободного хода. В этом случае при движении накатом двигатель автоматически отключается от коробки передач.

Для блокировки свободного хода достаточно включить ускоряющую передачу.

Планетарные передачи могут быть как с внешним зацеплением, так и с внутренним (обычно в комбинации с внешним). Последние передачи имеют больший кпд.[12]

В коробках передач с неподвижными осями переключение передач можно производить с помощью подвижных шестерен или при постоянном зацеплении шестерен — с помощью подвижных зубчатых муфт. Первый способ переключения используется большей частью для шестерен первой передачи и заднего хода, а для переключения остальных передач пользуются вторым способом. Коробки передач, в которых все передачи переключаются с помощью подвижных шестерен, в настоящее время применяют редко, так как при этом невозможна установка синхронизаторов обычного типа. Кроме того, наличие забоин и трещин на торцах зубьев, возникающих при переключении передач, может ослабить зубья и увеличить шумность коробки вследствие нарушения правильности зацепления. Однако такие коробки передач имеют минимальный вес и габаритные размеры. В некоторых конструкциях коробок передач переключение всех передач осуществляется только с помощью зубчатых муфт. Наличие шестерен, находящихся в постоянном зацеплении, допускает установку синхронизаторов, а также использование косых зубьев вместо прямых, что уменьшает шумность. Шестерни с шевронными зубьями не получили распространения в коробках передач, хотя в некоторых случаях их применяют даже в коробках передач малолитражных автомобилей. Возможно, что с совершенствованием технологии такие зубья получат более широкое применение.

Коробки передач с неподвижными осями изготавливаются как с приспособлениями для безударного включений (синхронизаторами), так и без них. Синхронизаторы для коробок передач грузовых автомобилей в настоящее время получают все большее распространение (см. рис.1.3.).

В ФРГ для автобусов, работающих в горных условиях, применяют шестиступенчатую коробку передач ZF-Медиа. Эта коробка является

многовальной. Включение передач производится с помощью многодисковых муфт. Такая коробка передач обеспечивает возможность переключения передач без перерыва в передаче мощности, т.е. так же как в планетарных коробках передач. Однако ее габаритные размеры и вес, несмотря на применение алюминиевого картера, весьма велики. Коробка передач такого типа, передающая крутящий момент 50 кгм, имеет вес 250 кг, а коробка передач Дэвид Браун 557, рассчитанная на передачу такого же крутящего момента, весит 186 кг.

Для автобусов разработаны трех- и двухступенчатые коробки передач Гидро- Медиа такого же типа в сочетании с гидротрансформатором.

Передачу, на которой автомобиль движется подавляющую часть времени, стремятся сделать прямой, т.е. передавать мощность непосредственно с ведущего на ведомый вал без шестерен. При этом уменьшаются потери мощности и износ шестерен и подшипников. Поэтому наибольшее распространение получили коробки передач с соосным расположением ведущего и ведомого валов.

Четырехступенчатые коробки передач. В настоящее время наибольшее распространение получила схема четырехступенчатой коробки передач с шестернями постоянного зацепления. Такая конструкция коробки передач допускает установку синхронизаторов на двух или четырех передачах. Так как все шестерни коробки передач находятся в постоянном зацеплении (кроме шестерен заднего хода), можно использовать косозубые шестерни, что уменьшает шум и динамические нагрузки.

В схеме четырехступенчатой коробки передач допускается установка одного двухстороннего и одного одностороннего синхронизатора. Чем больше пар шестерен находится в постоянном зацеплении, тем больший момент инерции приходится преодолевать при переключении шестерен, т.е. тем больше нагрузка, действующая на зубья или трущиеся элемента синхронизаторов, так как при изменении скорости вращения любой шестерни постоянного зацепления изменяется скорость вращения всех остальных шестерен. Кроме того, шестерни низших передач, установленные

на ведомом валу, имеют большой диаметр, а при применении шестерен постоянного зацепления их количество увеличивается. Поэтому шестерни низшей передачи, включаемой при неподвижном автомобиле и весьма мало используемой, часто делают скользящими, хотя они при этом быстрее разрушаются вследствие скола и смятия торцов. Поскольку автомобиль большую часть времени (около 70%) движется на прямой передаче, расходуя часть мощности на взбалтывание масла в картере коробки передач, предложен ряд схем с отключением промежуточного вала при включении прямой передачи. Включение прямой передачи при этом производится передвижением шестерни ведущего вала, выходящей одновременно из зацепления с шестерней промежуточного вала. В этом случае крепление переднего конца ведомого вала представляет значительные трудности вследствие увеличения консоли ведущего вала. Кроме того, помимо усложнения переключения, при переходе с прямой на более низкую передачу возрастают ударные нагрузки на зубья, и при применении синхронизаторов увеличивается нагрузка на фрикционный элемент синхронизатора, так как в короткий срок необходимо привести во вращение промежуточный вал, который до этого был неподвижен. Перечисленные недостатки препятствуют применению схем с отключением промежуточного вала.[9]

На германских автомобилях в предвоенные годы применялись коробки передач, в которых каждая шестерня установлена на подшипниках в картере, и валы полностью разгружены от изгибающей нагрузки. Внутри ступиц шестерен помещены дисковые синхронизаторы. Коробки передач такого типа сложнее и дороже обычных.

Пятиступенчатые коробки передач. Самая высокая, пятая передача либо ускоряется, либо делается прямо. Обе версии получают за счет построения коробки передач и изменения только передаточных отношений. Редуктор, сконструированный по одной из схем, может быть выполнен как с синхронизаторами, так и без них. Наибольшее возможное количество синхронизированных шестерен определяется количеством пар постоянных

шестерен. Коробка передач автомобилей МАЗ-200 и ЯАЗ-210 имеет синхронизаторы на четырех высших передачах. Это повышает надежность шестерен, но увеличивая момент инерции деталей, синхронизируемых при переключении, и требует установки на ведомом валу дополнительной шестерни заднего хода весьма больших размеров. Наиболее рациональным считается вариант когда пятиступенчатая коробка получена из четырехступенчатой пристройкой еще одной передачи, без нарушения конструкции основной коробки (см.рис.1.2.).

Наличие промежуточной опоры на ведомом валу повышает жесткость коробки передач. Недостатком является консольное расположение шестерни пятой передачи промежуточного вала.

В практике мирового автомобилестроения наблюдается тенденция к более широкому использованию синхронизаторов, так как при этом уменьшается разрушение торцов зубьев при переключениях передач.

Разрушение торцов зубьев шестерен является основным дефектом коробок передач без синхронизаторов. Несмотря на то, что введение синхронизаторов несколько увеличивает общую длину коробки, желательно обеспечить синхронизацию всех передач, начиная со второй.

Шестерни привода промежуточного вала (часто называемые шестернями постоянного зацепления; это название после распространения коробок передач с шестернями постоянного зацепления на ряде передач потеряло свой смысл) обычно располагаются в передней части коробки передач. Передаточное число этой пары выбирается из условия получения требуемого передаточного числа первой передачи. Величина передаточного числа пары шестерен первой передачи ограничена минимальным числом зубьев шестерни первой передачи на промежуточном валу для обеспечения достаточной жесткости промежуточного вала. При этом габаритные размеры коробки передач по ширине определяются величиной шестерен первой передачи и заднего хода ведомого вала. Увеличение передаточного числа шестерен привода промежуточного вала позволяет уменьшить эти размеры коробки передач. В пятиступенчатой трансмиссии с ускоряющей

передачей венец ведущего вала должен быть больше венца ведомой шестерни ускоряющей передачи, что ограничивает возможность увеличения передачи пары промежуточных валов приводных шестерен. В четырехступенчатых коробках с подвижными зубчатыми колесами это проще сделать, так что есть передаточное число зубчатых колес первой передачи относительно небольшое, и передаточное число зубчатых колес промежуточных валов увеличивается. Для повышения прочности зубчатых колес, снижение числа передач промежуточного привода вала является благоприятным, так как увеличивается диаметр коробки передач приводного вала, а закрепленная на зубьях окружная сила уменьшается.[5]

1.3 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию коробки передач.

У современных легковых автомобилей, у большинства синхронизированы все передачи коробки передач, у некоторых только все передачи переднего хода.

В конструкции с синхронизатором хотя бы на одной передаче происходит выравнивание угловых скоростей валов коробки передач, благодаря этому достигается эффект, аналогичный наличию на этой передаче синхронизаторов. Использование такого приёма позволяет избежать не только скрежета при включении передачи без синхронизатора, но также и увеличить её ресурс.

У большинства наших автомобилей, как например у Шевроле-Нива, передача заднего хода включается при помощи скользящей шестерни. Из-за этого производители автомобилей разрешают включать её только через 10...15 секунд после полной остановки автомобиля. Если же слышен хруст, значит, вы не выдержали требуемую паузу и при соприкосновении шестерен произошел удар.

1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию коробки передач.

Целью проекта является синхронизирование передачи заднего хода на автомобиле полноприводной компоновки 2-го класса. Для обеспечения более

плавного, комфортного включения передачи заднего хода, а также это уменьшит износ шестерен заднего хода, т.е. увеличится их ресурс.

Данная задача достигается тем, что в коробке передач для переключения на заднюю передачу будет использован синхронизатор.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено.

Научный руководитель _____/Прокопьев М.В./

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Количество колес ведущих.....	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 40,28$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 600$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 95$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,46$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,32$
КПД трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,93$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,34$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	45
ось задняя.....	55
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

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

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_6 - вес багажа;

$$G_o = m_o \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н} \quad (3.1)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (3.6)$$

б) Подбор шин 195/75 R15.

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.7)$$

где r_K – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 195$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,315 \text{ м} \quad (3.8)$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.9)$$

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

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2).

$$U_0 = (0,315 \cdot 600) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 4,885 \quad (3.10)$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (3.11)$$

где ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (3.12)$$

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

$$N_v = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,46 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,93 = 68549 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (3.13)$$

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

$$N_{MAX} = 68549 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 68902 \text{ Вт} \quad (3.14)$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.15)$$

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

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (3.16)$$

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика

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

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (3.17)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ПП}}; \quad (3.18)$$

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

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}; \quad (3.19)$$

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

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,32 = 0,345 \quad (3.20)$$

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

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ПП}}, \quad (3.21)$$

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

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,315 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 3,135 \quad (3.22)$$

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

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,100 / 0,800)^{1/4} = 1,403 \quad (3.23)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,100 / 1,403 = 2,209; \quad (3.24)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,209 / 1,403 = 1,575; \quad (3.25)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,575 / 1,403 = 1,122; \quad (3.26)$$

$$U_5 = 0,800.$$

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (3.27)$$

Таблица 3.2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с

907	1,6	2,3	3,2	4,5	6,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Продолжение таблицы 3.2

1300	2,4	3,3	4,6	6,5	9,1
1650	3,0	4,2	5,9	8,3	11,6
2000	3,6	5,1	7,1	10,0	14,1
2350	4,3	6,0	8,4	11,8	16,5
2700	4,9	6,9	9,6	13,5	19,0
3050	5,5	7,8	10,9	15,3	21,4
3400	6,2	8,7	12,1	17,0	23,9
3750	6,8	9,5	13,4	18,8	26,4
4100	7,4	10,4	14,6	20,5	28,8
4450	8,1	11,3	15,9	22,3	31,3
4800	8,7	12,2	17,1	24,1	33,7
5150	9,3	13,1	18,4	25,8	36,2
5500	10,0	14,0	19,6	27,6	38,7
5730	10,4	14,6	20,5	28,7	40,3

3.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{K.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (3.28)$$

Таблица 3.3 - Тяговый баланс

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

3.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.29)$$

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (3.30)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (3.31)$$

Таблица 3.4 - Силы сопротивления движению

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

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (3.32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (3.33)$$

Таблица 3.5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
907	0,412	0,293	0,209	0,148	0,105
1300	0,427	0,304	0,216	0,153	0,107
1650	0,438	0,311	0,221	0,156	0,108
2000	0,445	0,317	0,224	0,157	0,107
2350	0,450	0,320	0,226	0,158	0,106
2700	0,451	0,320	0,226	0,157	0,103
3050	0,450	0,319	0,224	0,154	0,098
3400	0,445	0,315	0,221	0,150	0,093

Продолжение таблицы 3.5

3750	0,438	0,310	0,216	0,145	0,086
4100	0,427	0,302	0,210	0,139	0,078
4450	0,414	0,292	0,202	0,131	0,069
4800	0,397	0,279	0,192	0,122	0,059
5150	0,377	0,265	0,180	0,112	0,047
5500	0,355	0,248	0,167	0,100	0,034
5730	0,338	0,236	0,158	0,092	0,025

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.34)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (3.35)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KP}^2), \quad (3.36)$$

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

Таблица 3.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

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

Таблица 3.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
907	3,37	2,52	1,82	1,27	0,87
1300	3,50	2,61	1,88	1,32	0,88
1650	3,58	2,68	1,93	1,34	0,89
2000	3,65	2,73	1,96	1,35	0,88
2350	3,69	2,75	1,97	1,35	0,86
2700	3,70	2,76	1,97	1,34	0,82
3050	3,68	2,75	1,95	1,31	0,78
3400	3,65	2,71	1,92	1,27	0,72
3750	3,58	2,66	1,87	1,22	0,65
4100	3,49	2,59	1,81	1,16	0,56
4450	3,38	2,49	1,73	1,08	0,46

Продолжение таблицы 3.7

4800	3,24	2,38	1,64	0,99	0,35
5150	3,07	2,25	1,53	0,89	0,23
5500	2,88	2,10	1,40	0,77	0,10
5730	2,74	1,99	1,31	0,69	0,00

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
907	0,30	0,40	0,55	0,79	1,16
1300	0,29	0,38	0,53	0,76	1,13
1650	0,28	0,37	0,52	0,75	1,13
2000	0,27	0,37	0,51	0,74	1,14
2350	0,27	0,36	0,51	0,74	1,16
2700	0,27	0,36	0,51	0,75	1,21
3050	0,27	0,36	0,51	0,76	1,29
3400	0,27	0,37	0,52	0,78	1,39
3750	0,28	0,38	0,53	0,82	1,55
4100	0,29	0,39	0,55	0,86	1,78
4450	0,30	0,40	0,58	0,93	2,15
4800	0,31	0,42	0,61	1,01	2,83
5150	0,33	0,44	0,65	1,13	4,33
5500	0,35	0,48	0,71	1,30	10,45
5730	0,37	0,50	0,76	1,46	-

3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.37)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (3.38)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (3.39)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (3.40)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 3.9 - Время разгона автомобиля

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

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.41)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

$$\text{до скорости } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (3.42)$$

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (3.43)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (3.44)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 3.10 - Путь разгона автомобиля

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

3.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.45)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Таблица 3.11 - Мощностной баланс

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

Таблица 3.12 - Мощность сопротивления движению

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

3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{\Pi} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.46)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523 \quad (3.47)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.48)$$

$$II = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (3.49)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.50)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 3.13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

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

3.2 Расчет элементов коробки передач.

3.2.1 Расчет синхронизатора.

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

3.2.1.1 Время синхронизации.

$$t_c = \frac{J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{нач}}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (3.51)$$

где t_c - время синхронизации, сек;

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

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

U - передаточное число;

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

ε_c - угловое замедление вала, на котором расположен синхронизатор, рад/с²;

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

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

3.2.1.2. Момент трения синхронизатора.

$$M_{\mu} = \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin(\gamma)} \quad (3.52)$$

где: r_{μ} - средний радиус поверхности трения синхронизатора, мм;
 μ - коэффициент трения;
 γ - половина угла конуса, град;
 Q - осевая сила на передвигной муфте, Н;

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

3.2.1.3. Осевая сила.

$$Q = P_p \cdot U_{p.m} \cdot \eta \quad (3.53)$$

где: P_p - нормативное усилие на рукоятке рычага переключения, Н;
 $U_{p.m}$ - передаточное число от рукоятки рычага к муфте;
 η - коэффициент полезного действия привода переключения;

$$P_p := 60 \quad U_{p.m} := 8 \quad \eta := 0.9$$

$$Q = P_p \cdot U_{p.m} \cdot \eta \quad Q = 432 \quad \text{Н} \quad (3.54)$$

$$M_{\mu} = \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin(\gamma)} \quad M_{\mu} = 867.96 \quad (3.55)$$

$$t_c = \frac{J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta \omega_{нач}}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad t_c = 0.19$$

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

3.2.1.3 Расчет зубчатой передачи синхронизатора.

Исходные параметры для расчета на прочность зубчатой передачи:

$z_1 = 20$	- число зубьев шестерни.
$z_2 = 39$	- число зубьев колеса.
$m = 2$	- нормальный модуль, м.
$b_1 = 13.55$	- ширина венца шестерни, мм.
$b_2 = 13$	- ширина венца колеса, мм.
$x_1 = 0$	- коэффициент смещения шестерни.
$x_2 = -0.075$	- коэффициент смещения колеса.
$\beta = 29$	- угол наклона, град.
$R_a = 2.0$	- шероховатость поверхности, мкм.
$T_j = 146$	- постоянная нагрузка, Нм.
$n = 1650$	- частота вращения ведущего зубчатого колеса, 1/мин.
$f_{KE} = 0$	- отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации и зазора в подшипниках, мкм

25XГМ - марка стали шестерни. 40X - марка стали зубчатого колеса.

$h_{t1} = 1$	- толщина упроченного слоя шестерни.
$h_{t2} = 1$	- толщина упроченного слоя колеса.
$Ho_1 = 58$	HRC - твердость поверхности зуба шестерни.
$Ho_2 = 50$	HRC - твердость поверхности зуба колеса.
$Hk_1 = 500$	HV - твердость сердцевины зуба шестерни.
$Hk_2 = 500$	HV - твердость сердцевины зуба колеса.
$\sigma_{T1} = 1400$	- предел текучести материала шестерни, МПа.
$\sigma_{T2} = 1200$	- предел текучести материала колеса, МПа.
$L_h = 1100$	- требуемая долговечность.

Определение геометрических и кинематических параметров.

Делительный угол профиля в торцовом сечении α_t .

$$\alpha = \frac{\pi}{180} \cdot 20 \quad \beta = \frac{\pi}{180} \cdot 29 \quad (3.57)$$

$$\alpha_t = \arctan \frac{\tan(\alpha)}{\cos(\beta)} \quad \alpha_t = 22.59$$

Угол зацепления $\alpha_{t\omega}$.

$$\alpha_{t\omega} = \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan(\alpha)}{z_1 + z_2} + \alpha_t \quad (3.58)$$
$$\alpha_{t\omega} = 22.54$$

Межосевое расстояние a_ω .

$$a_\omega = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2 \cdot \cos(\beta)} \cdot \frac{\cos(\alpha_t)}{\cos(\alpha_{t\omega})} \quad (3.59)$$
$$a_\omega = 67.43$$

Делительные диаметры d , мм.

$$d_1 = \frac{m \cdot z_1}{\cos(\beta)} \quad d1 = 45.73 \quad (3.60)$$

$$d_2 = \frac{m \cdot z_2}{\cos(\beta)} \quad d2 = 89.18 \quad (3.61)$$

Диаметры вершин d_a , мм.

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_1) \quad d_{a1} = 49.73 \quad (3.62)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_2) \quad d_{a2} = 92.88 \quad (3.63)$$

Основные диаметры d_b , мм.

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos(\alpha_t) \quad d_{b1} = 42.22 \quad (3.64)$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos(\alpha_t) \quad d_{b2} = 82.34 \quad (3.65)$$

Углы профиля зуба в точках на окружностях вершин α_a .

$$\alpha_{a1} = a \cos\left(\frac{d_{b1}}{d_{a1}}\right) \quad \alpha_{a1} = 31.9 \quad (3.66)$$

$$\alpha_{a2} = a \cos\left(\frac{d_{b2}}{d_{a2}}\right) \quad \alpha_{a2} = 27.57 \quad (3.67)$$

Составляющие коэффициента торцового перекрытия ε_a .

$$\varepsilon_{a1} = \frac{z_1 (\tan(\alpha_{a1}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2\pi} \quad \varepsilon_{a1} = 0.66 \quad (3.68)$$

$$\varepsilon_{a2} = \frac{z_2 (\tan(\alpha_{a2}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2\pi} \quad \varepsilon_{a2} = 0.66 \quad (3.69)$$

Коэффициент торцового перекрытия ε_{α} .

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\alpha} &= \varepsilon_{\alpha 1} + \varepsilon_{\alpha 2} \\ \varepsilon_{\alpha} &= 1.32\end{aligned}\quad (3.70)$$

Осевой шаг p_x .

$$\begin{aligned}p_x &= \frac{\pi \cdot m}{\sin(\beta)} \\ p_x &= 12.96\end{aligned}\quad (3.71)$$

Коэффициент осевого перекрытия ε_{β} .

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\beta} &= \frac{b_2}{p_x} \\ \varepsilon_{\beta} &= 1\end{aligned}\quad (3.72)$$

Суммарный коэффициент перекрытия ε_{γ} .

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\gamma} &= \varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_{\beta} \\ \varepsilon_{\gamma} &= 2.33\end{aligned}\quad (3.73)$$

Основной угол наклона β_b .

$$\begin{aligned}\beta_b &= \alpha \sin(\sin(\beta) \cdot \cos(\alpha)) \\ \beta_b &= 27.1\end{aligned}\quad (3.74)$$

Эквивалентные числа зубьев z_v .

$$\begin{aligned}z_{v1} &= \frac{z_1}{(\cos(\beta))^3} \\ z_{v2} &= 29.89\end{aligned}\quad (3.75)$$

$$\begin{aligned}z_{v2} &= \frac{z_2}{(\cos(\beta))^3} \\ z_{v2} &= 58.29\end{aligned}\quad (3.76)$$

Окружная скорость v .

$$\begin{aligned}v &= \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n}{60000} \\ v &= 3.59\end{aligned}\quad (3.77)$$

Коэффициент, учитывающий механические свойства сопряженных зубчатых колес, Z_E .

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа} \quad \nu_1 = 0.3$$

$$E_1 = E \quad E_2 = E_1 \quad \nu_2 = \nu_1$$

$$Z_E = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left(\frac{1 - (\nu_1)^2}{E_1} + \frac{1 - (\nu_2)^2}{E_2} \right)}} \quad Z_E = 191.65 \quad (3.78)$$

Коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления, Z_H .

$$Z_H = \frac{1}{\cos(\alpha_t)} \sqrt{\frac{2 \cdot \cos(\beta_b)}{\tan(\alpha_{t\omega})}} \quad Z_H = 2.24 \quad (3.79)$$

Коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий, Z_ε .

$$\text{Для } \varepsilon_\beta \geq 1 \quad Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}}$$

$$Z_\varepsilon = 0.87 \quad (3.80)$$

Окружная сила на делительном цилиндре F_{Ht} , Н.

$$F_{Ht} = \frac{2000 \cdot T_j}{d_1} \quad (3.81)$$

$$F_{Ht} = 2623.86$$

Коэффициент, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку, K_A

Поскольку нагрузка постоянная и в ней учтены внешние нагрузки:

$$K_A = 1$$

Проверка на резонансную зону.

При выполнении условия:

$$\frac{v \cdot z_1}{1000} < 1,4 \quad - \text{ для косозубых передач.}$$

Резонансная зона далеко и определение

коэффициента K_{Hv} можно проводить по формуле:

$$K_{Hv} = \frac{v \cdot z_1}{1000} \quad (3.82)$$

$$K_{Hv} = 0.07$$

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

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

$$\delta_H = 0.004$$

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

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

$$g_0 = 47$$

Удельная окружная динамическая сила ω_{Hv} .

$$u = 6.1 \quad \omega_{Hv} = \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a_\omega}{u}} \quad (3.83)$$

$$\omega_{Hv} = 2.25$$

Динамическая добавка v_H .

$$v_H = \frac{\omega_{Hv} \cdot b_2 \cdot d_1}{2000 \cdot T_j \cdot K_A} \quad (3.84)$$

$v_H = 0.01$

Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении, K_{Hv} .

$$K_{Hv} = 1 + v_H$$

$$K_{Hv} = 1.01 \quad (3.85)$$

Допуск на погрешность направления зуба F_β , мкм.

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

$$F_\beta = 9$$

Отклонение положения контактных линий вследствие погрешностей изготовления f_{kZ} , мкм.

$$f_{kZ} = 0.5 \cdot F_\beta \quad (3.86)$$

$$f_{kZ} = 4.5$$

Фактическое отклонение положения контактных линий в начальный период работы передачи f_{0kY} , мкм.

$$f_{kE} = 0$$

$$f_{0kY} = f_{kE} + f_{kZ}$$

$f_{0kY} = 4.5 \quad (3.87)$

Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

Определяем по рис.5 при $x_1=0$ и $x_2=-0.075$:

$$C_1 = 15.7$$

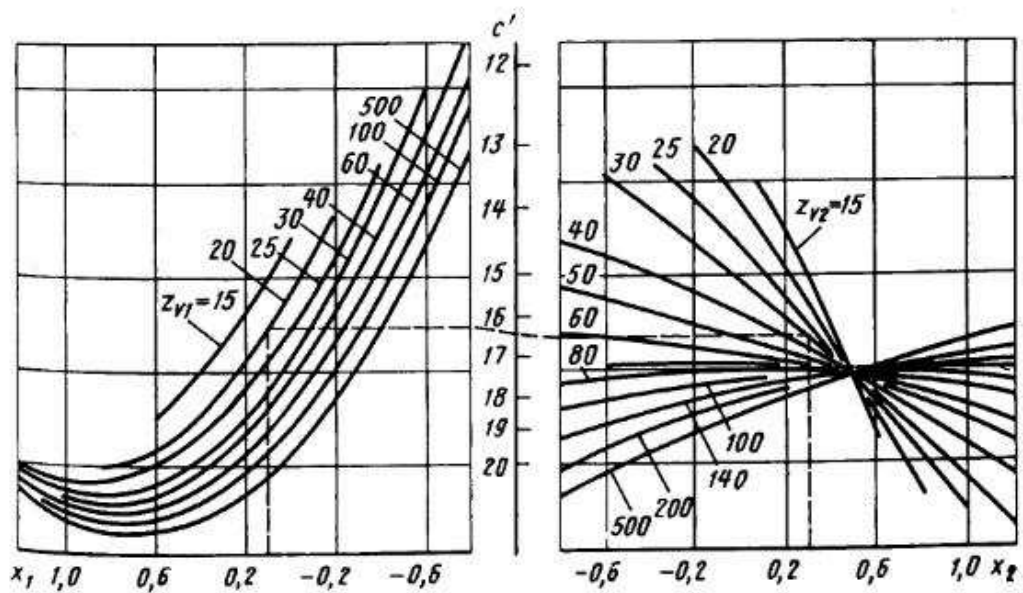


Рисунок 1- Удельная нормальная жесткость пары зубьев C1, мкм.

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

$$K_k = 0.14$$

$$K_{0H\beta} = 1 + \frac{0,4 \cdot b_2 \cdot f_{0kY} \cdot C1 \cdot \cos(a_t)}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot Z_E} \cdot K_k \cdot \frac{b_2}{d_2} \quad (3.88)$$

$$K_{0H\beta} = 1$$

Коэффициент, учитывающий приработку зубьев, $K_{H\omega}$.

$$H_{Hv} = 300$$

$$K_{H\omega} = 1 - \frac{20}{(0,01 \cdot H_{Hv} + 2)^2 \cdot (\nu + 4)^{0.25}} \quad (3.89)$$

$$K_{H\omega} = 0.52$$

Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий, $K_{H\beta}$.

$$K_{H\beta} = 1 + (K_{oH\beta} - 1) \cdot K_{H\omega} \quad (3.90)$$

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

Средняя удельная торцовая жесткость зубьев пары зубчатых колес C_γ , Н/(мм.мкм).

$$C_\gamma = C1 \cdot (0.5 \cdot \varepsilon_\alpha + 0.25) \quad (3.91)$$

$$C_\gamma = 14.32$$

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.

$$d1 = 45.73 \quad \text{мм} \quad d2 = 89.18 \text{ мм}$$

$$f_{pb1} = 15 \quad f_{pb2} = 15$$

Предел контактной выносливости σ_{Hlim2} , МПа.

$$H_{HRC_3} = 50 \quad (3.92)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 17 \cdot H_{HRC_3} + 200$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Уменьшение погрешности шага зацепления в результате приработки,

$\gamma_{\alpha, \text{МКМ}}$.

(3.93)

$$\gamma_{\alpha 1} = 0,075 \cdot f_{pb1} \quad \gamma_{\alpha 1} = 1.13$$

(3.94)

$$\gamma_{\alpha 2} = \frac{160}{\sigma_{H \text{ lim2}}} \cdot f_{pb2} \quad \gamma_{\alpha 2} = 2.29$$

$$\gamma_{\alpha} = \frac{\gamma_{\alpha 1} + \gamma_{\alpha 2}}{2_{H \text{ lim2}}} \quad \gamma_{\alpha} = 1.71$$

(3.95)

Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями,

$K_{H\alpha}$. Для косозубых передач при: $\varepsilon_{\gamma} > 2$

$$f_{pb\varepsilon} = \sqrt{(f_{pb1})^2 + (f_{pb2})^2} \quad \begin{array}{l} \text{- коэффициент, учитывающий} \\ \text{статическое распределение активных} \\ \text{поверхностей зубьев; для передач с} \\ \text{твердостью поверхностей зубьев хотя} \\ \text{бы одного зубчатого колеса:} \end{array}$$

(2.96)

$$\text{При } H < 350: \quad a_{\alpha} = 0.2$$

$$K_{H\alpha} = 0.9 + 0.4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\varepsilon_{\gamma} - 1)}{\varepsilon_{\gamma}}} \cdot \frac{C_{\gamma} \cdot b_2 \cdot (a_{\alpha} \cdot f_{pb\varepsilon} - \gamma_{\alpha})}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta}} \quad (3.97)$$

$$K_{H\alpha} = 0.98$$

ДОЛЖНО ВЫПОЛНЯТЬСЯ УСЛОВИЕ:

$$1 \leq K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_{\gamma}}{\varepsilon_{\alpha} \cdot Z_E^2} \quad \frac{\varepsilon_{\gamma}}{\varepsilon_{\alpha} \cdot Z_E^2} = 2.33 \quad (3.98)$$

Коэффициент нагрузки K_H .

$$K_H = K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad (3.99)$$

$$K_H = 0.99$$

Контактное напряжение σ_{H0} при $K_H = 1$, МПа.

$$\sigma_{H0} = Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\frac{F_{Ht}}{b_2 \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u}} \quad \sigma_{H0} = 846.78 \quad (3.100)$$

Расчетное контактное напряжение σ_H , МПа.

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \cdot \sqrt{K_H} \quad (3.101)$$

$$\sigma_H = 841.82$$

Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} , МПа.

Для шестерни с твердостью 58 HRC.

$$H_{HRC} = 58$$

$$\sigma_{Hlim1} = 23 \cdot H_{HRC} \quad (3.102)$$

$$\sigma_{Hlim1} = 1334$$

Для зубчатого колеса с твердостью 50 HRC.

$$H_{HRC} = 50$$

$$\sigma_{Hlim2} = 17 \cdot H_{HRC} + 200 \quad (3.103)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Коэффициенты запаса прочности S_H .

Для шестерни и для зубчатого колеса с поверхностным упрочнением зубьев принимаем:

$$S_{H1} = 1.2 \quad S_{H2} = 1.2$$

Базовые числа циклов напряжений, соответствующие пределу
выносливости, N_{Hlim} .

$$H_{HB} = 470$$

$$N_{Hlim1} = 30 \cdot (H_{HB})^{2.4} \quad (3.104)$$

$$N_{Hlim1} = 7.77 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 1^6$$

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

$$H_{HB} = 400$$

$$N_{Hlim2} = 30 \cdot (H_{HB})^{2.4} \quad (3.105)$$

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

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 1^6$$

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

Суммарное число циклов напряжений N_k .

$$N_{K1} = 60 \cdot n \cdot L_h \quad (3.106)$$

$$N_{K1} = 9.9 \times 10^7$$

$$N_{K2} = N_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_2} \quad (3.107)$$

$$N_{K2} = 5.08 \times 10^7$$

Коэффициент долговечности Z_N .

При $N_K > N_{Hlim}$

$$Z_{N1} = \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim1}}{N_{K1}}} \quad Z_{N1} = 0.99 \quad (3.108)$$

$$Z_{N2} = \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim2}}{N_{K2}}} \quad Z_{N2} = 1 \quad (3.109)$$

Коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев, Z_R .

Для R_a от 2,5 до 1,25 мкм

$$Z_R = 0.95$$

Коэффициент, учитывающий окружную скорость Z_v .

При $H < 350$ HV

$$Z_v = 0.85 \cdot v^{0.1} \quad Z_v = 0.97 \quad (3.110)$$

$$Z_{v1} = 1.08 \quad Z_{v2} = 1.08$$

Коэффициент, учитывающий влияние смазки Z_L .

$$Z_L = 1$$

Коэффициент, учитывающий размер зубчатого колеса, Z_x .

$$Z_x = \sqrt{1.07 - 10^{-4} \cdot d} \quad Z_x = 1.03 \quad (3.111)$$

При $d < 700$ мм принимаем $Z_x = 1$. Поскольку $d_1 < 700$ и $d_2 < 700$

$$Z_{x1} = 1 \quad Z_{x2} = 1$$

Допускаемые контактные напряжения зубчатых колес $\sigma_{HP1}, \sigma_{HP2}$, МПа.

$$\sigma_{HP1} = \frac{\sigma_{H \lim 1} \cdot Z_{N1}}{S_{H1}} \cdot Z_R \cdot Z_{v1} \cdot Z_L \cdot Z_{x1} \quad \sigma_{HP1} = 1126.84 \quad (3.112)$$

$$\sigma_{HP2} = \frac{\sigma_{H \lim 2} \cdot Z_{N2}}{S_{H2}} \cdot Z_R \cdot Z_{v2} \cdot Z_L \cdot Z_{x2} \quad \sigma_{HP2} = 899.43 \quad (3.113)$$

Допускаемое контактное напряжение передачи σ_{HP} , МПа.

$$\sigma_{HPmin} = 899.43$$

При выполнении условия:

$$\sigma_{HP} < 1.25 \cdot \sigma_{HPmin}$$

$$\sigma_{HP} = 0.45 \cdot (\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2}) \quad \sigma_{HP} = 911.82 \quad (3.113)$$

$$1.25 \cdot \sigma_{HPmin} = 1124.29 \quad (3.114)$$

В качестве σ_{HP} принимаем меньшее из этих двух значений, т.е.:

$$\sigma_{HP} = 911.82$$

Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений.

$$\sigma_H = 841.82 < \sigma_{HP} = 911.82 \quad (3.115)$$

Следовательно, обеспечена усталостная выносливость по контакту

4 Технологическая часть

4.1 Составление перечня сборочных работ

Таблица 4.1 – Перечень сборочных работ

п	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ,
1. Узловая сборка дифференциала		
1.	Вставить полуосевые шестерни в корпус дифференциала, предварительно закрепив корпус на технологическом стенде.	0,67
2.	Вставить шестерни-сателлиты и провернуть на 90°.	0,42
3.	Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия шестерен-сателлитов.	0,54
Итого:		1,63
2. Узловая сборка картера сцепления.		
1.	Запрессовать сальник первичного вала коробки передач.	0,42
2.	Запрессовать сальник правой полуоси.	0,48
Итого:		0,90
3. Узловая сборка картера коробки передач.		
1.	Произвести установку в оснастку картера коробки передач.	0,56
2.	Запрессовать сальник левой полуоси в картер коробки передач.	0,20
Итого:		0,76
4. Общая сборка коробки передач.		

Продолжение таблицы 4.1

1.	Произвести установку дифференциала на ведомую шестерню главной передачи совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни	0,51
2.	Наживить и завернуть крепежные болты шестерни ведомой дифференциала.	0,25
3.	Напрессовать на корпус дифференциала шестерню ведущую привода спидометра.	0,45
4.	Напрессовать подшипники на корпус дифференциала.	0,42
5.	Запрессовать дифференциал в картер коробки передач.	0,26
6.	Произвести установку валов с шестернями и синхронизаторами коробки передач в сборе.	0,55
7.	Произвести замер расстояния от торца картера сцепления до противоположного торца наружного кольца подшипника.	0,23
8.	Произвести установку регулировочного кольца в картер коробки передач для обеспечения заданного натяга подшипников дифференциала.	0,17
9.	Нанести жидкую прокладку ПС-1 ТУ 2252-003-11512695-99 на торцевую поверхность картера сцепления.	0,14
10.	Надеть картер коробки передач в сборе на картер сцепления в сборе.	0,15
11.	Скрепить картер коробки передач и картер сцепления болтами.	0,20
Итого:		3,33
$\Sigma_{\text{топ}}$		6,62

4.2 Определение трудоемкости сборки.

Общее оперативное время на все виды работ

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

Суммарная трудоемкость сборки изделия

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

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

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

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

4.3 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

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

N-годовой объем выпуска = 68000 шт в год

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

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем

$$F_{\partial} = 4015 \text{ ч}$$

4.4 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 4.2 – Маршрутная технология

№ и название операции		Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин., общее
005	Узловая сборка дифференциала	Вставить полуосевые шестерни в корпус дифференциала, предварительно закрепив корпус дифференциала в технологическом стенде. Вставить шестерни-сателлиты и провернуть на 90°. Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия шестерен-сателлитов.	стол слесарный штулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла	1,93
	Узловая сборка картера сцепления	Смазать посадочные поверхности. Произвести установку сальника первичного вала коробки передач, Произвести установку сальника правой полуоси.	Слесарный стол, перчатки, зажим, ёмкость для масла.	0,98
	Узловая	Произвести установку картера коробки передач в оснастку стенда.	Пуансон, перчатки, стол	0,63

Продолжение таблицы 4.2

	сборка картера коробк и передач	Запрессовать сальник левой полуоси в картер коробки передач.	слесарный	
	Итого:			3,54
010	Общая сборка коробк и передач	Произвести установку дифференциала на ведомую шестерню главной передачи совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни. Наживить и завернуть крепежные болты шестерни ведомой дифференциала. Напрессовать на корпус дифференциала шестерню ведущую привода спидометра. Напрессовать подшипники на корпус дифференциала. Запрессовать дифференциал в картер коробки передач. Произвести установку валов с шестернями и синхронизаторами коробки передач в сборе.	Пуансон ручной, оправка конусная, калибр для кольца стопорного, перчатки, стол слесарный	3,54

Продолжение таблицы 4.2

		Произвести замер расстояния от торца картера сцепления до противоположного торца наружно кольца подшипника. Произвести установку регулировочного кольца в картер коробки передач для обеспечения заданного натяга подшипников дифференциала. Нанести жидкую прокладку ПС-1 ТУ 2252-003-11512695-99 на торцевую поверхность картера сцепления. Надеть картер коробки передач в сборе на картер сцепления в сборе. Скрепить картер коробки передач и картер сцепления болтами.		
--	--	---	--	--

5 Экономическая эффективность проекта

Вопреки многим прогнозам, возвратно-поступательные двигатели внутреннего сгорания будут оставаться доминирующими в течение длительного времени. Использование двигателей такого типа невозможно без механизмов, которые изменяют крутящий момент в требуемых пределах. Механические ступенчатые коробки передач, а также раздаточные коробки передач, которые являются универсальными и имеют простую конструкцию, сохраняют свое значение в течение длительного времени. К этому следует добавить, что в течение многих лет были разработаны, совершенные методы их изготовления, созданы мощные специальные машины, которыми оснащаются производители.

В этом дипломном проекте была модернизирована коробка переключения передач, а именно, замена скользящей зубчатой муфты для включения задней передачи синхронизатором, что, в свою очередь, позволяет производить бесшумное, безударное включение задней передачи, что увеличивает долговечность зубьев, т.е. модернизация увеличивает срок службы компонентов трансмиссии примерно на 75%, что приводит к повышению надежности движения транспортного средства и увеличению срока службы.

5.1 Расчет себестоимости проектируемой конструкции коробки передач.

Таблица 5.1 - Базовая калькуляция и исходные данные для расчета

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

Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} - \frac{K_{вт}}{100} \right) \quad (5.1)$$

где C_m - оптовая цена материала i -го вида,руб.;

Q_m - норма расхода материала i -го вида,кг.,м.;

Кт.зр - Коэфф. транспортно-заготовительных расходов,%;

Квт - Коэфф. возвратных отходов,%;

Таблица 5.2 – Расчет затрат на сырье и материалы

№п. п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма,руб.
1	Заготовки для литья Ст3	кг	35,4	3,8	134,52
2	Круг 180-20 ХГНМ ТУ 14-1-1648-76	кг	78,9	2,1	165,69
3	Круг 40-20- ХГНМ ТУ	кг	53,73	3,2	171,936
4	Круг 40- 19ХГН ТУ	кг	49,84	2,2	109,648
5	Круг 50- 19ХГН ТУ	кг	65,8	3,4	223,72
6	Прочие черные металлы	кг	41,7	2,7	112,59
	Итого				918,10
	Ктз		1,45		13,31
	Квот		1		9,18
	Всего				940,60

$$M = 940.60$$

(5.2)

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

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

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

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

Таблица 5.3 – Расчет затрат на покупные изделия

№п. п.	Наименование изделия	Цена, руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
1	Подшипники	306,98	4	1227,92
2	Кольцо сторное	2,33	6	13,98
3	Подшипники	274,3	4	1097,20
4	Болт М12х1,25	3,53	8	28,24
	Итого			2367,34
	Ктз		1,45	34,33
	Всего			2401,67

$$\Pi_{\text{и}} = 2401.67$$

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

$$З_о = З_т \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{пр.м.}}}{100} \right) \quad (5.3)$$

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

$$З_т = C_{\text{р.и}} \cdot T_i$$

где $C_{\text{р.и}}$ - часовая тарифная ставка, руб.;

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

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

Таблица 5.4 – Расчет затрат на выполнение операций

№п. п.	Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка, руб.	Зар.Пл. осн.
1	Заготовительная	5	1,12	79,89	89,48
2	Токарная	6	1,20	93,81	112,57
3	Фрезерная	5	1,40	79,89	111,85
4	Термообработка	7	1,15	97,67	112,32
5	Шлифовальная	5	1,10	79,89	87,88
6	Сборочная	7	1,35	97,67	131,85
	Итого				645,95
	Премииальные			23	148,57
	Основная з/п				794,52

$$З_о := 794.52$$

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

$$K_{\text{вп}} = 0.12 \quad (5.4)$$

$$З_{\text{дп}} = З_о \cdot K_{\text{вп}}$$

$$З_{\text{дп}} = 794.52 \cdot 0.12 = 95.34$$

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

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

$$E_{\text{сц.н}} = 0.3$$

$$C_{\text{сц.н}} = (З_0 + З_{\text{дп}}) \cdot E_{\text{сц.н}} \quad (5.5)$$

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

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

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

$$E_{\text{об}} = 1.94 \quad (5.5)$$

$$C_{\text{с.об}} = З_0 \cdot E_{\text{об}}$$

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

где $E_{\text{об}}$ - Коэфф. расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{цх}} = 1.83 \quad (5.6)$$

$$C_{\text{цх}} = З_0 \cdot E_{\text{цх}}$$

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

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

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

$$E_{\text{инс}} = 0.03 \quad (5.7)$$

$$C_{\text{инс}} = З_0 \cdot E_{\text{инс}}$$

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

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

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: (5.8)

$$C_{\text{цх.с.с.}} = М + \Pi + З_0 + C_{\text{сц.н}} + З_{\text{дп}} + C_{\text{с.об}} + C_{\text{цх}} + C_{\text{инс}}$$

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

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{О.зав}} = 2.15 \quad (5.9)$$

$$C_{\text{О.зав}} = 30 \cdot E_{\text{О.зав}}$$

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

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

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{О.зав.с.с.}} = C_{\text{О.зав}} + C_{\text{Цх.с.с.}} \quad (5.10)$$

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

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{К}} = 0.05$$

$$C_{\text{К}} = C_{\text{О.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{К}}$$

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

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

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{п.пр.}} = C_{\text{О.зав.с.с.}} + C_{\text{К}} \quad (5.11)$$

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

Расчет отпускной цены для проектируемой кпп выполняется по формуле:

$$K_{\text{рнт}} = 0.3 \quad C_{\text{п.б.}} = 9538.27 \quad (5.12)$$

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

$$C_{\text{от.б.}} = 12399.75$$

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

Таблица 5.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.

№п. п.	Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(стд)	Затр.на д.изд.(нов)
1	Основные материалы	М	900,22	940,60
2	Комплекующие изделия	Пи	2305,70	2401,67
3	Заработная плата	Зо	793,70	794,52
4	Дополнительная зар.плата	Здп	95,24	95,34
5	Страховой взнос в ПФР, ФОМС, ФСС	Ссц.н.	266,68	266,96
6	Содержательные и экспл.	Сс.об	1539,78	1541,37
7	Цеховые расходы	Сцх	1452,47	1453,97
8	Расходы на оснащение и инстр.	Синс	23,81	23,84
9	Себестоимость по цеху	Сцх.с.с.	7377,61	7518,27
10	Общие заводские расходы	Соб.зав	1706,46	1708,22
11	Себестоимость по заводу	Соб.зав.с.	9084,06	9226,49
12	Коммерч. расходы	Ск	454,20	461,32
13	Себестоимость	Спо	9538,27	9687,81
14	Цена	Цот	12399,75	12399,75

$$\text{Цот.пр.} = 12399.75$$

Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$\text{Зперуд} := \text{М} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{С}_{\text{сц.н}} \quad (5.13)$$

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

на годовую программу выпуска изделия:

$$\text{Зпер} := \text{Зперуд} \cdot V_{\Gamma} \quad (5.14)$$

$$V_{\Gamma} := 68000$$

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

Определение постоянных затрат на единицу изделия: Амортизационные отчисления,руб. :

$$\text{Аму} = \frac{(\text{С}_{\text{с.об}} + \text{С}_{\text{инс}}) \cdot \text{НА}}{100} \quad \text{НА} := 13 \quad (5.15)$$

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

здесь НА - доля амортизационных отчислений,%;

$$З_{\text{посуд}} = \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot (100 - \text{НА})}{100} + C_{\text{цх}} + C_{\text{о.зав}} + C_{\text{к}} + A_{\text{му}} \quad (5.16)$$

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

на годовую программу выпуска:

$$З_{\text{пос}} = З_{\text{посуд}} \cdot V_{\Gamma} \quad (5.17)$$

$$З_{\text{пос}} = 5188.72 \cdot 68000 = 352832841.41$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{\text{пол.г.}} = C_{\text{пол.пр.}} \cdot V_{\Gamma} \quad (5.18)$$

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

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выр} = \text{Цот.пр.} \cdot V_{\Gamma} \quad (5.19)$$

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

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмрж} = \text{Выр} - З_{\text{пер}} \quad (5.20)$$

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

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит} = \frac{З_{\text{пос}}}{\text{Цот.пр.} - З_{\text{перуд}}} \quad (5.20)$$

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

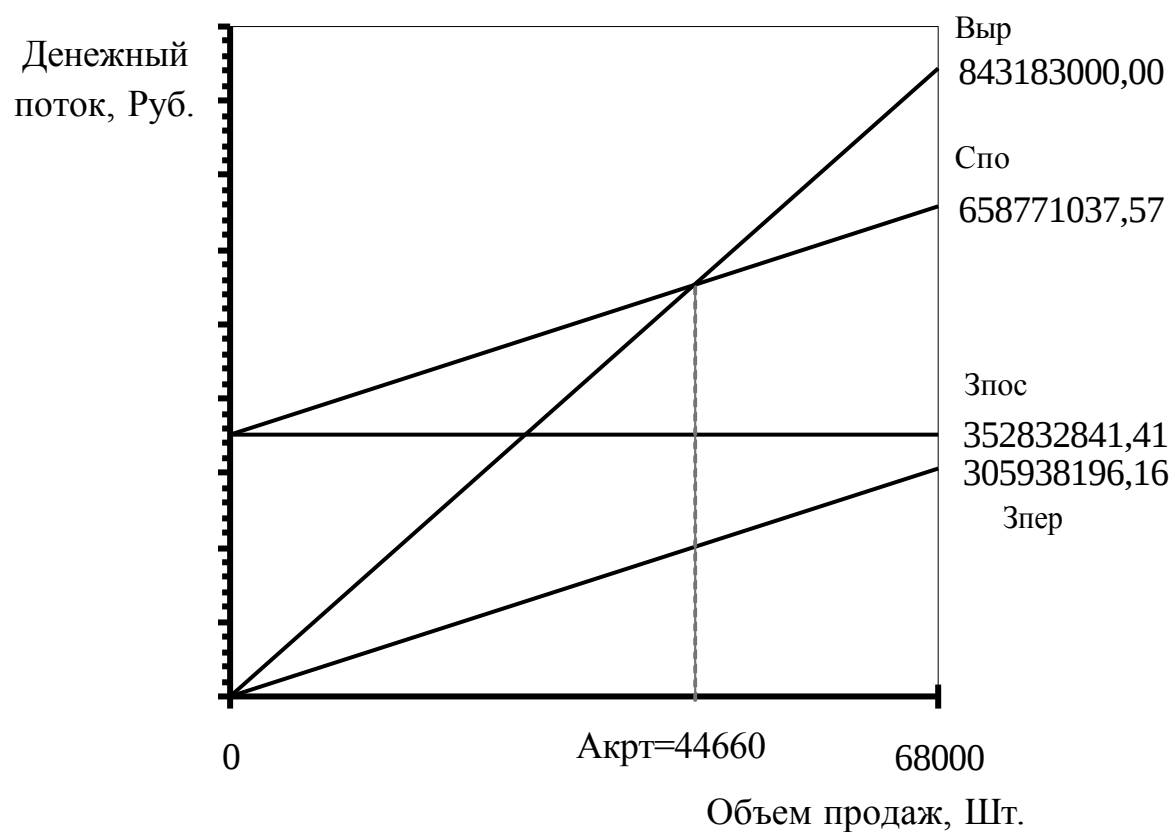


Рисунок 5.1 – График точки безубыточности

Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается

равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$V_{\Gamma} = 68000$$

$$A_{\text{крт}} := 44660$$

$$V_{\text{МК}} = V_{\Gamma}$$

$$n = 6$$

$$\Delta = \frac{V_{\text{МК}} - A_{\text{крт}}}{n - 1} \quad (5.21)$$

$$\Delta = 4668$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{\text{от}} = Ц_{\text{от.пр.}}$$

$$Ц_{\text{от}} = 12399.75$$

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

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

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

$$V_{\text{пр2}} = 53996$$

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

$$V_{\text{пр3}} = 58664$$

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

$$V_{\text{пр4}} = 63332$$

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

$$V_{\text{пр5}} = 68000$$

Выр по годам:

$$\text{Выр}_1 = \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_1 \quad (5.23)$$

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

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

$$\text{Выр}_2 = 669536901.00$$

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

$$\text{Выр}_3 = 727418934.00$$

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

$$\text{Выр}_4 = 785300967.00$$

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

$$\text{Выр}_5 = 843183000.00$$

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

для базового варианта:

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

$$\text{Здп} = 95.24 \quad \text{Ссц} = 266.68 \quad (5.24)$$

$$\text{Зперудб} = \text{М} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{Ссц} \quad \text{Зперудб} = 4361.54 \quad (5.25)$$

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

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

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

$$\text{Зперб2} = 235505713.84$$

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

$$\text{Зперб3} = 255865382.56$$

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

$$\text{Зперб4} = 276225051.28$$

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

$$\text{Зперб5} = 296584720.00$$

для проектного варианта:

$$Зперудпр = Зперуд$$

$$Зперудпр = 4499.09 \quad (5.26)$$

$$Зперпр1 = Зперудпр \cdot V_{пр1}$$

$$Зперпр1 = 4499.09 \cdot 49328 = 221931166.77$$

$$Зперпр2 = Зперудпр \cdot V_{пр2} \quad Зперпр2 = 242932924.12$$

$$Зперпр3 = Зперудпр \cdot V_{пр3} \quad Зперпр3 = 263934681.46$$

$$Зперпр4 = Зперудпр \cdot V_{пр4} \quad Зперпр4 = 284936438.81$$

$$Зперпр5 = Зперудпр \cdot V_{пр5} \quad Зперпр5 = 305938196.16$$

Постоянные затраты для базового варианта.

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

$$C_{об.зав.} = 1706.46 \quad C_{к.} = 454.20 \quad (5.27)$$

$$Зпосудб = C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.}$$

$$Зпосб = Зпосудб \cdot V_{г} \quad Зпосудб = 5176.72$$

$$Зпосб = 352016960$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зпоспр = Зпос$$

$$Зпоспр = 352832841.41$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$А_{му} = 203.48 \quad (5.29)$$

$$А_{м.} = А_{му} \cdot V_{г} \quad А_{м.} = 13836406.9$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$З_{полпр1} = З_{поспр} + З_{перпр1} \quad (5.30)$$

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

$$З_{полпр2} = З_{поспр} + З_{перпр2}$$

$$З_{полпр2} = 595765765.52$$

$$З_{полпр3} = З_{поспр} + З_{перпр3}$$

$$З_{полпр3} = 616767522.87$$

$$З_{полпр4} = З_{поспр} + З_{перпр4}$$

$$З_{полпр4} = 637769280.22$$

$$З_{полпр5} = З_{поспр} + З_{перпр5}$$

$$З_{полпр5} = 658771037.57$$

для базового варианта:

(5.31)

$$З_{полб1} = З_{посб} + З_{перб1}$$

$$З_{полб1} = 352016960 + 215146045.12 = 567163005.12$$

$$З_{полб2} = З_{посб} + З_{перб2}$$

$$З_{полб2} = 587522673.84$$

$$З_{полб3} = З_{посб} + З_{перб3}$$

$$З_{полб3} = 607882342.56$$

$$З_{полб4} = З_{посб} + З_{перб4}$$

$$З_{полб4} = 628242011.28$$

$$З_{полб5} = З_{посб} + З_{перб5}$$

$$З_{полб5} = 648601680$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

(5.32)

$$\text{Проб}_{\text{пр.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зполпр}_1$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.1}} = 611654868 - 574764008.18 = 36890859.82$$

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

$$\text{Проб}_{\text{пр.2}} = 73771135.48$$

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

$$\text{Проб}_{\text{пр.3}} = 110651411.13$$

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

$$\text{Проб}_{\text{пр.4}} = 147531686.78$$

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

$$\text{Проб}_{\text{пр.5}} = 184411962.43$$

для базового варианта:

(5.33)

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

$$:= 611654868 - 567163005.12 = 44491862.88$$

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

$$\text{Проб}_{\text{б.2}} = 82014227.16$$

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

$$\text{Проб}_{\text{б.3}} = 119536591.44$$

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

$$\text{Проб}_{\text{б.4}} = 157058955.72$$

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

$$\text{Проб}_{\text{б.5}} = 194581320$$

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

для проектного варианта:

$$Н_{п1} = \text{Проб}_{\text{пр.1}} \cdot 0.20 \quad (5.34)$$

$$Н_{п1} = 36890859.82 \cdot 0.20 = 7378171.96$$

$$Н_{п2} = \text{Проб}_{\text{пр.2}} \cdot 0.20 \quad Н_{п2} = 14754227.1$$

$$Н_{п3} = \text{Проб}_{\text{пр.3}} \cdot 0.20 \quad Н_{п3} = 22130282.23$$

$$Н_{п4} = \text{Проб}_{\text{пр.4}} \cdot 0.20 \quad Н_{п4} = 29506337.36$$

$$Н_{п5} = \text{Проб}_{\text{пр.5}} \cdot 0.20 \quad Н_{п5} = 36882392.49$$

для базового варианта:

$$Н1 = \text{Проб}_{\text{б.1}} \cdot 0.20 \quad (5.35)$$

$$Н1 = 44491862.88 \cdot 0.20 = 8898372.58$$

$$Н2 = \text{Проб}_{\text{б.2}} \cdot 0.20 \quad Н2 = 16402845.43$$

$$Н3 = \text{Проб}_{\text{б.3}} \cdot 0.20 \quad Н3 = 23907318.29$$

$$Н4 = \text{Проб}_{\text{б.4}} \cdot 0.20 \quad Н4 = 31411791.14$$

$$Н5 = \text{Проб}_{\text{б.5}} \cdot 0.20 \quad Н5 = 38916264$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} = \text{Проб}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1} \quad (5.36)$$

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

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

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = 59016908.38$$

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

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = 88521128.9$$

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

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = 118025349.42$$

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

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = 147529569.95$$

для базового варианта:

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} = \text{Проб}_{\text{б.1}} - \text{Н1} \quad (5.37)$$

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} = 44491862.88 - \frac{8898372.5}{8} = 35593490.3$$

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

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = 65611381.73$$

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

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = 95629273.15$$

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

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = 125647164.58$$

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

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = 155665056$$

Расчет общественного эффекта.

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\text{Цот}_{\text{б.}} = 12399.75 \quad \text{Д1} = 100000 \quad \text{Д2} = 130000 \quad (5.39)$$

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

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(тыс.км.) Д2 -
долговечность новой конструкции,(тыс.км.)

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

$$\begin{aligned} \text{Ч1} &= \text{Прч}_{\text{пр.1}} - \text{Прч}_{\text{б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр1}}) \\ \text{Ч1} &= 29512687.86 - 35593490.3 + 13836406.9 + (3719.93 \cdot 49328) = 191252128.98 \\ \text{Ч2} &= \text{Прч}_{\text{пр.2}} - \text{Прч}_{\text{б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр2}}) \\ \text{Ч2} &= 208103074.04 \\ \text{Ч3} &= \text{Прч}_{\text{пр.3}} - \text{Прч}_{\text{б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр3}}) \\ \text{Ч3} &= 224954019.11 \\ \text{Ч4} &= \text{Прч}_{\text{пр.4}} - \text{Прч}_{\text{б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр4}}) \\ \text{Ч4} &= 241804964.18 \\ \text{Ч5} &= \text{Прч}_{\text{пр.5}} - \text{Прч}_{\text{б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр5}}) \\ \text{Ч5} &= 258655909.24 \end{aligned}$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{\text{ст}} = 10$$

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{\text{сти}})^t} \quad (5.41)$$

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

t - год приведения затрат и результатов;

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

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$\text{ЧП1} = \text{Ч1} \cdot \alpha_1 \quad (5.42)$$

$$\text{ЧП1} = 191252128.98 \cdot 0.909 = 173848185.24$$

$$\text{ЧП2} = \text{Ч2} \cdot \alpha_2$$

$$\text{ЧП2} = 171893139.16$$

$$\text{ЧП3} = \text{Ч3} \cdot \alpha_3$$

$$\text{ЧП3} = 169390376.39$$

$$\text{ЧП4} = \text{Ч4} \cdot \alpha_4$$

$$\text{ЧП4} = 208677684.08$$

$$\text{ЧП5} = \text{Ч5} \cdot \alpha_5$$

$$\text{ЧП5} = 160625319.64$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ЧП} = \text{ЧП1} + \text{ЧП2} + \text{ЧП3} + \text{ЧП4} + \text{ЧП5} \quad (5.43)$$

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

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma \text{Спо}_{\text{н.пр.}} = \text{Зполпр1} + \text{Зполпр2} + \text{Зполпр3} + \text{Зполпр4} + \text{Зполпр5} \quad (5.44)$$

$$K_{\text{и.}} = 0.132$$

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

$$I = 407066565.1 \quad (5.45)$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\begin{aligned} \text{ЧД} &= \Sigma \text{ЧП} - I_0 & \text{ЧД} &= 477368139.42 \\ & & (5.46) & \end{aligned}$$

Индекс доходности.

$$\begin{aligned} ID &= \frac{\text{ЧД}}{I} & ID &= 1.17 \\ & & (5.47) & \end{aligned}$$

Срок окупаемости проекта.

$$\begin{aligned} T_{\text{ок}} &= \frac{I}{\text{ЧД}} & T_{\text{ок}} &= 0.85 \\ & & (5.48) & \end{aligned}$$

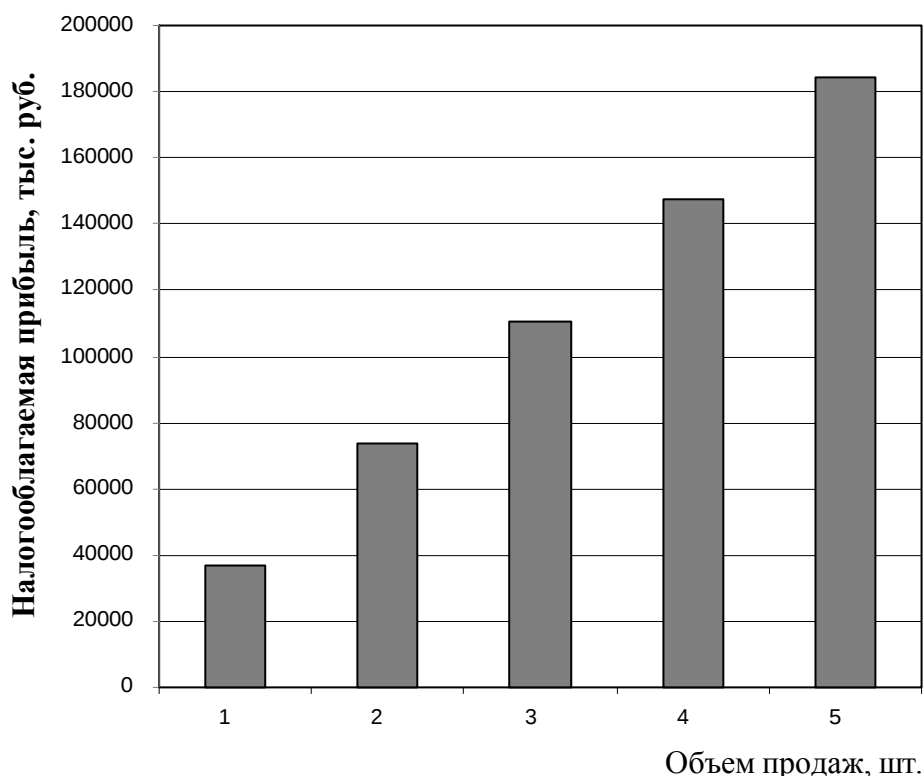


Рисунок 5.2 – График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

Выводы и рекомендации.

В результате проведения совокупности конструкторско - технологических мероприятий увеличился ресурс коробки передач и автомобиля в целом приблизительно в 1,3 раза при одновременном положительном экономическом эффекте ID=1,17.

При расчете экономических показателей по внедрению проектируемой конструкции коробки передач для автомобиля Шевроле-Нива в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта выше по отношению к себестоимости базового проекта, но в результате увеличения ресурса проектируемого узла ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общественную эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения проекта в производство составляет 477368139,42 руб. Срок окупаемости данного проекта равен 0,85 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

6 Безопасность и экологичность объекта.

6.1 Анализ применения модернизированной коробки передач автомобиля на соответствие требованиям ЕЭК ООН.

Отрасль автомобилестроения одно из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная работа автотранспорта имеет огромное значение для всех остальных отраслей промышленности. Инновации и разработка новых технологий, также имеют немаловажное значение для развития всей мировой промышленности.

Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материалов на изготовление автомобиля, уменьшение уровня шума, токсичности выхлопных газов, улучшение надежности и безопасности автомобилей.

Достичь топливной экономичности можно за счет меньшей массы автомобиля, улучшение аэродинамики кузова автомобиля, установление более современных двигателей, или переводом на другие виды топлива, например, газ или дизель. Применение более совершенных конструкций в трансмиссии и других узлах. Более широкое применение электронных технологий, позволяющих работать автомобилям в оптимальных режимах. Массу автомобиля можно уменьшать за счет новых технологичных конструкционных материалов, алюминий, углепластик, современные высокопрочные стали, легированные стали и т.д.

Внедрение системы трехмерного проектирования позволит уменьшить трудоемкость конструкторских работ и обеспечить высокую точность и высокое качество изготовления деталей для автоматизированных линий производства.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение показателей проходимости автомобиля Шевроле-Нива, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

Виброакустическую характеристику автомобиля в основном составляют вибрация и шум, возникающие в результате работы различных агрегатов и узлов автомобиля, они являются основными показателями, которые характеризуют комфортабельность, качество, надёжность и конкурентоспособность автомобилей как на мировом рынке так и на внутреннем, поэтому одной из целей данного дипломного проекта является снижение вибрации и шума.

Среди всех агрегатов и узлов являющихся источниками вибраций и шума, выделяются главным образом коробка переключения передач, раздаточная коробка передач и двигатель автомобиля.

Шум коробки передач может оказывать существенное влияние на образование как внешнего (правило ЕЭК ООН R51-02) так и внутреннего шума (ГОСТ Р51616) автомобиля, при этом чем более малошумен автомобиль, тем более выделяется шум коробки передач и других элементов трансмиссии.

Коробка передач служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса посредством зубчатых зацеплений.

Рекомендуется к применению для снижения уровня внешнего шума аэроакустического экрана нижнего проема моторного отсека, который позволяет уменьшить уровень внешнего шума приблизительно на 1 дБА и уменьшить C_x приблизительно на 0,03, что способствует уменьшению расхода топлива и выбросов CO_2 , т.е. будет способствовать выполнению требований правил ЕЭК ООН R-101и ЕЭК ООН R 15-04.

Модернизация отвечает всем остальным требованиям стандартов, поскольку модернизация коробки передач существенно не влияет на параметры автомобиля, за исключением лишь того, что улучшает комфортабельность управления автомобилем как в городском режиме движения так и по трассе.

6.2. Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки коробки передач

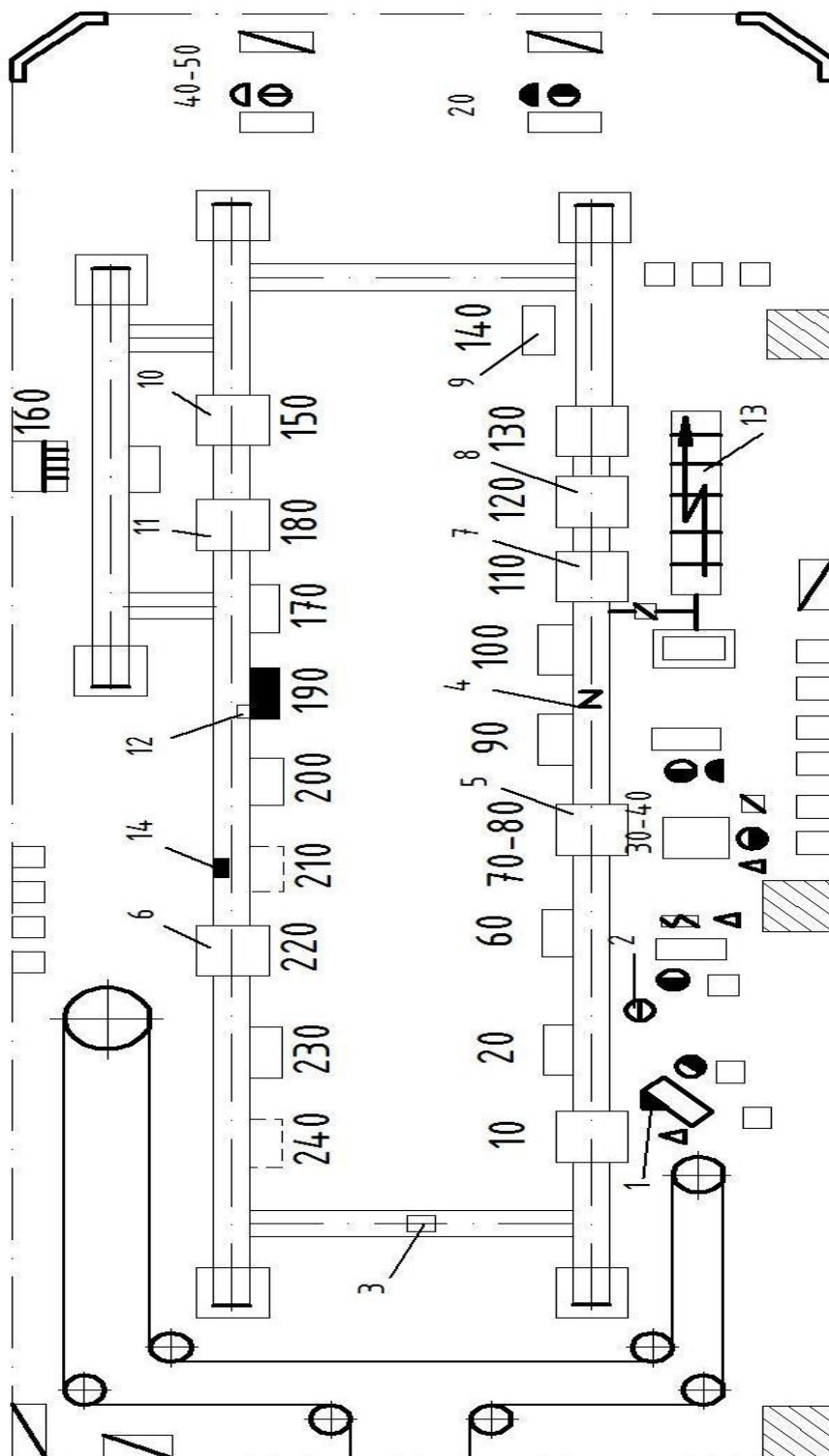


Рисунок 6.1 - Эскиз рабочего места.

Условные обозначения

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

Описание технологического оборудования.

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

6.3. Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

6.3.1. Мероприятия по предотвращению несчастных случаев и стихийных бедствий

- а) сигнал тревоги пожара.
- б) сигнал тревоги о стихиях.

Необходимость заранее проинформированности о предстоящей катастрофе и доставлены в безопасное место. Все электрические устройства должны быть отключены в этом случае.

6.3.2 Меры по нейтрализации разрушений.

- а) нейтрализация местных пожаров должна начаться работниками с использованием удобных пожарных средств, сразу после обнаружения пожаров должна быть пожарная охрана и эвакуация незаселенных в пожарной службе работников.
- б) устранение завалов и последствий наводнений должно осуществляться службами МЧС с возможным соединением добровольных помощников и коммунальных служб.

Стандартные требования – в приложении Б.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте была произведена синхронизация передачи заднего хода, что позволяет более мягко, безударно включать заднюю передачу. Данная модернизация исключает появления неприятного скрежета при включении задней передачи. Также благодаря синхронизации передачи заднего хода увеличивается срок службы шестерен заднего хода, а значит и уменьшаются расходы при эксплуатации автомобиля.

Применяемые в дипломном проекте совокупность конструкторско – технологических мероприятий ведет к увеличению надежности и ресурса, повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля, а это в свою очередь ведет к снижению затрат и повышению прибыльности производства. А значит модернизация в данном дипломном проекте будет иметь положительный экономический эффект.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
- 2.Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
- 3.Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
- 4.Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
- 5.Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
- 6.«Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
- 7.Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
- 8.Капрова, В.Г. « Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”» / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
- 9.Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
- 11.Гришкевич, А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
- 12.Малкин, В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
- 13.Лысов, М.И. «Машиностроение» / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.
- 14.Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

- 15.Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
- 17.Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
- 19.Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
- 20.Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Senname,Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

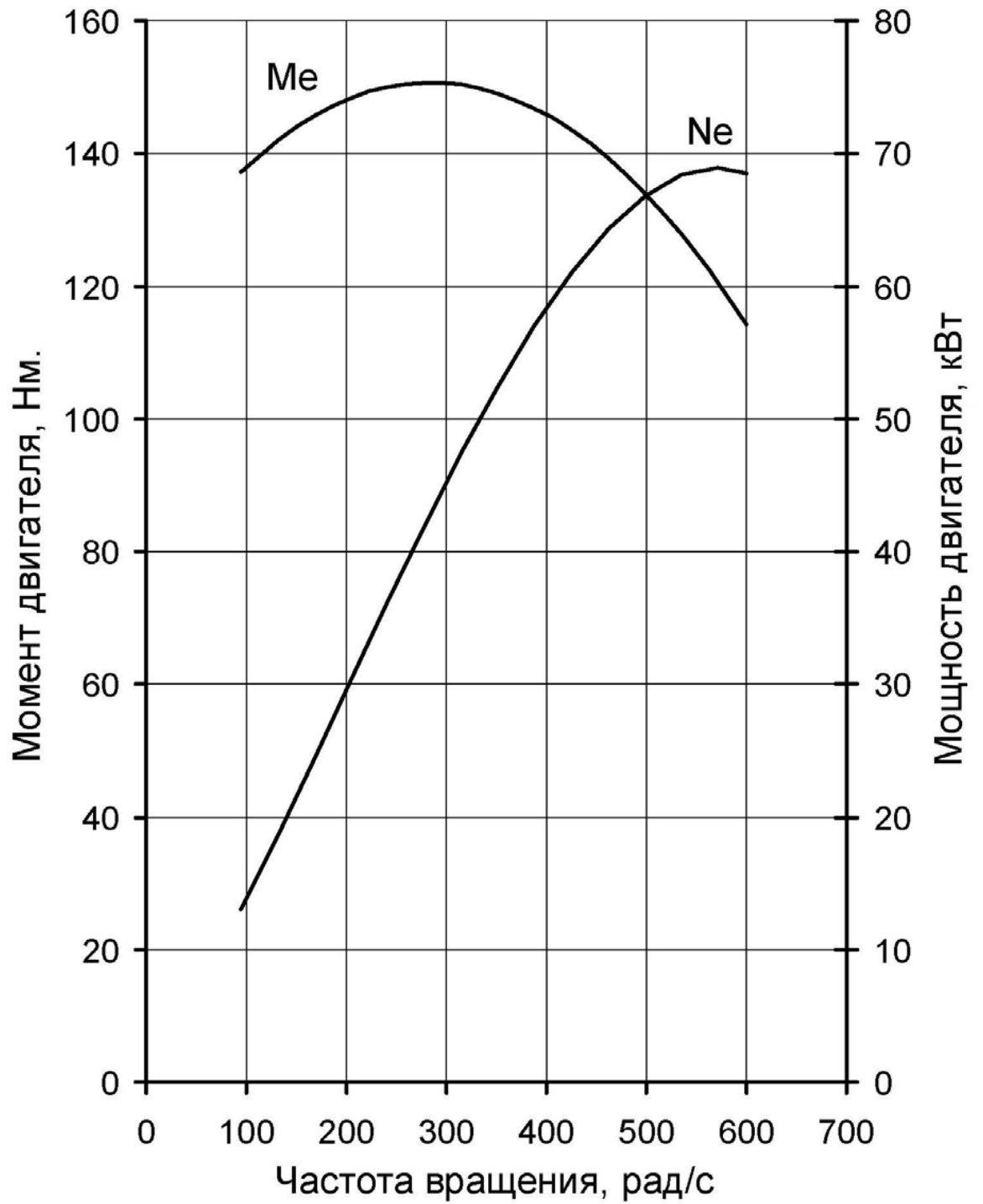


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

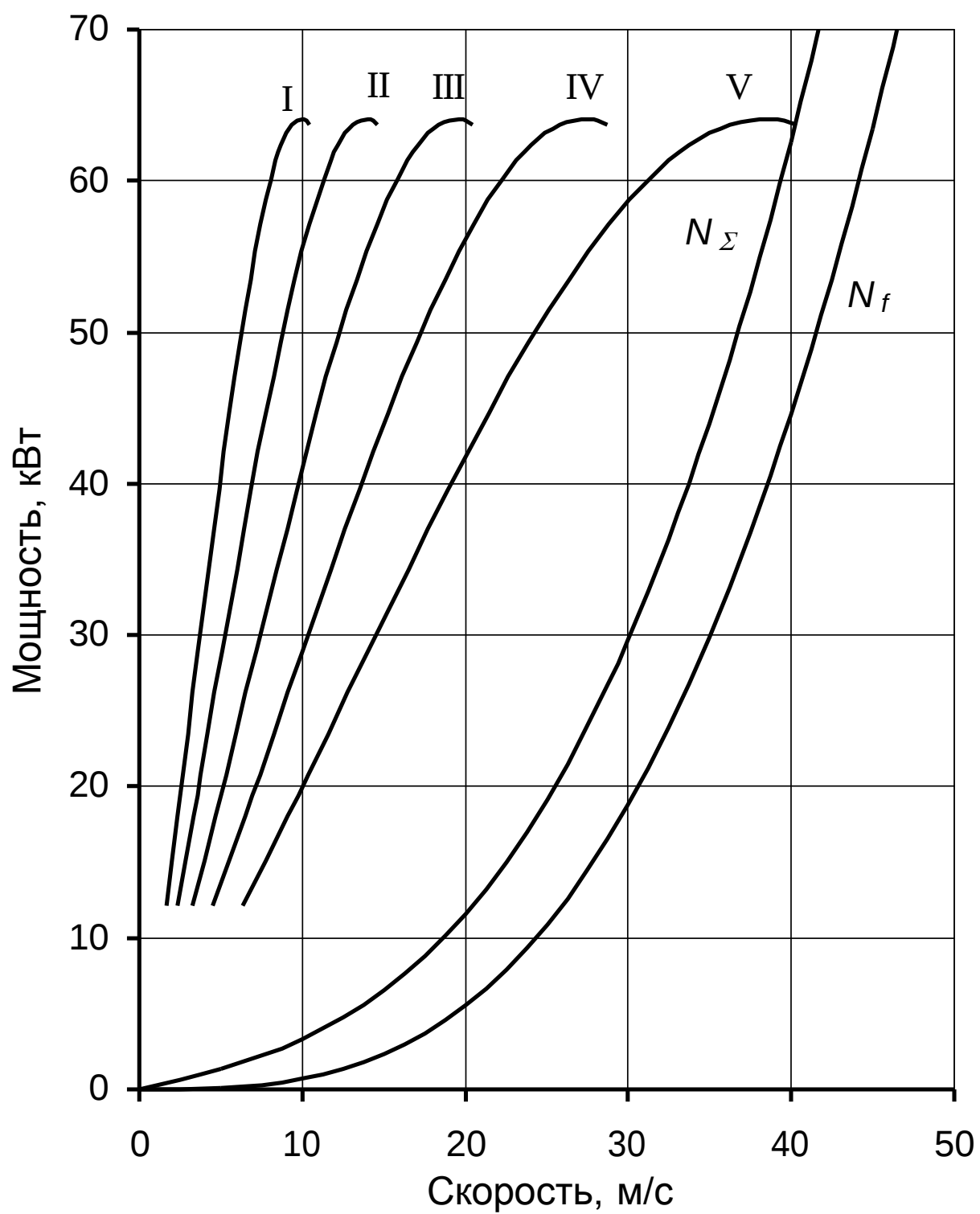


Рисунок А2 – Баланс мощностей

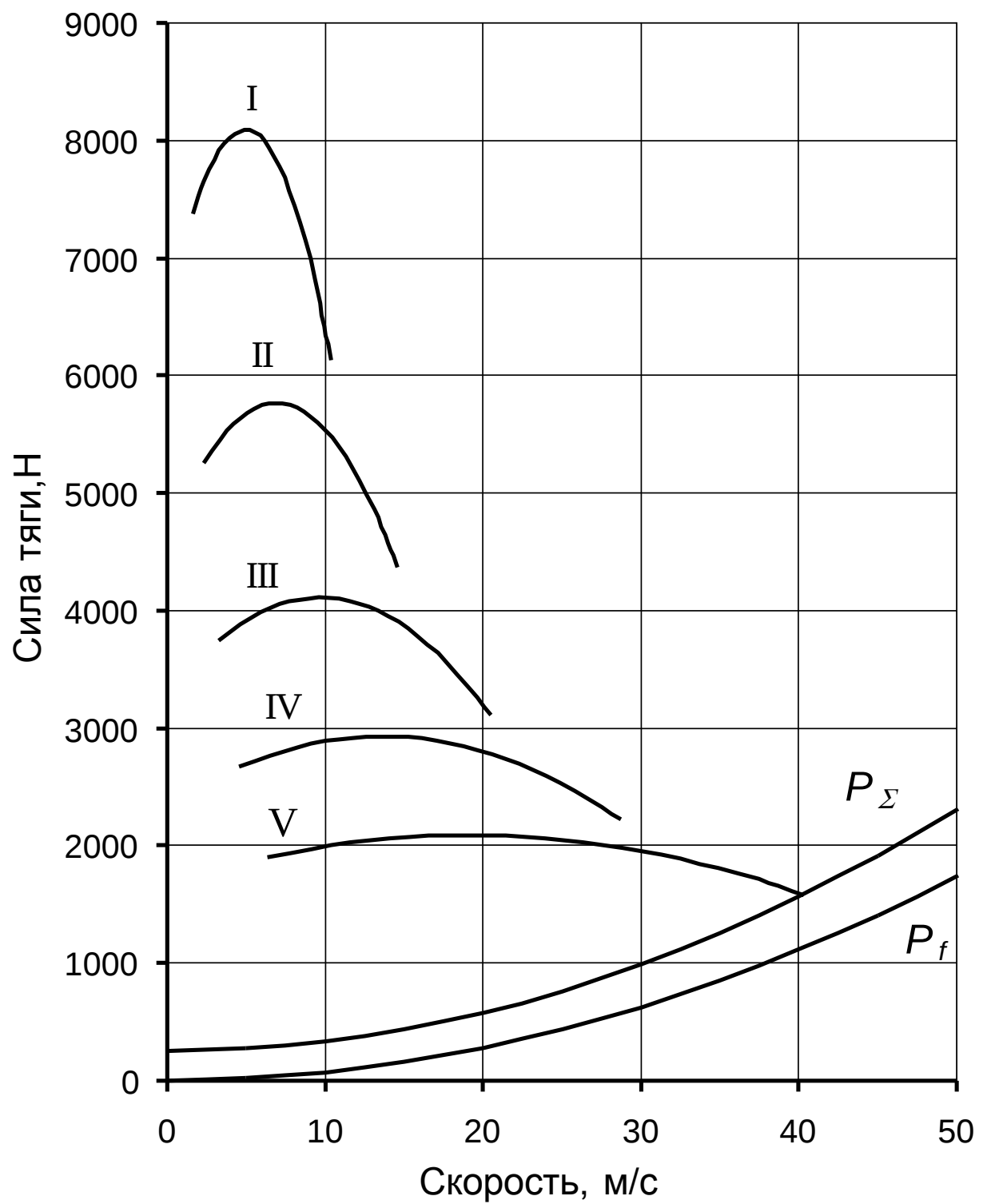


Рисунок АЗ – Тяговый баланс

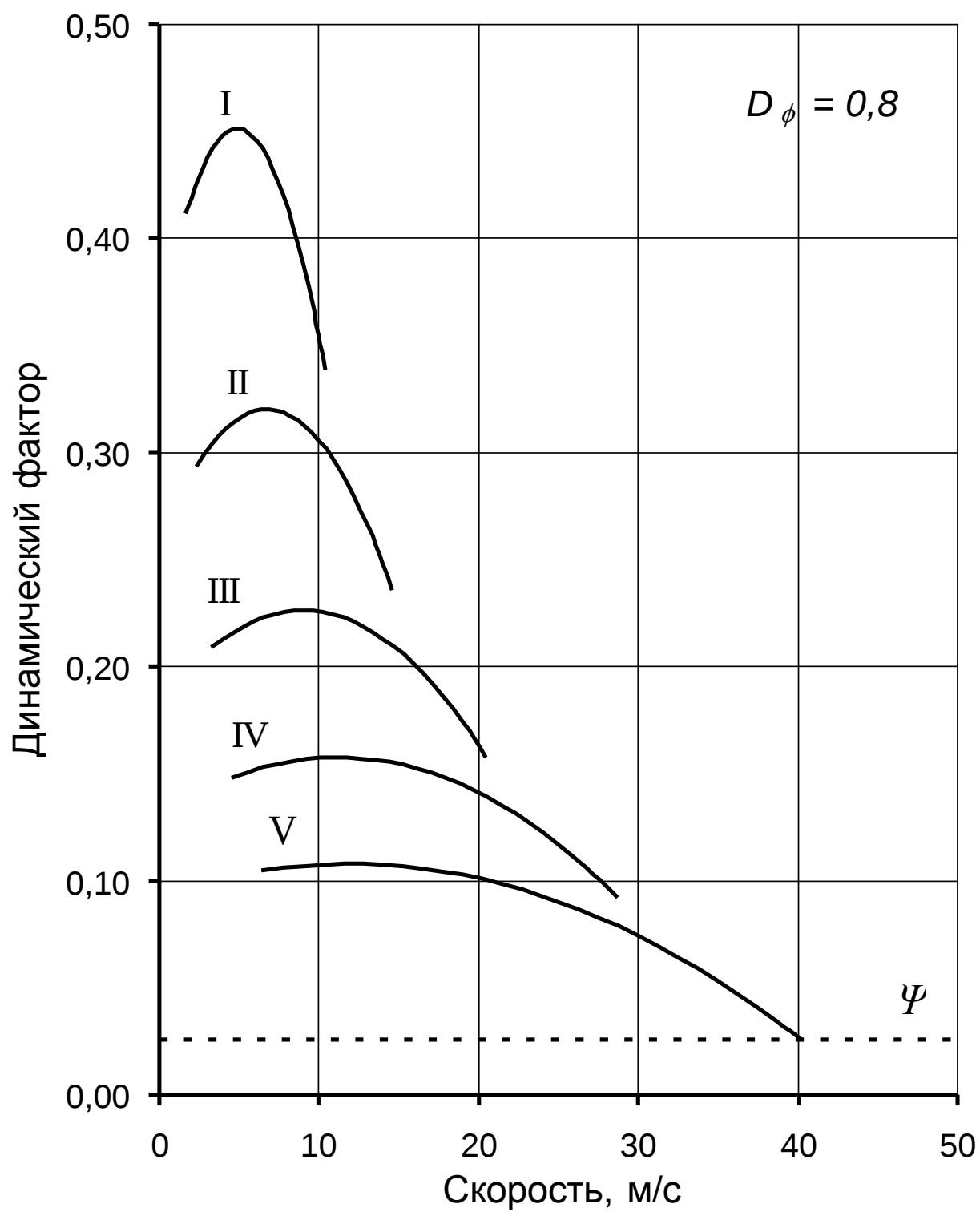


Рисунок А4 – Динамический баланс

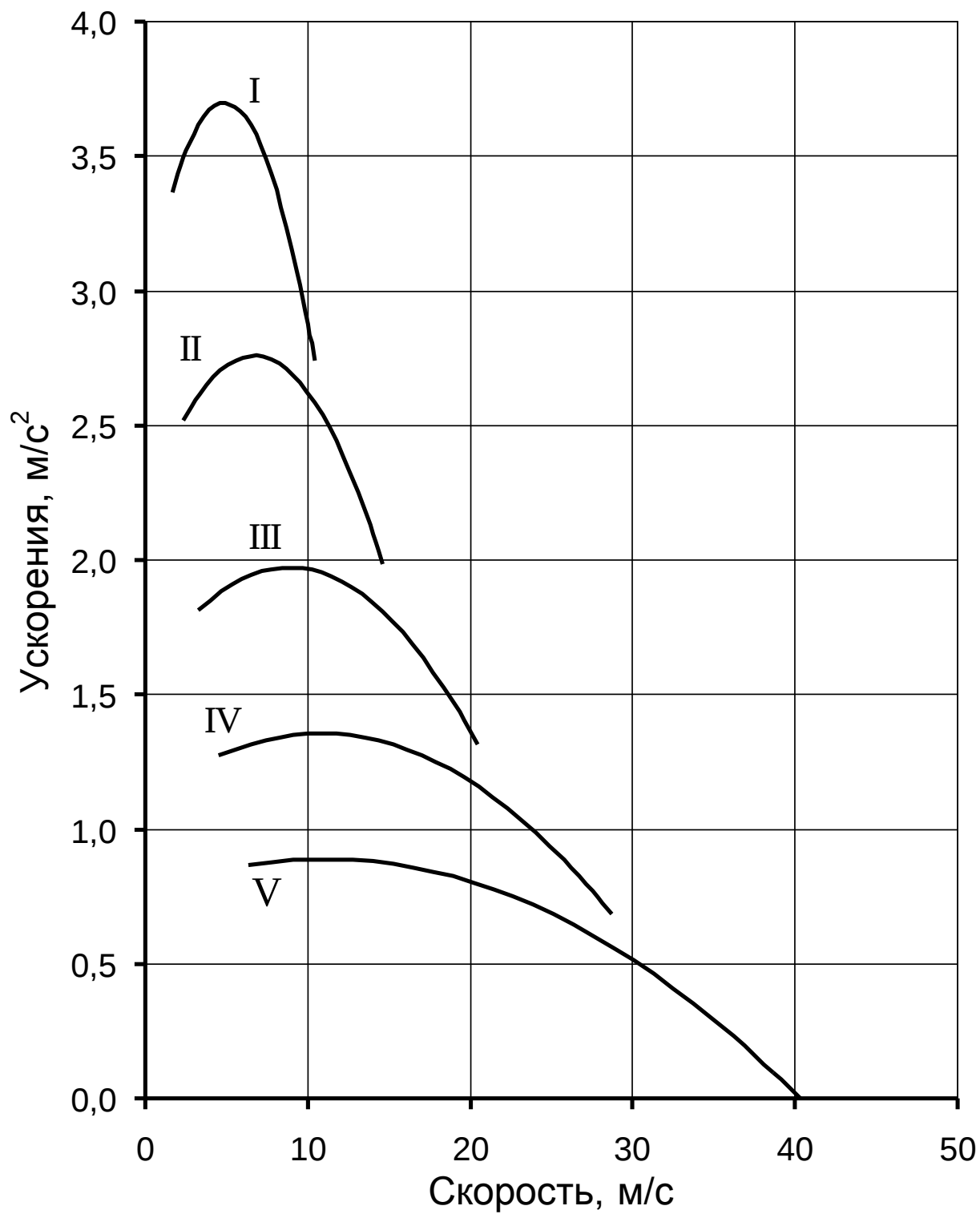


Рисунок А5 – Ускорения на передачах

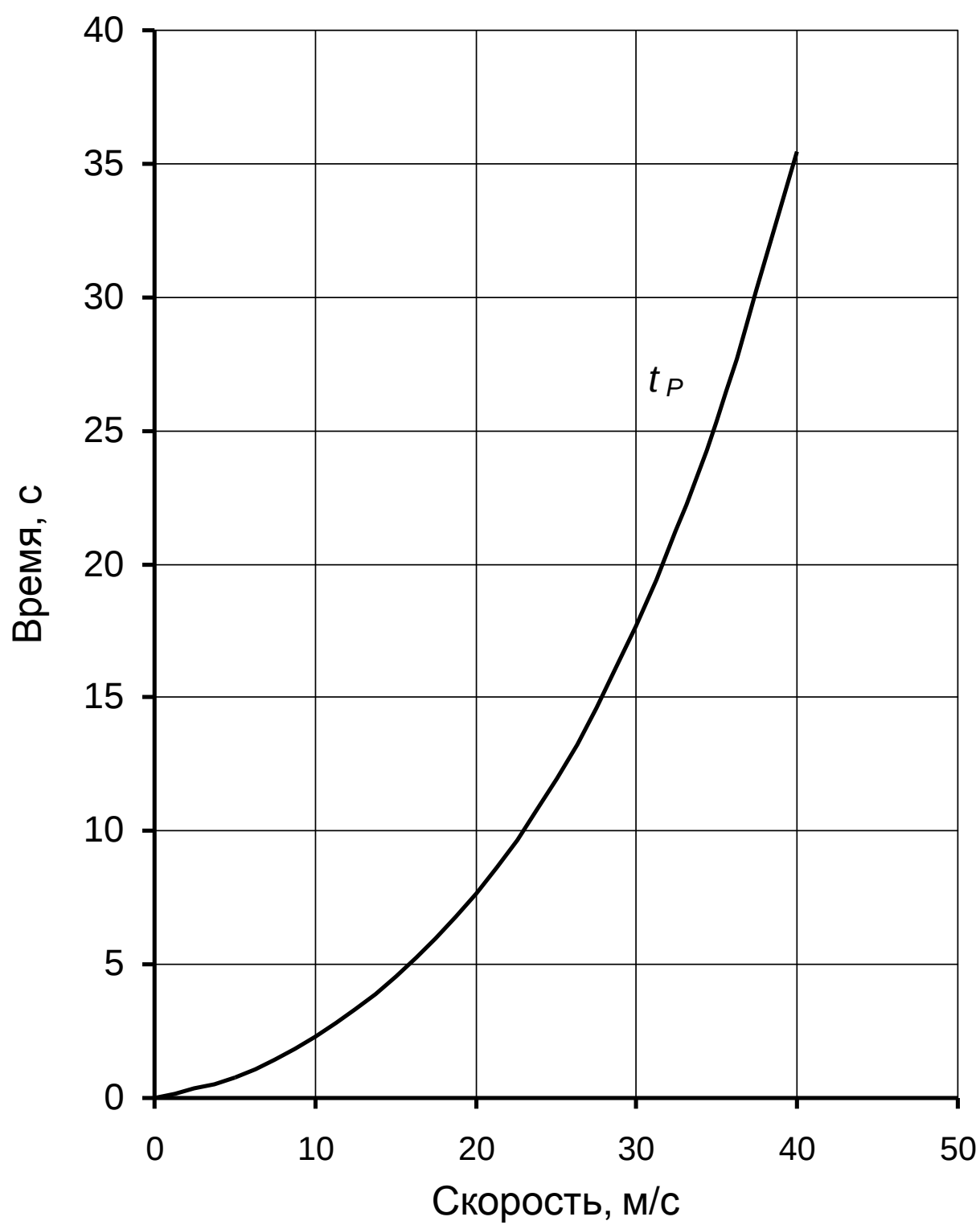


Рисунок А6 – Время разгона

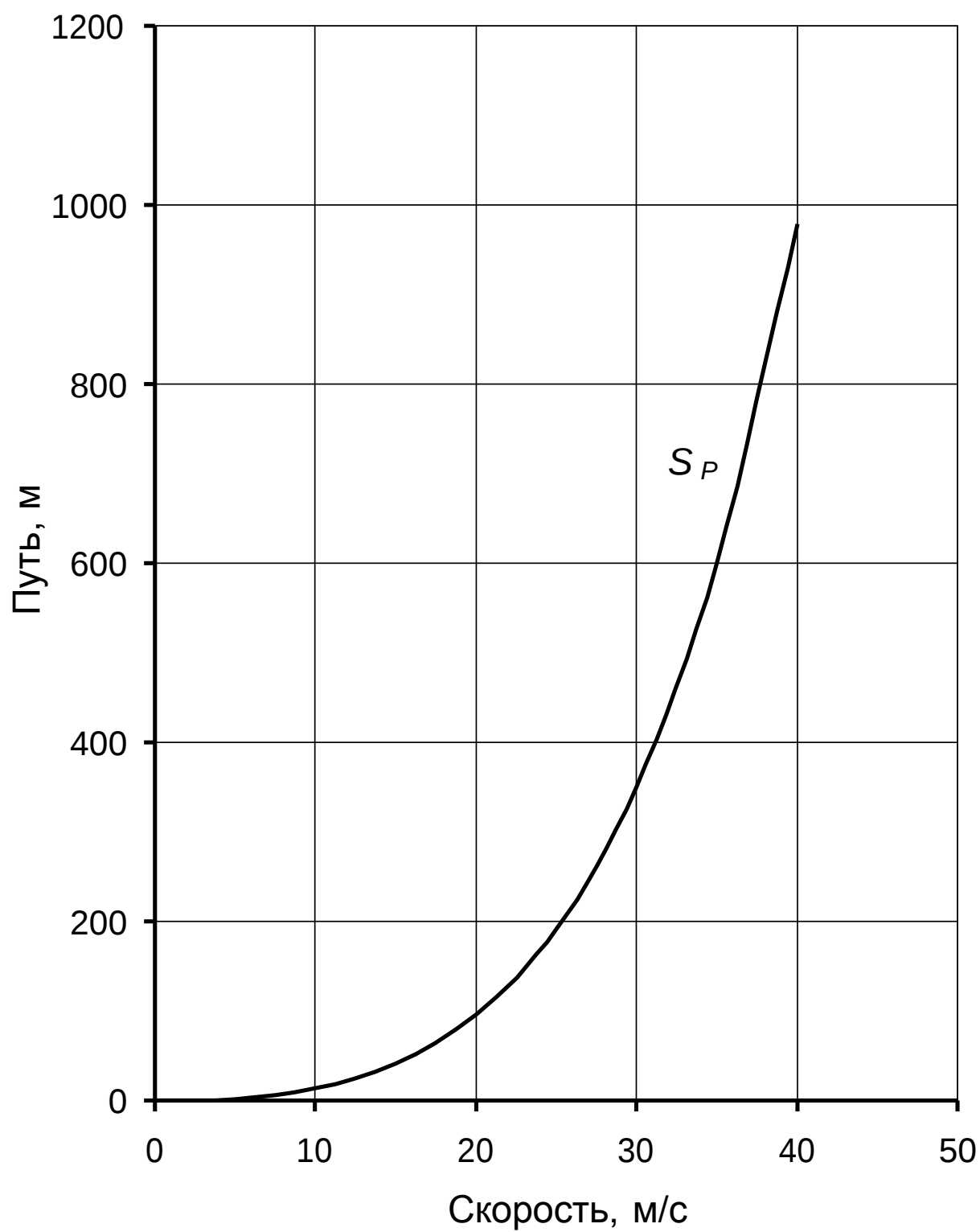


Рисунок А7 – Путь разгона

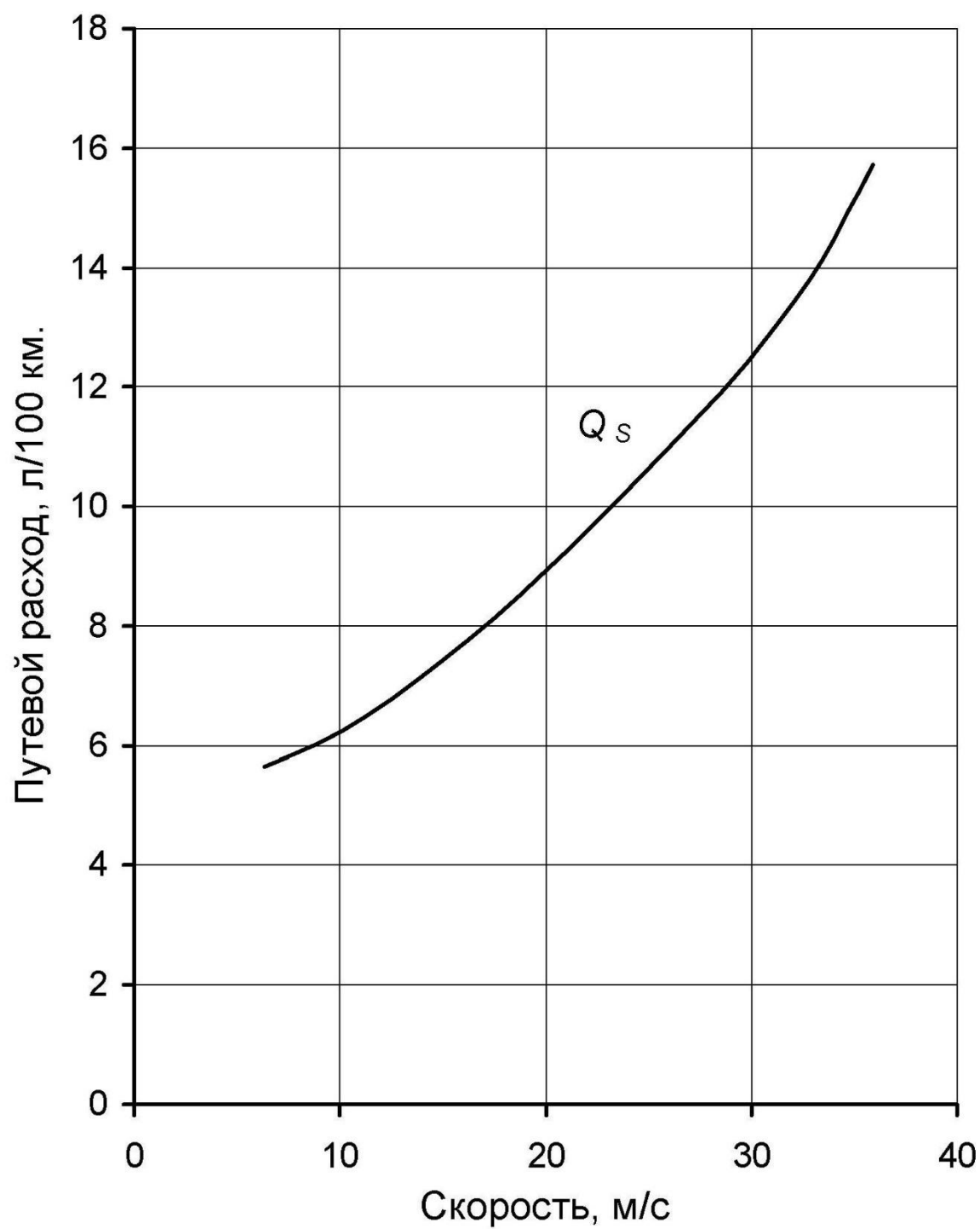


Рисунок А8 – Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

1 Работники должны проходить обязательные предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры в соответствии с приказом «Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 декабря 1996 г. N 405 «[16]О проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников" (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 1996 г., регистрационный N 1224).»[16]

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

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

4 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»[16] соответственно.

15 «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут

ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[16]

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

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.»[16]

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

8 «Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. «[16]

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

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

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

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

24 «[Положение](#) о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625.» [16]

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

«Термины и определения» [16]

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

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

10 «Холодный период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже. » [16]

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

12 «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16]

13 «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата»

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

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

16 «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

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

«Оптимальные условия микроклимата»

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

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

19 «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ

различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [16]

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

21 «Предметом регулирования настоящего Федерального закона являются отношения, возникающие в связи с проведением специальной оценки условий труда, а также с реализацией обязанности работодателя по обеспечению безопасности работников в процессе их трудовой деятельности и прав работников на рабочие места, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда.

22 Настоящий Федеральный закон устанавливает правовые и организационные основы и порядок проведения специальной оценки условий труда, определяет правовое положение, права, обязанности и ответственность участников специальной оценки условий труда.

Статья 2. Регулирование специальной оценки условий труда

23 Регулирование специальной оценки условий труда осуществляется Трудовым [кодексом](#) Российской Федерации, настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

24 Нормы, регулирующие специальную оценку условий труда и содержащиеся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, должны соответствовать нормам Трудового [кодекса](#) Российской Федерации и настоящего Федерального закона.

25 Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены настоящим Федеральным законом, применяются правила международного договора.

Статья 3. Специальная оценка условий труда

26 Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации

вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса (далее также - вредные и (или) опасные производственные факторы) и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

27 По результатам проведения специальной оценки условий труда устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах.

28 Специальная оценка условий труда не проводится в отношении условий труда надомников, дистанционных работников и работников, вступивших в трудовые отношения с работодателями - физическими лицами, не являющимися индивидуальными предпринимателями.

29 Проведение специальной оценки условий труда в отношении условий труда государственных гражданских служащих и муниципальных служащих регулируется федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации о государственной гражданской службе и о муниципальной службе.

Статья 4. Права и обязанности работодателя в связи с проведением специальной оценки условий труда

1. Работодатель вправе:

1) требовать от организации, проводящей специальную оценку условий труда, обоснования результатов ее проведения;

2) проводить внеплановую специальную оценку условий труда в порядке, установленном настоящим Федеральным законом;

3) требовать от организации, проводящей специальную оценку условий труда, документы, подтверждающие ее соответствие требованиям, установленным [статьей 19](#) настоящего Федерального закона;

4) обжаловать в порядке, установленном [статьей 26](#) настоящего Федерального закона, действия (бездействие) организации, проводящей специальную оценку условий труда.

2. Работодатель обязан:

1) обеспечить проведение специальной оценки условий труда, в том числе внеплановой специальной оценки условий труда, в случаях, установленных [частью 1 статьи 17](#) настоящего Федерального закона;

2) предоставить организации, проводящей специальную оценку условий труда, необходимые сведения, документы и информацию, которые предусмотрены гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона, и которые характеризуют условия труда на рабочих местах, а также разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда;

3) не предпринимать каких бы то ни было преднамеренных действий, направленных на сужение круга вопросов, подлежащих выяснению при проведении специальной оценки условий труда и влияющих на результаты ее проведения;

4) ознакомить в письменной форме работника с результатами проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

5) давать работнику необходимые разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

6) реализовывать мероприятия, направленные на улучшение условий труда работников, с учетом результатов проведения специальной оценки условий труда.

Статья 5. Права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда

1. Работник вправе:

1) присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

2) обращаться к работодателю, его представителю, организации, проводящей специальную оценку условий труда, эксперту организации,

проводящей специальную оценку условий труда (далее также - эксперт), за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

3) обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте в соответствии со [статьей 26](#) настоящего Федерального закона.

2. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда.

Статья 6. Права и обязанности организации, проводящей специальную оценку условий труда

1. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, вправе:

1) отказаться в порядке, установленном настоящим Федеральным законом, от проведения специальной оценки условий труда, если при ее проведении возникла либо может возникнуть угроза жизни или здоровью работников такой организации;

2) обжаловать в установленном порядке предписания должностных лиц федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и его территориальных органов.

2. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, обязана:

1) предоставлять по требованию работодателя, представителя выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников обоснования результатов проведения специальной оценки условий труда, а также давать работникам разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда на их рабочих местах;

2) предоставлять по требованию работодателя документы, подтверждающие соответствие этой организации требованиям, установленным [статьей 19](#) настоящего Федерального закона;

3) применять утвержденные и аттестованные в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, методы исследований (испытаний) и методики (методы) измерений и соответствующие им средства измерений, прошедшие поверку и внесенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

4) не приступать к проведению специальной оценки условий труда либо приостанавливать ее проведение в случаях:

а) непредоставления работодателем необходимых сведений, документов и информации, которые предусмотрены гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона, и которые характеризуют условия труда на рабочих местах, а также разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда;

б) отказа работодателя обеспечить условия, необходимые для проведения исследований (испытаний) и измерений идентифицированных вредных и (или) опасных производственных факторов, в соответствии с гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона;

5) хранить коммерческую и иную охраняемую законом тайну, ставшую известной этой организации в связи с осуществлением деятельности в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Статья 7. Применение результатов проведения специальной оценки условий труда

Результаты проведения специальной оценки условий труда могут применяться для:

1) разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников;

2) информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения их здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и о полагающихся работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;

3) обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты;

4) осуществления контроля за состоянием условий труда на рабочих местах;

5) организации в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников;

6) установления работникам предусмотренных Трудовым [кодексом](#) Российской Федерации гарантий и компенсаций;

7) установления дополнительного тарифа страховых взносов в Пенсионный фонд Российской Федерации с учетом класса (подкласса) условий труда на рабочем месте;

8) расчета скидок (надбавок) к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

9) обоснования финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда, в том числе за счет средств на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

10) подготовки статистической отчетности об условиях труда;

11) решения вопроса о связи возникших у работников заболеваний с воздействием на работников на их рабочих местах вредных и (или) опасных производственных факторов, а также расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

12) рассмотрения и урегулирования разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда, между работниками и работодателем и (или) их представителями;

13) определения в случаях, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, и с учетом государственных нормативных требований охраны труда видов санитарно-бытового обслуживания и медицинского обеспечения работников, их объема и условий их предоставления;

14) принятия решения об установлении предусмотренных трудовым законодательством ограничений для отдельных категорий работников;

15) оценки уровней профессиональных рисков;

16) иных целей, предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Глава 2. Порядок проведения специальной оценки условий труда

Статья 8. Организация проведения специальной оценки условий труда

1. Обязанности по организации и финансированию проведения специальной оценки условий труда возлагаются на работодателя.

2. Специальная оценка условий труда проводится совместно работодателем и организацией или организациями, соответствующими требованиям [статьи 19](#) настоящего Федерального закона и привлекаемыми работодателем на основании гражданско-правового договора.

3. Специальная оценка условий труда проводится в соответствии с методикой ее проведения, утверждаемой федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

4. Специальная оценка условий труда на рабочем месте проводится не реже чем один раз в пять лет, если иное не установлено настоящим Федеральным законом. Указанный срок исчисляется со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда.

5. В случае проведения специальной оценки условий труда в отношении условий труда работников, допущенных к сведениям, отнесенным к государственной или иной охраняемой законом тайне, ее проведение осуществляется с учетом требований законодательства Российской Федерации о государственной и об иной охраняемой законом тайне.

Статья 9. Подготовка к проведению специальной оценки условий труда

1. Для организации и проведения специальной оценки условий труда работодателем образуется комиссия по проведению специальной оценки условий труда (далее - комиссия), число членов которой должно быть нечетным, а также утверждается график проведения специальной оценки условий труда.

2. В состав комиссии включаются представители работодателя, в том числе специалист по охране труда, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии). Состав и порядок деятельности комиссии утверждаются приказом (распоряжением) работодателя в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона.

3. При проведении у работодателя, отнесенного в соответствии с законодательством Российской Федерации к субъектам малого предпринимательства, специальной оценки условий труда в состав комиссии включаются работодатель - индивидуальный предприниматель (лично), руководитель организации, другие полномочные представители работодателя, в том числе специалист по охране труда либо представитель организации или специалист, привлекаемые работодателем по гражданско-правовому договору для осуществления функций службы охраны труда (специалиста по охране труда), представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии).

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
					<u>Документация</u>			
A1				18.ДП.01.340.10.00.000.СБ				
					<u>Детали</u>			
		1		18.ДП.01.340.10.00.001	Картер сцепления	1		
		2		18.ДП.01.340.10.00.002	Кольцо пружинное	1		
		3		18.ДП.01.340.10.00.003	Кольцо уплотнительное	1		
		4		18.ДП.01.340.10.00.004	Крышка передняя	1		
		5		18.ДП.01.340.10.00.005	Вал первичный	1		
		6		18.ДП.01.340.10.00.006	Шайба зажимная	1		
		7		18.ДП.01.340.10.00.007	Подшипник	1		
		8		18.ДП.01.340.10.00.008	Муфта скользящая	1		
					синхронизатора			
		9		18.ДП.01.340.10.00.009	Прокладка картера	1		
		10		18.ДП.01.340.10.00.010	Подшипник игольчатый	1		
		11		18.ДП.01.340.10.00.011	Кольцо стопорное	1		
					ступицы			
		12		18.ДП.01.340.10.00.012	Крышка нижняя	1		
		13		18.ДП.01.340.10.00.013	Прокладка	1		
		14		18.ДП.01.340.10.00.014	Блок шестерней	1		
		15		18.ДП.01.340.10.00.015	Шайба пружинная	1		
					ступицы			
		16		18.ДП.01.340.10.00.016	Ступица синхронизатора	1		
		17		18.ДП.01.340.10.00.017	Втулка шестерни	1		
		18		18.ДП.01.340.10.00.018	Подшипник	1		
		19		18.ДП.01.340.10.00.019	Картер	1		
				18.ДП.01.340.10.00.000				
Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата			
Разраб.	Трошкоб О.В.							
Проб.	Прокопьев М.В.							
Руковод.	Прокопьев М.В.							
Н.контр.	Егоров А.Г.							
Утв.	Бобровский А.В.							
Коробка передач в сборе						Лит.	Лист	Листов
							1	2
						ТГУ, ИМ, АТ-1301		

Формат А4

[illegible]

Пер. прим.		Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			18.ДП.01.340.08.00.000.СБ			
						Детали		
				1	18.ДП.01.340.08.00.001	Вал вторичный	1	
				2	18.ДП.01.340.08.00.002	Кольцо стопорное		
						ступицы	1	
				3	18.ДП.01.340.08.00.003	Шайба пружинная		
						ступицы	1	
				4	18.ДП.01.340.08.00.004	Кольцо блокирующее	4	
				5	18.ДП.01.340.08.00.005	Ступица синхронизатора	2	
				6	18.ДП.01.340.08.00.006	Шестерня 3-й передачи	1	
				7	18.ДП.01.340.08.00.007	Шестерня 2-й передачи	1	
				8	18.ДП.01.340.08.00.008	Муфта скользящая	1	
						синхронизатора		
				9	18.ДП.01.340.08.00.009	Шестерня 4-й передачи	1	
				10	18.ДП.01.340.08.00.010	Втулка шестерни	1	
				11	18.ДП.01.340.08.00.011	Подшипник	1	
				12	18.ДП.01.340.08.00.012	Пластина стопорная	1	
				13	18.ДП.01.340.08.00.013	Шестерня заднего хода		
						вторичного вала	1	
				14	18.ДП.01.340.08.00.014	Ступица скользящей		
						муфты синхронизатора	1	
				15	18.ДП.01.340.08.00.015	Муфта синхронизатора	1	
		18.ДП.01.340.08.00.000						
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Трошков О.В.					
		Пров.	Прокопьев М.В.					
		Руковод.	Прокопьев М.В.					
		Н.контр.	Егоров А.Г.					
		Утв.	Бобровский А.В.					
		Вал вторичный в сборе				Лист	Лист	Листов
						1	1	2
						ТГУ, ИМ, АТ-1301		

Копировал _____ Формат А4

[illegible]