

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль))

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: **Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация коробки передач**

Студент(ка)	<u>Д.Н. Литвинов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент В.М. Скутнев</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>к.э.н., доцент Л.Л. Чумаков</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>д.т.н., профессор А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)

« _____ » июня 2016г.

Тольятти 2016

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование и
эксплуатация автомобилей»
_____ А.В. Бобровский
«02» февраля 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Литвинов Дмитрий Николаевич

1. Тема Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация коробки передач

2. Срок сдачи студентом законченного проекта « 01 » июня 2016 г.

3. Исходные данные к дипломному проекту: Снаряжённая масса $m_0 = 1050$ кг; число мест $n = 5$; максимальная скорость $V_{max} = 175$ км/ч (48,6м/с); $f_k = 0,011$; максимальный уклон дороги $i_{max} = 0,39$; $A_d = 1,9$ м².

Цель проекта: Модернизация коробки передач для улучшения тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля.

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

1.1. Назначение агрегата или системы

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.3. Классификация конструкций агрегата или системы

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительное).

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.

3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.

3.4. Выбор деталей, подлежащих расчету, определение нагрузочных режимов.

3.5. Расчет деталей (на прочность, износостойкость, нагрев и т.п.) и выбор материалов деталей.

3.6. Разработка вспомогательных механизмов (для охлаждения, обогрева, смазки, защиты от загрязнений, сигнализации предельного значения параметра и т.д.).

4. Технологическая /Исследовательская часть

Разработка технологического процесса сборки ведомого вала коробки передач.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Определение показателей экономической эффективности от внедрения модернизированной конструкции коробки передач.

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технического объекта.

Заключение

Список литературы

Приложения: - **Графики тягово-динамического расчета**
- **Спецификации**

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 2 листа ф.А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализация листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____ / Д.Ю. Воронов /

Анализ экономической эффективности объекта _____ / Л.Л. Чумаков /

Безопасность и экологичность объекта _____ / А.Н. Москалюк /

7. Дата выдачи задания «02» февраля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

В.М. Скутнев

Задание принял к исполнению

Д.Н. Литвинов

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование
и эксплуатация автомобилей»
А.В. Бобровский

(подпись) (И.О. Фамилия)
«02» февраля 2016г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта

Студента Литвинова Дмитрия Николаевича
по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация коробки передач

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Состояние вопроса	14.04.2016			
2. Тяговый расчет	14.04.2016			
3. Патентное исследование	20.04.2016			
4. Расчет проектируемого механизма	25.04.2016			
5. Чертежи деталей механизмов и узлов	25.04.2016			
6. Технологическая часть	25.04.2016			
7. Экономическая часть	30.04.2016			
8. Безопасность и экологичность объекта	30.04.2016			
9. Сдача готовых ВКР на предварительную проверку	04.05.2016			
10. Предварительная защита	01.06.2016			

Руководитель дипломного проекта

(подпись)

В.М. Скутнев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.Н. Литвинов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте на тему “Переднеприводный автомобиль 2-го класса. Модернизация коробки передач” рассмотрены два варианта 6-ти ступенчатой коробки передач на базе 5-ти ступенчатой коробки передач автомобиля ВАЗ-2110 с базовыми передаточными числами.

Для анализа и оценки принятых передаточных чисел проведен тягово-динамический расчет автомобиля по обоим вариантам ряда передаточных чисел коробки передач. Сравнение рассматриваемых вариантов передаточных чисел проведено по тяговому и мощностному балансу, динамической характеристике, времени и пути разгона, по топливной экономичности.

На основании тягово-динамического анализа даны рекомендации по выбору ряда передаточных чисел. Даны практические рекомендации к применению каждого из анализируемых вариантов.

Проведен прочностной расчет деталей коробки передач, в первую очередь тех элементов, которые подверглись модернизации.

В технологической части проекта разработан техпроцесс сборки ведомого вала для одного из рассмотренных в анализе вариантов.

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

В разделе безопасность и экологичность технического объекта разработаны мероприятия по обеспечению безопасных условий труда на рабочем месте.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Состояние вопроса	9
1.1 Назначение коробки передач	9
1.2 Требования, предъявляемые к коробкам передач	9
1.3 Классификация конструкций коробок передач	9
1.4 Обзор и тенденции развития коробок передач	15
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции коробки передач	17
2 Защита интеллектуальной собственности	22
3 Конструкторская часть	23
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	23
3.1.1 Исходные данные	23
3.1.2 Определение параметров автомобиля	23
3.1.3 Определение параметров двигателя	25
3.1.4 Определение параметров трансмиссии	27
3.1.5 Анализ тягово-скоростных свойств автомобиля	28
3.1.6 Определение сил сопротивления	31
3.1.7 Определение времени разгона	36
3.1.8 Мощностной баланс автомобиля	39
3.1.9 Топливо-экономическая характеристика автомобиля	40
3.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач	41
3.3 Расчёт деталей коробки передач	41
3.3.1 Расчет геометрических параметров зубчатых колес	41
3.3.2 Расчет зубчатых колес на изгибную прочность	50
3.3.3 Расчет валов коробки передач	56
4. Технологическая часть	62
4.1 Анализ исходных данных	62
4.2 Расчет такта и ритма сборки.	62

4.3 Составление технологического маршрута сборки изделия	64
4.4 Разработка технологических операций сборки	69
5 Экономическая часть	76
5.1 Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого сцепления	76
5.2 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»	77
5.3 Расчет точки безубыточности проекта	82
5.4 Расчёт общественного эффекта получаемого в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП	84
5.5 Расчет коммерческой эффективности проекта	89
6 Безопасность и экологичность технического объекта	98
6.1 Влияние изменений в коробке передач на комфорт и экологическую безопасность автомобиля	98
6.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов при обработке вторичного вала коробки передач	99
6.3 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих	100
6.4 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов	101
6.5 Требования безопасности, предъявляемые к оборудованию	104
6.6 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте	105
6.7 Обеспечение электробезопасности	107
6.8 Микроклимат производственной среды и вентиляция	107
6.9 Экологическая экспертиза объекта	108
6.10 Защита работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях	109
Заключение	110
Список используемых источников	111
Приложения	113
А Графики тягово-динамического расчета для 1-го варианта	113

Б	Графики тягово-динамического расчета для 2-го варианта	118
В	Спецификация коробки передач в сборе	123
Г	Спецификация вала вторичного в сборе	126
Д	Спецификация вала первичного в сборе	129
Е	Сравнение тягово-динамических характеристик	130

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность работы автомобильного транспорта влияет на производительность труда всех отраслей промышленности и сельского хозяйства. Большое значение приобретают разработка и создание более прогрессивных моделей автомобильной техники, совершенствование конструкций агрегатов автотракторных средств, улучшение их эксплуатационных качеств.

При конструировании необходимо в первую очередь определить требования, предъявляемые к автомобилю, учитывающие условия его эксплуатации, производственные возможности и т.п. Однако полностью удовлетворить все предъявляемые требования невозможно. Поэтому конструктор в каждом конкретном случае отдаёт предпочтение наиболее важным требованиям.

Важнейшими направлениями дальнейшего повышения технического уровня автомобильной техники являются уменьшение расхода топлива и масла, снижение трудоёмкости технического обслуживания, расхода материалов на изготовление автомобиля, понижение уровня шума и токсичности отработавших газов, повышение надёжности и безопасности конструкции.

Целью данного дипломного проекта является модернизация базовой 5-ти ступенчатой коробки передач автомобиля ВАЗ - 2110 с переоборудованием ее в 6-ти ступенчатую коробку передач, с модернизацией ряда передаточных чисел. Ожидаемым результатом модернизации коробки передач является снижение расхода топлива и улучшение тягово-динамических характеристик автомобиля.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение коробки передач

Коробка передач (КП) предназначена для преобразования и передачи крутящего момента, по величине вращения и момента от двигателя к ведущим колёсам автомобиля, разобщения двигателя от трансмиссии при остановке и стоянке, а также при движении автомобиля по инерции. Коробка передач должна обеспечивать возможность движения автомобиля с малыми скоростями, которые не могут быть обеспечены двигателем внутреннего сгорания (из-за больших минимальных оборотов двигателя). Её назначение в расширении тягового усилия ведущих колёс автомобиля. Коробка передач служит для обеспечения движения автомобиля задним ходом.

1.2 Требования, предъявляемые к коробкам передач

К коробкам передач автомобилей, как указано в работах [1],[2], предъявляются следующие требования:

- число передач и передаточные числа должны обеспечивать необходимые тягово-скоростные и экономические качества автомобиля в заданных условиях;
- переключение передач должно быть простым и не требовать усилий;
- иметь нейтральное положение для длительного отключения двигателя от трансмиссии на уклонах и при движении накатом по инерции, а также иметь передачу заднего хода;
- должна обладать бесшумностью при работе, удобством обслуживания, удобством управления и высоким коэффициентом полезного действия;
- должна обладать достаточным сроком службы;
- должна иметь минимальные габариты и вес, а также минимальную себестоимость.

1.3 Классификация конструкций коробок передач

Коробки передач по способу изменения передаточного числа подразделяют на:

- ступенчатые (рисунок 1.1);
- бесступенчатые;
- комбинированные.

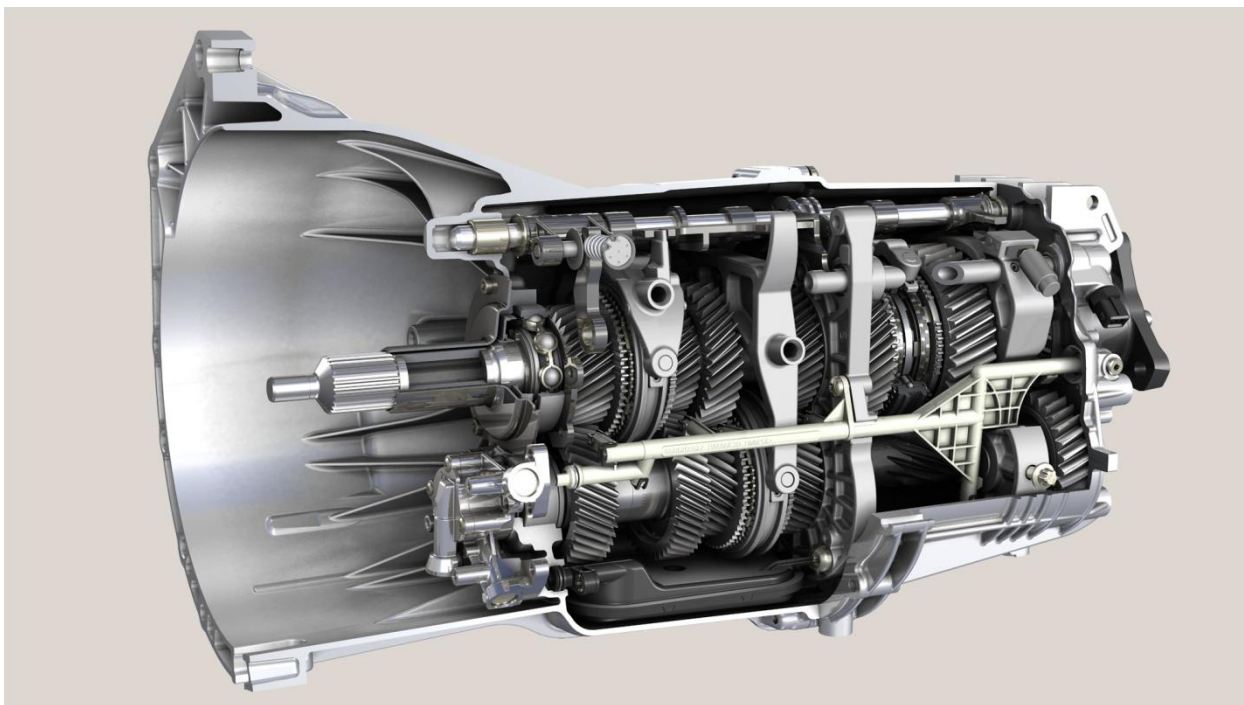


Рисунок 1.1 - Коробка передач

Ступенчатые коробки передач по числу ступеней переднего хода делятся на:

- четырёхступенчатые;
- пятиступенчатые (рисунок 1.2);
- шестиступенчатые.

На современных легковых автомобилях число передач в механических коробках растет. Многие автомобили, особенно с автоматическими КП имеют шесть и более передач.

По положению осей:

- коробки передач с неподвижными осями валов;
- с вращающимися осями валов (планетарные);

Коробки передач с неподвижными осями валов подразделяют на:

- двухвальные (рисунок 1.3);

- трёхвальные;

Коробки передач, выполненные по двухвальной схеме, конструктивно проще. Однако двухвальная схема исключает возможность иметь прямую передачу и существенно ограничивает передаточное число низшей передачи. Двухвальная схема применяется в тех случаях, когда это приводит к упрощению трансмиссии и при этом не требуется большого передаточного числа низшей передачи. Эту схему имеют обычно коробки передач тех легковых и спортивных автомобилей, у которых двигатель размещен рядом с ведущим мостом.

Схемы трехвальных коробок передач, имеющих одинаковое число ступеней, различаются в основном количеством пар зубчатых колес, находящихся в постоянном зацеплении, и построением передачи заднего хода.

Ступенчатые коробки передач имеют высокий КПД и при передаче полной мощности $\eta = 0,96 \div 0,98$. Так же отличаются простотой конструкции и меньшей стоимостью по сравнению с бесступенчатыми. Поэтому они получили широкое применение на автомобилях различных типов.

В соответствии с требованиями обеспечения необходимых динамических и экономических качеств автомобиля определяются диапазон передаточных чисел, число передач и передаточные числа.

Диапазон - это частное от деления передаточных чисел низшей и высшей передач. Чем разнообразнее дорожные условия, в которых будет работать автомобиль, и чем меньше удельная мощность двигателя, тем большим должен быть диапазон его коробки передач.

Диапазон современных коробок передач составляет 3,0-4,5 для легковых автомобилей, 5,0-8,0 для грузовых автомобилей общего назначения и автобусов и 10-20 для автомобилей высокой проходимости и тягачей.

В настоящее время обычно применяются трёх-, четырёх- и пятиступенчатые коробки передач. У грузовых автомобилей большой грузоподъемности и автомобилей высокой проходимости распространены также многоступенчатые коробки передач с числом ступеней 6-16.

Увеличение числа ступеней приводит к повышению степени использования мощности двигателя, топливной экономичности, средней скорости движения и как результат - к повышению производительности автомобиля, снижению себестоимости перевозок. С другой стороны, увеличение числа передач усложняет и утяжеляет конструкцию коробки передач; возрастают её размеры, стоимость, усложняется управление.

При ручном механическом приводе быстрое и безошибочное переключение более пяти передач на прямом ходу осуществлять трудно. Поэтому верхним пределом числа передач с ручным переключением принято считать пять передач. Дальнейшее повышение числа передач вызывает необходимость в усложнении привода или установке дополнительной коробки передач со своим независимым приводом, который используется только на определённых режимах движения.

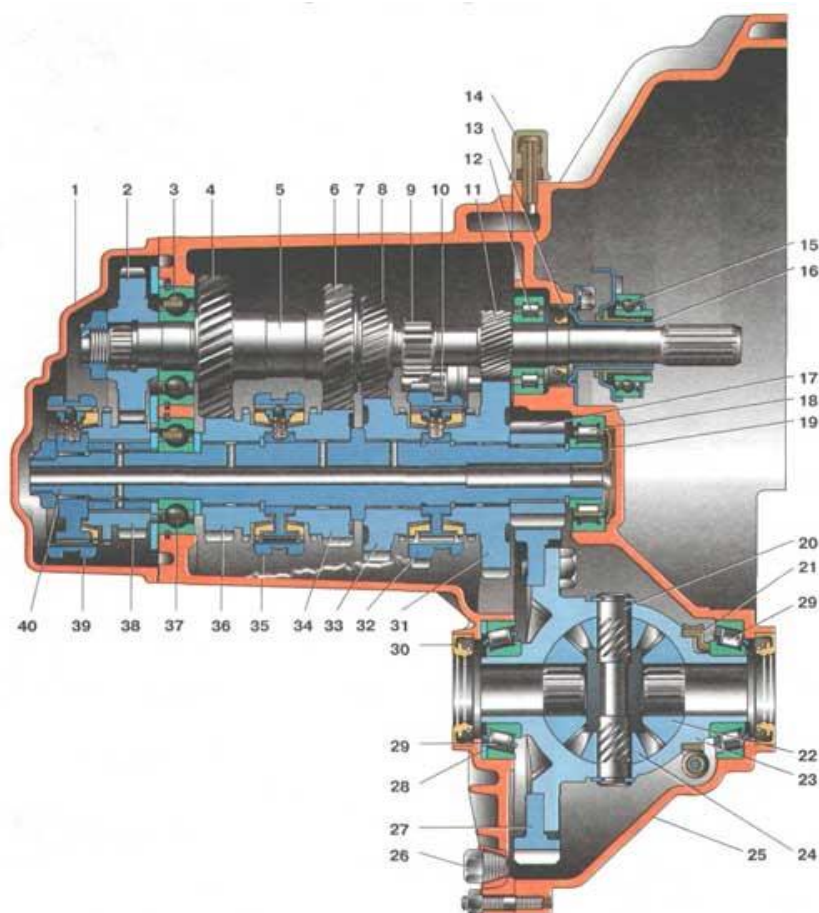


Рисунок 1.2 - Коробка передач двухвальная пятиступенчатая

На автомобилях "десятого" семейства установлена пятиступенчатая двухвальная КП, объединенная с дифференциалом и главной передачей.

Первичный вал выполнен в виде блока ведущих шестерен, которые находятся в постоянном зацеплении с ведомыми шестернями всех передач переднего хода. Вторичный вал – полый, со съёмной ведущей шестерней главной передачи. На вторичном валу расположены ведомые шестерни и синхронизаторы. Передние подшипники валов – роликовые, задние – шариковые. Под передним подшипником вторичного вала расположен маслосборник, направляющий поток масла внутрь вторичного вала и далее под ведомые шестерни.

Привод управления КП состоит из рычага переключения передач, шаровой опоры, тяги, штока выбора передач и механизмов выбора и переключения передач.

Чтобы исключить самопроизвольное выключение передач в привод управления КП, введена реактивная тяга, один конец которой связан с силовым агрегатом, а к другому концу прикреплена обойма шаровой опоры.

В корпусе механизма выбора передач крепятся две оси. На одной установлен трехплечий рычаг выбора передач и две блокировочные скобы. Другая ось проходит через отверстия блокировочных скоб, фиксируя их от проворачивания.

В коробку передач заливается масло, уровень которого должен находиться между контрольными метками указателя уровня масла. Неисправности коробок передач и причины их возникновения:

а) Повышенный шум работы КПП может быть вызван следующими причинами:

- износом зубьев шестерен
- износом подшипников
- недостаточным уровнем масла

б) Затрудненное переключения передач может быть вызвано следующими причинами:

-Неполное выключение сцепления

-Деформация тяги привода управления механизмом переключения передач или реактивной тяги

-Ослабление винтов крепления шарнира или рычага штока выбора передач

-Неправильная регулировка привода переключения передач

-Износ или поломка пластмассовых деталей в приводе переключения передач

в) При самопроизвольном выключении передач основными причинами могут быть:

-Повреждение или износ торцов зубьев синхронизаторов на шестерне и муфте

-Повышенные колебания силового агрегата на опорах из-за трещин или расслоение резины на задних опорах

-Неполное включение передач из-за неправильной регулировки привода переключения передачи неправильной установки защитного чехла тяги

г) Шум в момент включения передач:

-Неполного включения сцепления

-Износа блокирующего кольца синхронизатора включаемой передачи

д) Утечка масла из КПП может возникнуть в следствии износа сальников первичного вала, корпусов шарниров равных угловых скоростей, штока выбора передач или уплотнителя валика привода спидометра. Также утечка масла возможна при ослаблении крепления и повреждении герметика в местах крепления крышки и картера коробки.



Рисунок 1.3 - Двухвальная коробка передач

1.4 Обзор и тенденции развития коробок передач

а) Увеличение плотности ряда передаточных чисел на всем диапазоне коробки передач, что, прежде всего, имеет место в коробках передач автомобилей большой и особо большой грузоподъемности. Уменьшение интервалов ступеней до оптимальных значений обеспечивает:

- лучшее использование мощности двигателя, что сказывается на повышении тяговых, разгонных и топливно-экономических показателей и, в конечном итоге, способствует повышению производительности автомобиля при тех же удельных мощностях;

- уменьшение работы буксования сцепления, синхронизаторов, а также уменьшение динамических нагрузок в трансмиссии, что в целом способствует повышению надежности и долговечности всех узлов и агрегатов трансмиссии;

- уменьшение времени переключения передач, что дополнительно способствует повышению разгонных качеств автомобиля и, следовательно, повышению его производительности.

б) Увеличение диапазона передаточных чисел, определяющего предельные тяговые и скоростные показатели автомобиля, позволяет повышать тяговые качества автомобиля или автопоезда и одновременно уменьшать работу буксования сцепления, тем самым повысить надежность и долговечность его работы.

Увеличение диапазона передаточных чисел позволит лучше загрузить двигатель, снижая его оборотность, что позволяет улучшить топливную экономичность, уменьшить его шумность и одновременно повысить ресурс двигателя за счет снижения оборотов двигателя на 1 км пути. Увеличение диапазона трансмиссии даст особенно большой эффект при значительной по времени и пути работе транспортного средства с частичной нагрузкой на хорошем дорожном покрытии.

Сочетание широкого диапазона с плотным рядом передаточных чисел, позволяет выбрать наиболее оптимальный режим загрузки двигателя и работает в зоне, близкой к минимальному расходу топлива.

в) Применение новых конструкций малогабаритных энергоемких муфтовых синхронизаторов, отличительной особенностью которых являются:

- увеличенная долговечность при одновременном уменьшении осевых размеров, что позволяет выполнить коробку передач в минимальных осевых габаритах;

- использование молибденированных конусов трения синхронизатора, что в 5-10 раз повышает долговечность работы по сравнению с лучшими марками латуни и бронзы;

- полная ремонтпригодность по каждой из деталей синхронизатора (зубчатый венец, муфта, блокирующее кольцо), что исключительно важно для эксплуатации. Пальчиковые и обоймовые синхронизаторы, полностью неремонтпригодные по всем деталям, резко удорожают стоимость ремонта коробки передач и приводят к повышенному расходу металла;

- нечувствительность к крутильным колебаниям и динамическим нагрузкам, в то время как обоймовый и пальчиковый синхронизаторы резко снижают свою долговечность при наличии вышеуказанных факторов;

- применение двухконусных муфтовых синхронизаторов, двукратно повышающих несущую способность.

г) Все возрастающее применение автоматизированного управления сцеплением и переключением передач. Практически все известные фирмы, как,

например, «Вольво», «Мерседес-Бенц», «Скания», «Рено» и др. устанавливают в виде штатного или по требованию заказчика автоматизированное электропневматическое управление коробками передач. При этом, как правило, это управление в первую очередь предназначено для применения на многоступенчатых коробках передач. Применение автоматизированного управления обеспечивает:

- облегчение и упрощение управления;
- уменьшение в 1,5-2 раза времени переключения передач и, соответственно, улучшение разгонных качеств автомобиля;
- улучшение компоновочных возможностей автомобиля;
- повышение экономичности автомобиля за счет автоматического оптимального выбора момента переключения;
- значительное повышение ресурса работы синхронизаторов за счет уменьшения динамических нагрузок на конусах синхронизаторов.

1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции коробки передач.

Шестиступенчатая коробка передач имеет короткоходные передачи, двигатель испытывает меньшую нагрузку и это дает плюсы в виде более быстрого, динамичного и ровного разгона, с сохранением максимальной скорости. При быстром переключении передач, не приходится раскручивать двигатель и за счет этого – значительная экономия топлива.

Проведен анализ существующих передаточных отношений шестиступенчатой КП легковых автомобилей, приведенный в таблице 1.1.

За 1-й вариант принимаем 6-ти ступенчатую КП, у которой пятая передача имеет передаточное число 0,94; шестая передача ускоряющая с передаточным числом 0,78.

За 2-й вариант принимаем 6-ти ступенчатую КП, у которой четвертая передача имеет передаточное число 0,94; пятая и шестая передачи ускоряющие, с передаточными числами соответственно 0,8 и 0,7.

Таблица 1.1

	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Ford Mondeo	3,07	1,86	1,24	0,84	0,89	0,71
Hyundai i30	3,62	1,95	1,37	1,04	0,89	0,77
Nissan Silvia	3,63	2,2	1,54	1,21	1	0,77
VW Touareg	4,68	2,53	1,58	1,22	1	0,84
Land Rover Defender	5,44	2,84	1,72	1,22	1	0,74
Reno Duster	4,46	2,59	1,74	1,29	1,03	0,81
Ваз 2110 - база	3,63	1,95	1,36	0,94	0,8	-
Принятые для тягово- динамического анализа ряды передаточных чисел						
1-й вариант	3,63	2,63	1,9	1,38	0,94	0,78
2-й вариант	3,63	1,95	1,36	0,94	0,8	0,7

Анализируемая шестиступенчатая коробка передач, приведенная на рисунке 1.4, с шестью передачами для движения «вперёд» и одной передачей заднего хода. Коробка передач выполнена по двухвальной схеме и конструктивно объединена в одном картере с главной передачей.

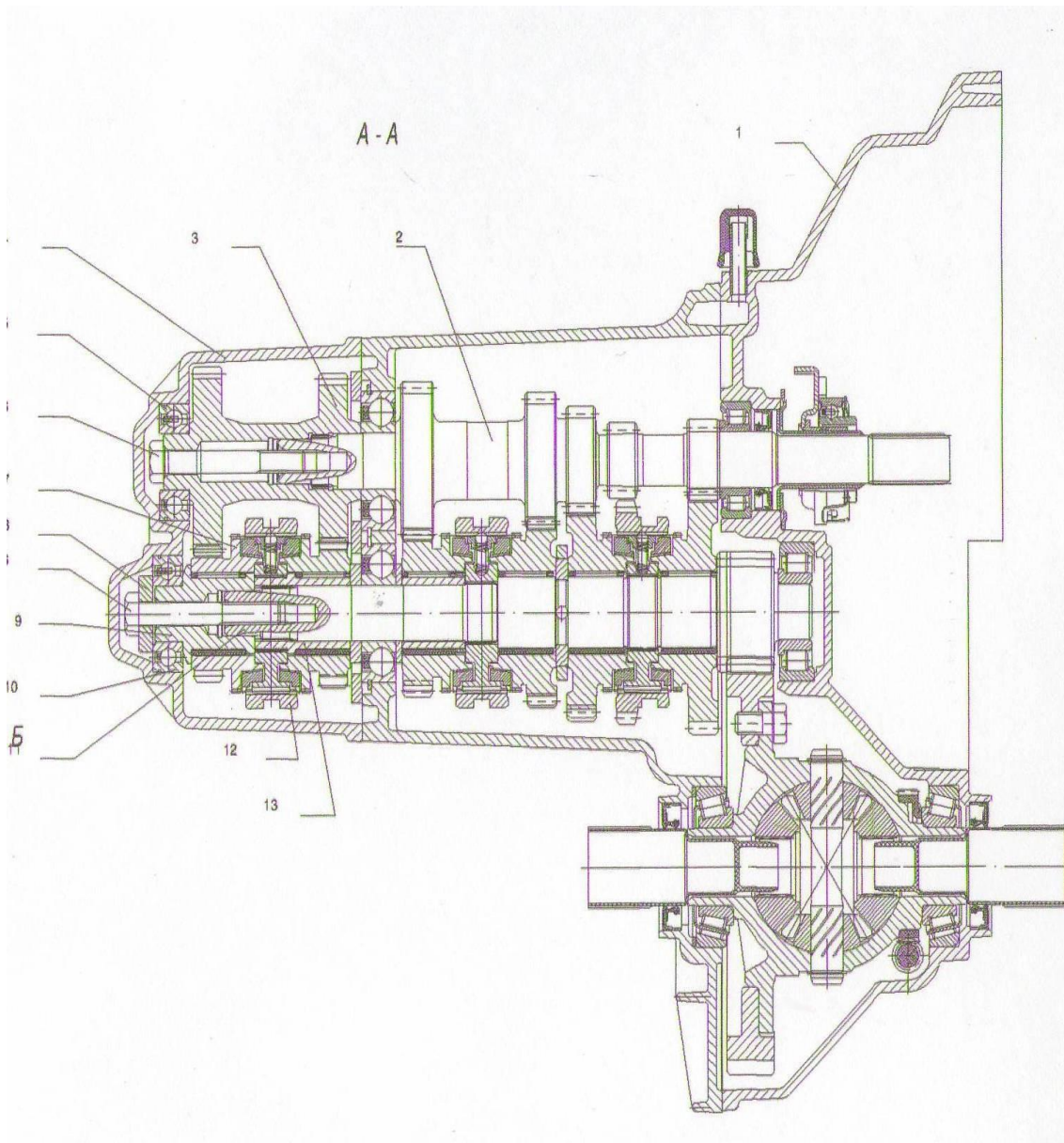


Рисунок 1.4 - Шестиступенчатая коробка передач

Все передачи переднего хода включаются с помощью синхронизаторов, отвечающих за безударное включение шестерни. Для уменьшения шума при работе шестерни, повышения плавности сцепления, увеличения долговечности - шестерни переднего хода цилиндрические косозубые, шестерня заднего хода цилиндрическая прямозубая. В данной коробке передач шестерни размещены таким образом, что ближе к двигателю находится пара шестерен 1-ой передачи, 2-ой передачи, затем 3-ей передачи и так далее. Это позволило рационально разместить механизм переключения, уменьшив при этом размеры его деталей.

Удалось также рационально разместить шестерню заднего хода, установив её на короткой, консольно закреплённой оси.

При работе на любой передаче соответствующая шестерня вращается с вторичным валом как одно целое, а остальные шестерни вращаются без нагрузки по скользящей насадке. Для того чтобы не произошло заклинивание шестерни с валом, вал сделан полым. Подача масла в осевое отверстие вторичного вала - принудительная. При работе, масло под действием центробежной силы вала через отверстие выходит к посадочному месту шестерни с валом, при этом образуется «масляная подушка».

В картере коробки передач установлен постоянный магнит для очистки масла от продуктов износа деталей.

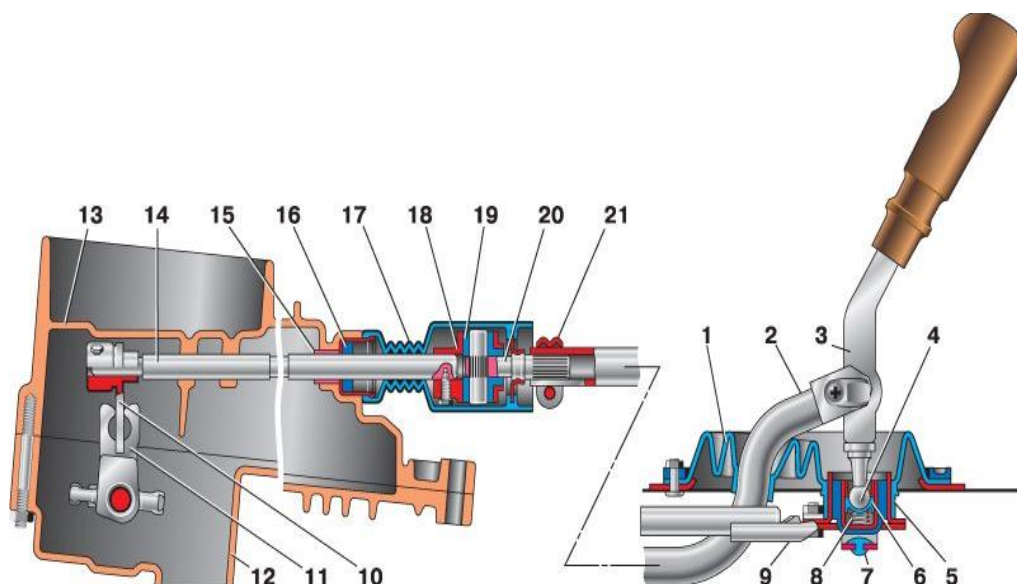


Рисунок 1.5 - Механизм переключения передач

Управление коробкой передач производится продольными и поперечными перемещениями рукоятки рычага переключения передач, установленного на полу кузова между передними сидениями и соединённого подвижной тягой с коробкой передач. Выбранная конструкция механизма (рисунок 1.5) обеспечивает избирательное включение передач (т.е. возможно включение любой передачи в любой последовательности) путём перемещения вилок, закреплённых на скользящих штоках. В шарнирных соединениях

привода управления предусматривается применение пластмасс, не требующих периодической смены смазки в процессе эксплуатации, что снижает трудоёмкость технического обслуживания. Выбранный механизм переключения передач прост по конструкции, не требует дефицитных материалов и в сравнении с аналогичными механизмами обладает малым количеством деталей, а также обеспечивает стандартную схему переключения передач. Рабочие поверхности валов и шестерен подвергнуты закалке до высокой твёрдости, что позволяет обеспечить небольшое трение, малый износ и необходимую долговечность поверхностей. Уход за коробкой передач заключается в наблюдении и поддержании определённого уровня масла, доливке и смене его в соответствии с картой смазки и проверке крепёжа.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрена заданием на выполнение дипломного проекта.

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные:

- 1) тип автомобиля – легковой автомобиль 2 класса;
- 2) число мест $n_m = 5$;
- 3) снаряжённая масса автомобиля $m_o = 1050$ кг;
- 4) масса одного пассажира $m_{п} = 75$ кг;
- 5) масса багажа $m_b = 10$ кг;
- 6) максимальная скорость движения
 $V_{max} = 175$ км/ч или $V_{max} = 48,6$ /с;
- 7) коэффициент сопротивления дороги, на которой достигается максимальная скорость $f_k = 0,011$;
- 8) максимальный коэффициент сопротивления дороги $i_{max} = 0,39$;
- 9) лобовая площадь $A_a = 1,9$ м².
- 10) КПД трансмиссии – 0,92;
- 11) момент инерции вращающихся частей двигателя – 0,09;
- 12) момент инерции колеса – 0,7;
- 13) коэффициент обтекаемости кузова -0,45.

При проведении тягово-динамического расчета автомобиля использовались учебные пособия [4],[5].

3.1.2 Определение параметров автомобиля.

Определение полной массы автомобиля:

$$m_a = m_o + (m_{п} + m_b) \cdot n_m \quad (3.1)$$

$$m_a = 1050 + (75 + 10) \cdot 5 = 1475 \text{ кг.}$$

Определение массы, приходящейся на задние колеса:

$$m_1 = m_a \cdot k_1 \quad m_2 = m_a \cdot k_2,$$

где m_1 и m_2 - массы на передней и задней осях;

k_1 и k_2 - коэффициенты, $k_1 = 0,5$ и $k_2 = 0,5$;

$$m_1 = 1475 \cdot 0,55 = 811,25 \text{ кг}; \quad m_2 = 1475 \cdot 0,45 = 663,75 \text{ кг}.$$

Определение нагрузки на колеса:

$$F_{k1} = m_1 g / 2 \quad F_{k2} = m_2 g / 2.$$

$$F_{k1} = 811,25 \cdot 9,81 / 2 = 3979 \text{ Н}.$$

$$F_{k2} = 663,75 \cdot 9,81 / 2 = 3256 \text{ Н}.$$

Выбор шин:

Нагрузка на шины рассчитывается для автомобиля переднеприводной компоновки:

Для расчетов выбираем шину 175/70R14.

Радиус качения данной шины:

$$r_k = 0,5 * d + \lambda_z * H \quad , \quad (3.2)$$

где $d = 14$ - посадочный диаметр, дюймы

$\lambda_z = 0,8$ - коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин

$H/B = 70$ - соотношение высоты профиля шины к ее ширине, %

$B = 0,175$ - ширина профиля шины, м

$H = 70 * 0,175 = 0,123$ - высота профиля шины, м

$$r_k = 0,5 * 0,0254 * 14 + 0,8 * 0,123 = 0,264 \text{ м}.$$

Определение статического радиуса колеса:

$$r_{ст} = 0,5d + 0,8 \cdot H$$

$$r_{ст} = 0,5 \cdot 15 \cdot 0,0254 + 0,8 \cdot 0,15 = 264 \text{ мм} = 0,264 \text{ м}.$$

Определение КПД трансмиссии:

$$\eta_t = 0,98^k \cdot 0,97^e \cdot 0,98^m, \quad (3.3)$$

3.1.3 Определение параметров двигателя.

Определение мощности двигателя при максимальной скорости:

$$N_V = \frac{N_{\Psi_V} + N_B}{\eta_T \cdot 1000} \text{ (кВт)}; \quad (3.4)$$

$$N_V = \frac{m_a g \Psi_V V_{\max} + k_B A_a V_{\max}^3}{\eta_T \cdot 1000}, \quad (3.5)$$

где N_V - мощность двигателя при максимальной скорости;

k_B - фактор обтекаемости, для легковых автомобилей принимаем

$$k_B = 0,3 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4;$$

A_a - лобовая площадь, для автомобиля 2 класса принимаем $A_a = 1,9 \text{ м}^2$.

η_T - КПД трансмиссии; $\eta_T = 0,92$;

$\Psi_V = f_v = f_k(1 + V^2/2000) = 0,011(1 + 48,6^2/2000) = 0,024$ - коэффициент сопротивления качению при максимальной скорости движения;

$$N_V = \frac{m_a g \Psi_V V_{\max} + k_B A_a V_{\max}^3}{\eta_T \cdot 1000} = 87,31 \text{ кВт}.$$

Определение максимальной мощности двигателя:

$$Ne^{\max} = \frac{N_V}{a \frac{\omega_V}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_V}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_V}{\omega_N} \right)^3}, \quad (3.6)$$

где Ne^{\max} - максимальная мощность двигателя;

a, b, c - коэффициенты, зависящие от типа двигателя;

$a = b = c = 1$, т.к. двигатель карбюраторного типа;

ω_V - угловая скорость при максимальной скорости;

ω_N - угловая скорость при максимальной мощности.

$$Ne^{\max} = \frac{N_V}{a \frac{\omega_V}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_V}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_V}{\omega_N} \right)^3} = \frac{87,31}{1,11 + (1,11)^2 - (1,11)^3} = 89,6 \text{ кВт.}$$

Определение текущих значений мощности:

$$Ne = Ne^{\max} \left[a \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (3.7)$$

где ω_e - угловое ускорение. Изменяется от ω_{\min} до ω_V

ω_{\min} - угловое ускорение;

$n_N = 5646$ об/мин; $n_{\min} = 800$ об/мин.

$$\omega_N = \frac{\pi n_N}{30}; \quad \omega_N = 523 \text{ с}^{-1}; \quad \omega_V = 1,11 \omega_N = 580 \text{ с}^{-1}.$$

Результаты расчетов N_e заносим в таблицу 3.1.

Определение крутящего момента двигателя:

$$Me = 1000 \frac{Ne}{\omega_e}, \quad \text{Н} \cdot \text{м}. \quad (3.8)$$

Результаты расчетов M_e заносим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика

n , об/мин	800	1894	2989	4083	5178	6272
ω_e , с^{-1}	83,7	198,26	312,82	427,38	541,94	656,5
N_e кВт	14,23	36,76	59,24	77,77	88,42	87,28
M_e Нм	170,01	185,41	189,37	181,97	163,15	132,95

С помощью данной таблицы строим график внешней скоростной характеристики двигателя, приведенный на рисунке А.1 в приложении А.

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.2 - Внешняя скоростная характеристика

n , об/мин	800	1894	2989	4083	5178	6272
ω_e , c^{-1}	83,7	198,26	312,82	427,38	541,94	656,5
N_e кВт	13,73	35,47	57,17	75,05	85,33	84,23
M_e Нм	164,04	178,91	182,76	175,60	157,45	128,30

С помощью данной таблицы строим график внешней скоростной характеристики двигателя, приведенный на рисунке Б.1 в приложении Б.

3.1.4 Определение параметров трансмиссии.

Определение передаточного отношения главной передачи:

$$V_{\max} = \frac{\omega_V \cdot r_K}{U_{ГЛ} \cdot U_K^B}; \quad (3.9)$$

$$U_{ГЛ} = \frac{\omega_V \cdot r_K}{V_{\max} \cdot U_K^B}, \quad (3.10)$$

где $U_{ГЛ}$ - передаточное отношение главной передачи;

r_K - радиус качения, $r_K = r_{СТ} = r_D$;

U_K^B - передаточное отношение коробки высшее, передача на которой достигается максимальная скорость;

$$U_{ГЛ} = \frac{\omega_V \cdot r_K}{V_{\max} \cdot U_K^B} = 4,46.$$

Определение передаточных чисел:

Максимальная тяговая сила на I передаче должна быть больше максимальной силы по дорожному сопротивлению и меньше предельной силы по сцеплению.

$$U_{K1} \geq \frac{m_a g \psi_{\max} r_{\delta}}{Me_{\max} U_{ГЛ} \eta_T} \geq \frac{1475 \cdot 9.81 \cdot 0.414 \cdot 0.276}{189,37 \cdot 3,96 \cdot 0.92} \geq 2,396, \quad (3.11)$$

$$U_{K1} \leq \frac{k_Z m_a g \varphi_{\delta}}{Me_{\max} U_{ГЛ} \eta_T} \leq \frac{7958 \cdot 0.9 \cdot 0.276}{189,37 \cdot 0.92 \cdot 3,96} \leq 2,865,$$

где $\Psi_{\max} = i_{\max} + f_k$ - максимальный коэффициент сопротивления дороги;

Me_{\max} - максимальный крутящий момент двигателя (по таблице 3.1);

$\varphi=0,9$ -коэффициент сцепления;

$k_Z=0,5$ – коэффициент нагрузки на ведущие колеса;

Принимаем $U_{K1}=3,636$.

Определяем передаточные числа КП по формулам:

$$U_{K2} = \sqrt[4]{U_{K1}^3} = 2,633; \quad (3.12)$$

$$U_{K3} = \sqrt{U_{K1}} = 1,9 \quad (3.13)$$

$$U_{K4} = \sqrt[4]{U_{K1}} = 1,38;$$

$$U_{K5} = 0.941$$

$$U_{K6} = 0.78$$

3.1.5 Анализ тягово-скоростных свойств автомобиля.

Определение скорости на соответствующей передаче:

$$V_{a1} = \frac{\omega_e r_k}{U_{k1} U_{ГЛ}}$$

Результаты расчетов V_a заносим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с:					
	I	II	III	IV	V	VI
800	1,6	2,22	3,07	4,23	5,14	6,2
1894	3,8	5,25	7,27	10,01	12,17	14,68
2989	6	8,28	11,48	15,8	19,19	23,17
4083	8,19	11,31	15,68	21,58	26,22	31,65
5178	10,39	14,35	19,88	27,37	33,25	40,14
6272	12,58	17,38	24,08	33,16	40,28	48,62

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.4

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с:					
	I	II	III	IV	V	VI
800	1,02	1,91	2,74	3,96	4,78	7,08
1748	2,43	4,53	6,49	9,39	11,32	16,77
2696	3,83	7,14	10,24	14,82	17,85	26,45
3645	5,23	9,76	13,99	20,24	24,39	36,14
4593	6,64	12,37	17,74	25,67	30,93	45,83
5541	8,04	14,99	21,49	31,09	37,47	55,51

Определение тяговой силы:

$$P_{K1} = \frac{MeU_{K1}U_{ГЛ}\eta_T}{r_D} \quad (3.14)$$

$$P_{K2} = \frac{MeU_{K2}U_{ГЛ}\eta_T}{r_D}$$

$$P_{K3} = \frac{MeU_{K3}U_{ГЛ}\eta_T}{r_D}$$

$$P_{K4} = \frac{MeU_{K4}U_{ГЛ}\eta_T}{r_D}$$

$$P_{K5} = \frac{MeU_{K5}U_{ГЛ}\eta_T}{r_D}$$

$$P_{K6} = \frac{MeU_{K6}U_{ГЛ}\eta_T}{r_D}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче F_k , Н						Силы сопротивления на 5 передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	VI	P_B	P_D	P_Σ
800	8159,66	5908,80	4263,85	3096,90	2549,01	2111,73	21,25	162,23	183,48
1894	8898,79	6444,04	4650,08	3377,43	2779,9	2303,01	119,12	176,32	295,44
2989	9088,85	6581,67	4749,40	3449,56	2839,27	2352,20	296,75	201,89	498,64
4083	8733,69	6324,48	4563,81	3314,77	2728,32	2260,29	553,71	238,89	792,6
178	7830,42	5670,38	4091,80	2971,94	2446,15	2026,52	890,61	287,39	1178
6272	6380,96	4620,76	3334,39	2421,82	1993,35	1651,40	1306,67	347,3	1654

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.6

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче F_k , Н						Силы сопротивления на 6 передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	VI	P_B	P_D	P_Σ
800	6490,46	3480,86	2427,68	1677,95	1392,34	1784,71	11,83	214,76	226,59
1748	7072,03	3792,76	2645,21	1828,30	1517,10	1946,49	66,36	225,94	292,3
2696	7225,32	3874,96	2702,54	1867,93	1549,99	1988,37	165	246,17	411,17
3645	6941,29	3722,64	2596,30	1794,50	1489,06	1910,47	308,05	275,49	583,54
4593	6223,72	3337,80	2327,90	1608,99	1335,12	1713,01	495,41	313,91	809,32
5541	5071,10	2719,65	1896,78	1311,01	1087,86	1395,87	727,06	361,4	1088,5

3.1.6 Определение сил сопротивления.

Определение силы аэродинамического сопротивления:

$$P_{B1} = k_B A_a V_{a1}^2 \quad (3.15)$$

$$P_{B2} = k_B A_a V_{a2}^2 ;$$

$$P_{B3} = k_B A_a V_{a3}^2 ;$$

$$P_{B4} = k_B A_a V_{a4}^2 .$$

$$P_{B5} = k_B A_a V_{a5}^2 .$$

Определение силы дорожного сопротивления:

$$P_\psi = g m_a \psi V_{V4} = 1475 \times 9,81 \psi V \quad (3.16)$$

Определение совместной силы сопротивления движению:

$$P = P_B + P_\psi ;$$

$$P_B = k_B A_a V_a^2 . \quad (3.17)$$

Результаты расчетов P_B , P_ψ и $P_B + P_\psi$ заносим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7

I		II		III		IV		V		VI	
V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B
1,6	1,42	2,22	2,72	3,07	5,21	4,23	9,89	5,14	14,6	6,20	21,25
3,8	7,98	5,25	15,24	7,27	29,21	10,01	55,39	12,17	81,87	14,68	119,12
6	19,90	8,28	37,90	11,48	72,85	15,80	137,99	19,19	203,56	23,17	296,75
8,19	37,08	11,31	70,71	15,68	135,90	21,58	257,42	26,22	380,01	31,65	553,71
10,39	59,67	14,35	113,83	19,88	218,46	27,37	414,08	33,25	611,11	40,14	890,61
12,58	87,48	17,38	166,97	24,08	320,51	33,16	607,80	40,28	896,84	48,62	1306,67

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.8

I		II		III		IV		V		VI	
V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B	V, м/с	P_B
1,02	0,54	1,91	1,89	2,74	3,89	3,96	8,12	4,78	11,83	7,08	27,71
2,43	3,06	4,53	10,63	6,49	21,81	9,39	45,66	11,32	66,36	16,77	155,45
3,83	7,60	7,14	26,40	10,24	54,30	14,82	113,74	17,85	165,00	26,45	386,71
5,23	14,16	9,76	49,33	13,99	101,35	20,24	212,14	24,39	308,05	36,14	721,96
6,64	22,83	12,37	79,24	17,74	162,97	25,67	341,23	30,93	495,41	45,83	1161,01
8,04	33,47	14,99	116,36	21,49	239,15	31,09	500,54	37,47	727,06	55,51	1703,24

Определение динамического фактора:

$$D_1 = \frac{P_{K1} - P_{B1}}{m_a g}, \text{H}; \quad (3.18)$$

$$D_2 = \frac{P_{K2} - P_{B2}}{m_a g};$$

$$D_3 = \frac{P_{K3} - P_{B3}}{m_a g};$$

$$D_4 = \frac{P_{K4} - P_{B4}}{m_a g};$$

$$D_5 = \frac{P_{K5} - P_{B5}}{m_a g}.$$

Коэффициент сопротивления качению в зависимости от скорости определяем по формуле $f_v = f_k(1 + V^2/2000)$.

Результаты расчетов D и f_v заносим в таблицу 3.9. По таблице строим динамическую характеристику автомобиля (см. приложение А).

Таблица 3.9.1

n, об/мин	Динамический фактор D на передачах:					
	I	II	III	IV	V	VI
800	0,5638	0,4082	0,2943	0,2133	0,1752	0,1445
1894	0,6144	0,4443	0,3193	0,2296	0,1865	0,1509
2989	0,6268	0,4522	0,3232	0,2289	0,1822	0,1421
4083	0,6010	0,4322	0,3060	0,2113	0,1623	0,1179
5178	0,5370	0,3840	0,2677	0,1768	0,1268	0,0785
6272	0,4349	0,3078	0,2083	0,1254	0,0758	0,0238

Таблица 3.9.2

n, об/мин	f_v					
	I	II	III	IV	V	VI
800	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
1894	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012
2989	0,011	0,011	0,012	0,012	0,013	0,014
4083	0,011	0,012	0,012	0,014	0,015	0,017
5178	0,012	0,012	0,013	0,015	0,017	0,020
6272	0,012	0,013	0,014	0,017	0,02	0,024

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.10.1

n, об/мин	Динамический фактор D на передачах:					
	I	II	III	IV	V	VI
800	0,3973	0,2130	0,1484	0,1022	0,0845	0,1214
1894	0,4328	0,2316	0,1606	0,1091	0,0888	0,1238
2989	0,4419	0,2356	0,1621	0,1074	0,0848	0,1107
4083	0,4241	0,2249	0,1527	0,0969	0,0723	0,0821
5178	0,3796	0,1995	0,1325	0,0776	0,0514	0,0381
6272	0,3084	0,1594	0,1015	0,0496	0,0221	-0,021

Таблица 3.10.2

n, об/мин	f _v					
	I	II	III	IV	V	VI
800	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,009
1894	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,01
2989	0,013	0,013	0,014	0,014	0,015	0,012
4083	0,013	0,014	0,014	0,016	0,017	0,015
5178	0,013	0,014	0,015	0,017	0,019	0,018
6272	0,013	0,014	0,016	0,019	0,022	0,023

По таблице строим динамическую характеристику автомобиля (см. приложение Б).

Определение ускорения разгона автомобиля:

$$J_{a1} = \frac{D_1 - \psi_v}{\delta_{j1}} g, \text{ м/с}^2;$$

$$J_{a2} = \frac{D_2 - \psi_v}{\delta_{j2}} g; \quad (3.19)$$

$$J_{a3} = \frac{D_3 - \psi_v}{\delta_{j3}} g;$$

$$J_{a4} = \frac{D_4 - \psi_v}{\delta_{j4}} g;$$

$$J_{a5} = \frac{D_5 - \psi_v}{\delta_{j5}} g,$$

где δ_j - коэффициент, учитывающий влияние вращения колес;

$$\delta_{j1} = 1,569; \quad (3.20)$$

$$\delta_{j2} = 1,24;$$

$$\delta_{j3}=1,142;$$

$$\delta_{j4}=1,084;$$

$$\delta_{j5}=1,06;$$

Подставляя δ_j в формулы получаем:

Результаты расчетов j_a заносим в таблицу 3.11.

Определение величины обратной ускорению разгона автомобиля:

Рассчитываем значения $1/J_a$ и заносим в таблицу 3.11.

С помощью данной таблицы строим графики тягового баланса, динамическую характеристику и график обратных ускорений (см. приложение А).

Таблица 3.11.1

n, об/мин	Ускорение на передаче, м/с ²					
	I	II	III	IV	V	VI
800	3,46	2,79	2,45	1,75	1,42	1,15
1894	3,77	3,04	2,45	1,74	1,39	1,11
2989	3,85	3,10	2,48	1,73	1,35	1,02
4083	3,69	2,95	2,34	1,58	1,18	0,81
5178	3,29	2,61	2,03	1,29	0,87	0,47
6272	2,65	2,07	1,55	0,86	0,45	-

Таблица 3.11.2

n, об/мин	Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м:					
	I	II	III	IV	V	VI
800	0,29	0,36	0,41	0,57	0,7	0,87
1894	0,27	0,33	0,41	0,57	0,72	0,90
2989	0,26	0,32	0,40	0,58	0,74	0,98
4083	0,27	0,34	0,43	0,63	0,85	1,23
5178	0,30	0,38	0,49	0,78	1,15	2,13
6272	0,38	0,48	0,65	1,16	2,22	-

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.12.1

n, об/мин	Ускорение на передаче, м/с ²					
	I	II	III	IV	V	VI
800	2,40	1,58	1,22	0,81	0,65	1,02
1748	2,62	1,73	1,27	0,82	0,64	0,98
2696	2,68	1,76	1,28	0,80	0,60	0,85
3645	2,57	1,67	1,19	0,70	0,48	0,58
4593	2,29	1,47	1,01	0,52	0,28	0,17
5541	1,84	1,15	0,73	0,26	-	-

Таблица 3.12.2

Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м:					
I	II	III	IV	V	VI
0,42	0,63	0,82	1,23	1,54	0,98
0,38	0,58	0,79	1,22	1,56	1,02
0,37	0,57	0,78	1,25	1,67	1,18
0,39	0,60	0,84	1,43	2,08	1,72
0,44	0,68	0,99	1,92	3,57	5,88
0,54	0,87	1,37	3,85	-	-

С помощью данной таблицы строим графики тягового баланса, динамическую характеристику и график обратных ускорений (см. приложение Б).

3.1.7. Определение времени разгона.

При расчете используем данные таблицы 3.11. Время разгона от V_{min} до скорости V_I определяем по формуле:

$$t_p = 0,5(1/ja^I + 1/ja^{II})(V_I - V_{min}), c \quad (3.21)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13

Диапазон скорости, м/с	Время t_p , с
0 - 0	0
0 - 7,48	1,47
0 - 13,36	2,88
0 - 19,23	4,35
0 - 25,11	6,44
0 - 30,99	8,55
0 - 36,87	11,52
0 - 42,74	16,07
0 - 48,62	25,33

С помощью данной таблицы строим график времени разгона автомобиля до заданной скорости (см. приложение А).

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.14

Диапазон скорости, м/с	Время t_p , с
0 - 0	0
0 - 5,58	1,14
0 - 10,13	2,23
0 - 14,69	3,37
0 - 19,25	4,99
0 - 23,80	6,63
0 - 28,36	8,93
0 - 32,91	12,46
0 - 37,47	19,64

С помощью данной таблицы строим график времени разгона автомобиля до заданной скорости (см. приложение Б).

Определение пути разгона автомобиля:

Путь разгона определяем с помощью таблицы 3.13. Так путь разгона автомобиля от скорости V_{min} до скорости V_I определяем по формуле:

$$S_p = 0,5(t_p^I + t_p^{II})(V_I - V_{min}), \text{ м.} \quad (3.22)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.15.

Таблица 3.15

Диапазон скорости, м/с			Путь S_p , м
0	-	0	0
0	-	7,48	11,84
0	-	13,36	44,82
0	-	19,23	96,42
0	-	25,11	166,62
0	-	30,99	255,44
0	-	36,87	362,87

С помощью данной таблицы строим график пути разгона автомобиля (см. приложение А).

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.16

Диапазон скорости, м/с			Путь S_p , м
0	-	0	0
0	-	10,13	26,12
0	-	14,69	56,59
0	-	19,25	98,24
0	-	28,36	215,09
0	-	32,91	290,29
0	-	37,47	376,67

С помощью данной таблицы строим график пути разгона автомобиля (см. приложение Б).

3.1.8 Мощностной баланс автомобиля

Мощность на колесах автомобиля:

$$N_{\kappa} = N_e \cdot \eta_T, \text{ кВт}; \quad (3.23)$$

$$N\psi_V = m_a \cdot g \cdot \psi_V, \text{ Вт}; \quad (3.24)$$

$$N_B = k_g \cdot A_a \cdot V_a^3, \text{ Вт}; \quad (3.25)$$

$$(N\psi_V + N_B) / 1000 \cdot \eta_T, \text{ кВт}. \quad (3.26)$$

Результаты расчетов мощности сводим в таблицу 3.17.

Таблица 3.17

$V, \text{ м/с}$	6,2	14,68	23,17	31,65	40,14	48,62
$N_e, \text{ кВт}$	14,23	36,76	59,24	77,77	88,42	87,28
$N_T, \text{ кВт}$	13,09	33,82	54,50	71,55	81,35	80,30
$N_B, \text{ кВт}$	0,13	1,75	6,88	17,52	35,75	63,53
$N_D, \text{ кВт}$	1,01	2,59	4,68	7,56	11,54	16,89
$N_B + N_D$	1,14	4,34	11,55	25,09	47,29	80,42
$(N_B + N_D) / N_T$	0,09	0,13	0,21	0,35	0,58	1,00

С помощью данной таблицы строим график мощностного баланса автомобиля (см. приложение А).

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.18

$V, \text{ м/с}$	4,78	11,32	17,85	24,39	30,93	37,47
$N_e, \text{ кВт}$	7,23	18,66	30,08	39,48	44,89	44,31
$N_T, \text{ кВт}$	6,65	17,17	27,67	36,32	41,30	40,77
$N_B, \text{ кВт}$	0,06	0,75	2,95	7,51	15,32	27,24
$N_D, \text{ кВт}$	1,03	2,56	4,39	6,72	9,71	13,54
$N_B + N_D$	1,08	3,31	7,34	14,23	25,03	40,78
$(N_B + N_D) / N_T$	0,16	0,19	0,27	0,39	0,61	1,00

С помощью данной таблицы строим график мощностного баланса автомобиля (см. приложение Б).

3.1.9 Топливо-экономическая характеристика автомобиля

Путевой расход топлива определяем по формуле:

$$q_{II} = \frac{k_{CK} * k_{II} * (P_D + P_B) * g_{e\min} * 1.1}{36000 * \rho_T * \eta_{TP}}, \text{ л/100км,} \quad (3.27)$$

где k_{CK} - коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива в зависимости от ω_e ;

k_{II} - коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива в зависимости от степени использования мощности двигателя;

$g_{e\min} = 340 \text{ г/кВт*ч}$ – удельный эффективный расход топлива;

$\rho_T = 0,72 \text{ кг/л}$ - плотность топлива.

Рассчитанное значение путевого расхода топлива заносим в таблицу 3.19.

Таблица 3.19

V, м/с	14,68	23,17	31,65	40,14	48,62
ω_e / ω_N	0,34	0,53	0,72	0,92	1,11
k_{CK}	1,05	0,84	0,87	0,97	1,10
И	0,13	0,21	0,35	0,58	1,00
k_{II}	2,60	2,20	1,60	1,20	1,00
q _п , л/100км	11,16	12,75	15,27	18,98	25,18

По данным таблицы строим топливо-экономическую характеристику автомобиля (см. приложение А).

Для 2-го варианта коробки передач:

Таблица 3.20

V, м/с	11,32	17,85	24,39	30,93	37,47
ω_e / ω_N	0,34	0,53	0,72	0,92	1,11
k_{CK}	1,05	0,84	0,87	0,97	1,10
И	0,19	0,27	0,39	0,61	1,00
k_{II}	2,60	2,20	1,60	1,20	1,00
q _п	11,04	10,52	11,24	13,04	16,57

По данным таблицы строим топливно-экономическую характеристику автомобиля (см. приложение Б).

3.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач

Поскольку темой данного проекта является модернизация коробки передач переднеприводного легкового автомобиля, за базовый вариант принята КП серийного автомобиля ВАЗ-2110.

Подвергшаяся модернизации коробка передач автомобиля ВАЗ-2110 следующего типа: механическая, 6-ти ступенчатая, двухвальная, с параллельным неподвижным расположением осей ведущего и ведомого валов.

Ведущий вал выполнен в виде блока шестерен, находящихся в постоянном зацеплении с шестернями ведомого вала на всех передачах переднего хода. На ведомом валу расположены шестерни и синхронизаторы передач переднего хода.

Все шестерни передних передач цилиндрические, косозубые, с эвольвентным зацеплением. Поскольку проведено изменение передаточных чисел, потребовалось изменение их геометрических размеров.

Передние подшипники валов радиальные роликовые, промежуточные и задние подшипники – радиальные шариковые. Коробка передач представляет собой единый агрегат с межколесным дифференциалом и главной передачей. Дифференциал конический, двухсателлитный. В главной передаче применена цилиндрическая зубчатая пара с косым расположением зубьев. Привод коробки передач имеет рычага переключения с шаровой опорой, соединенный тягой, штоком выбора передач с механизмом выбора и переключения передач. Задняя крышка картера коробки передач отлита под давлением из алюминиевого сплава и снаружи оребрена для увеличения жесткости.

3.3 Расчёт деталей коробки передач

3.3.1 Расчет геометрических параметров зубчатых колес

Межосевое расстояние:

$$a_w = k_a \cdot \sqrt[3]{T_{\text{лвбв}}} = (8,3..9,7) \sqrt[3]{638,5} = 66,3..77,5 \text{ мм} \quad (3.28)$$

где $T_{\text{лвбв}}$ - максимальный крутящий момент на выходе вторичного вала – на первой передаче.

$$T_{\text{лвбв}} = M_{e \text{ max}} \cdot U_1 = 175,6 \cdot 3,636 = 638,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.29)$$

где $M_{e \text{ max}}$ - максимальный эффективный момент двигателя.

k_a - коэффициент, $k_a=8,3..9,7$ для грузовых и легковых автомобилей.

Межосевое расстояние находится в пределах ~~$a=66,3..77,5 \text{ мм}$~~ . С точки зрения прочности, долговечности узла, а также применимости к производству без его существенных изменений, межосевое расстояние выбираем равным 68мм.

Аналогично существующим моделям ВАЗ, принимаем значения модуля: $m_{п1}=2,35$; $m_{п2}=2,0$; $m_{п3}=1,75$; $m_{п4}=1,75$; $m_{п5}=1,75$; $m_{п6}=1,75$ и $m_{пзх}=2,0$ мм.

Выбор ширины зубчатых венцов предварительно производим по аналогии с шестернями коробок передач ВАЗа в соответствие с передаваемым крутящим моментом. Для первой передачи 16-18 мм у ведущей, 15 – 16мм у ведомой; для второй 15-16 у ведущей и у ведомой; для третьей-пятой 14-15 мм у всех шестерен. Для передачи заднего хода у ведущей 15-17мм, у ведомой 10-12мм, промежуточной 13-14 мм. Уточненные значения приведены в таблице ниже.

При проведении конструкторского расчета автомобиля использовались учебные пособия [3],[6].

Угол наклона выбираем задаваясь значениями степени осевого перекрытия ϵ_p в пределах 1,0..1,1. По формуле рассчитывается

$$s \sqrt{B \cdot m_p} / B, \quad (3.30)$$

где β - угол наклона зубьев, град.

m_n - нормальный модуль.

$B_{раб}$ - ширина рабочая зубчатого зацепления, мм

Получаем значения углов β в пределах $26^\circ..34^\circ$

Анализируя формулу:

$$a_w = m_n \frac{z_1 + z_2}{2 \cos \beta} \quad (3.31)$$

где z_1 и z_2 - числа зубьев ведущей и ведомой шестерен соответственно.

Видим, что с увеличением угла β при $a_w = \text{const}$ и $m_n = \text{const}$ сумма $z_1 + z_2$ уменьшается. А это неблагоприятно сказывается для выбора передаточных чисел. Расчет геометрических параметров проводим в соответствии с методикой. Исходные данные в таблице 3.21.

Таблица 3.21

Число зубьев ведущей шестерни	Z_1	11
Число зубьев ведомой шестерни	Z_2	40
Угол наклона	β	26°
Модуль нормальный	m_n	2,35
Коэффициент высоты головки	h^*_a	1
Угол профиля	α	20°
Коэффициент радиального зазора	c^*	0,52
Межосевое расстояние	a_w	68

Первоначально рассчитываем коэффициенты x_1 и x_2 .

Рассчитываем делительное межосевое расстояние по формуле:



$$a_w = m_n \frac{z_1 + z_2}{2 \cos \beta} \quad (3.32)$$

Угол профиля в торцевом сечении по формуле:

$$\alpha_i = \arctan \frac{r_{b3} \sin \alpha - r_{b1} \sin \alpha}{r_{b3} \cos \alpha - r_{b1} \cos \alpha} \quad (3.33)$$

$$\alpha_i = 22.3^\circ,$$

где α_i - угол профиля в торцевом сечении.

По формуле:

$$\alpha_w = 2 \arctan \frac{r_{b3} \sin \alpha - r_{b1} \sin \alpha}{r_{b3} \cos \alpha - r_{b1} \cos \alpha} \quad (3.34)$$

$\alpha_w = 44.6^\circ$; α_w - угол зацепления в торцевом сечении.

Коэффициент суммы смещений рассчитывается по формуле:

$$x_{\Sigma} = \frac{z_1 \operatorname{inv} \alpha_w - z_2 \operatorname{inv} \alpha}{\tan \alpha} \quad (3.35)$$

где $\operatorname{inv} \alpha$ - инварианта угла α $\operatorname{inv} \alpha = \tan \alpha - \alpha$

Разбивка x_{Σ} на x_1 и x_2 довольно сложна, так как они влияют существенно на качество передачи, её долговечность, шумность. Поэтому воспользуемся доведенными зубчатыми колесами аналогичной пары с передаточным числом $U = 3,7$. Известна длина общей нормали W . Коэффициент x_2 рассчитываем по формуле:

$$x_2 = \frac{W \sin \alpha_w - z_2 m \sin \alpha}{2 m \sin \alpha} \quad (3.36)$$

где x_2 – коэффициент смещения исходного контура;

w – длина общей нормали;

z_n – число зубьев в длине общей нормали.

Коэффициент x_1 рассчитывается по формуле: $x_1 = x_{\Sigma} - x_2 = 0,5956$.

Выбранные коэффициенты проверяем на отсутствие подрезания зубьев.

Минимально допустимые значения коэффициентов смещения контура рассчитываем по формуле:

$$x_{\min} = \frac{z_1 + z_2}{2} \left(\frac{1}{\cos^3 \alpha} - 1 \right) \quad (3.37)$$

где h_1^* - коэффициент граничной высоты.

$$x_{\min} = \frac{z_1 + z_2}{2} \left(\frac{1}{\cos^3 \alpha} - 1 \right), \text{ при } \alpha = 20^\circ; h_1^* - h_a = 1;$$

Подрезание зубьев отсутствует так как $x > x_{\min}$

Рассчитываем диаметры зубчатых колес.

Делительный диаметр рассчитываем по формуле:

$$d = \frac{Z_m}{\cos \beta}, \quad (3.38)$$

где d – делительный диаметр.

$$d_1 = 28,7607 \text{ мм.}$$

$$d_2 = 104,5846 \text{ мм.}$$

Передаточное число определяется по формуле:

$$U^z = \frac{z_2}{z_1} = \frac{40}{11} = 3,6;$$

Начальный диаметр рассчитывается по формуле:

$$d_{w1} = \frac{2a}{U} = 29, \text{ мм}$$

d_{w1} – начальный диаметр ведущей шестерни.

$$d_{w2} = \frac{2a}{U} = 104, \text{ мм}$$

d_{w2} – начальный диаметр ведомой шестерни.

Коэффициент воспринимаемого сцепления рассчитываем по формуле:

$$y = \frac{a - a_0}{m} = 0,5 \text{ €}$$

Коэффициент управительного смещения рассчитываем по формуле:

$$\Delta x = y = 0,5 \text{ €}$$

Диаметры вершин зубьев рассчитываем по формулам:

$$d_{a2} = d_2 + 2x_2 = 100 + 2 \cdot 0,5 = 101 \text{ мм}$$

где d_{a2} - диаметр вершин зубьев ведомой шестерни.

$$d_{a1} = d_1 + 2x_1 = 200 + 2 \cdot 0,5 = 201 \text{ мм}$$

где d_{a1} - диаметр вершин зубьев ведущей шестерни.

Диаметры впадин рассчитываем по формулам:

$$d_{f1} = d_1 - 2x_1 = 200 - 2 \cdot 0,5 = 199 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2x_2 = 100 - 2 \cdot 0,5 = 99 \text{ мм}$$

где d_{f1} и d_{f2} - диаметры впадин ведущего и ведомого колес соответственно.

Рассчитываем длину общей нормали.

Угол профиля в точке на конце окружности диаметра

$d_x = d + 2x_m$ рассчитываем по формулам:

$$\cos \alpha_x = \frac{r \cos \alpha}{r + x_m} = \frac{50 \cos 20^\circ}{50 + 0,5} = 0,9602$$

$$\cos \alpha_x = \frac{r \cos \alpha}{r + x_m} = \frac{25 \cos 20^\circ}{25 + 0,5} = 0,9602$$

Расчетное число зубьев на длине общей нормали определяется по формуле:

$$Z_{n1} = \frac{d_{a1} - d_{f2}}{2x_m \sin \alpha_x} = \frac{201 - 99}{2 \cdot 0,5 \sin 20^\circ} = 296 \quad (3.39)$$

$$Z_{n1} = 296$$

$$Z_{n2} = 645$$

Тогда

$$Z_{П41} = 3$$

$$Z_{П42} = 6$$

Длину общей нормали w рассчитываем по формуле:

$$w = \frac{m}{\cos \alpha} \sqrt{Z_1^2 \sin^2 \alpha + Z_2^2 \cos^2 \alpha}$$

$$w = 1,791 \text{ м}$$

$$w = 3,914 \text{ м}$$

Контрольные размеры, рассчитываем в следующей последовательности:

Диаметр ролика рассчитывается по формуле: $D = 1,7m$; $D = 3,995$;

Берем $D = 4,4$ по ГОСТ 2475-62.

Угол профиля в точке на окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика, рассчитывается по формуле:

$$\sin \nu = \frac{D - P}{P} \sin \left(\frac{\pi}{2} + \alpha \right)$$

$$\sin \nu = 0,7951$$

$$\sin \nu = 0,848328$$

Диаметр концентрической окружности зубчатого колеса, проходящий через центр ролика, рассчитывается по формуле:

$$d_b = \frac{mZ \cos \alpha}{\cos \nu} \tag{3.40}$$

$$d_b = 3,0186$$

$$d_b = 1,0291$$

Размер по роликам рассчитывается для Z – четное по формуле:

$$M_{\phi} = \frac{D}{2} \sin \alpha$$

Размер по роликам рассчитывается для Z – нечетное по формуле:

$$M_{\phi} = \frac{D}{2} \left(\frac{\pi}{2} + \alpha \right)$$

Толщину зуба нормальную, делительную рассчитываем по формуле:

$$S_n = \left(\frac{\pi}{2} + 2xtg\alpha \right) m$$

$$S_{n1} = 4,71 \text{ мм}$$

$$S_{n2} = 3,69 \text{ мм}$$

Основной диаметр зубчатых колес рассчитываем по формуле: $d_g = d \cos\alpha$

$$d_{b1} = 26,6574 \text{ мм};$$

$$d_{b2} = 96,9363 \text{ мм};$$

Рассчитанные параметры зубчатых колес сводим в таблицу 3.22.

Аналогично проводим расчет для остальных зубчатых пар и сводим результаты в таблицу 3.22.

Ведущие шестерни:

Таблица 3.22.1

Номер передачи	-	1	2	3	4	5	6
Число зубьев ведущей шестерни	z_1	11	15	20	23	32	37
Угол наклона	β	26	29	30	31	21	21
Направление зуба	-	правое	правое	правое	правое	правое	правое
Угол профиля	α	20	17,5	15	15	15	15
Коэф-т высоты головки	h_a^*	1	1	1	1	1	1
Коэф-т радиального зазора	c^*	0,42	0,52	0,65	0,65	0,65	0,65
Коэф-т смещения	x_1	0,596	0,3837	0,5306	0,209	0,129	0,129
Модуль	m	2,35	2	1,75	1,75	1,75	1,75
Диаметр ролика	D	4,4	4,091	3,58	3,58	3,58	3,58
Основной угол наклона	β_1	24°19'35"	27°32'25"	28°52'13"	29°50'13"	29°52'13"	29°52'13"
Делительный диаметр	d_1	28,7607	37,3013	47,4157	57,9552	70,9828	76,3551
Основной диаметр	d_{b1}	26,6571	35,4427	44,0375	55,3540	67,9373	73,9923
Диаметр впадин	d_{f1}	24,887	33,7561	43,4978	54,9117	67,6593	73,0316
Диаметр вершин	d_{a1}	36,1171	45,7129	54,665	60,0789	78,8265	84,1988
Боковой зазор	R	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Межосевое расстояние	a_w	68±0,02	68±0,02	68±0,02	68±0,02	68±0,02	68±0,02

Продолжение таблицы

Число зубьев сопряженного зубчатого колеса	-	40	39	38	32	30	29
Ширина зубчатого венца	B_1	17,5	15,5	16,5	15	15	15

Ведомые шестерни:

Таблица 3.22.2

Модуль	m	2,35	2	1,75	1,75	1,75	1,75
Число зубьев ведущей шестерни	z_2	40	39	38	32	30	29
Угол наклона	β	26	29	30	31	21	21
Коэф-т высоты головки	h_a^*	1	1	1	1	1	1
Коэф-т радиального зазора	c^*	0,42	0,52	0,65	0,65	0,65	0,65
Коэф-т смещения	x_2	0	-0,1405	0,293	0,1633	0,2433	0,2433
Направление зуба	-	правое	правое	правое	правое	правое	правое
Угол профиля	α	20	17,5	15	15	18	18
Размер по роликам	μ_1	111,53	85,6783	74,1426	63,1992	57,9492	57,9492
Диаметр ролика	D	4,4	4,091	3,58	3,58	3,58	3,58
Основной угол наклона	β_1	24°19'35"	27°32'25"	28°52'45"	29°50'18"	29°50'13"	29°50'13"
Делительный диаметр	d_2	104,5846	98,1876	89,7875	80,3315	65,2339	62,3594
Основной диаметр	d_{B2}	96,935	90,8974	81,36	72,3533	58,4840	56,7021
Диаметр впадин	d_{f2}	97,9106	88,6896	79,038	70,1281	56,3130	54,4359
Диаметр вершин	d_{a2}	109,1398	102,7372	94,0624	84,3537	68,3694	65,4949
Боковой зазор	R	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Межосевое расстояние	a_w	68±0,02	68±0,02	68±0,02	68±0,02	68±0,02	68±0,02
Число зубьев сопряженного зубчатого колеса	-	11	15	20	23	32	37
Ширина зубчатого венца	B_2	16,5	15,5	16,5	15	15	15

3.3.2 Расчет зубчатых колес на изгибную прочность.

Подробный расчет проведем для первой передачи.

Исходные данные по зубчатым колесам берем из таблицы 3.22.

$$Z_1=1; z_2=40; m=2,35; \alpha=20^\circ; h_a^*=1,0; c^*=0,42; x_1=0,596; x_2=0; \beta=26^\circ;$$

$$R_{e1}=1; R_{e2}=1; h_1=h_2=5,6; b_1=17,5\text{мм}; b_2=16,5\text{мм}; M_e=140\text{Н};$$

$$P = 2 \cdot M_{\text{emax}}/d = 2 \cdot 140/0,0287607 = 9735,5\text{Н}=973,55\text{кг}\cdot\text{м}$$

Изгибные напряжения рассчитываем по формуле:

$$\sigma_u = (p \cdot k_\sigma)/(b \cdot t_n \cdot y \cdot k_\beta), \text{ если степень осевого перекрытия } \varepsilon_\beta > 1,1$$

$$\text{или } \sigma_u = (p \cdot k_\sigma)/(b \cdot t_n \cdot y \cdot k_\theta), \text{ если степень осевого перекрытия } \varepsilon_\beta < 1,1,$$

где t_n – нормальный шаг.

y – коэффициент формы зуба.

k_σ – коэффициент концентрации напряжений.

k_β – коэффициент, учитывающий влияние на прочность шестерен наклонного расположения опасного сечения суммарной длины контактной линии.

k_θ – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона зуба.

Коэффициенты k_σ k_β k_θ рассчитываются.

Приведенное число зубьев рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = Z/\cos^3\beta. \tag{3.41}$$

$$Z_{\text{пр1}} = 11/0,8988^3 = 15,15$$

$$Z_{\text{пр2}} = 40/0,8988^3 = 55,0909$$

Коэффициент формы зуба принимаем $y_1 = 0,169$; $y_2 = 0,115$;

Нормальный шаг рассчитывается по формуле:

$$t_n = \pi \cdot m_n = 3,14 \cdot 2,35 = 7,3827.$$

$$t_{n1} = t_{n2} = 7,3827.$$

Степень перекрытия в осевом сечении рассчитывается по формуле:

$$\frac{b_{раб}}{b} = \frac{b_{раб}}{m_n}, \quad (3.42)$$

где $b_{раб}$ – рабочая ширина зацепления.

Напряжение изгиба рассчитывается по K_σ в следующей последовательности. Определяем степень торцевого перекрытия по формуле:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{l_1 \cdot h'_1 + l_2 \cdot h'_2}{m_n \Delta}, \quad (3.43)$$

где l_1 и l_2 – коэффициенты, определяем зависимости от угла зацепления в торцевом сечении α_{w1} и относительно $\frac{d_n}{h'_n}$.

где d_n – диаметр коллоидной окружности;

$$d_{n1} = 29,3356 \text{ мм};$$

$$d_{n2} = 106,6644 \text{ мм};$$

h'_{n1} и h'_{n2} – высоты головок зубьев до коллоидных диаметров. Рассчитываем по формуле:

$$h'_n = \frac{d_a - d_n}{2}. \quad (3.44)$$

$$h'_{n1} = 3,3908 \text{ мм};$$

$$h'_{n2} = 1,2377 \text{ мм};$$

$$\frac{d_{n1}}{h'_{n1}} = 865,1$$

$$\frac{d_{n2}}{h'_{n2}} = 867,9$$

Угол зацепления в торцевом сечении α_{w1} рассчитывается по формуле $\alpha_{w1} = 24,4^\circ$.

Откуда следует, что $l_1 = 1,97$; $l_2 = 2,73$;

Коэффициент Δ принимаем $\Delta=3,13$;

$$\varepsilon_{\alpha} = 1,367_{\text{H}}$$

По графику $\lambda_{\max} = f(\varepsilon_{\alpha}; \varepsilon)$ определяем $\lambda_{\max} = 143$.

Коэффициент K_{Θ} рассчитываем по формуле:

$$K_{\Theta} = \frac{\lambda_{\max}}{1 + \frac{b_{\text{rad}}}{h_s \cos \Theta}}$$

где h_s - высота головки зуба. Рассчитываем по формуле: $h_s = h + \frac{f}{\sin \alpha} = 4,6$ мм

Угол Θ определяем по графику. $\Theta = 9^{\circ}12'7''$ $\text{tg } \Theta = 0,162$.

K - коэффициент концентрации в выкрутке определяется по графикам. Для этого необходимо определить следующее.

Таблица зуба в опасном сечении определяется по формуле:

$$S_p = k \cdot m_n, \tag{3.45}$$

k – коэффициент определяемый $k=f(k_{\text{зип}})$

$$k_1 = 2,075$$

$$k_2 = 1,9$$

$$S_{p1} = 487,6; S_{p2} = 446,5$$

Высота приложения нагрузки рассчитывается по формуле: $h_p = h + \frac{f}{\sin \alpha} = 4,6$

мм; h – высота зуба, f – фаска на головке зуба.

Отношение $\frac{S_p}{h_p}$ соответственно равны:

$$\frac{S_{p1}}{h_{p1}} = 1,3$$

$$\frac{S_{p2}}{h_{p2}} = 1,04$$

Радиус выкрутки рассчитываем по формуле:

$$r_b = r_u + \frac{(r_u r_u)^2}{\frac{r_d}{\cos \alpha} + r_u} \quad (3.46)$$

где r_u - радиус вершины инструмента, рассчитывается по формуле:

$$r_u = \frac{c^* m}{1 + \sin \alpha} = 15 \text{ мк};$$

h'' - высота зуба приведенного колеса до приведенного делительного диаметра вычисляем по формуле:

$$h'' = r_{dnn} - R_{in}, \quad (3.47)$$

где r_{dnn} - приведенный радиус делительной окружности определяем по формуле

$$r_{dnn} = \frac{r_d}{\cos^2 \beta}$$

$$r_{dnn} = 180 \text{ мк}$$

$$r_{dnn} = 673 \text{ мк}$$

R_{inp} - приведенный радиус окружности впадин, вычисляем по формуле

$$R_{inp} = R_{in} \frac{r_d}{r_u};$$

$$R_{in\psi} = 187 \text{ мк}$$

$$R_{in\varphi} = 640 \text{ мк}$$

Тогда

$$h''_{n1} = 1,9218 \text{ мм};$$

$$h''_{n2} = 3,3224 \text{ мм};$$

И получим: $r_{d1} = 15098$
 $r_{d2} = 15498$

Отношения $\frac{S_p}{r_p}$ соответственно равны:

$$\frac{S_{p1}}{r_{p1}} = 322 \text{ с}$$

$$\frac{S_{F2}}{r_{F2}} = 2880$$

Определяем по графику:

$$K_{\sigma 1} = 1,35$$

$$K_{\sigma 2} = 1,25$$

Вычислим: ~~$\sigma_{H1} = 2880 \cdot 1,35 = 3888$~~

~~$\sigma_{H2} = 2880 \cdot 1,25 = 3600$~~

Допускаемые напряжения изгиба находим по графику

~~$\sigma_{H1} = 450$~~ на первой передаче.

Из таблицы далее видно, что напряжение изгиба на передачах проектируемой коробки передач ниже, чем напряжения допускаемые.

Расчет напряжений изгиба на второй и третий передачах:

Таблица 3.23

Величин	Вторая передача	Третья передача
a		
P, Н	6122,3	4948,7
Z _{пр}	Z _{пр1} = 29,89 ; Z _{пр2} = 58,29	Z _{пр1} = 43,11 ; Z _{пр2} = 58,50
Y	y ₁ =0,16 ; y ₂ =0,148	y ₁ =0,127 ; y ₂ =0,121
t	6,2832	5,4978
ε _β	1,1959	1,5006
ε _α	1,2028	1,498
λ _{max}	1,24	1,6
h ₃ , мм	4	3,37
θ	7°36'	7°36'
tgθ	0,1334	0,1334
S _p , мм	S _{p1} =4,15; S _{p2} =4,12	S _{p1} =3,64; S _{p2} =3,29
h _p , мм	3,7	3,07
S _p /h _p	1,11	1,071
r _u , мм	1,487	1,53
h", мм	h" ₁ =2,2788; h" ₂ =3,2551	h" ₁ =1,9468; h" ₂ =2,3626

Продолжение таблицы

$rb_1, \text{мм}$	1,505	1,535
$rb_2, \text{мм}$	1,539	1,546
S_{p1}/rb_1	2,7575	2,3713
S_{p2}/rb_2	2,716	2,128
$k\sigma_1$	1,35	1,4
$k\sigma_2$	1,32	1,4
$k\theta$	2,03	2,29
$\sigma_{u1}, \text{МПа}$	263,2	262,6
$\sigma_{u2}, \text{МПа}$	276,2	275,6

Расчет напряжений изгиба:

Таблица 3.24

Величин	Вторая передача	Третья передача
a		
$P, \text{Н}$	4033,7	3706,7
Z_{np}	$Z_{np1} = 53,99 ; Z_{np2} = 50,81$	$Z_{np1} = 58,75 ; Z_{np2} = 46,05$
Y	$y_1=0,1401 ; y_2=0,1402$	$y_1=0,1401 ; y_2=0,1402$
t	5,4978	5,4978
ϵ_β	1,4052	1,4052
ϵ_α	1,352	1,372
λ_{max}	1,41	1,41
$h_3, \text{мм}$	3,46	3,46
θ	10°	10°
$tg\theta$	0,1763	0,1763
$S_p, \text{мм}$	$S_{p1}=4,9 ; S_{p2}=4,9$	$S_{p1}=4,9 ; S_{p2}=4,9$
$h_p, \text{мм}$	3,16	3,16
S_p/h_p	1,55	1,55
$r_u, \text{мм}$	1,53	1,53
$h'', \text{мм}$	$h''_1=2,5089 ; h''_2=3,5889$	$h''_1=2,6498 ; h''_2=2,4489$
$rb_1, \text{мм}$	1,55	1,551
$rb_2, \text{мм}$	1,555	1,554

Продолжение таблицы

S_{p1}/r_{b1}	3,1613	3,1531
S_{p2}/r_{b2}	3,1511	3,1592
$k\sigma_1$	1,3	1,3
$k\sigma_2$	1,3	1,3
σ_{u1} , МПа	175,9	161,6
σ_{u2} , МПа	175,8	161,5

3.3.3 Расчет валов коробки передач

Прочность валов коробки передач проверяют при совместном действии изгиба и кручения. При этом в выполненных конструкциях коробок передач на низших передачах вал должен удовлетворять следующему условию: $\sigma_{рез} \leq 400$ МПа,

где $\sigma_{рез}$ - результирующее напряжение от действия кручения и изгиба.

$$\sigma_{рез} = \frac{M_{рез}}{W_{изг}} = \frac{32 \cdot M_{рез}}{\pi \cdot d_g^3}, \quad (3.48)$$

где $M_{рез}$ - результирующий момент, d_g - диаметр вала,

$$M_{рез} = \sqrt{M_G^2 + M_B^2 + T_{KP}^2}, \quad (3.49)$$

где M_G - момент в горизонтальной плоскости, M_B - момент в вертикальной плоскости, T_{KP} - крутящий момент.

Исходные условия для расчёта:

Максимальный крутящий момент двигателя $T_E = 175$ Нм.

Передаточное число низшей передачи $u = 3,64$.

Диаметр рассчитываемой шестерни $d_\omega = 28,76$ мм.

Угол наклона зуба $\beta_\omega = 26^\circ$; угол профиля зуба $\alpha_\omega = 20^\circ$.

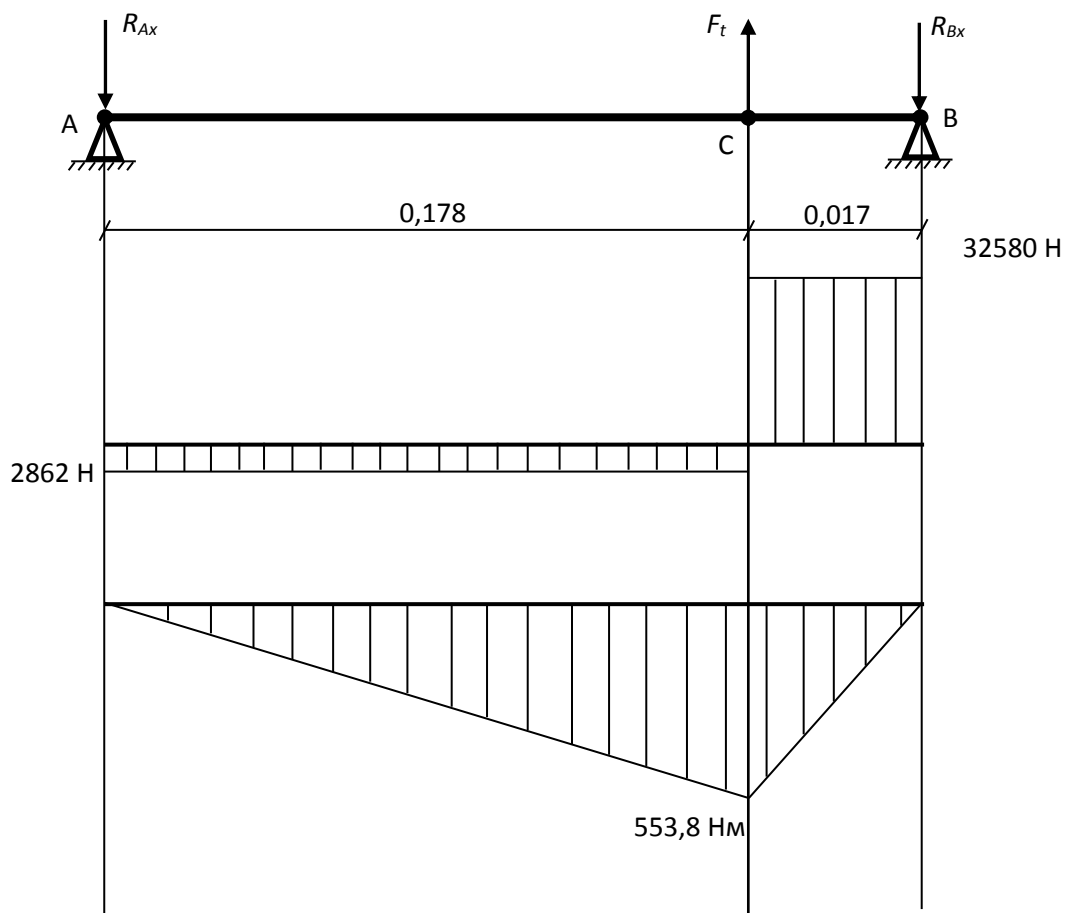
Силы, действующие в зубчатом зацеплении:

$$\text{Окружная сила: } F_t = \frac{2 \cdot T_E \cdot u}{d_\omega} = \frac{2 \cdot 175 \cdot 3,64}{0,02876} = 35691 \text{ Н;} \quad (3.50)$$

$$\text{Радиальная сила: } F_r = \frac{2 \cdot T_E \cdot u \cdot \operatorname{tg} \alpha_\omega}{d_\omega \cdot \cos \beta_\omega} = \frac{2 \cdot 175 \cdot 3,64 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ}{0,02876 \cdot \cos 26^\circ} = 14453 \text{ Н;} \quad (3.51)$$

$$\text{Осевая сила: } F_a = \frac{2 \cdot T_E \cdot u \cdot \operatorname{tg} \beta_\omega}{d_\omega} = \frac{2 \cdot 175 \cdot 3,64 \cdot \operatorname{tg} 26^\circ}{0,02876} = 17408 \text{ Н.} \quad (3.52)$$

Определение моментов в горизонтальной плоскости:



$$\text{Определение реакций в опорах: } \sum M_A = R_{Bx} \cdot 0,195 - F_t \cdot 0,178 = 0;$$

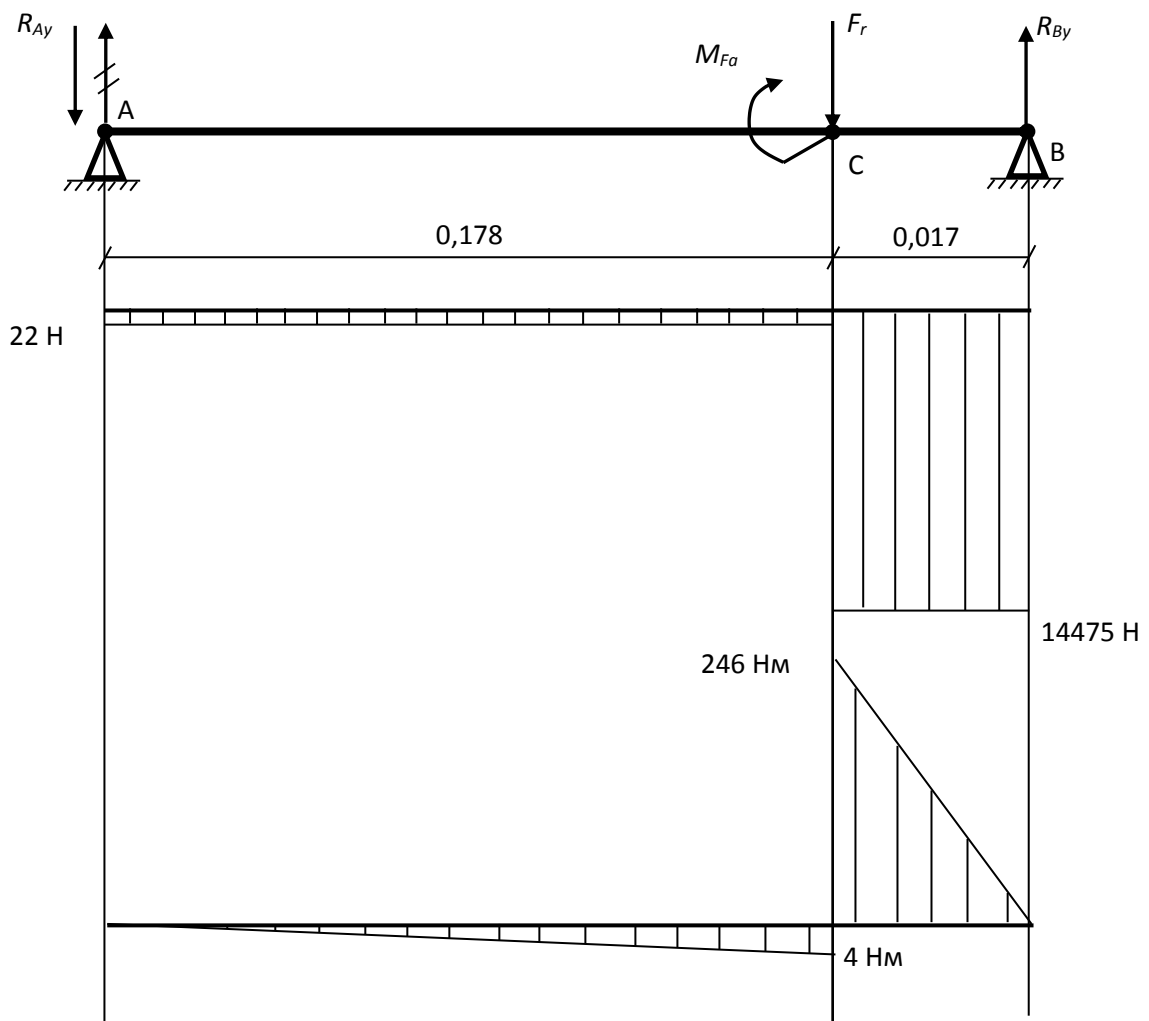
$$R_{Bx} = \frac{F_t \cdot 0,178}{0,195} = \frac{32831 \cdot 0,178}{0,195} = 32580 \text{ Н. } \sum F_x = R_{Ax} - F_t + R_{Bx} = 0;$$

$$R_{Ax} = F_t - R_{Bx} = 35691 - 32580 = 3111 \text{ Н.}$$

Определение, действующих моментов:

$$M_C^{TOP} = R_{Ax} \cdot 0,178 = 3111 \cdot 0,178 = 553,8 \text{ Нм.}$$

Определение моментов в вертикальной плоскости:



$$M_{Fa} = \frac{F_a \cdot d_\omega}{2} = \frac{16013 \cdot 0,02876}{2} = 250 \text{ Нм.}$$

$$\text{Определение реакций в опорах: } \sum M_A = R_{By} \cdot 0,195 - F_r \cdot 0,178 - M_{Fa} = 0$$

$$R_{By} = \frac{F_r \cdot 0,178 + M_{Fa}}{0,195} = \frac{14453 \cdot 0,178 + 250}{0,195} = 14475 \text{ Н.}$$

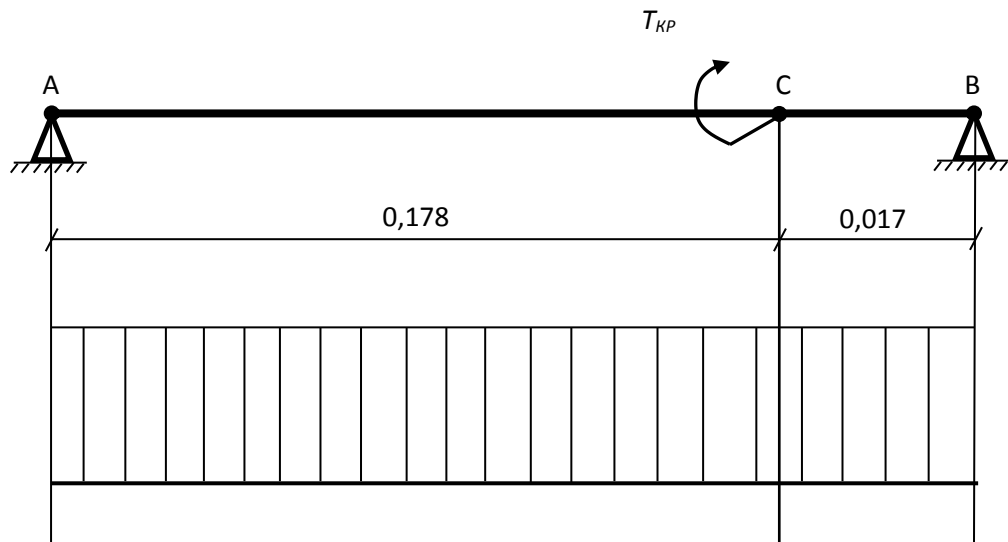
$$\sum M_B = R_{Ay} \cdot 0,195 - F_r \cdot 0,017 + M_{Fa} = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{F_r \cdot 0,017 - M_{Fa}}{0,195} = \frac{14453 \cdot 0,017 - 250}{0,195} = -22 \text{ Н.}$$

Определение, действующих моментов: $M_{C \rightarrow}^{BEPT} = R_{Ay} \cdot 0,178 = 22 \cdot 0,178 = 4 \text{ Нм.}$

$$M_{C \leftarrow}^{BEPT} = R_{By} \cdot 0,017 = 14475 \cdot 0,017 = 246$$

Определение моментов кручения:



$$T_{KP} = \frac{F_t \cdot d_\omega}{2} = \frac{32831 \cdot 0,02876}{2} = 513,2 \text{ Нм.}$$

Определение результирующего момента:

Определим значение результирующего момента в наиболее нагруженном сечении вала, которой является точка С. Диаметр вала в этой точке равен 0,03 м.

$$M_{рез} = \sqrt{M_G^2 + M_B^2 + T_{KP}^2} = \sqrt{553,8^2 + 246^2 + 513,2^2} = 794,1 \text{ Нм.} \quad (3.53)$$

Результирующее напряжение: $\sigma_{рез} = \frac{32 \cdot M_{рез}}{\pi \cdot d_6^3} = \frac{32 \cdot 731,7}{\pi \cdot 0,03^3} = 300 \text{ МПа.}$

Полученное результирующее напряжение меньше допустимого (400 МПа), следовательно, исследуемый вал обеспечивает требуемую прочность. Вал, благодаря своей конструкции, имеет большую жесткость. А поэтому и условия зубчатых зацеплений улучшаются, и как следствие – увеличивается долговечность зубчатых пар.

Расчёт шлицевого соединения на вторичном валу.

Исходные данные для расчёта:

Максимальный крутящий момент двигателя $T_E = 175 \text{ Нм} = 175000 \text{ Нмм.}$

Передаточное число низшей передачи - $u = 3,63.$

Длина шлиц на валу- $b_1 = 13 \text{ мм.}$ Длина шлиц на ступице синхронизатора- $b_2 = 16 \text{ мм.}$

Рабочая ширина шлиц $l = 13 \text{ мм.}$ Модуль $m = 2,35 \text{ м.}$ Число зубьев: $z = 40.$

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

Твердость поверхности $\geq 58 \text{ HRC.}$ Материал ступицы синхронизатора – металлокерамика. Твердость поверхности $\geq 300 \text{ HV } 0,5$

Расчет шлиц на смятие:
$$\sigma_{см} = \frac{T_E \cdot u}{y \cdot F \cdot l \cdot r_{CP}} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.54)$$

где y – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения усилий по рабочим поверхностям зубьев,

$y = 0,8;$ F – площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1мм длины шлицевого соединения, $\text{мм}^2.$

Для эвольвентных шлиц:
$$F = 0,8 \cdot m \cdot z, \quad (3.55)$$

$$F = 0,8 \cdot 2,35 \cdot 40 = 75,2 \text{ мм}^2.$$

$$r_{CP} - \text{радиус закругления, мм; } r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot m \cdot z, \quad (3.56)$$

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 2,35 \cdot 40 = 47 \text{ мм.}$$

$[\sigma_{CM}]$ – допустимое напряжение смятия, Н/мм²; $[\sigma_{CM}] = 137 \text{ Н/мм}^2$.

$$\sigma_{CM} = \frac{175000 \cdot 3,64}{0,8 \cdot 75,2 \cdot 13 \cdot 47} = 17,32 \text{ Н/мм}^2. \quad \sigma_{CM} \leq [\sigma_{CM}]$$

Условие прочности шлицевого соединения выполнено.

4 Технологическая часть

Разработка технологического процесса сборки ведомого вала коробки передач.

4.1 Анализ исходных данных

Вторичный вал представленный на рисунке 4.1, является одним из ключевых узлов механизма включения передач — он служит основой для установки подвижных муфт синхронизаторов или шестерен, обеспечивающих включение передач. На нем собраны шестерни 1, 2, 3, 4, 5 и 6 передач, свободно перемещающиеся и в определенных положениях входящие в зацепление с соответствующими шестернями первичного вала. Все шестерни имеют разный диаметр, благодаря чему обеспечивается изменение величины передаваемого крутящего момента.

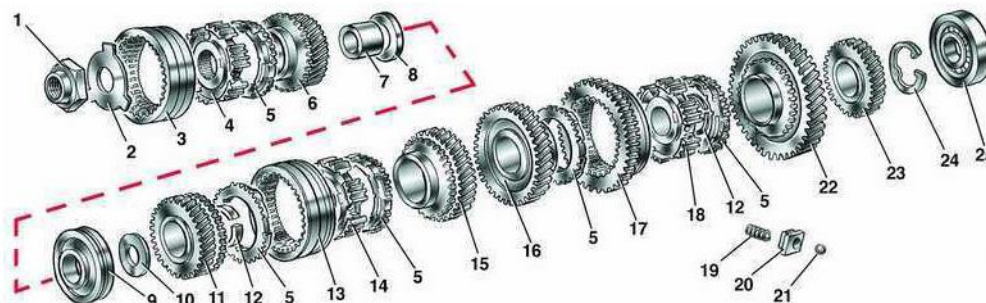


Рисунок 4.1 - Вторичный вал коробки передач

4.2 Расчет такта и ритма сборки.

При разработке технологического процесса использовалось учебное пособие [7].

Такт (темп) сборки представляет собой интервал времени, через который производится сборка изделия определенного наименования, типоразмера и исполнения. При заданном режиме работы сборочного производства такт

сборки T зависит от числа собираемых изделий за определенный промежуток времени:

$$T = \frac{F}{N}, \quad (4.1)$$

где F - фонд времени (годовой, месячный, сменный), ч;

N - программа выпуска изделий за тот же промежуток времени, шт.

Согласно заданию исходные данные:

N -52734 штук в год, режим работы 2-х сменный, длительность выпуска - 5 лет. Номинальный (календарный) годовой фонд времени F_n работы сборочного оборудования равен 2070, 4140 и 6210 ч соответственно для работы в одну, две и три смены.

Принимаем $F_n = 4140$ ч, предприятие работает в 2 смены.

Действительный годовой фонд времени работы сборочного оборудования

$$F_d = F_n \cdot K_n, \quad (4.2)$$

$$4140 \cdot 0.97 = 4015.8 \approx 4016$$

где K_n коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт сборочного оборудования.

Такты сборки F_n и F_d равны:

$$T_n = F_n / N_r, \quad \text{и} \quad T_d = F_d / N_r \quad (4.3)$$

$$\frac{60 \cdot 4140}{52734} = 4.71 \quad \text{и} \quad (4016 \cdot 60) / 52734 = 4.57$$

где N_r - годовая программа выпуска изделий.

Ритм сборки R определяется числом изделий определенных наименований, типоразмеров и исполнений, собираемых в единицу времени.

Номинальный ритм сборки R_n и действительный ритмы сборки R_d можно определить по формулам:

$$R_n = 1/T_n \quad \text{и} \quad R_d = 1/T_d \quad (4.4)$$

$$0.2 = 1/4.71 \quad \text{и} \quad 0.22 = 1/4.57$$

4.3 Составление технологического маршрута сборки изделия

Определение типа производства и организационной формы сборки

(таблица 4.1):

Таблица 4.1

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время , $T_{оп}$, мин
	1. Узловая сборка синхронизатора 1-ой и 2-ой передачи	
1	Взять ступицу и осмотреть её со всех сторон	0.07
2	Взять муфту и осмотреть её со всех сторон	0.07
3	Установить муфту на ступицу	0.04
4	Взять сухарь и фиксатор (шарик) и осмотреть их со всех сторон	$0.07*3=0.21$
5	Установить в отверстие сухаря - шарик	$0.05*3=0.15$
6	Положить на верстак сухарь и шарик	$0.04*3=0.12$
7	Взять пружину фиксатора и осмотреть её со всех сторон	$0.07*3=0.21$
8	Установить пружину фиксатора в отверстие паза ступицы	$0.06*3=0.18$
9	Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину	$0.05*3=0.15$
10	Отложить синхронизатор 1-ой и 2-ой передачи сб	0.03
	Итого узла:	1.23
	2. Узловая сборка синхронизатора 3-ей и 4-ой передачи	
1	Взять ступицу и осмотреть её со всех сторон	0.07
2	Взять муфту и осмотреть её со всех сторон	0.07
3	Установить муфту на ступицу	0.04

Продолжение таблицы

4	Взять сухарь и фиксатор (шарик) и осмотреть их со всех сторон	$0.07*3=0.21$
5	Установить в отверстие сухаря - шарик	$0.05*3=0.15$
6	Положить на верстак сухарь и шарик	$0.04*3=0.12$
7	Взять пружину фиксатора и осмотреть её со всех сторон	$0.07*3=0.21$
8	Установить пружину фиксатора в отверстие паза ступицы	$0.06*3=0.18$
9	Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину	$0.05*3=0.15$
10	Отложить синхронизатор 3-ей и 4-ой передачи в сборе	0.03
	Итого узла:	1.23
	3.Узловая сборка синхронизатора 5-ой и 6-ой передачи	
1	Взять ступицу и осмотреть её со всех сторон	0.07
2	Взять муфту и осмотреть её со всех сторон	0.07
3	Установить муфту на ступицу	0.04
4	Взять сухарь и фиксатор (шарик) и осмотреть их со всех сторон	$0.07*3=0.21$
5	Установить в отверстие сухаря - шарик	$0.05*3=0.15$
6	Положить на верстак сухарь и шарик	$0.04*3=0.12$
7	Взять пружину фиксатора и осмотреть её со всех сторон	$0.07*3=0.21$
8	Установить пружину фиксатора в отверстие паза ступицы	$0.06*3=0.18$
9	Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину	$0.05*3=0.15$
10	Отложить синхронизатор 5-ой и 6-ой передачи в сборе	0.03
	Итого узла:	1.23
	4.Общая сборка ведомого вала коробки передач	
1	Взять ведомый вал и осмотреть его со всех сторон	0.09
2	Зажать ведомый вал в тисках с винтовым зажимом	0.09
3	Взять шестерню 2-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
4	Установить шестерню 2-ой передачи на вал	0.09

Продолжение таблицы

5	Взять блокирующее кольцо синхронизатора 2-ой передачи и осмотреть его со всех сторон	0.09
6	Установить блокирующее кольцо синхронизатора 2-ой передачи на вал	0.08
7	Взять синхронизатор 1-ой и 2-ой передачи сб и осмотреть его со всех сторон	0.09
8	Установить синхронизатор 1-ой и 2-ой передачи сб на вал	0.11
9	Взять стопорное кольцо ступицы синхронизатора осмотреть его со всех сторон	0.09
10	Установить стопорное кольцо ступицы синхронизатора	0.07
11	Взять блокирующее кольцо синхронизатора 1-ой передачи и осмотреть его со всех сторон	0.09
12	Установить блокирующее кольцо синхронизатора 1-ой передачи на вал	0.09
13	Взять шестерню 1-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
14	Установить шестерню 1-ой передачи на вал	0.09
15	Взять ведущую шестерню главной передачи и осмотреть её со всех сторон	0.09
16	Установить ведущую шестерню главной передачи	0.09
17	Взять стопорное кольцо	0.09
18	Установить стопорное кольцо	0.07
19	Взять роликовый цилиндрический подшипник вторичного вала и осмотреть его со всех сторон	0.09
20	Запрессовать роликовый цилиндрический подшипник на вторичный вал до упора	0.09
21	Разжать тиски взять ведомый вал и повернуть вал на 180° по вертикальной оси	0.07
22	Зажать ведомый вал в тисках с винтовым зажимом	0.09
23	Взять шестерню 3-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
24	Установить шестерню 3-ей передачи на вал	0.09
25	Взять блокирующее кольцо синхронизатора 3ей передачи и осмотреть его со всех сторон	0.09
26	Установить блокирующее кольцо синхронизатора 3-ой передачи на вал	0.08
27	Взять синхронизатор 3-ей и 4-ой передачи сб	0.09

Продолжение таблицы

28	Установить синхронизатор 3-ей и 4-ой передачи сб на вал	0.11
29	Взять стопорное кольцо ступицы синхронизатора и осмотреть его со всех сторон	0.09
30	Установить стопорное кольцо ступицы синхронизатора	0.07
31	Взять блокирующее кольцо синхронизатора 4-ой передачи и осмотреть его со всех сторон	0.09
32	Установить блокирующее кольцо синхронизатора 4-ой передачи на вал	0.08
33	Взять шестерню 4-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
34	Установить шестерню 4-ой передачи на вал	0.09
35	Взять упорную шайбу и осмотреть ее со всех сторон	0.09
36	Установить упорную шайбу на вал	0.09
37	Взять шариковый подшипник и осмотреть его со всех сторон	0.09
38	Запрессовать шариковый подшипник на вторичный вал до упора	0.07
39	Взять упорную шайбу и осмотреть ее со всех сторон	0.09
40	Установить упорную шайбу на вал	0.09
41	Взять втулку шестерни 5-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
42	Установить втулку 5-ой передачи шестерни на вал	0.09
43	Взять шестерню 5-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
44	Установить шестерню 5-ой передачи на вал	0.09
45	Взять блокирующее кольцо синхронизатора 5-ой передачи и осмотреть его со всех сторон	0.09
46	Установить блокирующее кольцо синхронизатора 5-ой передачи на вал	0.08
47	Взять синхронизатор 5-ой и 6-ой передачи сб и осмотреть его со всех сторон	0.09
48	Установить синхронизатор 5-ой и 6-ой передачи сб на вал	0.11
49	Взять стопорное кольцо ступицы синхронизатора и осмотреть его со всех сторон	0.09

Продолжение таблицы

50	Установить стопорное кольцо ступицы синхронизатора	0.07
51	Взять блокирующее кольцо синхронизатора 6-ой передачи и осмотреть его со всех сторон	0.09
52	Установить блокирующее кольцо синхронизатора 6-ой передачи на вал	0.08
53	Взять шестерню 6-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон	0.09
54	Установить шестерню 6-ой передачи на вал	0.09
55	Взять втулку 6-ой передачи и осмотреть её со всех сторон	0.09
56	Установить втулку 6-ой передачи на вал	0.09
57	Взять шариковый подшипник и осмотреть его со всех сторон	0.09
58	Запрессовать шариковый подшипник на вторичный вал до упора	0.07
59	Взять упорную шайбу и осмотреть её со всех сторон	0.09
60	Установить упорную шайбу на вал	0.09
61	Взять гайку и осмотреть её со всех сторон	0.07
62	Взять гайковерт и завернуть гайку до упора	0.26
63	Открепить и снять ведомый вал коробки передач в сборе	0.06
	Итого:	5.66
	Итого узла:	3.69
	Итого изделия:	9.35

Суммарная трудоемкость сборки изделия может быть определена как:

$$T_{шт}^{общ} = T_{оп}^{общ} * (1 + (\alpha + \beta) * 100) = 9.35 * (1 + (2 + 4) * 100) = 5619,$$

где α – часть оперативного времени на организационно – техническое обслуживание рабочего места в процентах; β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах.

Теперь, зная трудоёмкость сборки и годовую программу выпуска при помощи таблицы можно определить тип производства.

Трудоёмкость сборки изделия, час	Годовой объем выпуска, шт/год
до 0.25	Массовый > 52000

В зависимости от типа производства, программы выпуска изделий, их конструкции, размеров и массы определяется организационная форма сборки. Форма организации типа производства – поточная непрерывная (массовое производство).

4.4 Разработка технологических операций сборки

Для массового производства, процесс сборки изделия разбивается на отдельные операции, выполняемые в определённой последовательности. Технологический маршрут процесса сборки изделия оформляется в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2

№ Операци и	Операция	Содержание операций , переходов	Приспособлен ие, оборудован ие, инструмент	Время, Т _{шт} (Т _{шт-к}), мин
Узловая сборка синхронизаторов сб				
005	Сборка синхронизаторов сб	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять ступицу и осмотреть её со всех сторон. 2. Взять муфту и осмотреть её со всех сторон. 3. Установить муфту на ступицу. 4. Взять сухарь и фиксатор (шарик) и осмотреть их со всех сторон. 5. Установить в отверстие сухаря – шарик. 6. Положить на верстак сухарь и шарик. 7. Взять пружину фиксатора и осмотреть её со всех сторон. 8. Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину. 9. Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину. 10. Отложить синхронизатор 1-ой и 2-ой передачи сб. 11. Взять ступицу и осмотреть её со всех сторон. 12. Взять муфту и осмотреть её со всех сторон. 13. Установить муфту на ступицу. 14. Взять сухарь и фиксатор (шарик) и осмотреть их со всех сторон. 15. Установить в отверстие сухаря – шарик. 16. Положить на верстак сухарь и шарик. 17. Взять пружину фиксатора и осмотреть её со всех сторон. 18. Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину. 19. Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав 	Специальное установочное-зажимное приспособление.	4.42

		<p>пружину.</p> <p>20. Отложить синхронизатор 3-ой и 4-ой передачи сб.</p> <p>21. Взять ступицу и осмотреть её со всех сторон.</p> <p>22. Взять муфту и осмотреть её со всех сторон.</p> <p>23. Установить муфту на ступицу.</p> <p>24. Взять сухарь и фиксатор (шарик) и осмотреть их со всех сторон.</p> <p>25. Установить в отверстие сухаря – шарик.</p> <p>26. Положить на верстак сухарь и шарик.</p> <p>27. Взять пружину фиксатора и осмотреть её со всех сторон.</p> <p>28. Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину.</p> <p>29. Установить в паз ступицы, при помощи отвертки, сухарь с шариком, предварительно сжав пружину.</p> <p>30. Отложить синхронизатор 5-ой и 6-ой передачи сб.</p> <p>31. Взять ведомый вал и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>32. Зажать ведомый вал в тисках с винтовым зажимом.</p> <p>33. Взять шестерню 2-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>34. Установить шестерню 2-ой передачи на вал</p> <p>35. Взять блокирующее кольцо синхронизатора 2-ой передачи и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>36. Установить блокирующее кольцо синхронизатора 2-ой передачи на вал.</p> <p>37. Взять синхронизатор 1-ой и 2-ой передачи сб и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>38. Установить синхронизатор 1-ой и 2-ой передачи сб на вал.</p>		
--	--	---	--	--

Общая сборка ведомого вала коробки передач				
010	Установка шестерен и синхронизаторов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять стопорное кольцо ступицы синхронизатора осмотреть его со всех сторон. 2. Установить стопорное кольцо ступицы синхронизатора. 3. Взять блокирующее кольцо синхронизатора 1-ой передачи и осмотреть его со всех сторон 4. Установить блокирующее кольцо синхронизатора 1-ой передачи на вал 5. Взять шестерню 1-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон. 6. Установить шестерню 1-ой передачи на вал. 7. Взять ведущую шестерню главной передачи и осмотреть её со всех сторон. 8. Установить ведущую шестерню главной передачи. 9. Взять стопорное кольцо. 10. Установить стопорное кольцо. 11. Взять роликовый цилиндрический подшипник вторичного вала и осмотреть его со всех сторон. 12. Запрессовать роликовый цилиндрический подшипник на вторичный вал до упора. 13. Разжать тиски взять ведомый вал и повернуть вал на 180° по вертикальной оси. 14. Зажать ведомый вал в тисках с винтовым зажимом. 15. Взять шестерню 3-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон. 16. Установить шестерню 3-ей передачи на вал. 17. Взять блокирующее кольцо синхронизатора 3ей передачи и осмотреть его со всех сторон. 18. Установить блокирующее 	<p>Специальное установочное-зажимное приспособление. Гайковёрт. Пресс.</p>	4.93

		<p>кольцо синхронизатора 3-ой передачи на вал.</p> <p>19. Взять синхронизатор 3-ей и 4-ой передачи сб и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>20. Установить синхронизатор 3-ей и 4-ой передачи сб на вал.</p> <p>21. Взять стопорное кольцо ступицы синхронизатора и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>22. Установить стопорное кольцо ступицы синхронизатора.</p> <p>23. Взять блокирующее кольцо синхронизатора 4-ой передачи и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>24. Установить блокирующее кольцо синхронизатора 4-ой передачи на вал.</p> <p>25. Взять шестерню 4-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>26. Установить шестерню 4-ой передачи на вал.</p> <p>27. Взять упорную шайбу и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>28. Установить упорную шайбу на вал.</p> <p>29. Взять шариковый подшипник и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>30. Запрессовать шариковый подшипник на вторичный вал до упора.</p> <p>31. Взять упорную шайбу и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>32. Установить упорную шайбу на вал.</p> <p>33. Взять втулку шестерни 5-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>34. Установить втулку 5-ой передачи шестерни на вал.</p> <p>35. Взять шестерню 5-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>36. Установить шестерню 5-ой передачи на вал.</p> <p>37. Взять блокирующее кольцо</p>		
--	--	--	--	--

		<p>синхронизатора 5-ой передачи и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>38. Установить блокирующее кольцо синхронизатора 5-ой передачи на вал.</p> <p>39. Взять синхронизатор 5-ой и 6-ой передачи сб и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>40. Установить синхронизатор 5-ой и 6-ой передачи сб на вал.</p> <p>41. Взять стопорное кольцо ступицы синхронизатора и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>42. Установить стопорное кольцо ступицы синхронизатора.</p> <p>43. Взять блокирующее кольцо синхронизатора 6-ой передачи и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>44. Установить блокирующее кольцо синхронизатора 6-ой передачи на вал.</p> <p>45. Взять шестерню 6-ой передачи и осмотреть ее со всех сторон.</p> <p>46. Установить шестерню 6-ой передачи на вал.</p> <p>47. Взять втулку 6-ой передачи и осмотреть её со всех сторон.</p> <p>48. Установить втулку 6-ой передачи на вал.</p> <p>49. Взять шариковый подшипник и осмотреть его со всех сторон.</p> <p>50. Запрессовать шариковый подшипник на вторичный вал до упора.</p> <p>51. Взять упорную шайбу и осмотреть её со всех сторон.</p> <p>52. Установить упорную шайбу на вал.</p> <p>53. Взять гайку и осмотреть её со всех сторон.</p> <p>54. Взять гайковерт и завернуть гайку до упора.</p> <p>55. Открепить и снять ведомый вал коробки передач в сборе.</p>		
--	--	--	--	--

На этом этапе окончательно уточняется тип производства. Характеризуется коэффициентом закрепления операции $K_{з.о.}$. Массовое сборочное производство $K_{з.о.}=1$ характеризуется большим объемом выпуска собираемых изделий, непрерывно выпускаемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна техническая операция.

5 Анализ экономической эффективности объекта

Введение

В рамках дипломного проекта рассматривается возможность модернизации существующей 5-ступенчатой коробки передач с переоборудованием ее в 6-ступенчатую с модернизацией ряда передаточных чисел. Результатом будет являться снижение расходов топлива за счет улучшения тягово-динамических характеристик, улучшение безопасности движения, за счет плавного и бесступенчатого разгона.

5.1 Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого сцепления (таблица 5.1)

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Норма
А	1	2	3	4
1	Коэффициент отчислений в социальные фонды.	К _Ф	%	30
2	Коэффициент общезаводских расходов	К _{ОБЗ}	%	150
3	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.	К _{ВЦ}	%	5
4	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.	К _{ОБ}	%	194
5	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	К _{ТЗ}	%	0,245
6	Коэффициент цеховых расходов	К _Ц	%	183
7	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	К _{ДП}	%	20
8	Коэффициент возвратных отходов	К _{ВОТ}	%	1,5

А	1	2	3	4
9	Коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату	К _д	%	8
10	Часовая тарифная ставка 1-го разряда	С _р		
10.1	3 разряд		руб.	85,2
10.2	4 разряд		руб.	94,7
10.3	5 разряд		руб.	110,5
11	Годовая программа выпуска	V _{год}	шт.	52734
12	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	К _{инв}	%	2,5
13	Норма амортизации	Н _а	%	14,3
14	Уровень рентабельности	У _р	%	30

Статья «Сырье и материалы» не рассчитывается.

5.2 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты» (таблица 5.2)

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗР}}{100} \right), \quad (5.1)$$

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 5.2

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1шт, руб.	Сумма, руб.
1.	Датчик скорости	1	700	700
2.	Болт крепления датчика скорости	1	20	20
3.	Синхронизатор	1	1640	1640
4.	Шестерня первичного вала	1	2800	2800
5.	Шестерня ведущая	1	2000	2000
	ИТОГО:		7460	7460

Продолжение таблицы

	Транспортно-заготовительные расходы	2,45%
	ВСЕГО:	7642,77

$\Pi_{и} = 7642,77$ руб.

Расчет статьи «Заработная плата основная» (таблица 5.3):

$$Z_o = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{пд}}{100} \right), \quad (5.2)$$

где Z_t – тарифная з/п, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_m = C_{pi} \cdot T_i, \quad (5.3)$$

где C_{pi} – часовая тарифная ставка, руб.;

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.;

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

Таблица 5.3

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, н/ч	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
А	Б	В	1	2	3
1	Обработочная	3	1,21	85,2	135,75
2	Заклепочная	3	0,24	85,2	22,62
3	Сборочная	4	0,72	94,7	76,36
4	Смазочная	3	0,45	85,2	40,72
5	Запрессовочная	3	0,7	85,2	54,3
4	Контрольная	5	1	110,5	51,3

Продолжение таблицы

5	Итого				381.05
6	Доплаты за проработанное время				20,5
7	Всего				401,55

$$Z_o = 401,55 \text{руб}$$

Расчеты статьи «Заработная плата дополнительная»:

$$Z_{\text{доп}} = Z_o \cdot K_{\text{вып}} \quad (5.4)$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент отчислений на дополнительную зарплату;

$$Z_{\text{доп}} = 401,55 \cdot 8\% = 32,12 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = 32,12 \text{руб.}$$

Расчет статьи «Отчисление в социальные фонды»:

$$P_{\text{соц.н.}} = (Z_o + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{сл.н.}}, \quad (5.5)$$

где $E_{\text{соц.н.}}$ - коэффициент отчислений в социальные фонды

$$P_{\text{соц.н.}} = (401,55 + 32,12) \cdot 34\% = 147,45 \text{руб.} \quad P_{\text{соц.н.}} = 147,45 \text{руб.}$$

Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»:

$$P_{\text{сод.обор.}} = Z_o \cdot K_{\text{об}}, \quad (5.6)$$

где $K_{\text{об}}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования;

$$P_{\text{сод.обор.}} = 401,55 \cdot 194\% = 779 \text{руб.} \quad P_{\text{сод.обор.}} = 779 \text{руб.}$$

Расчет статьи «Цеховые расходы»:

$$P_{\text{цех}} = Z_o \cdot K_{\text{ц}}, \quad (5.7)$$

где $K_{ц}$ - коэффициент цеховых расходов; $P_{цех} = 401.55 * 183\% = 734.83$ руб.

Расчет статьи «Цеховая себестоимость»:

$$C_{цех} = M + П_u + З_o + З_{\partial} + P_{соц.л.} + P_{сод.обор.} + P_{цех} \quad (5.8)$$

$$C_{цех} = 0 + 7642.77 + 401.55 + 32.12 + 147.45 + 779 + 734.83 = 9737.72 \text{ руб. } C_{цех} = 9737.72 \text{ руб}$$

Расчет статьи «Общезаводские расходы»:

$$P_{об.завод.} = З_o \cdot K_{ОБЗ} \quad (5.9)$$

$$P_{об.завод.} = 401.55 \cdot 150\% = 602.32 \text{ руб.}$$

$$P_{об.завод.} = 602.32 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Производственная себестоимость»:

$$C_{пр} = C_{цех} + P_{об.завод.} \quad (5.10)$$

$$C_{пр} = 9737.72 + 602.32 = 10340.04 \text{ руб.}$$

$$C_{пр} = 10340.04 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Внепроизводственные расходы»:

$$P_{внепр} = C_{пр} \cdot K_{ВЦ} \quad (5.11)$$

$$P_{внепр} = 10340.04 \cdot 5\% = 517.02 \text{ руб.}$$

$$P_{внепр} = 517.02 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Полная себестоимость»:

$$C_{пол} = C_{пр} + P_{внепр} \quad (5.12)$$

$$C_{пол} = 10340.04 + 517.02 = 10857.06 \text{ руб.}$$

$$C_{пол} = 10857.06 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Плановая прибыль»:

$$P_n = C_{пол} \cdot Y_p \quad (5.13)$$

$$P_n = 10857.06 \cdot 30\% = 3257.12 \text{ руб.}$$

$$P_n = 3257.12 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Оптовая цена»:

$$O_{ц} = C_{пол} + P_n \quad (5.14)$$

$$O_{ц} = 10857.06 + 3257.12 = 14114.18 \text{ руб.}$$

$$O_{ц} = 14114.18 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой коробки передач сведены в таблицу 5.4.

Таблица 5.4

№ п/п		Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Покупные изделия и полуфабрикаты	П _и	7025.12	7642.77
2	Заработная плата основная	З _о	401.55	401.55
3	Заработная плата дополнительная	З _д	32.12	32.12
4	Отчисления по единому социальному налогу	Р _{соц.н.}	147.45	147.45
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Р _{сод.об.}	779	779
6	Цеховые расходы	Р _{цех}	734.83	734.83
7	Итого цеховая себестоимость	С _{цех}	9120.07	9737.72
8	Общезаводские расходы	Р _{об.завод}	602.32	602.32
9	Итого производственная себестоимость	С _{пр}	9722.39	10340.04
10	Внепроизводственные расходы	Р _{внепр}	501.01	517.02
11	Итого полная себестоимость	С _{пол}	10223.4	10857.06

Продолжение таблицы

12	Плановая прибыль	П _п	3890.78	3257.12
13	Оптовая цена	Ц _{отп}	14114.18	14114.18

5.3 Расчет точки безубыточности проекта

$$C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{год}} = Z_{\text{пост.}} + Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (5.15)$$

где Ц_{отп} - цена продукции;

У_{год} - годовой объем производства;

Z_{пост.} - постоянные издержки;

Z_{пер.уд.} - переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат:

- на единицу изделия:

$$Z_{\text{пер.уд.}} = M + П_{\text{и}} + Z_{\text{o}} + Z_{\text{доп}} + P_{\text{соц.н.}} \quad (5.16)$$

$$Z_{\text{пер.уд.}}(\text{б}) = 0 + 7025.12 + 401.55 + 32.12 + 147.45 = 7606.27 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.уд.}}(\text{n}) = 0 + 7642.77 + 401.55 + 32.12 + 147.45 = 8223.89 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска:

$$Z_{\text{пер.н.}} = Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (5.17)$$

$$Z_{\text{пер.н.}} \text{ б} = 7606.27 * 52734 = 401109042.2 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.н.}} \text{ n} = 8223.89 * 52734 = 433678615.3 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

- на единицу изделия:

$$Z_{\text{пост.уд.}} = P_{\text{сод.об.}} \cdot 0,87 + P_{\text{цех}} + P_{\text{об.завод}} + P_{\text{внесп}} + A_{\text{м.уд.}}, \quad (5.18)$$

где $A_{м.уд.}$ - амортизационные отчисления, руб.

$$A_{м.уд.} = (C_{сод.обор} + C_{инстр}) * 0,13 \quad (5.19)$$

$$A_{м.уд.} = 25.61 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд. б} = 677.73 + 734.83 + 602.32 + 501.01 + 25.61 = 2541.5 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд. п} = 677.73 + 734.83 + 602.32 + 517.02 + 25.61 = 2557.51 \text{ руб.}$$

-на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.} = З_{пост.уд.} \cdot V_{год} \quad (5.20)$$

$$З_{пост. б} = 2541,5 * 52734 = 134023461 \text{ руб.}$$

$$З_{пост. п} = 2557,51 * 52734 = 134867732.34 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия.

Расчет выручки от реализации изделия:

$$C_{полн.г.н.} = C_{полн.} \cdot V_{год} \quad (5.21)$$

$$C_{полн.г.н.} = 10857.06 \cdot 52734 = 572536202.04 \text{ руб.}$$

$$Выручка = Ц_{отп.н.} \cdot V_{год} = 14114.18 \cdot 52734 = 744297168,12 \text{ руб.} \quad (5.22)$$

Расчет критического объема продаж (Рисунок 5.1):

$$A_{крит.} = \frac{З_{пост.н.}}{Ц_{отп.н.} - З_{перем.уд.н.}} \quad (5.23)$$

$$A_{крит.} = 134867732.34 / (14114.18 - 8223.89) = 22896.7 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } A_{крит.} = 22897 \text{ шт.}$$

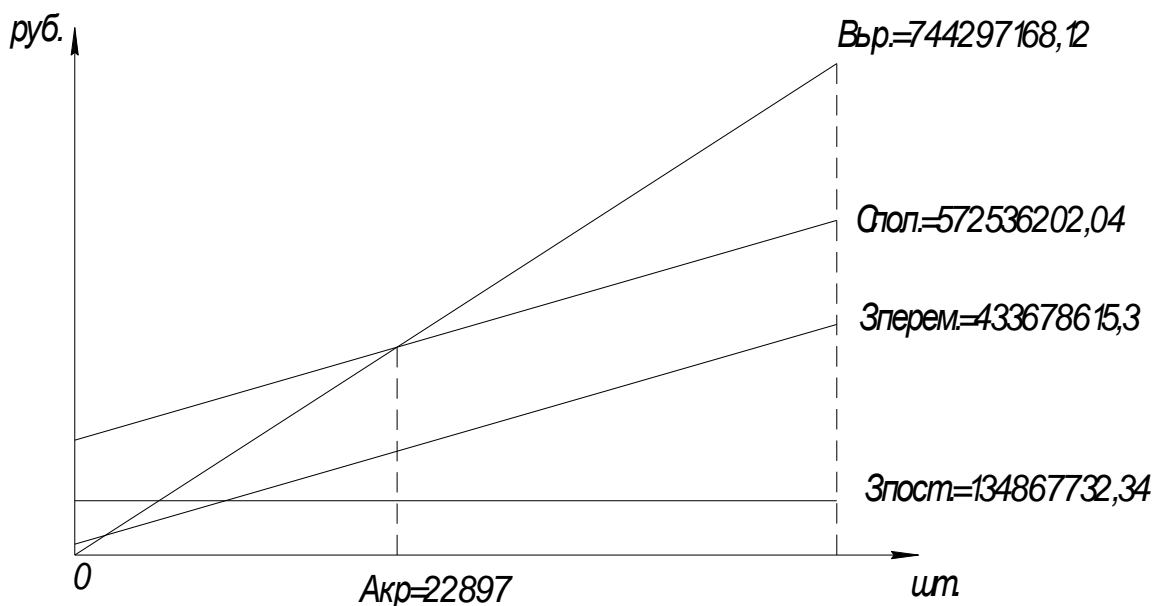


Рисунок 5.1 - Определение точки безубыточности

Объем продукции увеличивается нарастающим итогом равномерно с каждым годом на:

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{\text{крит}}}{n - 1}, \quad (5.24)$$

где $V_{\max} = V_{\text{год}}$ – максимальный объем продукции, шт.;

$A_{\text{крит.}}$ – критический объем продаж, шт.;

n – количество лет, ($n = 6$).

Срок эксплуатации нового изделия – 5 лет. $\Delta = \frac{52734 - 22897}{6 - 1} = 5967 \text{ шт}$

5.4 Расчёт общественного эффекта получаемого в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП

Среднестатистический автомобиль проезжает в год около 20 тыс.км. Исходя из годовой программы выпуска, получаем:

$$L_i = L_{\text{ср}} \cdot V_i, \text{ км} \quad (5.25)$$

L_i , км	V_i , шт
721600000	28864
870775000	34831
1019950000	40798
1169125000	46765
1318350000	52734

где $L_{cp} = 25000$ – величина пробега среднестатистического автомобиля в год, км; L_i – величина пробега реализованных в i -м году автомобилей; V_i – объем реализации автомобилей в i -м году.

Среднестатистический водитель попадает в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) с ранением одного из пассажиров через 300000 км (ДТПр), со смертельным исходом для одного из участников – через 500000 км.(ДТПс)

Следовательно:

$$Ч_p = L_i / \text{ДТП}_p, \text{ чел} \quad (5.26)$$

L_i , км	$Ч_p$, чел
721600000	2405
870775000	2902
1019950000	3399
1169125000	3897
1318350000	4394

где $Ч_p$ – возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел;

$$Ч_{с.i} = L_i / \text{ДТП}_с, \text{ чел} \quad (5.27)$$

Li, км	Чс, чел
721600000	1443
870775000	1741
1019950000	2039
1169125000	2338
1318350000	2636

где $Чс.i$ – возможное количество человек погибших в результате ДТП, чел.

Расчет возможных травм и смертей из-за отсутствия исследуемого механизма базового автомобиля:

$$Чр.м.i = Чр.i \cdot k_{с.м.}, \text{ чел.} \quad (5.28)$$

Чр, чел	Чрм, чел
2405	1924
2902	2322
3399	2720
3897	3118
4394	3516

где $k_{с.м.}=0,8$ – доля статистических травм людей попавших в ДТП из-за отсутствия исследуемого механизма базового автомобиля.

$$Чс.м.i = Чс.i \cdot k_{с.с.}, \text{ чел.} \quad (5.29)$$

Чс, чел	Чсм, чел
1443	577
1741	697
2039	816
2338	935
2636	1055

где: $k_{c.c.}=0,4$ – доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за отсутствия исследуемого механизма базового автомобиля.

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека:

$$\Delta H_0 = \Pi_p / \text{Ч}_{\text{м.н.}} (L_2 - L_1), \text{ руб.} \quad (5.30)$$

ΔH_0 , руб	Π_p , руб	$\text{Ч}_{\text{т.н.}}$ млн.чел.
35714.29	$100 \cdot 10^9$	70
35764.38	$102 \cdot 10^9$	71.3
36458.33	$105 \cdot 10^9$	72
36148.65	$107 \cdot 10^9$	74
36666.67	$110 \cdot 10^9$	75

где Π_p - прибыль, полученная во всех отраслях экономики, руб;

$\text{Ч}_{\text{м.н.}}$ – количество трудоспособного населения, млн. чел.;

$L_1 = 35$ – средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

$L_2 = 60$ – пенсионный возраст.

Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести: легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней; тяжелые ранения – телесные повреждения,

вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %; смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

Для расчета общественного эффекта необходимо оценить процент снижения пострадавших в ДТП после внедрение нового механизма.

Расчет общественного эффекта (Эдтп) по шагам представим в виде таблицы 5.5:

Таблица 5.5

№	Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб.
			До мероприятия	После мероприятия				
1 год	Ранения	100 %	1924	1810	114			
	Легкие	71 %	1366	1285	81	0.015	535.71	43462.14
	Тяжелые	29 %	558	525	33	0.36	12857.14	426051.43
	Смертельны		577	210	367	1	35714.29	13107142.86
	Итого:							
2 год	Ранения	100 %	2322	1900	422			
	Легкие	71 %	1649	1100	549	0.015	536.47	294341.17
	Тяжелые	29 %	673	402	271	0.36	12875.18	3494314
	Смертельны		697	300	397	1	35764.38	14198457.22
	Итого:							
3 год	Ранения	100 %	2720	2100	620			
	Легкие	71 %	1931	1200	731	0.015	546.88	399823.23
	Тяжелые	29 %	789	500	289	0.36	13125	3789992.5
	Смертельны		816	350	466	1	36458.33	16989583.33
	Итого:							
4 год	Ранения	100 %	3118	2105	1013			
	Легкие	71 %	2809	1009	1800	0.015	542.23	976013.51
	Тяжелые	29 %	1008	515	493	0.36	13013.51	6415662.16
	Смертельны		935	449	486	1	36148.65	17568243.24
	Итого:							

Продолжение таблицы

5 год	Ранения	100 %	3516	2605	911			
	Легкие	71 %	2615	2002	613	0.015	550	337150
	Тяжелые	29 %	1099	500	599	0.36	13200	7906800
	Смертельные		1055	501	554	1	36666.67	20301600
	Итого:							

5.5 Расчет коммерческой эффективности проекта (таблица 5.6)

Выручка по годам:

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

где $V_{прод.i} = A_{крит} + \Delta$ - объем продаж в i -ом году

Выручка1=Цотп.п.*Vпрод1	407391692	Vпрод1	28864
Выручка2=Цотп.п.*Vпрод2	491611004	Vпрод2	34831
Выручка3=Цотп.п.*Vпрод3	575830316	Vпрод3	40798
Выручка4=Цотп.п.*Vпрод4	660049628	Vпрод4	46765
Выручка5=Цотп.п.*Vпрод5	744297168	Vпрод5	52734

Переменные затраты по годам:

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

Зперем.1б=Зперем.уд.б.*Vпрод1	219547377
Зперем.2б=Зперем.уд.б.*Vпрод2	264933990
Зперем.3б=Зперем.уд.б.*Vпрод3	310320603
Зперем.4б=Зперем.уд.б.*Vпрод4	355707217

Продолжение таблицы

Зперем.5б=Зперем.уд.б.*Vпрод5	401109042
Зперем.1п=Зперем.уд.п.*Vпрод1	237374361
Зперем.2п=Зперем.уд.п.*Vпрод2	286446313
Зперем.3п=Зперем.уд.п.*Vпрод3	335518264
Зперем.4п=Зперем.уд.п.*Vпрод4	384590216
Зперем.5п=Зперем.уд.п.*Vпрод5	433678615

Амортизация:

$$A_m = A_{мод.} \cdot V_{год}$$

(5.33)

$$A_{м п} = 25.61 \cdot 52734 = 1350517,74 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам:

$$C_{пол.i} = Z_{перем i} + Z_{пост.}$$

(5.34)

Спол.1б=Зперем.1б+Зпост.б.	354415109.62
Спол.2б=Зперем.2б+Зпост.б.	399801722.71
Спол.3б=Зперем.3б+Зпост.б.	445188335.80
Спол.4б=Зперем.4б+Зпост.б.	490574948.89
Спол.5б=Зперем.5б+Зпост.б.	535976774.52
Спол.1п=Зперем.1п+Зпост.п.	371397821.96
Спол.2п=Зперем.2п+Зпост.п.	420469773.59
Спол.3п=Зперем.3п+Зпост.п.	469541725.22
Спол.4п=Зперем.4п+Зпост.п.	518613676.85
Спол.5п=Зперем.5п+Зпост.п.	567702076.26

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$P_{\text{обл.б}} = (\text{Выручка}_{i,б} - C_{\text{пол.б}}) \quad (5.35)$$

Пр.обл.1б=(Выручка1.б.-Спол.1б.)	52976581.9
Пр.обл.2б=(Выручка2.б.-Спол.2б.)	91809280.87
Пр.обл.3б=(Выручка3.б.-Спол.3б.)	130641979.84
Пр.обл.4б=(Выручка4.б.-Спол.4б.)	169474678.81
Пр.обл.5б=(Выручка5.б.-Спол.5б.)	208320393.6

$$P_{\text{обл.п}} = (\text{Выручка}_{i,п} - C_{\text{пол.п}}) \quad (5.36)$$

Пр.обл.1п=(Выручка1.п.-Спол.1п.)	35993869.56
Пр.обл.2п=(Выручка2.п.-Спол.2п.)	71141229.99
Пр.обл.3п=(Выручка3.п.-Спол.3п.)	106288590.42
Пр.обл.4п=(Выручка4.п.-Спол.4п.)	141435950.85
Пр.обл.5п=(Выручка5.п.-Спол.5п.)	176595091.86

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$N_{\text{пр}} = \text{Пр.обл} * 0,2 \quad (5.37)$$

Nпр.1б=Пр.обл.1б*Налог	10595316.38
Nпр.2б=Пр.обл.2б*Налог	18361856.17
Nпр.3б=Пр.обл.3б*Налог	26128395.97
Nпр.4б=Пр.обл.4б*Налог	33894935.76
Nпр.5б=Пр.обл.5б*Налог	41664078.72
Nпр.1п=Пр.обл.1п*Налог	7198773.91
Nпр.2п=Пр.обл.2п*Налог	14228246
Nпр.3п=Пр.обл.3п*Налог	21257718.08

Продолжение таблицы

Нпр.4п=Пр.обл.4п*Налог	28287190.17
Нпр.5п=Пр.обл.5п*Налог	35319018.37

Прибыль чистая по годам:

$$P_{pчi} = P_{роблi} - H_{нрi} \quad (5.38.)$$

Пр.ч.1б=Пр.обл.1б-Нпр.1б	42381265.52
Пр.ч.2б=Пр.обл.2б-Нпр.2б	73447424.7
Пр.ч.3б=Пр.обл.3б-Нпр.3б	104513583.87
Пр.ч.4б=Пр.обл.4б-Нпр.4б	135579743.05
Пр.ч.5б=Пр.обл.5б-Нпр.5б	166656314.88
Пр.ч.1н=Пр.обл.1н-Нпр.1п	28795095.65
Пр.ч.2н=Пр.обл.2н-Нпр.2п	56912983.99
Пр.ч.3н=Пр.обл.3н-Нпр.3п	85030872.34
Пр.ч.4н=Пр.обл.4н-Нпр.4п	113148760.68
Пр.ч.5н=Пр.обл.5н-Нпр.5п	141276073.49

Текущий чистоты доход (накопление сальдо):

$$ЧДi = Пр.ч.и.н. - Пр.ч.и.б. + A_M + Эдтп. \quad (5.39)$$

Чд1=Пр.ч.1+Ам	1341004.3
Чд2=Пр.ч.2+Ам	2803189.43
Чд3=Пр.ч.3+Ам	3047205.27
Чд4=Пр.ч.4+Ам	3879454.29
Чд5=Пр.ч.5+Ам	4515826.35

Дисконтирование денежного потока:

$$\alpha_i = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.40)$$

где E – норматив дисконтирования,

E = 10 %; t – год приведения затрат и результатов, (расчетный год);

$\alpha_1=0,909$; $\alpha_2=0,826$; $\alpha_3=0,751$; $\alpha_4=0,683$; $\alpha_5 =0,621$.

Текущий чистый дисконтированный доход:

$$ЧДД_i = ЧД_i \cdot \alpha_{(E)} \quad (5.41)$$

ЧДД(1)1=ЧД1*611 (Ест.1)	1218972.91
ЧДД(1)2=ЧД2*621 (Ест.1)	2315434.47
ЧДД(1)3=ЧД3*631 (Ест.1)	2288451.16
ЧДД(1)4=ЧД4*641 (Ест.1)	2649667.28
ЧДД(1)5=ЧД5*651 (Ест.1)	2804328.16

Суммарный ЧДД:

$$\sum ЧДД = \sum ЧД_i \alpha_{(i)} = \sum ЧДД_i ; \quad (5.42)$$

$\sum ЧДД=11276853.97$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях:

$$I_o = K_{инв} \cdot \sum C_{полн.i}, \quad (5.43)$$

где $K_{инв} = 0,22$ %;

$I_0=2347725073.88*0.0022 = 5164995,16$

Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧДД} - I_o \quad (5.44)$$

$$\text{ЧДД} = 11276853.97 - 5164995.16 = 6111858,81$$

Индекс доходности:

$$I_D = \frac{\text{ЧДД}}{I_o} = \frac{6111858.81}{5164995.16} = 1,18 \quad (5.45)$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования:

$$T_{\text{Окуп.}} = \frac{I_o}{\text{ЧДД}_i} \quad (5.46)$$

$$T_{\text{Окуп.}} = \frac{5164995.16}{6111858.81} = 0,85.$$



Рисунок 5.2 - График соотношения между объемом производства и прибылью

Таблица 5.6

№ п/ п	Наименование показателей	ГОДЫ					
		0	1	2	3	4	5
А	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж, Vпрод. (шт.)		28864	34831	40798	46765	52734
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб.) Цотп.		14114.18				
3	Выручка.н. (руб.)		407391691. 5	491611003. 6	575830315. 6	660049627. 7	744297168. 1
4	Переменные затраты (руб)						
	Зперем.б.		219547377. 3	264933990. 4	310320603. 5	355707216. 6	401109042. 2
	Зперем.п.		237374361	286446313	335518264	384590216	433678615
5	Амортизация, Ам (руб.)		1350517.74				
6	Постоянные затраты (руб.)						
	Зпост.б.		134867732.34				
	Зпост.н.		134023461				
7	Полная себестоимость, (руб)						
	Спол.б.		354415109. 6	399801722. 7	445188335. 8	490574948. 8	535976774. 5
	Спол.н.		371397821. 9	420469773. 5	469541725. 2	518613676. 5	567702076. 2
8	Налогооблагаемая прибыль, (руб.)		35993869.5	71141229.9	106288590. 4	141435950. 8	176595091. 8

Продолжение таблицы

9	Налог на прибыль, (руб)	7198773.91	14228246	21257718.0 8	28287190.1 7	35319018.3 7
10	Прибыль чистая, (руб)	28795095.6	56912983.9	85030872.3	113148760. 6	141276073. 4
11	Чистый поток реальных денег, ЧД (руб.)	1341004.3	2803189.4	3047205.2	3879454.9	4515826.5
12	Коэффициент дисконтирования	0.909	0.826	0.753	0.683	0.621
13	Чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб.) ЧДД1	1218972.91	2315434.47	2288451.16	2649667.28	2804328.16
14	Капиталообразующи е инвестиции Jo, (руб.)	5164995,16				
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб) УЧДД1	11276853,97				
16	Индекс доходности JD	1.18				
17	Срок окупаемости проекта,Токуп., год	0.85				
18	Чистый дисконтированный доход ЧДД, (руб.)	6111858,81				

Вывод

На основе полученных расчетов статей затрат на производство и реализацию шестиступенчатой коробки передач и показателей эффективности её внедрения в производство делаем вывод:

1) Чистый дисконтный доход (ЧДД). Он характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравноценности эффектов, относящихся к различным

моментам времени. Положительное значение чистого дисконтированного дохода от введенного в эксплуатацию инвестиционного объекта, т.е. проект будет приносить прибыль в течение заданного периода, не смотря на инфляцию и другие изменения рынка.

2) Индекс доходности (JD). Он характеризует относительную отдачу проекта на вложенные в него средства. Очевидно, что величина критерия $JD = 1.18 > 1$ свидетельствует о целесообразности реализации проекта. Причем чем больше JD превышает единицу, тем выше инвестиционная привлекательность проекта.

3) Срок окупаемости. Смысл заключается в определении продолжительности периода от начального момента до момента окупаемости с учетом дисконтирования. В нашем случае срок окупаемости зависит от ЧДД и все временные изменения будут связаны только с ним. Данный проект окупается за полгода, что является хорошим показателем.

Таким образом, из выполненного расчета показателей экономической эффективности и приведенного анализа коэффициентов следует вывод, что предлагаемый инвестиционный проект рентабелен.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Влияние изменений в коробке передач на комфорт и экологическую безопасность автомобиля

В рамках дипломного проекта рассматривается возможность модернизации существующей 5-ступенчатой коробки передач с переоборудованием ее в 6-ступенчатую с модернизацией ряда передаточных чисел. Результатом будет являться снижение расходов топлива за счет улучшения тягово-динамических характеристик, улучшение безопасности движения, за счет плавного и бесступенчатого разгона. Данные изменения позволят снизить уровень шума и вибраций в автомобиле при высоких скоростях, поскольку включение шестой передачи обеспечит при движении на заданной скорости работу двигателя с меньшими оборотами.

В соответствии с ГОСТ Р 51616-2000, позволяющим произвести оценку внутреннего шума автотранспортных средств, допустимый уровень внутреннего шума для рассматриваемого автомобиля, на рабочем месте водителя и пассажирских сидениях, составляет 78 дБ А.

Измерения уровня шума транспортного средства проводят при его разгоне, а также при движении с постоянной скоростью.

На основании ГОСТ Р 52231-2004 «Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения», устанавливающим допустимый уровень внешнего шума для рассматриваемого автомобиля, относящегося к категории M_1 он не должен превышать 96 дБА. Измерения уровня внешнего шума производят на неподвижном автомобиле.

Основным источником внешнего шума является двигатель и его выпускная система, и, следовательно, его интенсивность при прочих равных условиях зависит от рабочих оборотов двигателя. Применение на исследуемом автомобиле шестой передачи коробки передач позволит при движении на высоких скоростях понизить значение максимальной частоты вращения

двигателя, что, соответственно, позволит снизить уровень шума, исходящего от автомобиля.

Таким образом, процесс эксплуатации автомобиля на высоких скоростях достигает повышения комфортабельности (снижения уровня шума) автомобиля, а также позволяет снизить концентрацию вредных веществ попадающих в атмосферу вместе с выхлопными газами.

6.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов при обработке вторичного вала коробки передач

Опасные и вредные производственные факторы при обработке вторичного вала коробки передач приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1.1

ОВПФ	Источники
1. Физические: - Движущиеся машины и механизмы	Пресс гидравлический 100 кН и 63 кН
- Подвижные части оборудования	Торцовочно-центровочное устройство, автоматические загрузочные устройства, делительные головки двухшпиндельных горизонтально-фрезерных станков, фрезы, накатные линии, поворотный стол, шлифовальные камни
- Передвигающиеся изделия и заготовки -	Вторичные валы коробок передач.
- Высокая температура поверхности оборудования (до 50° С)	Копировально-токарный станок, горизонтально-фрезерные станки, шлифовальные станки, ленточный полировальный станок, поверхность обрабатываемых деталей и инструмента, термокамера
- Повышенный уровень шума, вибраций; (уровень звука более 85 дБ А)	Копировально-токарный станок, двух шпиндельные горизонтально-фрезерные станки с делительными головками и автоматическими загрузочными устройствами, камерная моечная машина, шлифовальные станки, ленточный полировальный станок
- Повышенное значение напряжения в электроцепи -	Электрические установки
- Влажность (достигает 70 %)	Камерная моечная машина, термический цех

Продолжение таблицы

<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие или недостаток - естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока 	<p>Люминесцентные лампы, светильники, установленные на металлорежущих станках с не просвечиваемыми отражателями.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Острые кромки, заусенцы, шероховатости оборудования, инструментов и заготовок - 	<p>Осколки инструментов, металлическая стружка обрабатываемых материалов, фрезы, шлифовальные круги</p>

Таблица 6.1.1

<p>2. Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - химические вещества; - производственная пыль. 	<p>Синтетические моющие средства, поверхностно-активные вещества для очистки сборочных единиц, герметики, клеи.</p> <p>Обработка металла</p>
<p>3. Психофизиологические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда. 	<p>Физические перегрузки при установке, закреплении и съёме деталей.</p>

6.3 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих

- Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки при несоблюдении специальных мер защиты могут привести к переломам, ушибам, сотрясениям, ссадинам и т.д. различных органов и конечностей человека.

- Пыль оказывает вредное воздействие на дыхательные пути, кожные покровы, органы зрения, и на пищеварительный тракт. Поражение пылью верхних дыхательных путей в начальной стадии сопровождается раздражением, а при

длительном воздействии появляется кашель, отхаркивание грязной мокротой. Пыль, глубоко проникающая в дыхательные пути, приводит к развитию в них патологического процесса, который получил название пневмокониоза.

- Повышенная температура поверхности оборудования приводит к ожогам поверхности тела человека.
- Повышенный уровень шума, вибраций. В первую очередь шум воздействует на сердечно-сосудистую систему человека. Второй по степени воздействия – слуховой орган.
- Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока. Естественный свет имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность и оказывает сильное воздействие на психологию человека, а в конечном счёте на производственный травматизм и производительность труда.
- Острые кромки, заусенцы, шероховатости оборудования, инструментов и заготовок при несоблюдении специальных мер защиты (например, отсутствие кожухов), могут привести к опасным травмам: порезам, занесению инфекций. Это снижает работоспособность человека.
- Химические вещества и производственная пыль. При неправильном обращении с химическими веществами создается опасность отравления токсичными парами, которые проникают в организм через органы дыхания, кожу. Возможно возникновение аллергических реакций организма.

6.4 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

В таблицы 6.2 и 6.3 сведены опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) и защита от них, для участка сборочного цеха.

Таблица 6.2.1

Название ОВПФ	Коллективные средства защиты	Средства индивидуальной защиты
1 Повышенный уровень шума (85 дБА при норме 80 дБА)	Необходимо: 1) экранирование; 2) изменять направленность излучения шума; 3) рационально планировать рабочие места; 4) производить акустическую обработку помещения (звукопоглощающие облицовки, штучные звукопоглотители).	Вкладыши, наушники.
2 Повышенный уровень вибраций. От 10 до 15 Гц, От 30 до 40 дБ	1) вибродемпфирование; 2) виброизоляция.	Виброперчатки.

Таблица 6.2.2

3 Повышенное значение напряжения в электрической сети.	1) организационные мероприятия; 2) технические мероприятия (предупредительные плакаты, заземление, зануление, разделение сети на короткие участки разделителями-трансформаторами, двойная изоляция).	Применение защитных средств и приспособлений: а) изолирующие: основные (резиновые перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками), дополнительные (изолирующие подставки); б) ограждающие.
3 Повышенная металлическая запылённость (до 25 мг/м ³)	1) механизация и автоматизация производственных процессов; 2) герметизация оборудования; 3) применение систем вентиляции; 4) применение замкнутых технологических процессов.	Респираторы, куртки, брюки, комбинезоны, сапоги, перчатки, рукавицы, мази, пасты, очки, щитки.

Таблица 6.3.1

Название ОВПФ	Организационно-технические мероприятия
4 Подвижные детали	<p>Во избежание механического повреждения от вращающихся и движущихся частей используемого оборудования следует придерживаться следующих правил: 1) перед началом работы на сверлильном станке следует привести в порядок рабочую одежду: застегнуть и подвязать манжеты рукавов, надеть головной убор. Запрещается работать в рукавицах и перчатках, а также с забинтованными пальцами без резиновых напалечников; 2) при установке режущих инструментов следят за надёжностью и прочностью их крепления и правильностью центровки. При смене инструмента шпиндель станка должен быть опущен; 3) установку деталей на станок и снятие со станка производят при отведённом в исходное положение инструменте; 4) в процессе работы инструмент следует плавно подводить к детали. При сверлении не удерживать деталь руками; 5) перед остановкой станка инструмент отводят от обрабатываемой детали. При выключении станка нельзя останавливать шпиндель и патрон нажимом руки, а также прикасаться рукой к сверлу; 6) необходимо проверить исправность крепления груза на тросе противовеса.</p>

Таблица 6.3.2

5 Острые кромки, заусенцы	<p>1) Оградительные средства защиты препятствуют появлению человека в опасной зоне (стационарные, подвижные, переносные). Стационарное ограждение изготавливают так, чтобы оно не пропускало руки работающего из-за небольших размеров соответствующего технологического проёма. Подвижное ограждение закрывает доступ в рабочую зону при наступлении опасного момента. Переносные ограждения являются временными.</p> <p>2) Предохранительные защитные средства автоматически отключают агрегаты и машины при выходе какого-либо параметра за пределы доступных значений.</p> <p>3) Блокировочные устройства (механические, электрические, фотоэлектрические, радиационные, гидравлические, пневматические, комбинированные) исключают возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне.</p> <p>4) Сигнализирующие устройства дают информацию о работе технологического оборудования, а также об опасных и вредных производственных факторах, которые при этом возникают.</p> <p>5) система дистанционного управления характеризуется тем, что контроль и регулирование работы оборудования осуществляют с участков, достаточно удалённых от опасных зон. Наблюдение производят либо визуально, либо с помощью систем телеметрии и телевидения.</p>
---------------------------	---

Продолжение таблицы

7 Психо-физиологические: физическое перенапряжение, монотонность труда, напряжение зрительных анализаторов	Степень утомляемости работающих на основных видах оборудования в цехах машиностроительных заводов обусловлена не только нервной и физической нагрузкой, но и психологическим воздействием окружающей обстановки, поэтому большое значение имеет выбор цвета внешних поверхностей оборудования и помещения. Производственное оборудование и рабочее место должны проектироваться с учётом физиологических и психологических возможностей человека и его антропометрических данных. Необходимо обеспечить возможность быстрого и правильного считывания показателей контрольно-измерительных приборов и чёткого восприятия сигналов. Наличие большого числа органов управления и приборов (шкал, кнопок, рукояток, звуковых и световых сигналов) вызывает повышенное утомление оператора. Органы управления (рычаги, педали, кнопки и др.) должны быть надёжными, легко доступными и хорошо различаемыми, удобными в использовании. Все виды технологического оборудования должны быть удобны для осмотра, смазывания, разборки, наладки, уборки, транспортировки, установки и управления ими в работе.
--	---

6.5 Требования безопасности, предъявляемые к оборудованию

Безопасность производственного оборудования обеспечивается правильным выбором принципов его действия, конструктивных решений, рабочих тел, параметров рабочих процессов, использованием различных средств защиты. Последние, по возможности, должны вписываться в конструкцию машин и агрегатов. Средства защиты должны быть, как правило, многофункционального типа, т.е. решать несколько задач одновременно. Так, конструкции машин и механизмов, станин станков должны обеспечивать не только ограждение опасных элементов, но и снижение уровня их шума и вибрации; ограждение абразивного круга заточного станка должно конструктивно совмещаться с системой местной вытяжной вентиляции.

Установки повышенной опасности должны быть выполнены с учётом специальных требований органов Госгортехнадзора РФ. При наличии у агрегатов электропривода последний должен быть выполнен в соответствии с Правилами устройства электрических установок; в случае использования рабочих тел под давлением, не равным атмосферному, а также при конструировании и эксплуатации грузоподъёмных машин должны соблюдаться

требования Госгортехнадзора РФ. Должны предусматриваться средства защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений, загрязнения атмосферы парами, газами, пылью, воздействия лучистого тепла и т.п.

Надёжность машин и механизмов определяется вероятностью нарушения нормальной работы оборудования. Такого рода нарушения могут явиться причиной аварий, травм. Большое значение в обеспечении надёжности имеет прочность машин и агрегатов. Конструкционная прочность определяется прочностными характеристиками как материала конструкции, так и его крепёжных соединений, а также условиями его эксплуатации (наличие смазочного материала, коррозия под действием окружающей среды, наличие чрезмерного изнашивания и т.д.).

Большое значение в обеспечении надёжности работы машин и механизмов имеет наличие необходимых контрольно-измерительных устройств и приборов автоматического управления и регулирования. При несрабатывании автоматики надёжность работы технологического оборудования определяется эффективностью действий обслуживающего персонала. Поэтому производственное оборудование и рабочее место оператора должны проектироваться с учётом физиологических и психологических возможностей человека и его антропометрических данных. Необходимо обеспечить возможность быстрого и правильного считывания показаний контрольно-измерительных приборов и чёткого восприятия сигналов. Наличие большого числа органов управления и приборов вызывает повышенное утомление оператора. Органы управления должны быть надёжными, легкодоступными, хорошо различимыми и удобными в пользовании. Их располагают либо непосредственно на оборудовании, либо выносят на специальный пульт, удалённый от оборудования на некоторое расстояние.

6.6 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте

Под системами пожарной защиты понимаются комплексы организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также ограничение материального ущерба.

Пожарная защита производственных объектов обеспечивается: правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отдельных элементов и конструкций; ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства; применением систем активного подавления взрыва; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, извещения и пожаротушения.

Большое значение при осуществлении мер пожаро – и взрывобезопасности имеет оценка пожарной опасности производства.

В здании предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации людей независимо от их возраста и физического состояния наружу на прилегающую к зданию территорию (далее — наружу) до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание, при экономически обоснованном соотношении величины ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, пожарную охрану и ее техническое оснащение.

6.7 Обеспечение электробезопасности

По электробезопасности участок производства по сборке коробки передач следует отнести к особо опасным помещениям: характеризуются наличием высокой относительной влажности (близкой к 100 %) или химически активной средой, разрушающее действующей на изоляцию электрооборудования, или одновременным наличием двух или более условий, соответствующих помещениям с повышенной опасностью. Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.019 – 79 и ГОСТ 12.1.030 – 81).

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются: защитное заземление, электрическое разделение сетей, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, оградительные устройства, знаки безопасности, изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

6.8 Микроклимат производственной среды и вентиляция

Параметры микроклимата должны соответствовать ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие требования безопасности».

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Период года	Категория тяжести работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	Средней тяжести Пб	17÷19	15÷23	40÷60	Не более 75

Продолжение таблицы

Теплый	Средней тяжести Пб	20÷22	16÷27	40	Не более 70 (25°C)
Скорость движения					
Оптимальная, не более м/с			Допустимая, м/с		
0,2			0,4		
0,3			0,2÷0,5		

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

В цехе сборки коробки передач осуществляется смешанная вентиляция, т.е. общеобменная механическая и естественная (в теплый период года).

6.9 Экологическая экспертиза объекта

В целях защиты людей администрация предприятий должна принимать меры к тому, чтобы соблюдались предельно допустимые концентрации вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Для защиты атмосферы на предприятиях имеются установки для очистки воздуха у заточных станков и шероховальных станках. Для этого применяются пористые фильтры, на которых оседают мельчайшие частицы пыли.

Наибольшее количество вредных выбросов образуется при работе двигателей на режимах холостого хода и с максимальной мощностью. Поэтому

для снижения загрязнения атмосферы создают условия для равномерного движения.

На предприятии также образуются стоки хозяйственно-бытовых, производственных, ливневых вод, а также вод от мойки автомобилей. Хозяйственно-бытовые стоки направляются в канализацию и там проходят утилизацию на специальных предприятиях. Все другие виды стоков очищаются на специальных сооружениях предприятия. Первой стадией является механическая очистка – отстой, рассчитанная на удаление взвесей и дисперсно-коллоидных частиц. По окончании отстоя с поверхности воды собирают и удаляют нефтепродукты.

6.10 Защита работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации необходимо выключить оборудование, используя аварийный выключатель, например:

- при попадании посторонних предметов в транспорт автоматических линий, направляющих силовых головок, на позиции загрузки и выгрузки;
- при попадании человека в опасную зону;
- при загорании электрооборудования;
- при коротком замыкании;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ тягово-динамических свойств переднеприводного автомобиля 2 кл при установке на нем модернизированной 6 - ти ступенчатой коробки передач ВАЗ-2110 показал наличие возможности улучшения тяговой характеристики или топливной экономичности, в зависимости от подхода к выбору ряда передаточных чисел.

Особенностью проекта является то, что на базе существующей пятиступенчатой коробки передач без значительных конструктивных изменений применением 6-ти ступенчатой коробки можно достигнуть хороших результатов.

Анализ двух вариантов ряда передаточных чисел 6-ти ступенчатой коробки передач позволяет сделать следующие выводы:

- принятием 1-го варианта 6-ти ступенчатой КП, у которой пятая передача имеет передаточное число 0,94; шестая передача ускоряющая с передаточным числом 0,78, достигаем улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля через сокращение времени разгона до заданной скорости;
- принятием 2-го 6-ти ступенчатой КП, у которой четвертая передача имеет передаточное число 0,94; пятая и шестая передачи ускоряющие с передаточными числами соответственно 0,8 и 0,7, достигаем улучшения топливной экономичности при движении на высших передачах и тяговой динамики за счет сокращения пути разгона..

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вахламов, В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475. - ISBN 978-5-7695-4202-2.
2. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля. [Текст] -М: ООО «Изд. «За рулем», 2012.-336с. ISBN 878-5-903813-06-03.
3. Вахламов, В. К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учеб. Пособие [Текст] / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2007. - 557 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 551. - ISBN 978-5-7695-3793-6: 323-00.
4. Скутнев, В. М. Эксплуатационные свойства автомобиля : учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" [Текст] / В. М. Скутнев. - Гриф УМО ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 139 с. : ил. - Библиогр.: с. 130. - 33-11.
5. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: Учебн. Пособие [Текст] /Сост. Черепанов Л.А. – Тольятти: ТГУ, 2001. – 40с.
6. Гришкевич А.И. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник [Текст] / под общ. ред. А.И. Гришкевича.- М.: Машиностроение, 1984,-272с.
7. Проектирование технологических процессов сборки: учеб.-метод. пособие [Текст] / Воронов Д.Ю. [и др] – Тольятти,: ТГУ,2011.-112с.
8. Исаев, Е.У. Проектирование автомобиля: учебное пособие / [Текст] / Е.У. Исаев, Н.С. Соломатин, Б.В.Кисуленко,В.М. Карпов[и др.] Тольятти: изд-во ТГУ,2003. – 260 с.:пер.
9. Кудрявцев, С.М. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля: монография[Текст] / С.М. Кудрявцев, Г.В.Пачурин, Д.В. Соловьев, [и др.]; под общей редакцией С. М. Кудрявцева. – Н. Новгород, 2010. – 236 с.

10. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф.Родионов. – М. : Машиностроение, 1984. – 376 с.
11. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
12. Гаспарян, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарян. – М. :Машиностроение, 1978. – 351 с.
13. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд-е [Текст]/Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М. :Машиностроение,1986. – 304 с.
14. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М. : Машиностроение, 1973. – 490 с.
15. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М. :Машиностроение, 1983. – 356 с.
16. Проикшат, А. Шасси автомобиля: Типы приводов [Текст] / А. Проикшат. – М. : Машиностроение, 1989. – 232 с.
17. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
18. Гольд А.И. Прочность и долговечность автомобиля. [Текст] - М., “Машиностроение“, 1986.
19. Дымшиц И.И. Коробки передач. [Текст] - М., Машгиз, 1960.
20. Калашников С.Н. Справочник. Производство зубчатых колес. [Текст] - М., “Машиностроение“, 1975.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета для 1-го варианта

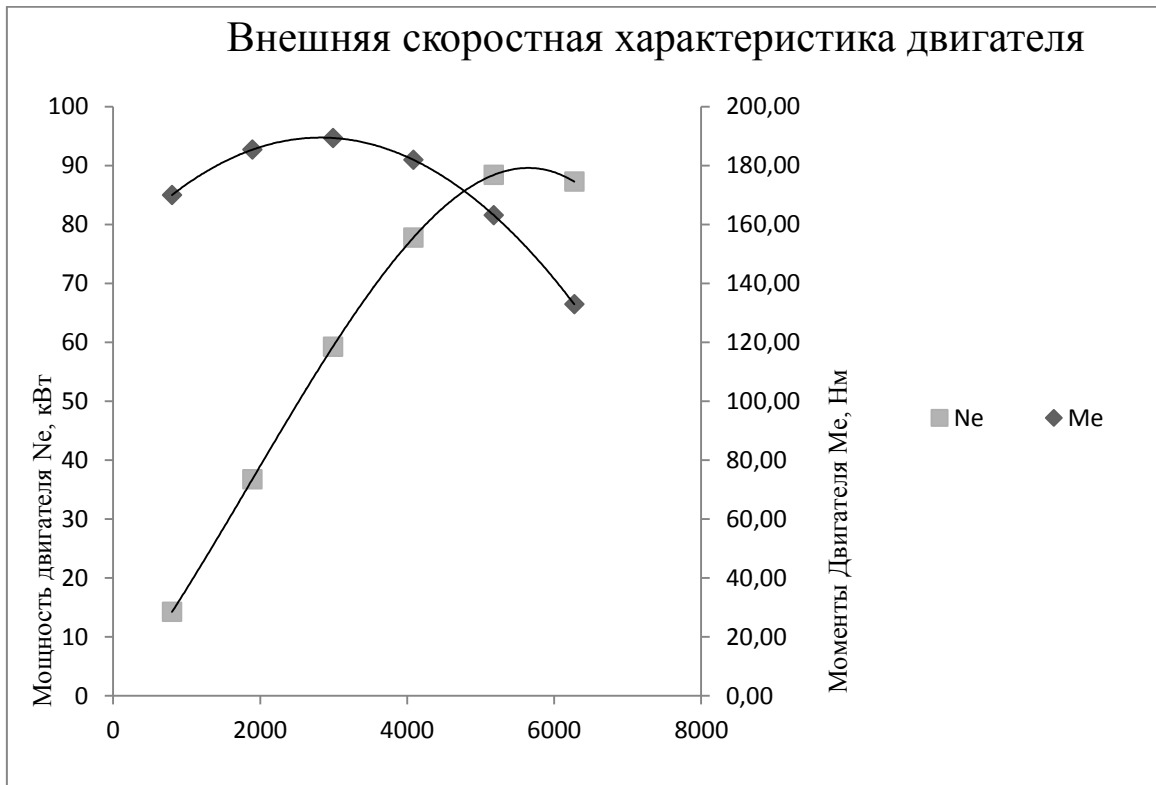


Рисунок А.1

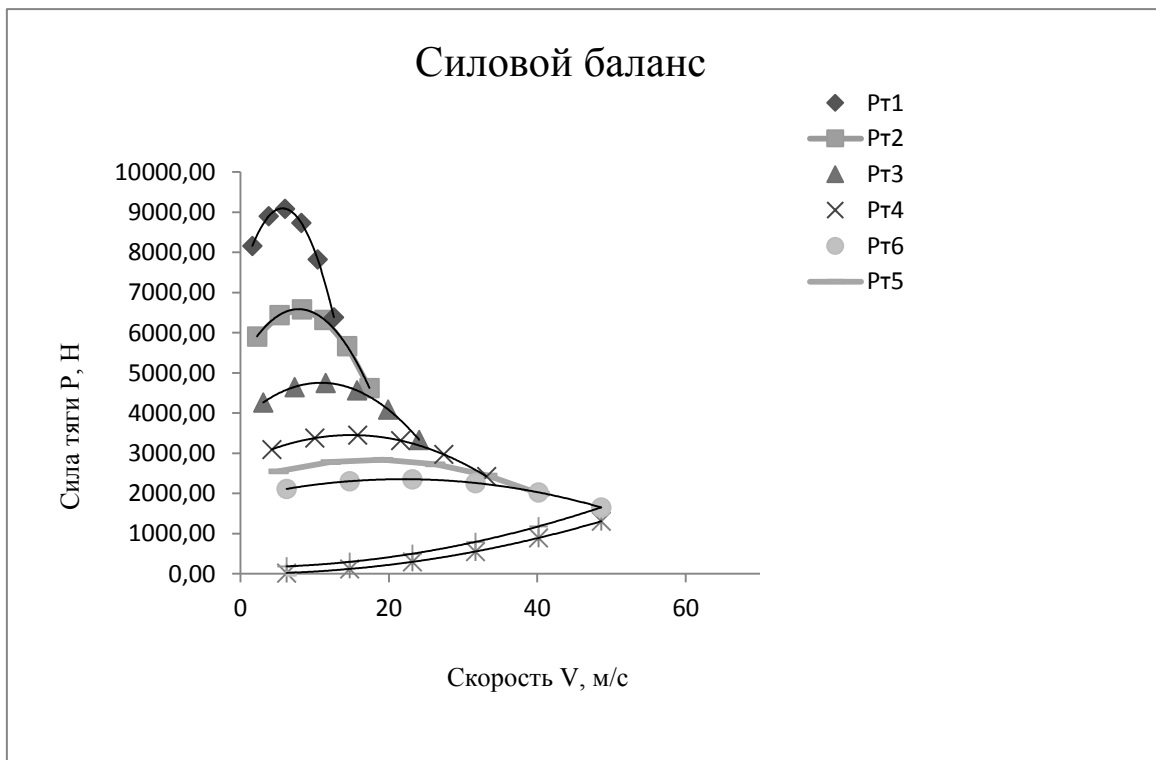


Рисунок А.2

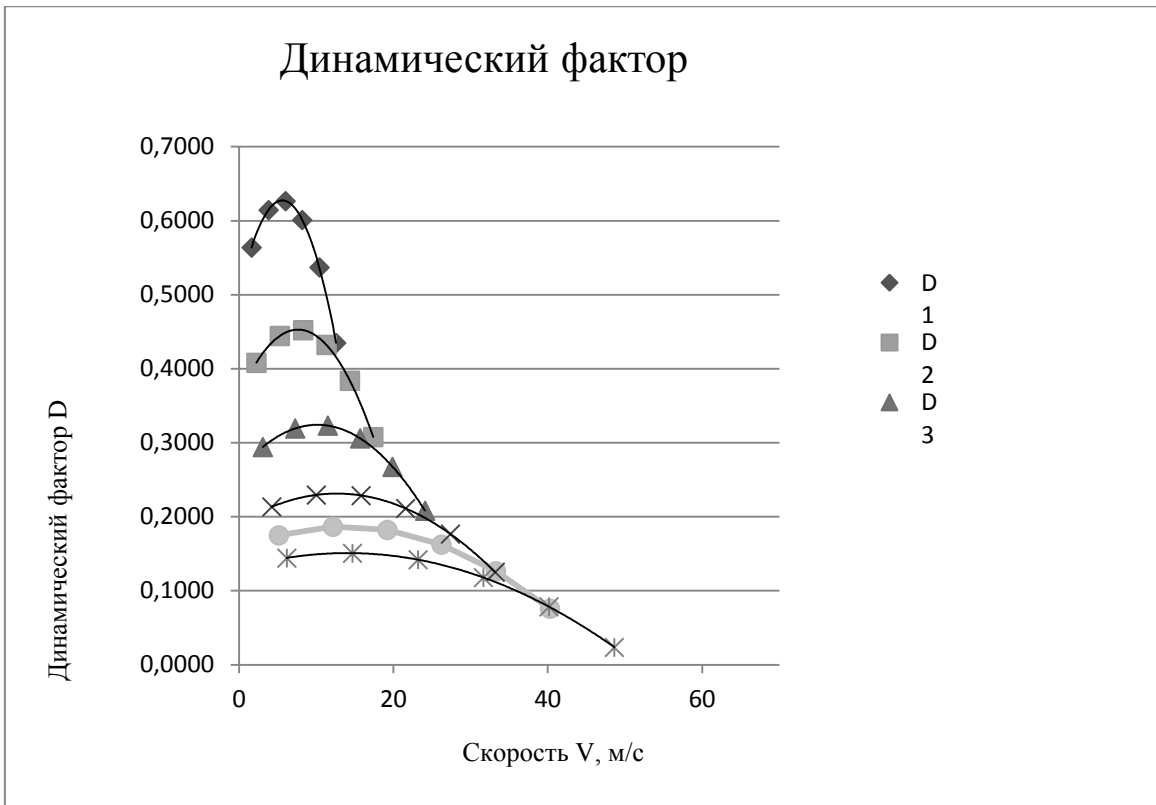


Рисунок А.3

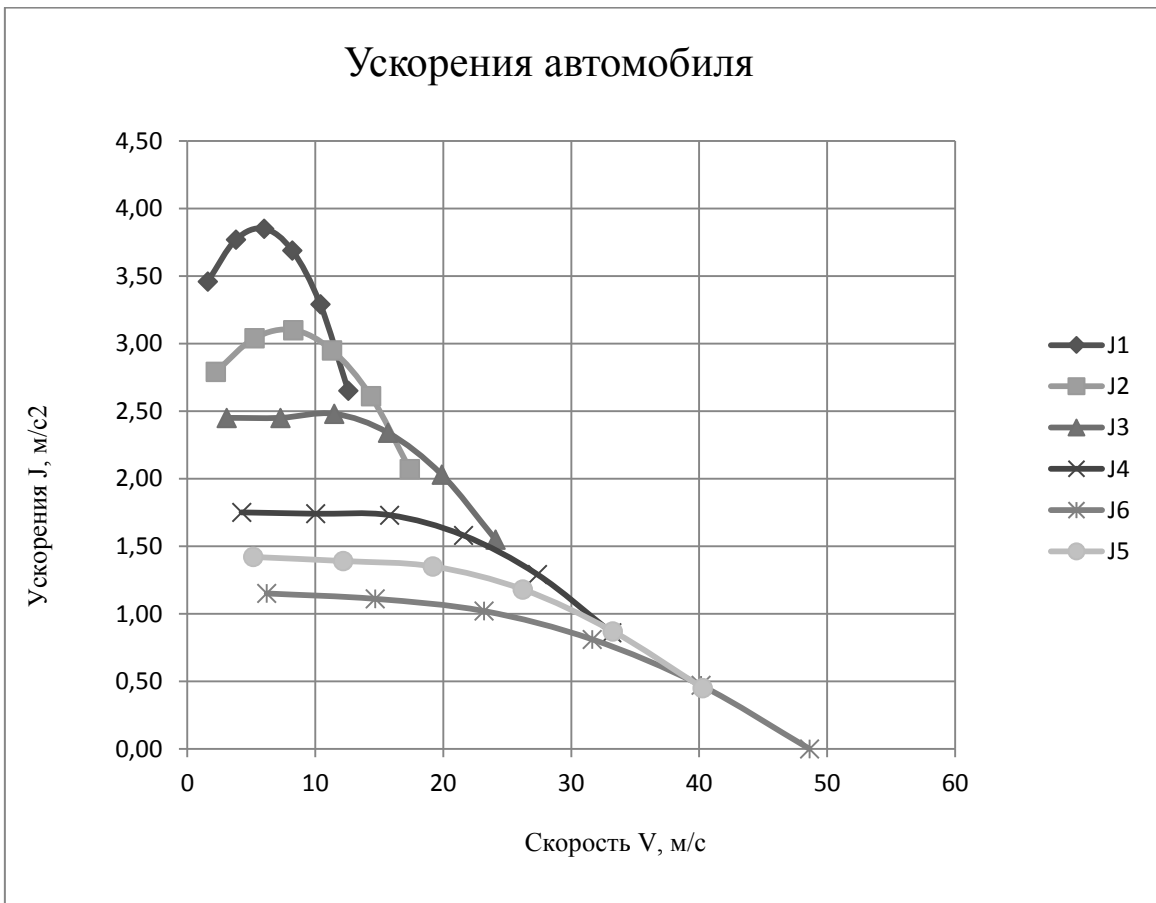


Рисунок А.4

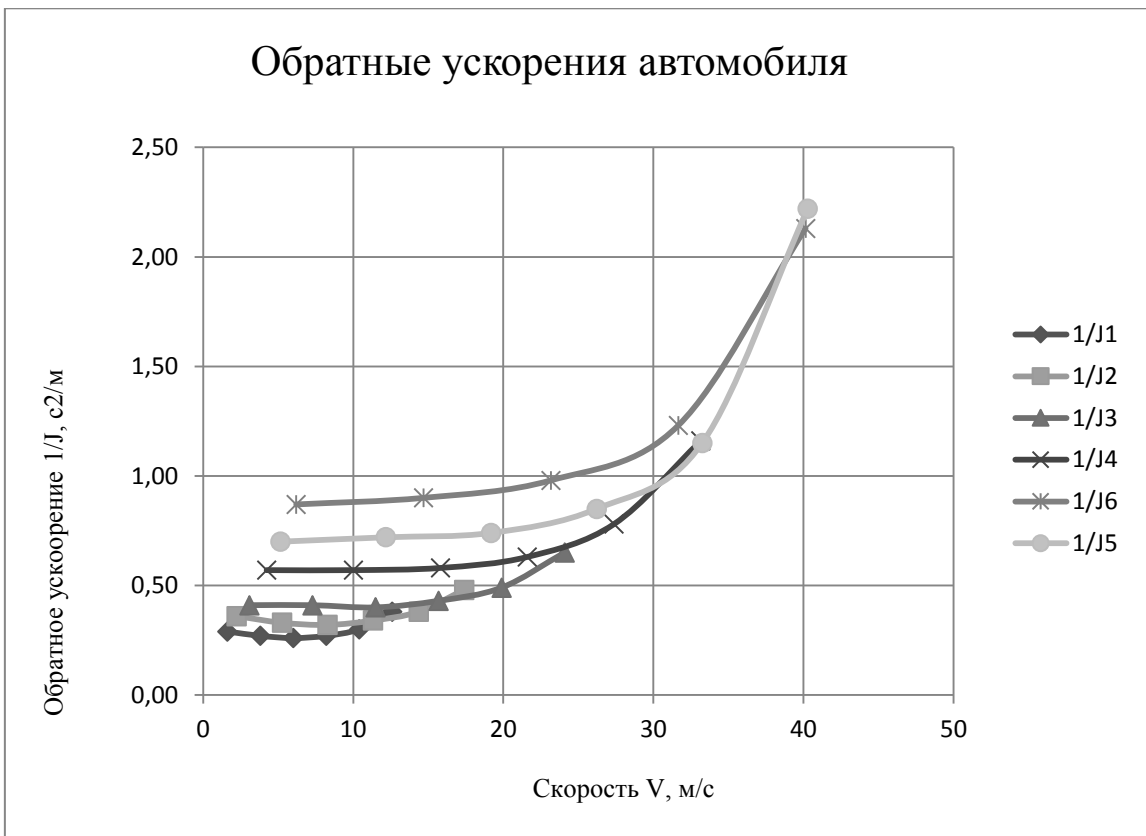


Рисунок А.5

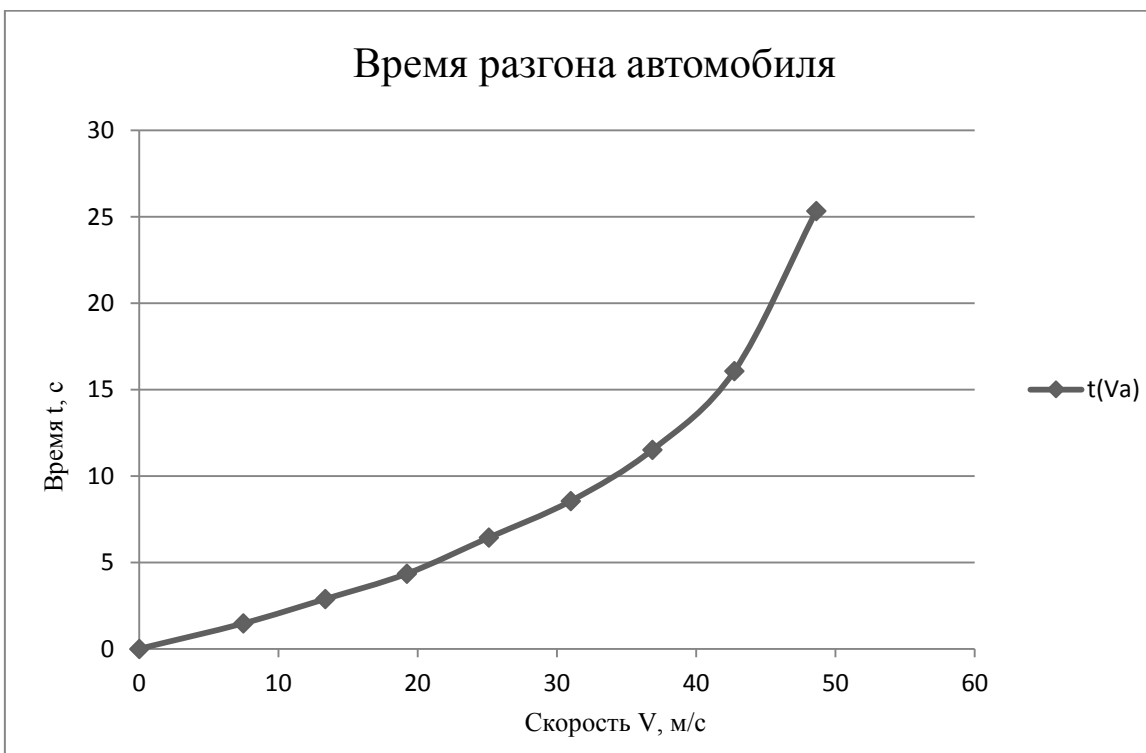


Рисунок А.6



Рисунок А.7

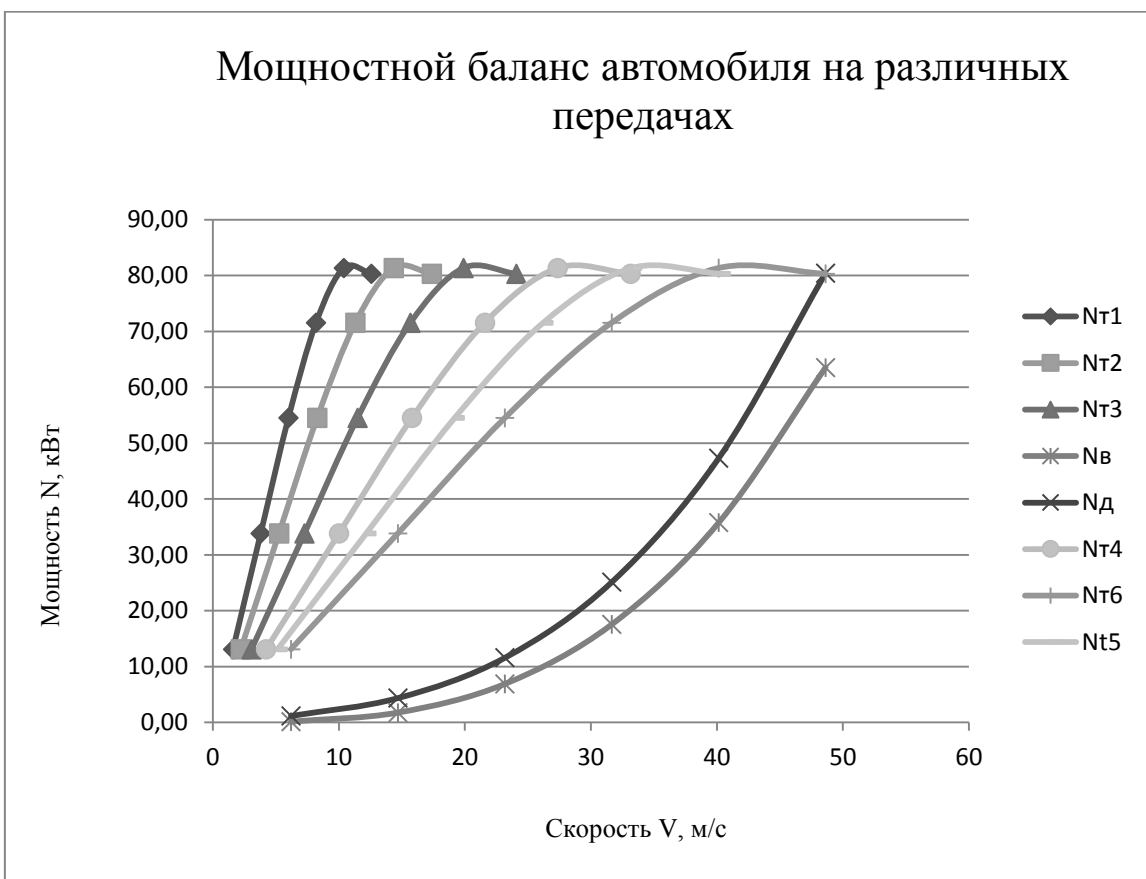


Рисунок А.8



Рисунок А.9

Приложение Б

Графики тягово-динамического расчета для 2-го варианта

Внешняя скоростная характеристика двигателя

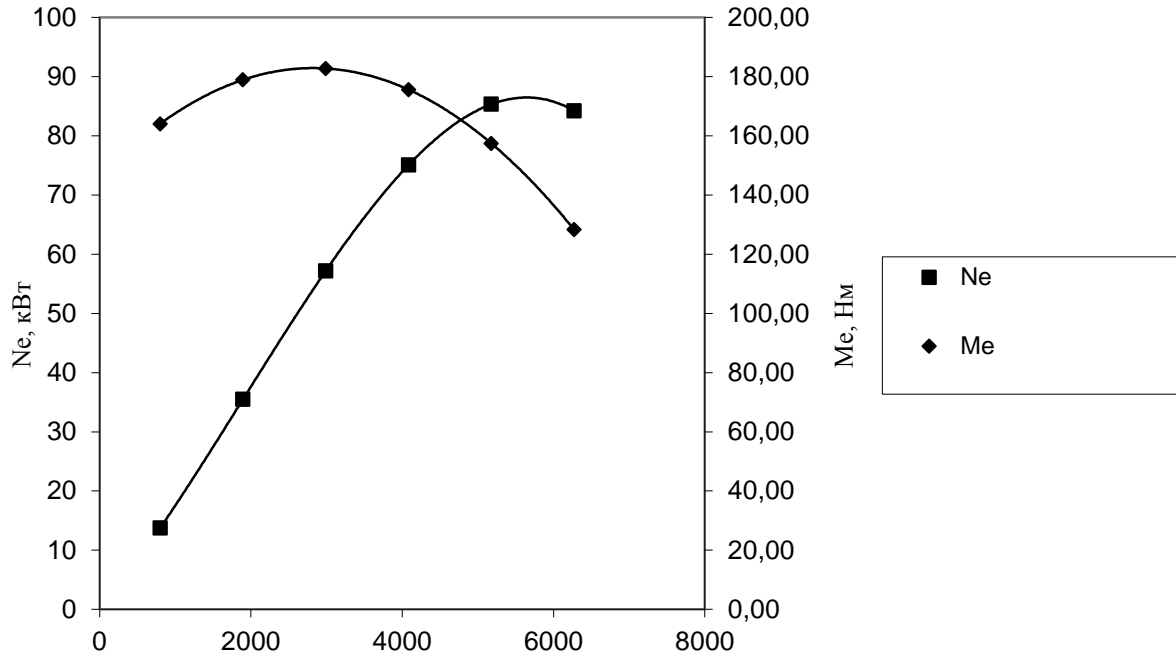


Рисунок Б.1

Силовой баланс

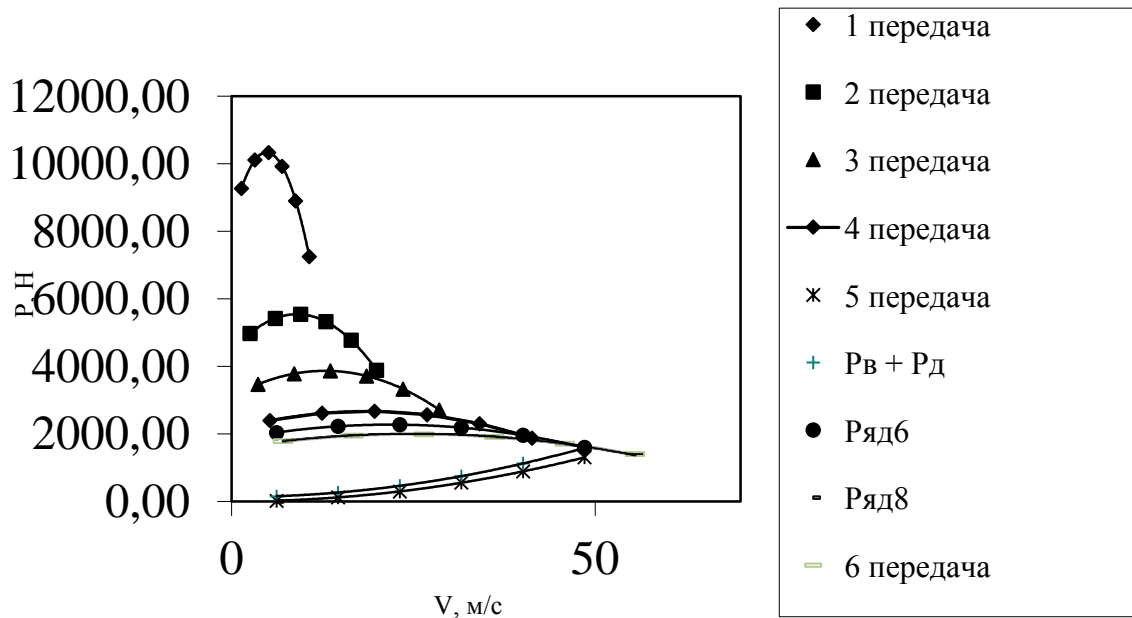


Рисунок Б.2

Динамический фактор

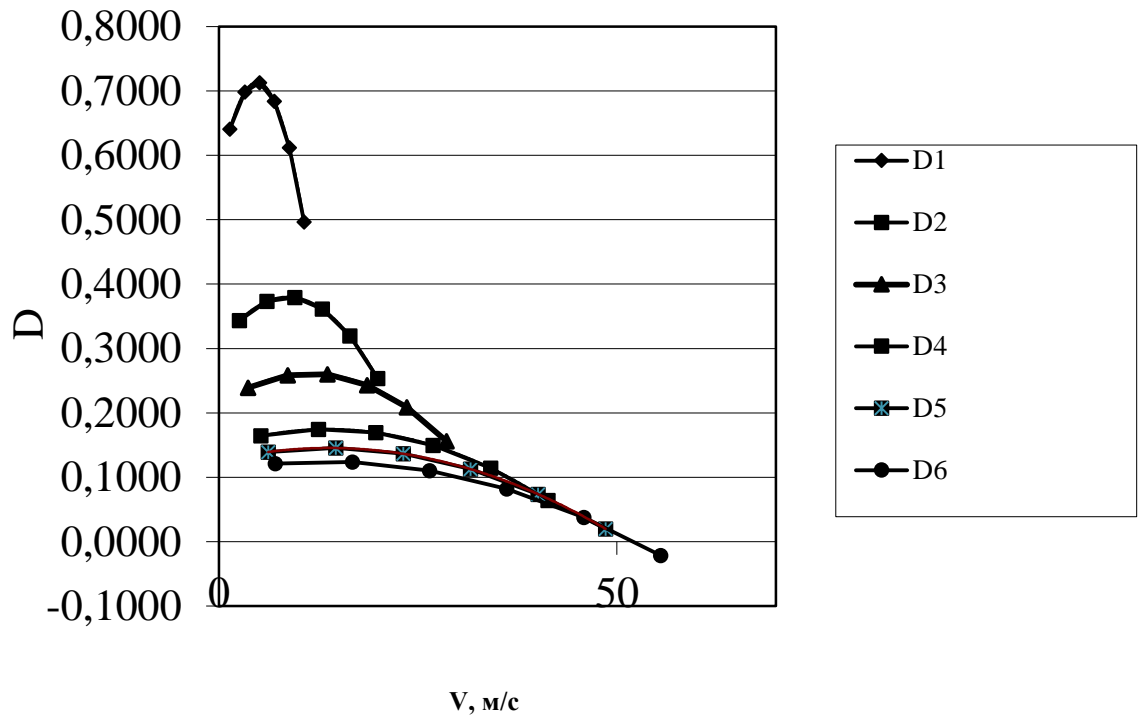


Рисунок Б.3

Ускорения автомобиля

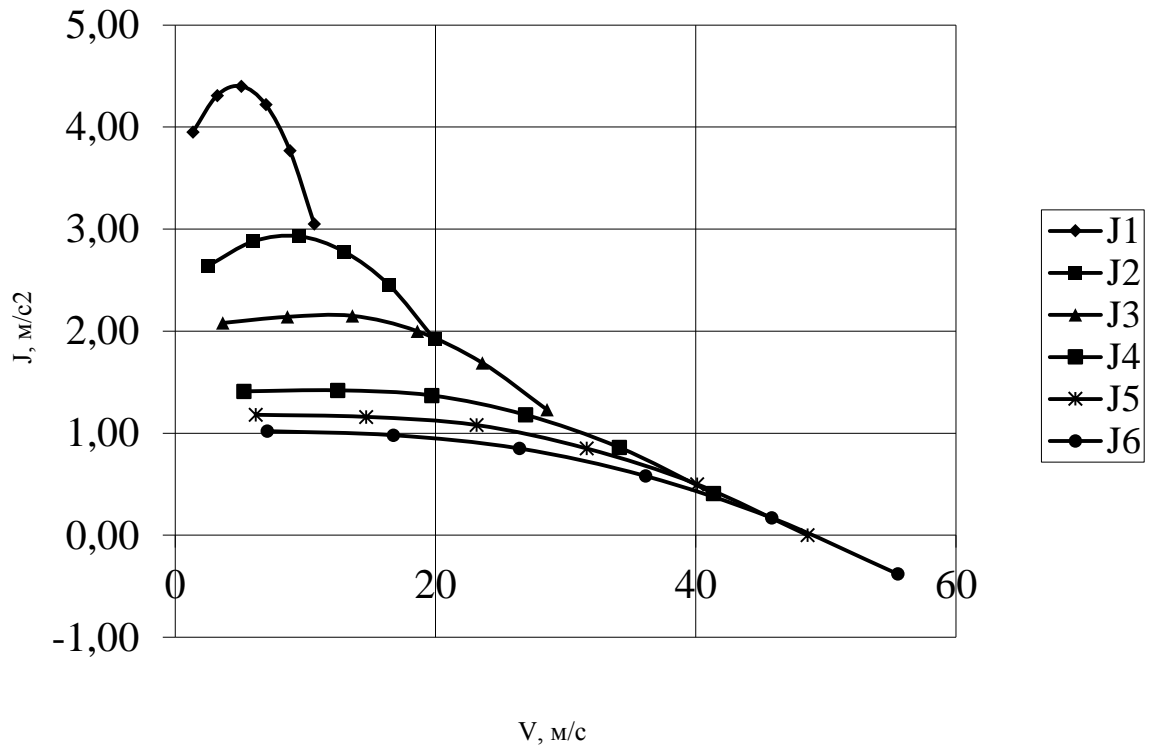


Рисунок Б.4

Обратные ускорения автомобиля

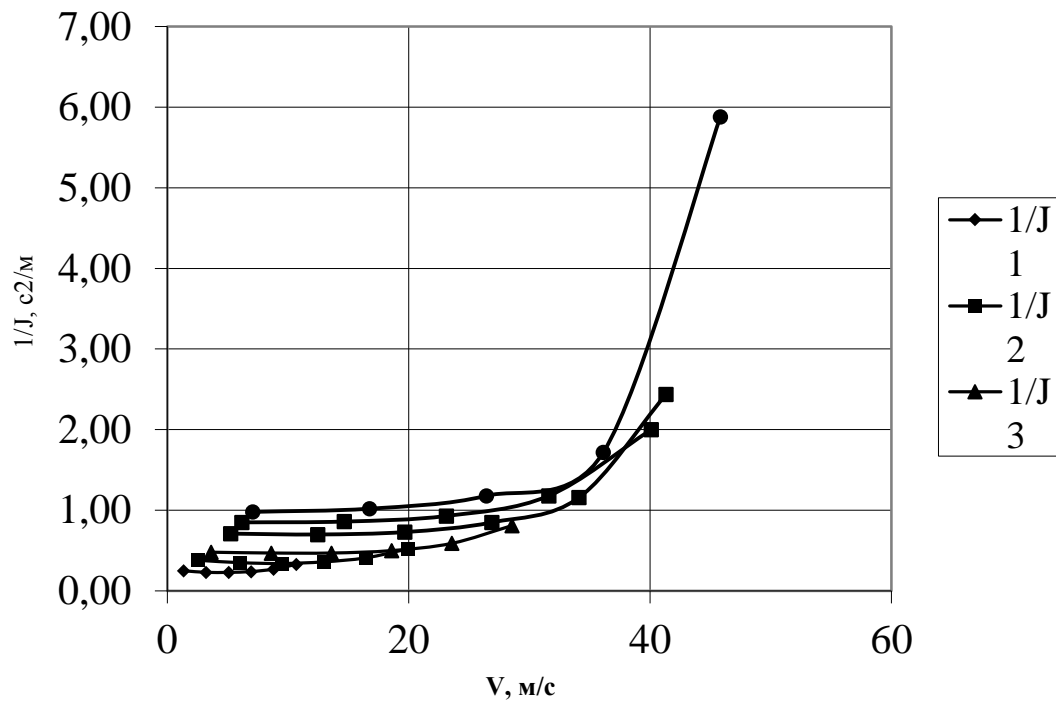


Рисунок Б.5

Время разгона автомобиля

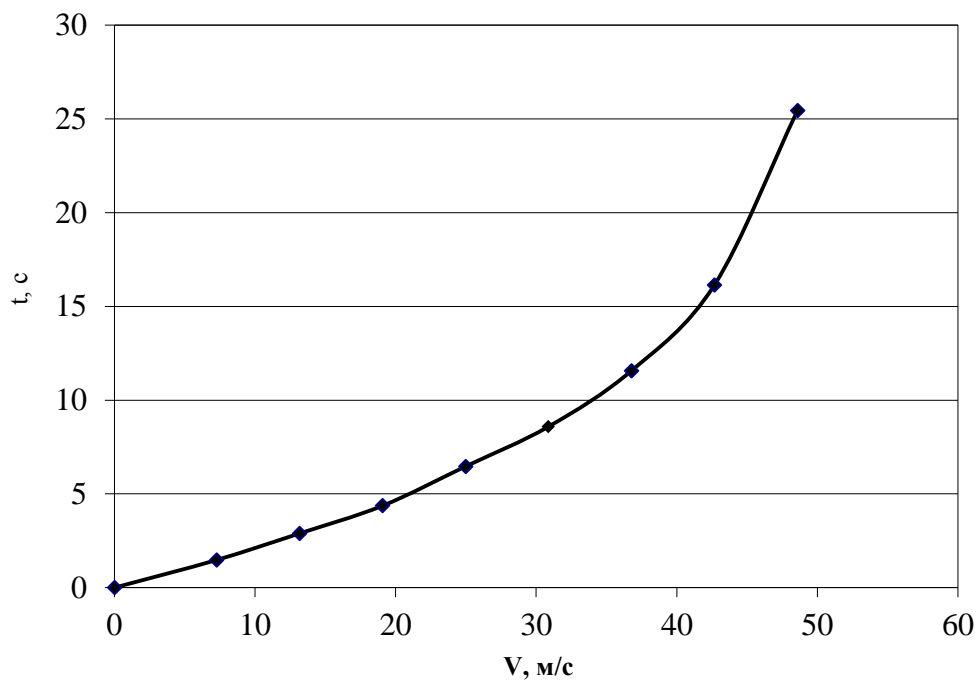


Рисунок Б.6

Зависимость пути разгона от скорости $S(V)$

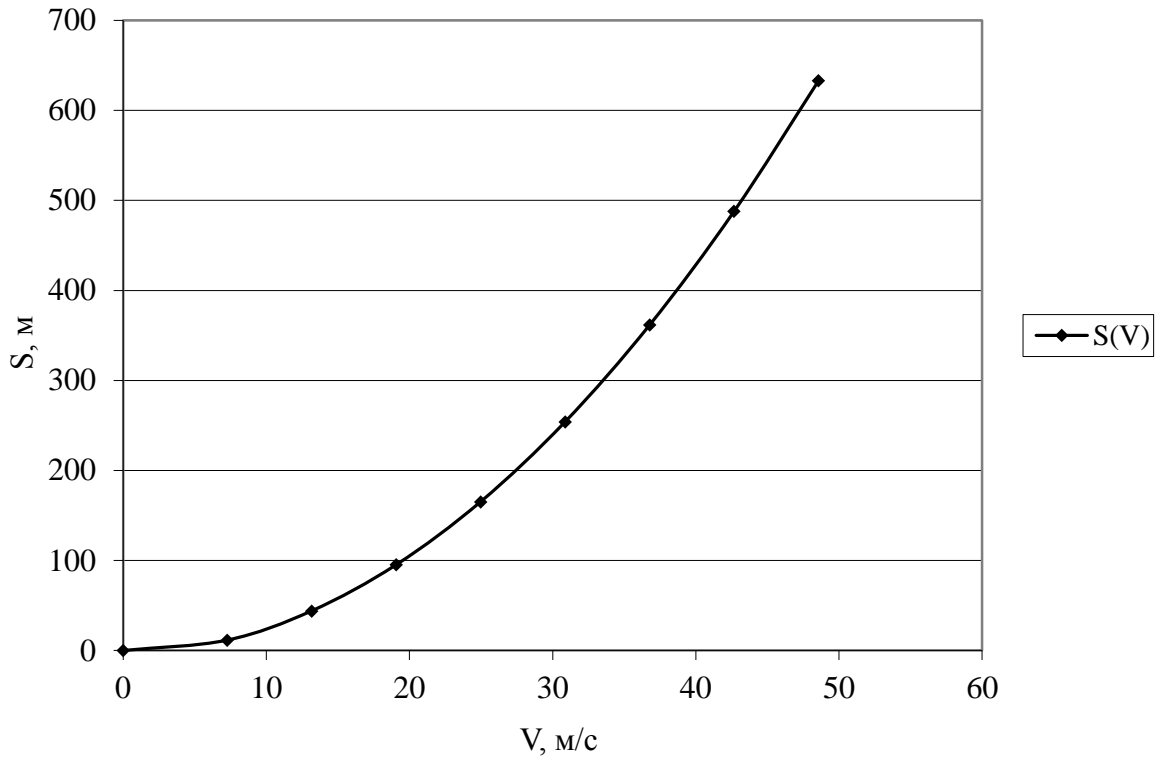


Рисунок Б.7

Мощностной баланс автомобиля на различных передачах

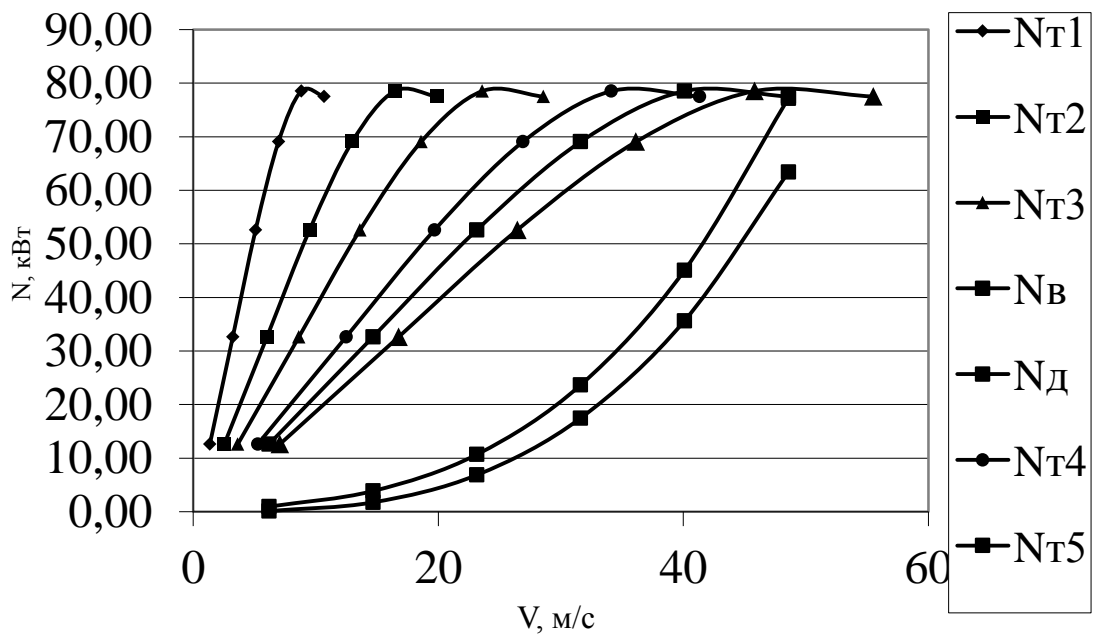


Рисунок Б.8

Топливо-экономическая характеристика
автомобиля

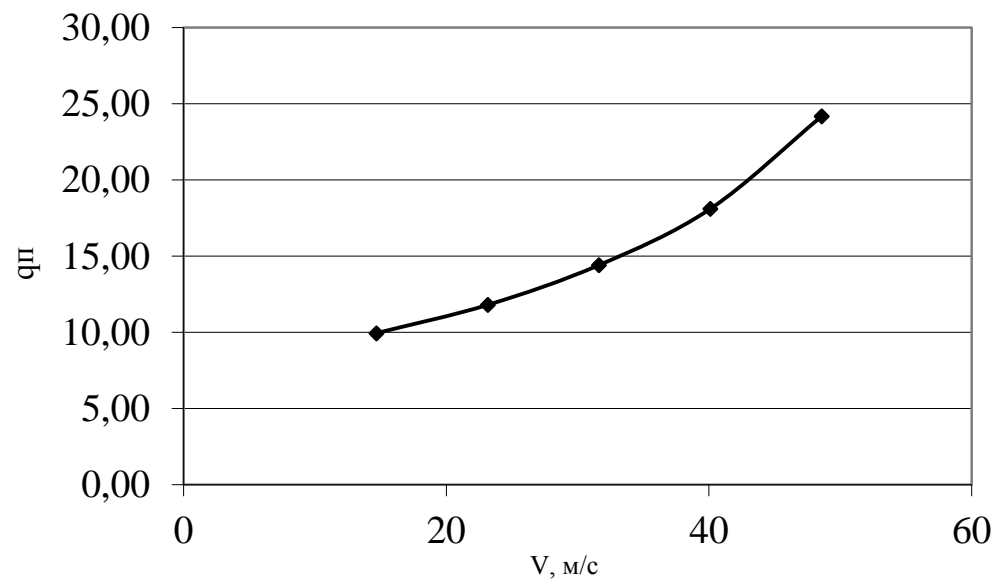


Рисунок Б.9

Приложение В

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
				<u>Документация</u>		
A4				Пояснительная записка	1	
A1				Сборочный чертеж	2	
				<u>Детали</u>		
		1	1601010	Картер сцепления	1	
		2	1701010	Картер коробки передач	1	
		3	1701430	Сальник первичного вала с пружиной	1	
		4	1701180	Подшипник вторичного вала передний	1	
		5	1701110	Синхронизатор 1-й и 2-й передачи	1	
		6	3802833	Шестерня ведущая привода спидометра	1	
		7	2301034/35	Сальник полуоси с пружиной правой/левой	1	
		8	2303010	Дифференциал переднего моста с ведомой шестерней	1	
		9	2303036	Подшипник дифференциала	2	
		10	1700030	Заглушка сальника полуоси транспортная	2	
		11	1701112	Шестерня 1-й передачи вторичного вала	1	
		12	1701027	Шестерня 2-й передачи вторичного вала	1	
		13	1701131	Шестерня 3-й передачи вторичного вала	1	
		14	1701114	Синхронизатор 3-й и 4-й передачи вторичного вала	1	
		15	1701146	Шестерня 4-й передачи вторичного вала	1	
		16	1701132	Шестерня 5-й передачи вторичного вала	1	
		17	1701118	Синхронизатор 5-й и 6-й передачи вторичного вала	1	
				16.ДП.01.008-1700010 СБ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дат		
Разраб.	Литвинов				Лит.	Лист
Пров.	Скутнев					1
Руков.	Скутнев				Листо	
Н. контр.	Егоров				ТГУ, ИМ,	
				Коробка передач в сборе		3

Уте.		Бобровски				ар. АТ-1101	
Форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания	
		18	1701145	Шестерня 6-й передачи вторичного вала	1		
		19	1701133	Втулка шестерни 6-й передачи	1		
		20	1701105	Вал вторичный	1		
		21	1701205	Крышка задняя	1		
		22	1701148	Шайба упорная шестерни 4-ой передачи	1		
		23	1701159	Шайба упорная шестерни 5-ой передачи	1		
		24	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 6-ой передачи	1		
		25	1701244	Гайка заднего конца первичного вала	1		
		26	1701034	Кольцо установочное заднего подшипника	1		
		27	1701033	Подшипник первичного вала задний	1		
		28	1701030	Вал первичный	1		
		29	1701031	Подшипник первичного вала передний	1		
		30	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 5-ой передачи	1		
		31	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 4-ой передачи	1		
		32	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 3-ой передачи	1		
		33	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 2-ой передачи	1		
					16.ДП.01.008-1700010 СБ		Лист
							2

Форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
		34	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 1-ой передачи	1	
		35	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 5-ой и 6-ой передачи	1	
		36	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 3-ой и 4-ой передачи	1	
		37	2302030	Стопорное кольцо	1	
		38	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 1-ой и 2-ой передачи	1	
		39	2302017	Ведущая шестерня главной передачи	1	
		40	1701033	Шариковый подшипник	1	
		41	1701031	Шариковый подшипник вторичного вала задний	1	
		42	1701159	Упорная шайба	1	
		43	1701244	Гайка	1	
		44	1701133	Втулка шестерни 5-й передачи	1	

					16.ДП.01.008-1700010 СБ		<i>Лист</i>
							3
<i>Изм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>			

Приложение Г

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
				<u>Документация</u>		
A4				Пояснительная записка	1	
A1				Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
		1	1701105	Вторичный вал	1	
		2	1701027	Шестерня 2-й передачи вторичного вала	1	
		3	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 2-ой передачи	1	
		4	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 1-ой и 2-ой передачи	1	
		5	1701119	Ступица муфты	1	
		6	1701175	Муфта синхронизатора	1	
		7	1701170	Пружина	3	
		8	1701171	Сухарь	3	
		9	1701173	Фиксатор	3	
		10	1701110	Синхронизатор 1-й и 2-й передачи	1	
		11	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 1-ой передачи	1	
		12	1701112	Шестерня 1-й передачи вторичного вала	1	
		13	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 1-ой и 2-ой передачи	1	
		14	1701180	Подшипник вторичного вала передний	1	
		15	1701131	Шестерня 3-й передачи вторичного вала	1	
		16	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 3-ой передачи	1	
		17	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 3-ой и 4-ой передачи	1	
				16.ДП.01.008-170110 СБ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дат		
Разраб.	Литвинов				Лит.	Лист
Пров.	Скутнев					Листо
						1
						3

Руков.	Скутнев			в сборе	ТГУ, ИМ, гр. АТ-1101	
Н. контр.	Егоров					
Утв.	Бобровски					
Форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
		18	1701119	Ступица муфты	1	
		19	1701175	Муфта синхронизатора	1	
		20	1701170	Пружина	3	
		21	1701171	Сухарь	3	
		22	1701173	Фиксатор	3	
		23	1701114	Синхронизатор 3-й и 4-й передачи вторичного вала	1	
		24	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 4-ой передачи	1	
		25	1701146	Шестерня 4-й передачи вторичного вала	1	
		26	1701148	Шайба упорная шестерни 4-ой передачи	1	
		27	1701033	Шариковый подшипник	1	
		28	1701159	Шайба упорная шестерни 5-ой передачи	1	
		29	1701133	Втулка шестерни 5-й передачи	1	
		30	1701132	Шестерня 5-й передачи вторичного вала	1	
		31	1701164	Кольцо блокирующее синхронизатора 5-ой передачи	1	
		32	1701117	Стопорное кольцо ступицы синхронизатора 5-ой и 6-ой передачи		
		33	1701119	Ступица муфты	1	
		34	1701175	Муфта синхронизатора	1	
		35	1701170	Пружина	3	
				16 ПП 01 008-170110 СБ	<i>Лист</i>	

					16.ДП.01.008-170110 СБ		<i>Лист</i>
							3
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>			

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Гвр. примен.	000188001011791											
	Время разгона для 1-го варианта Диапазон скорости, м/с Время, с 0 - 7,48 1,47 0 - 13,36 2,88 0 - 19,23 4,35 0 - 25,11 6,44 0 - 30,99 8,55 0 - 36,87 11,52			Время разгона для 2-го варианта Диапазон скорости, м/с Время, с 0 - 5,58 1,14 0 - 10,13 2,23 0 - 14,69 3,37 0 - 23,80 6,63 0 - 32,91 12,46 0 - 37,47 19,64								
Стр. №	Путь разгона для 1-го варианта Диапазон скорости, м/с Путь, м 0 - 7,48 11,84 0 - 13,36 44,82 0 - 19,23 96,42 0 - 25,11 166,62 0 - 36,87 362,87 0 - 42,74 488,90						Путь разгона для 2-го варианта Диапазон скорости, м/с Путь, м 0 - 5,58 6,84 0 - 14,69 56,59 0 - 19,25 98,24 0 - 23,80 151,07 0 - 32,91 290,29 0 - 37,47 376,67					
	Годп. и дата	Путевой расход для 1-го варианта V, м/с 14,68 23,17 31,65 40,14 48,62 q, л/100км 11,16 12,75 15,27 18,98 25,18						Путевой расход для 2-го варианта V, м/с 11,32 17,85 24,39 30,93 37,47 q, л/100км 11,04 10,52 11,24 13,04 16,57				
Ине. Недубл.		16.ДП.01.008.81.000										
	Взам. инв. №	Сравнение тягово-динамических характеристик										
Годп. и дата		Модернизация коробки передач										
	Ине. Недубл.	ТГУ, ИМ, гр. АТ- 1101										
Изм. Лист		№ докум.		Годп. Дата		Лист		Масса		Масштаб		
Разраб.		Литвинов ДН										
Пров.		Скутнев ВМ										
Т контр.						Лист		Листов		1		
Руков.		Скутнев ВМ										
И контр.		Егоров АГ										
Утв.		Бобровский АВ										

Копировал

Формат А4