

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: **Полноприводный легковой автомобиль 2-го класса.
Модернизация раздаточной коробки.**

Студент(ка)	<u>С.Д. Артеменко</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 г.

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: Артёменко Сергей Дмитриевич

1. Тема: Полноприводный легковой автомобиль 2-го класса. Модернизация раздаточной коробки

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

3. Исходные данные к дипломному проекту:

Автомобиль-ВАЗ 2121 «Нива», тип автомобиля – полноприводный легковой автомобиль 2 кл., n = 5 (чел.), длина: 3720 мм, ширина (Br): 1680 мм, $m_0 = 1200$ кг., $i_{\max} = 0,29$, шины: 175/80 R14, $f_0 = 0,011$, $C_x = 0,35$, $V_{\max} = 150$ км/ч (41,66 м/с), $\omega_{\max} = 650$ с⁻¹ (6500), $V_{\min} = 3,1$ км/ч (0,86 м/с), трансмиссия механическая 4 ступени.

Цель проекта: модернизация раздаточной коробки передач с целью упрощения управления автомобилем в условиях бездорожья.

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 технологии сборки синхронизатора на ведущий вал раздаточной коробки.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчёт затрат на производство раздаточной коробки передач и безубыточного объёма производства.

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработка мероприятий по обеспечению требований охраны труда на участке сборки раздаточной коробки.

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 1 лист ф. А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализовка 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 _____/_____

Анализ экономической эффективности объекта _____/_____

Безопасность и экологичность объекта _____/_____

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

В.М. Скутнев

Задание принял к исполнению

С.Д. Артеменко

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 Артёменко Сергея Дмитриевича

по теме «Полноприводный легковой автомобиль 2-го класса. Модернизация
раздаточной коробки»

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)

С.Д. Артеменко

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена модернизации раздаточной коробки передач, устанавливаемой на автомобилях повышенной проходимости, в этой работе более подробно рассматривается раздаточная коробка российского полноприводного автомобиля ВАЗ 2121 «Нива». Целью модернизации является улучшение управляемости автомобиля, упростив переключение понижающей и повышающей передачи раздаточной коробки допуская возможность выполнения переключения при движении автомобиля, исключая его полную остановку, а также упростить переключение передач в условиях бездорожья при преодолении крутых подъёмов. Решением этой задачи стала замена муфты переключения передач на синхронизатор.

В дипломном проекте подробно описана конструкция раздаточной коробки, её назначение, разновидности, технические особенности, так же приведены требования к конструкции агрегата, проведён обзор тенденций развития раздаточных коробок в целом во всём мире.

Конструкторская часть дипломного проекта заключается в тягово-динамических расчётах, где определяются мощностные показатели выбранного автомобиля, передаточные числа трансмиссии, и скорость на выбранных передачах с учётом максимально-допустимой скорости автомобиля. В этот расчёт так же включён мощный баланс, учтены топливно-экономические характеристики.

В конструкторскую часть так же вошёл кинематический расчёт, подразумевающий расчёт передаточных чисел раздаточной коробки, определение прочностных показателей шестерни и соответственно расчёт модернизированного первичного вала с синхронизатором.

В данном проекте учтена технологическая часть сборки агрегата, она включает расчёт такта и ритма, составлен технологический маршрут сборки раздаточной коробки.

Важным разделом так же является анализ экономической эффективности модернизации выбранного изделия, подразумевающий расчёт затрат на производство агрегата и безубыточного объёма производства.

Была проведена работа по обеспечению требований охраны труда на участке сборки.

Было сделано заключения о целесообразности введения модернизации в производство полноприводного автомобиля «Нива».

По мимо пояснительные записки к работе прикладываются чертежи, включающие в себя: общий вид автомобиля, графики тягового-динамического расчёта, раздаточная коробка в сборе, графики экономического расчёта, и соответственно отдельно взятые деталей коробки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Состояние вопроса	12
1.1 Назначение и типы раздаточных коробок	12
1.2 Требования к раздаточным коробкам	17
1.3 Обзор и тенденции развития конструкции раздаточной коробки	18
1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции	22
2 Защита интеллектуальной собственности.....	24
3 Конструкторская часть.....	25
3.1 Тягово-динамический расчёт автомобиля.....	25
3.1.1 Исходные данные	25
3.1.2 Определение мощности и момента двигателя.....	26
3.1.3 Определение передаточных чисел трансмиссии.....	30
3.1.4 Анализ тяговой динамики	33
3.1.5 Анализ динамики разгона.....	36
3.1.6 Мощностной баланс автомобиля	39
3.1.7 Топливо–экономическая характеристика автомобиля	40
3.2 Кинематические, динамические и нагрузочные расчёты	42
3.2.1 Расчёт передаточных чисел раздаточной коробки	42
3.2.2 Геометрический расчёт раздаточной коробки	42
3.2.3 Определим числа зубьев зубчатых колёс	45
3.2.4 Расчёт параметров зубчатых колёс.....	46
3.2.5 Расчёт допускаемых напряжений зубчатых передач.....	47
3.2.5.1 Расчёт допускаемого напряжения изгиба	47
3.2.5.2 Расчёт допускаемых контактных напряжений	48
3.2.6 Проверочный расчёт зубчатых передач	49
3.2.6.1 Проверочный расчёт по напряжениям изгиба для ведущей шестерни понижающей передачи	49
3.2.6.2 Проверочный расчёт по контактным напряжениям для ведущей шестерни понижающей передачи	49
3.2.7 Расчёт валов	50
3.2.8 Расчёт вала на прочность.....	54
3.2.9 Расчёт подшипников	56

3.2.10 Расчёт синхронизатора	59
4 Технологическая часть.....	63
4.1 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса.....	63
4.2 Расчёт такта и ритма сборки	65
4.3 Проведение размерного анализа конструкции собираемого изделия, выбор технологических баз и схем базирования, установление рациональных методов сборки...	66
5 Экономическая часть.....	78
5.1 Введение	78
5.2 Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого сцепления	78
5.3 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»	79
5.4 Расчет точки безубыточности проекта	84
5.5 Расчет коммерческой эффективности проекта	87
5.6 Вывод по экономической части	94
6 Безопасность и экологичность объекта.....	96
6.1 Анализ экологических показателей разработанной конструкции раздаточной коробки	96
6.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций .	97
6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	99
6.4 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	110
ПРИЛОЖЕНИЯ	113
Графики тягово-динамического расчёта	113
Спецификация	123

ВВЕДЕНИЕ

Автомобиль ВАЗ-2121 «Нива», является продуктом Волжского автомобильного завода города Тольятти, и за свою долгую историю производства он не однократно был признан людьми за свои технические особенности и характеристики. «Ниву» модернизировали, эксплуатировали не только на территории Советского Союза, но, а также и в странах Европы и Азии, её история по-настоящему богата, и прежде чем перейти к более подробному анализу выбранного узла конструкции рассмотрим основные этапы развития этого автомобиля.

Лада 4x4 она же ВАЗ 2121 или просто Нива, начинает свою длинную историю с момента своего первого автомобиля, вышедшего с конвейера в 1970-х годах, успев покорить не только просторы своей родины, и весь мир в целом. Автомобиль, по комфортности которой не чуть не уступал Европейским аналогом того же класса, имевший повышенную проходимость стал по-настоящему основателем нового, для тех времён, класса внедорожников, качества которого были так необходимы для Российских дорог.

В 1970 г. Председатель Совета министров СССР, председатель Совета народных комиссаров РСФСР Алексей Николаевич Косыгин, даёт указание руководству заводов Ижмаш, АЗЛК и ВАЗ невыполнимое, казалось бы, задание- спроектировать транспортное средство с комфортом легкового автомобиля, с проходимостью внедорожника самого высокого уровня, отличавшегося не высокой стоимостью.

1970-1972 гг. прототипы Ижевского и Ленинского автомобильного завода были не приняты к дальнейшему серийному производству. Волжский завод отличился от своих конкурентов, имея за своей спиной мощную колесную базу автомобилей Жигули, создаёт ходовой прототип будущей Нивы.

В 1973 г. начинается подготовка к серийному производству.

В 1974 г. выпускаются первые образцы автомобиля. Волжский завод начинает проводить масштабные испытания своего образца, которые включали как стендовые проверки, так и полевые, на специальных полигонах СССР. Проверки заключались в испытание внедорожных характеристик Нивы, способности преодолевать самые трудно проходимые участки дороги, а также её легковых показателей, нельзя забывать, что этот автомобиль так же предусмотрен и для езды в городе.

31 июля 1975 года, выход приказ о начале серийного производства на АвтоВАЗе полноприводного автомобиля ВАЗ-2121.

5 апреля 1977 года с конвейера сходит первый серийный автомобиль Нива, задание данное Косыгиным, о создание компактного внедорожника было выполнено. Нива, имела своё уникальное отличие, она стала автомобилем с постоянным полным приводом, с функцией блокировки межосевого дифференциала, раздаточная коробка позволяла переводить автомобиль в несколько режимов, режим повышенной проходимости с понижающим передаточным числом, и в режим езды по городу с повышающей передачей. Карбюраторный, бензиновый двигатель имевший объём 1,6 л., мощность 75 л.с., при 5400 об/мин и максимальным крутящим моментом 116 Нм при 3400 об/мин. Множество элементов салона, кузов, большое число узлов агрегата автомобиля Нива унаследовала от серийных легковых автомобилей ВАЗ-2106.

Автомобиль помимо своих внедорожных качеств был отмечен своей комфортабельностью, благодаря закрытому несущему кузову, независимой передней подвески и салону. Нива стала сенсацией на мировом уровне.

Этот автомобиль получил множество наград, он стал первым внедорожником, побывавшим в самых отдалённых и холодных участках земли, взобрался на недостижимые горные вершины, приняв вызов самых сложных погодных условий. Этот автомобиль активно используется госслужащими, в спасательных операциях, ну и конечно же он не редко встречается на дорогах больших городов и в наше время.

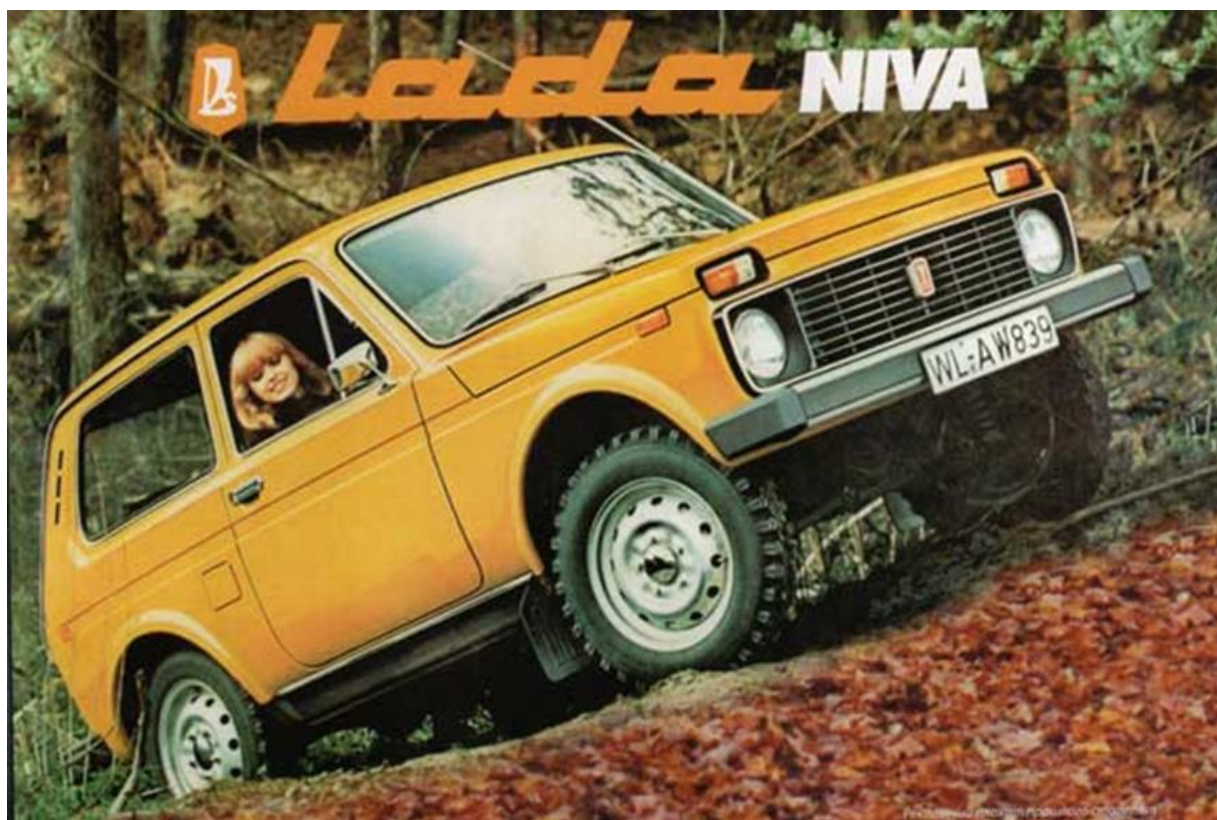


Рисунок 1 - 1980г. Рекламный постер автомобиля «НИВА».

На этом история Ваз-2121 не заканчивается, Нива пережила множество модификаций, на её базе Волжский автомобильный завод выпустил такие автомобили как: ВАЗ-21211, ВАЗ-21213, ВАЗ-2121Ф, ВАЗ-21219 Chevrolet Niva и тд. Развитие этого автомобиля продолжается и в наше время, так как тенденции развития внедорожников по всему миру не перестаёт расти, в гонке за созданием своего уникального внедорожника, мировые автопроизводители пытаются удивить потребителей большим комфортом, лучшей проходимостью, лёгкой управляемостью. АвтоВАЗ не исключение, поэтому вопрос выпуска новой модификации НИВЫ остаётся лишь вопросом времени.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и типы раздаточных коробок

Раздаточная коробка является дополнительной коробкой передач, распределяющей крутящий момент двигателя между ведущими мостами. Устанавливается она на полноприводных автомобилях. Раздаточная коробка увеличивает тяговое усилие на ведущих колёсах. Повышает проходимость автомобиля, расширяет диапазон передаточных чисел трансмиссии, позволяет эффективнее использовать автомобиль в различных дорожных условиях [1].

В зависимости от назначения автомобиля применяются раздаточные коробки различного типа:

По расположению валов

- с соосными валами
- с несоосными валами

По приводу ведущих мостов

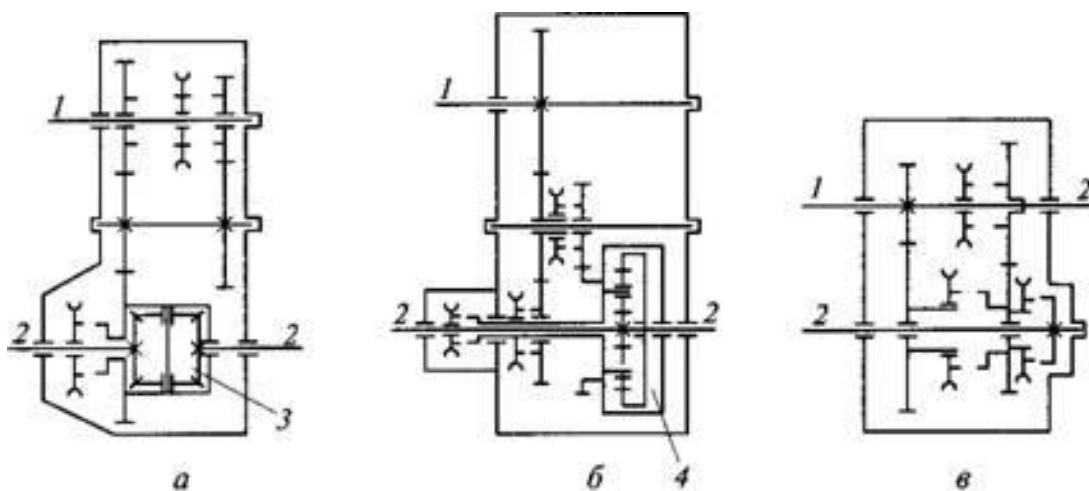
- с заблокированным приводом
- с дифференциальным приводом

По числу передач

- одноступенчатые
- двухступенчатые
- трехступенчатые

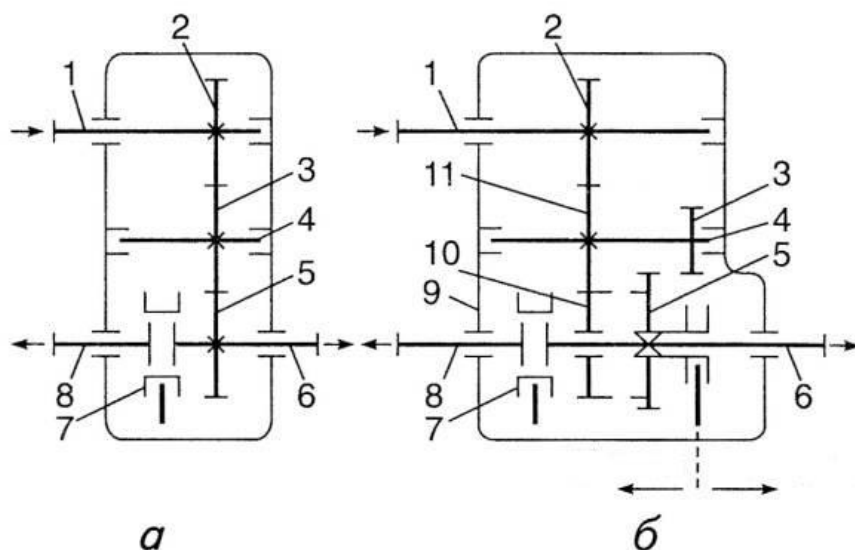
Раздаточные коробки с соосными валами имеют широкое распространение, так как они позволяют использовать для переднего и заднего ведущих мостов одинаковую (взаимозаменяемую) главную передачу.

Раздаточные коробки с несоосными валами не имеют промежуточного вала, они более компактны, менее металлоемки, более бесшумны и имеют более высокий КПД.



а, б – с соосными валами и дифференциальным приводом; в- несоосными валами и блокированным приводом; 1- ведущий вал, 3 – симметричный дифференциал, 4- несимметричный дифференциал.

Рисунок 1.2 - Схемы раздаточных коробок по расположению валов



1 – ведущий вал, 2 – ведущая шестерня, 3 – шестерня промежуточного вала; 4 – промежуточный вал, 5 – ведомая шестерня, 6 – вал заднего моста; 7 – зубчатая муфта, 8 – вал привода переднего моста; 9 – корпус раздаточной коробки; 10 – шестерня постоянного зацепления; 11 – передняя шестерня промежуточного вала.

Рисунок 1.3 - Схемы раздаточных коробок: а – без понижающей передачи, б – с понижающей передачей

Ведомая шестерня 5 может перемещаться по шлицам вала 6 заднего моста и входить в зацепление с шестерней 3 или 10. При перемещении ее вправо включается понижающая передача, а влево – прямая передача. Зубчатая муфта позволяет включать и выключать передний мост [1].

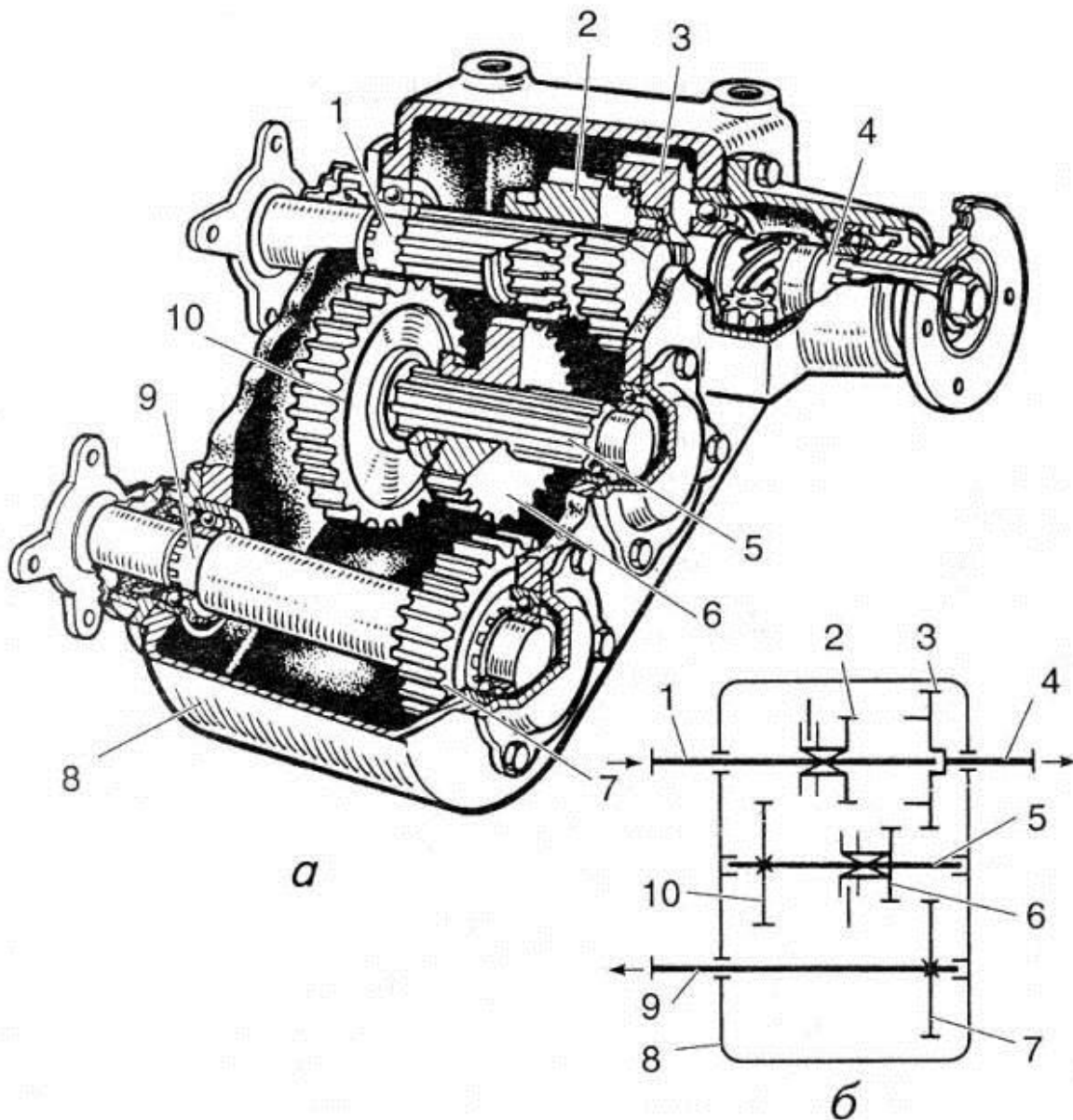


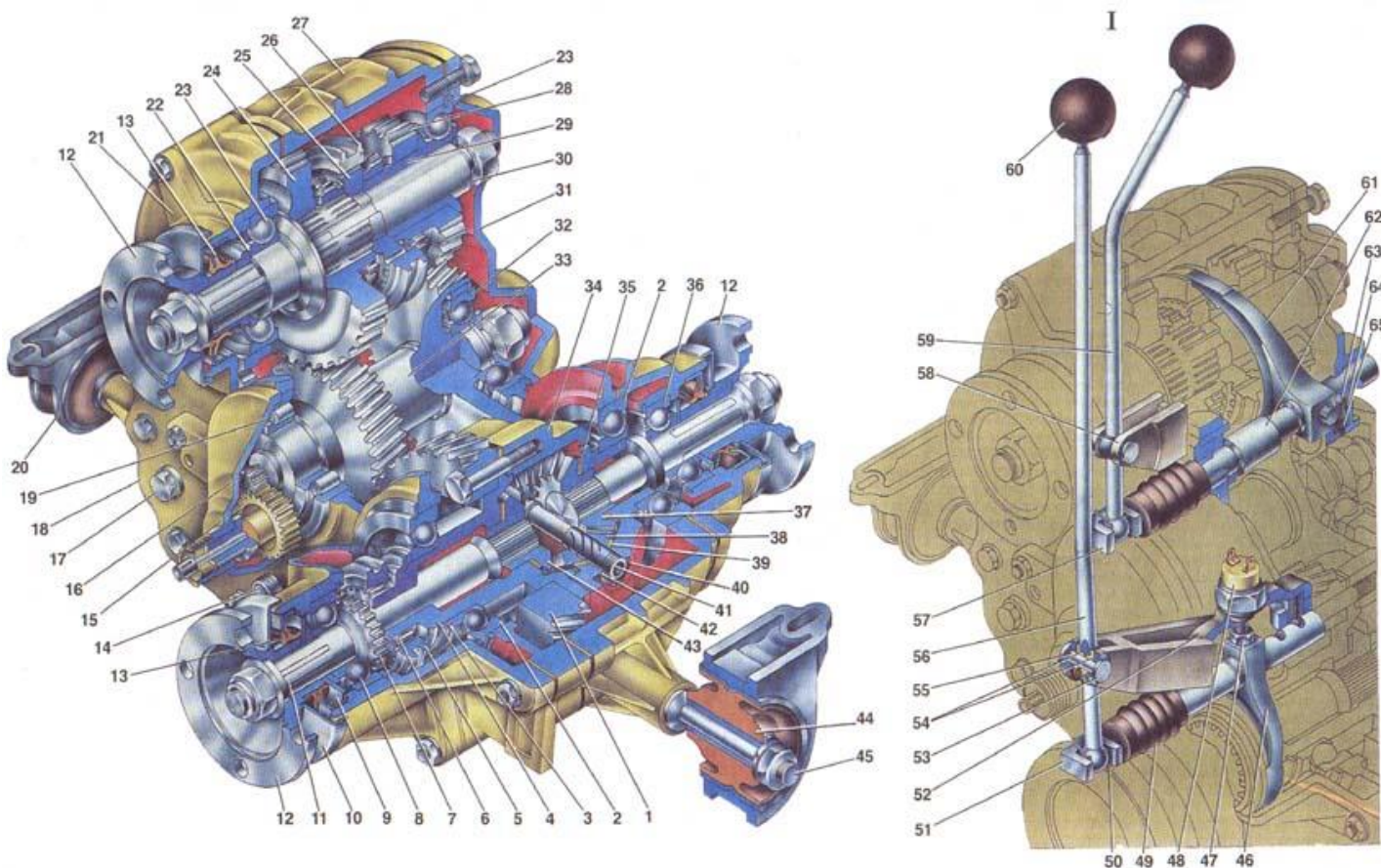
Рисунок 1.4 - Раздаточная коробка соосная

С кинематической схемы коробки (рисунок 1.4, б) видно, что понижающая передача может включаться в случае включения переднего моста. Для этого в механизме переключения раздаточной коробки есть специальное блокирующее устройство, не позволяющее включить понижающую передачу без включения привода переднего моста. Сам

механизм переключения размещается в боковой крышке и состоит из ползунов и вилок, которые имеют привод от двух рычагов, выведенных в кабину водителя.

Применение межосевого дифференциала позволяет приводным валам ведущих мостов вращаться с разными угловыми скоростями и распределять крутящий момент в соответствии с нагрузкой на колёса. Если нагрузка на колёса не одинакова, то применяют несимметричный межосевой дифференциал. В раздаточных коробках с дифференциальным приводом передней ведущий мост всегда включён. Вместе с тем применение межосевых дифференциалов ухудшает проходимость автомобиля, поэтому их выполняют с принудительной блокировкой.

Наибольшее распространение на автомобилях получили двухступенчатые раздаточные коробки [2].



1. Ведомая шестерня; 2. Подшипники дифференциала; 3. Пружинная шайба; 4. Стопорное кольцо; 5. Муфта блокировки дифференциала;

6.Зубчатый венец корпуса дифференциала; 7.Зубчатый венец вала привода переднего моста; 8.Подшипники вала привода переднего моста; 9.Маслоотражатель; 10.Грязеотражатель; 11.Вал привода переднего моста; 12.Фланец; 13.Сальник; 14.Пробка отверстия для выпуска масла; 15.Ведомая шестерня привода спидометра; 16.Ведущая шестерня привода спидометра; 17.Пробка отверстия для заправки и контроля уровня масла; 18.Передняя крышка коробки передач; 19.Роликовый подшипник промежуточного вала; 20.Кронштейн подвески раздаточной коробки; 21.Крышка подшипника ведущего вала; 22.Упорное кольцо подшипника; 23.Подшипники ведущего вала; 24.Шестерня высшей передачи; 25.Ступица муфты переключения передач; 26.Муфта переключения передач; 27.Картер раздаточной коробки; 28.Шестерня низшей передачи; 29.Втулка шестерни низшей передачи; 30.Вал ведущий; 31.Задняя крышка; 32.Шариковый подшипник промежуточного вала; 33.Промежуточный вал; 34.Корпус дифференциала; 35.Упорная шайба шестерни привода заднего моста; 36.Подшипник вала привода заднего моста; 37.Шестерня привода заднего моста; 38.Сателлит; 39.Упорная шайба сателлита; 40.Стопорное кольцо; 41.Ось сателлитов; 42.Пружинная шайба; 43.Шестерня привода переднего моста; 44.Резиновая подушка кронштейна подвески; 45.Ось подвески раздаточной коробки; 46.Вилка муфты блокировки дифференциала; 47.Стопорный болт вилки; 48.Выключатель контрольной лампы блокировки дифференциала; 49.Защитный чехол штока; 50.Пружина рычага; 51.Шток вилки блокировки дифференциала; 52.Крышка картера привода переднего моста; 53.Стопорная шайба; 54.Втулки оси рычага; 55.Ось рычага; 56.Рычаг блокировки дифференциала; 57.Шток вилки переключения передач; 58.Ось рычага переключения передач; 59.Рычаг переключения передач; 60.Головка рычага; 61.Вилка муфты переключения передач; 62.Дистанционная втулка; 63.Шарик фиксатора; 64.Втулка пружины фиксатора; 65. Пружина фиксатора; [2].

Рисунок 1.5 - Схема работы раздаточной коробки автомобиля «НИВА»

1.2 Требования к раздаточным коробкам

К раздаточной коробке кроме требований общего характера (надёжности, долговечности, пониженной металлоемкости, ремонтпригодности и т.д.) предъявляются специфические требования, обусловленные функцией агрегата. Раздаточная коробка должна обеспечивать [1]:

- распределение крутящего момента между ведущими мостами автомобиля пропорционально приходящимся на мосты вертикальным нагрузкам;
- увеличение тяговой силы на ведущих колесах для преодоления повышенного сопротивления дороги;
- отсутствие циркуляции мощности в трансмиссии;
- возможность движения автомобиля с минимальной устойчивой скоростью (2,5...5 км/час) при режиме максимального крутящего момента двигателя.

Распределение крутящего момента между ведущими мостами автомобиля пропорционально приходящимся на мосты вертикальным нагрузкам повышает проходимость автомобиля. В раздаточных коробках с заблокированным приводом ведущих мостов ведомые валы привода имеют одинаковую угловую скорость. Эти раздаточные коробки не распределяют крутящий момент в какой-либо пропорции. Соотношения между крутящими моментами, подводимыми к мостам, в этих коробках зависит от разницы радиусов колёс, профиля дороги и других факторов. Раздаточные коробки с заблокированным приводом ведущих мостов не исключают циркуляцию мощности в трансмиссии, которая приводит к дополнительным нагрузкам на детали, повышенному расходу топлива и износу шин.

В раздаточных коробках с дифференциальным приводом к ведущим мостам момент передается через межосевой дифференциал и поэтому ведомые валы могут вращаться как с одинаковой, так и не одинаковой

угловой скоростью. Распределение крутящего момента зависит от типа дифференциала (симметричный, несимметричный, малого трения, блокируемый и др.) Раздаточные коробки с межосевым дифференциалом исключают циркуляцию мощности в трансмиссии, и она возникает только на режимах движения автомобиля с заблокированным дифференциалом.

Большая часть раздаточных коробок имеют двухступенчатую конструкцию. Понижающая передача раздаточных коробок имеет передаточные отношения в пределах $U_{pn}=1,7...2$, что существенно повышает тяговую силу на ведущих колесах, а это позволяет автомобилю двигаться в условиях повышенного дорожного сопротивления, бездорожью, преодолевать крутые подъёмы (до $30...35^\circ$).

Включение понижающей ступени раздаточной коробки увеличивает общее передаточное отношение трансмиссии, что ведёт к снижению значения минимальной устойчивости скорости движения автомобиля, в результате – к повышению проходимости.

1.3 Обзор и тенденции развития конструкции раздаточной коробки

За последние десятилетия конструкция раздаточной коробки передач претерпела множественные модификации, автомобили, оснащённые этим агрегатом, перестали быть просто автомобилями с «полным приводом», и сегодня это словосочетание не столь просто, как было когда-то [2].

В настоящее время всё чаще можно встретить такие сокращения как AWD и 4WD, и всё это имеет прямое отношение к полному приводу, но между ними соответственно есть разница. Эти системы набирают обороты популярности не только на внедорожниках, но и на обычных седанах.

- All-wheel-drive (AWD)- автоматическая система управления раздаточная коробка.
- our-wheel-drive (4WD)- механическая система управления раздаточной коробкой

- full-time 4WD – постоянный полный привод
- part-time 4WD - это самая простая, но в тоже самое время и надежная система, которая предоставляет возможность выбора способа привода автомобиля, посредством раздаточной коробки, в зависимости от дорожной ситуации.

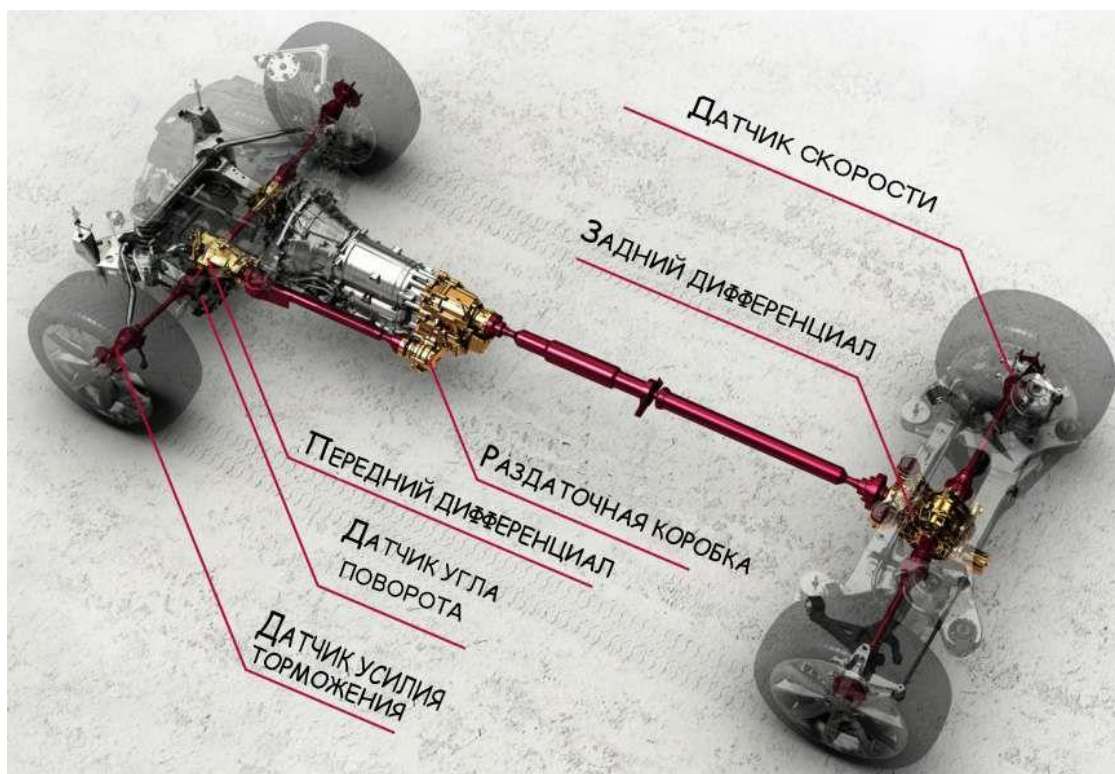


Рисунок 1.6 - Трансмиссия, оснащённая РК

Дипломная работа посвящена модернизации раздаточной коробки на автомобиле ВАЗ-2121 «НИВА». Так как этот автомобиль принадлежит к эконом классу, то можно предположить, что реализация установки на него автоматической раздаточной коробки передач в скором времени не предвещает. Тем не менее, как было сказано ранее технология конструкции раздаточной коробки не стоит на месте. И мне бы хотелось изучить новый тенденции развития этого агрегата устанавливаемых на автомобилях более высокого класса.

All-wheeldrive (AWD) похожа на Full-time 4WD тем, что вам нет необходимости выбирать режим привода в зависимости от дорожной

ситуации. За вас это делает бортовой компьютер, который сам анализирует дорожную обстановку в зависимости от угловых скоростей каждого колеса. Автомобиль использует 2WD пока какое-либо из колес не начнет проскальзывать. Если это произошло, то подключается полный привод. Далее бортовой компьютер сам определяет, на какую ось передать больше-меньше крутящего момента от двигателя [2].

Вот несколько примеров рассматриваемой системы:

Электрический полный привод системы xDrive

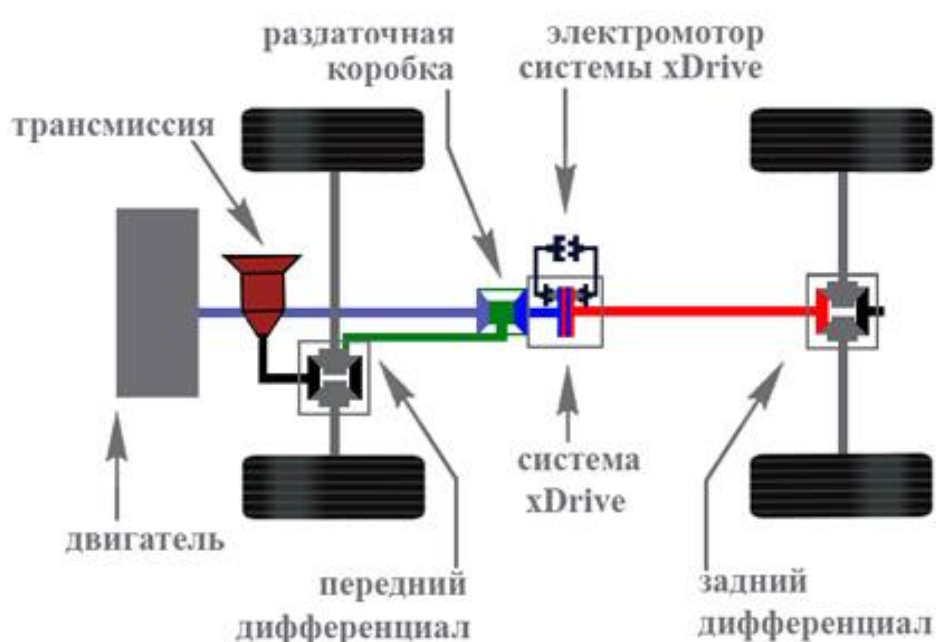


Рисунок 1.7- Современная система полного привода xDrive от BMW

Исполнительным механизмом, сжимающим пакеты фрикционов, здесь служит электромотор, который через эксцентрик и рычаг с длинным плечом создает необходимое усилие.

Раздаточная коробка 4Matic

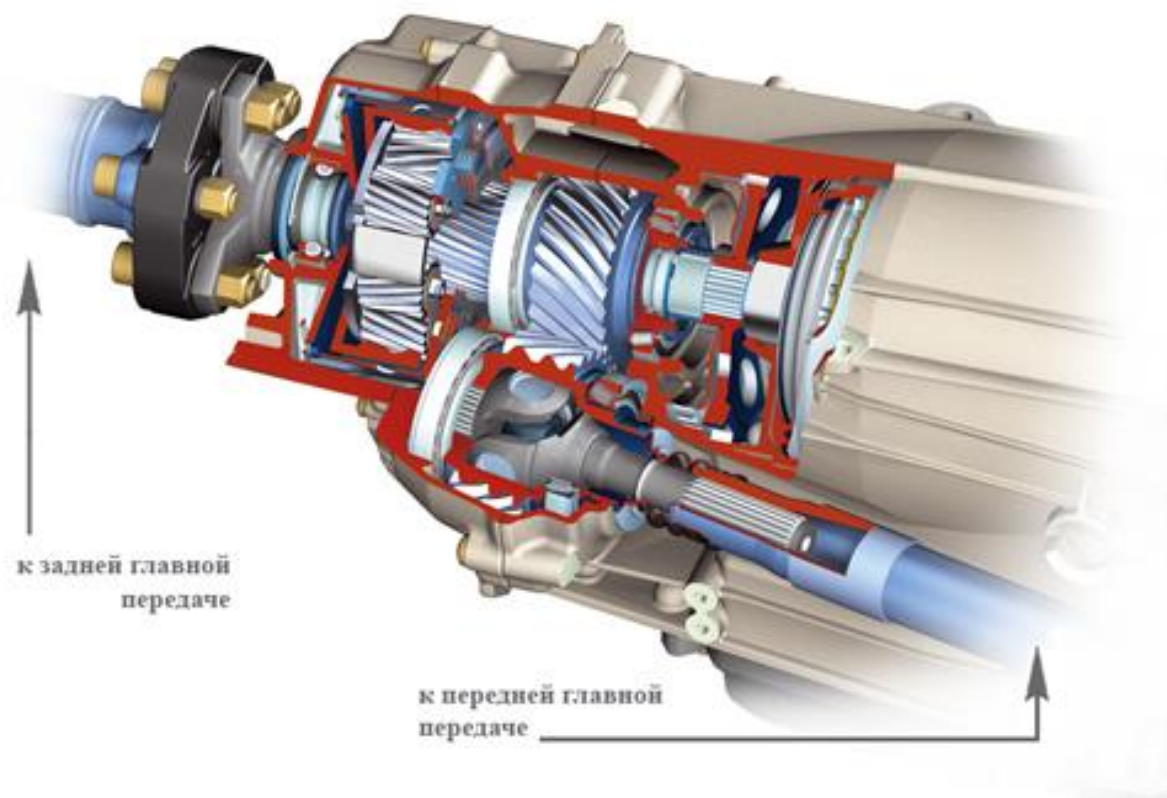


Рисунок 1.8 - Система, устанавливаемая на автомобилях Mercedes

ЭБУ управляет тормозной системой, имея возможность повышать давление по отдельности в контуре каждого колеса, и как только колесо начинает пробуксовывать, благодаря полученным данным с АБС, его моментально притормаживает штатный тормоз. Момент уходит со свободного колеса на нагруженное, и машина не буксует, а едет.

Развитие и усовершенствование раздаточной коробки передач не потеряла актуальности на сегодняшний день, кроссоверы (автомобили повышенной проходимости) твёрдо зафиксировали своё место на автомобильном рынке, такие автомобили перестали быть просто внедорожниками, и сейчас их всё чаще можно наблюдать на дорогах не только маленьких городов, но и в мегаполисах. В связи с этим, большинство автогигантов, для того что бы заинтересовать потенциального покупателя, делают большой акцент на удобности, а также комфортабельности своих автомобилей. И именно поэтому модернизация система All-WheelDrive на

данный момент является весьма актуальной. Система автоматического полного привода ещё имеет ряд недостатков по сравнению с другими системами полного привода, но вероятность того что в ближайшее время автокомпания смогут их устранить весьма велика, и это приведёт к ещё большей популярности автомобилей с полным приводом [2].

1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

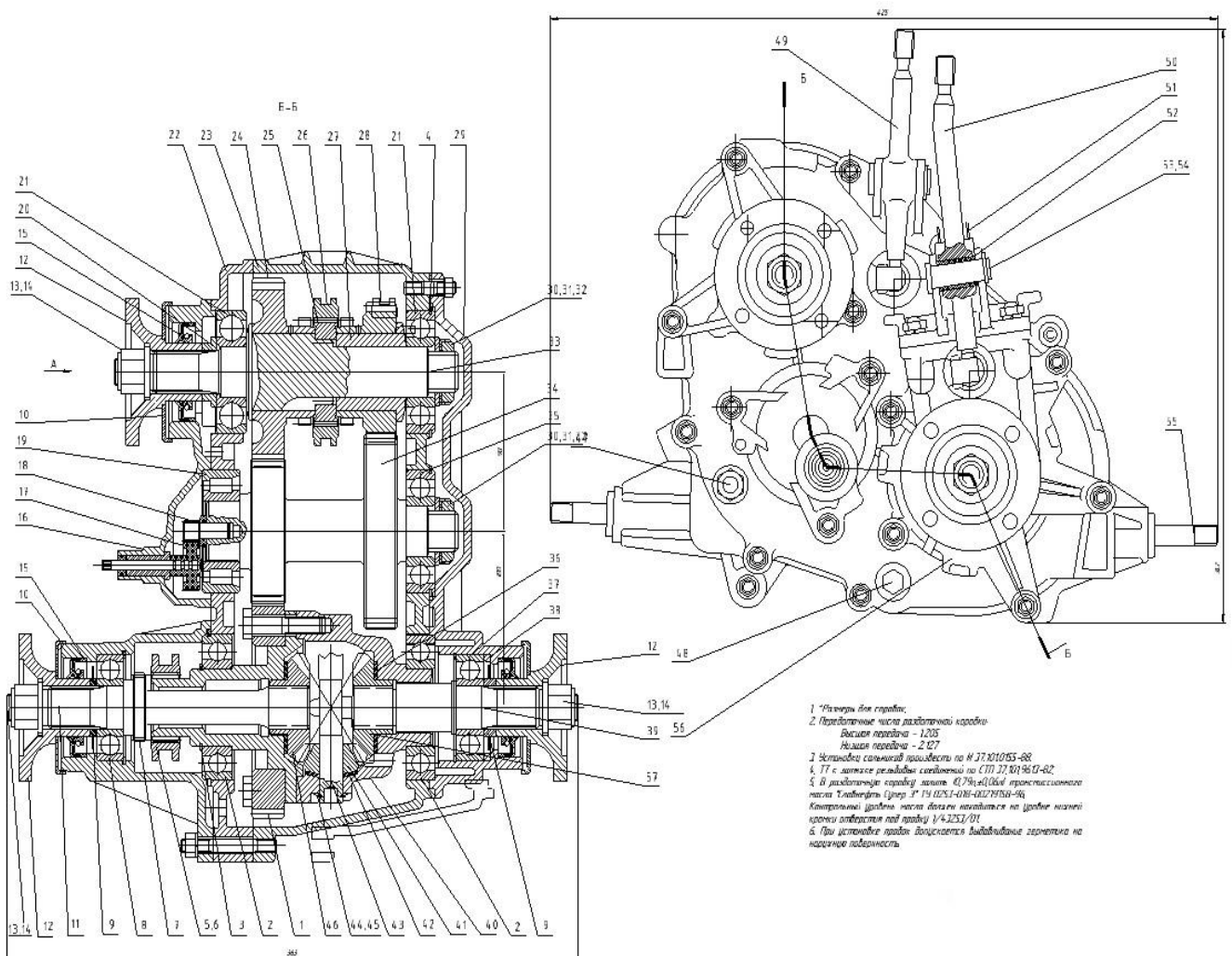


Рисунок 1.9 - Раздаточная коробка в сборе

Спецификация в разделе приложения Б.

В базовой конструкции раздаточной коробки установлена муфта переключения понижающей и повышающей передачи. Для того что бы осуществить переключение на необходимую передачу, согласно техническим

характеристикам автомобиля водителю необходимо полностью остановить автомобиль, после чего выключить сцепление и выбрать необходимую передачу. Что делает изменение внедорожных свойств автомобиля весьма неудобными, так как водитель может оказаться в тяжёлых дорожных условиях при подъёме в горку.

Многие водителю игнорируют указания о необходимости полной остановки автомобиля, и меняют режим раздаточной коробки во время движения на небольших скоростях, переключение передачи осуществляется, но данная операция приводит к повышенному износу шестерни зацепления и муфты переключения передач, что существенно сокращает срок службы коробки. Повреждённые шестерни могут являться дополнительным источником шума в автомобиле, так же металлическая стружка от деформированной шестерни оказывает пагубное влияние на систему охлаждения раздаточной коробки, загрязняя трансмиссионное масло.

Путём решения данной проблемы является замена муфты 2121-1802116 на синхронизатор 21011-701117.

Замена ни каким образом не повлияет на прочность и износостойкость зубчатых колёс, при это синхронизатор позволит водителю переключать режим раздаточной коробки во время движения автомобиля, до скорости в 40 км/час.

Но нельзя забывать о функции выключения дифференциала, в случае его управления на автомобиле Нива, водителю в начале необходимо остановить автомобиль, и только после этого, при необходимости, перевести рычаг управления дифференциала в выключенное положение, после выполнения которого на панели прибора загорится сообщающий символ.

2 Защита интеллектуальной собственности

Защита интеллектуальной собственности не предусмотрена.

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчёт автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Автомобиль-ВАЗ 2121 «Нива»;

Кузов – универсал;

Тип автомобиля – полноприводный легковой автомобиль 2 кл.;

Колесная формула – 4x4;

Количество человек – $n = 5$ (чел.);

Длинна: 3720 мм;

Ширина (Br): 1680 мм;

Высота (Hr): 1640 мм;

Колёсная база: 2200 мм;

Масса в снаряженном состоянии – $m_0 = 1200$ кг.;

Коэффициент преодолеваемого уклона - $i_{\max} = 0,29$;

Шины: 175/80 R14;

Коэффициент сопротивления качению – $f_0 = 0,011$;

Коэффициент аэродинамического сопротивления - $C_x = 0,35$;

Максимальная скорость - $V_{\max} = 150$ км/ч (41,66 м/с);

Минимальная скорость - $V_{\min} = 3,1$ км/ч (0,86 м/с);

Максимальная частота вращения коленчатого вала – $\omega_{\max} = 650 \text{ с}^{-1}$
(6500 об/мин);

Трансмиссия механическая 4 ступени.

3.1.2 Определение мощности и момента двигателя

Определение полной массы автомобиля [3]:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}} \cdot (n) + m_{\text{б}}, \quad (3.1)$$

где m_0 – снаряженная масса автомобиля;

$m_{\text{ч}}$ – масса одного человека (75 кг.);

$m_{\text{б}}$ – масса багажа на одного человека (10 кг.);

n – количество пассажиров, включая водителя;

$$m_a = 1200 + 75 \cdot 5 + 50 = 1595 \text{ кг.}$$

Определение статистического радиуса колеса:

$$r_{\text{ст}} = 0,5d + \lambda_z \cdot H, \quad (3.2)$$

где $d = 16$ – посадочный диаметр, дюймы (0,36 м);

$\lambda_z = 0,85$ – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин;

$H/V = 0,8$ – соотношение высоты профиля шины к ее ширине, %;

$V = 0,175$ – ширина профиля шины, м.;

$H = 0,8 \cdot 0,175 = 0,14$ – высота профиля шины, м.;

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 0,36 + 0,85 \cdot 0,14 = 0,29 \text{ м.}$$

На дорогах с твердым покрытием $r_{\text{ст}} \approx r_{\text{д}} \approx r_{\text{к}} = 0,29$ м;

где $r_{\text{д}}$ – динамический радиус колеса

$r_{\text{к}}$ – радиус качения колеса

Определение коэффициента обтекаемости:

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2}, \quad (3.3)$$

где C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления;

ρ = плотность воздуха в нормальных условиях (760мм.рт. ст.),

$\rho=1,293$;

$$k = \frac{0,35 \cdot 1,293}{2} = 0,226.$$

Расчет лобовой площади автомобиля:

$$F = 0,8 \cdot Br \cdot H, \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

где Br - габаритная ширина автомобиля 1,68м;

H - габаритная высота автомобиля 1,64 м;

$$F = 0,8 \cdot 1,68 \cdot 1,64 = 2,20 \text{ м}^2.$$

Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости:

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V^2}{2000}\right), \quad (3.5)$$

где f_0 - коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью (0,011 для асфальта в отличном состоянии);

V – скорость автомобиля, м/с;

$$f = 0,011 \cdot \left(1 + \frac{41,66^2}{2000}\right) = 0,0205.$$

Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля N_v (в Вт) по формуле мощностного баланса с учетом КПД трансмиссии:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{max}^3 \right), \text{ Вт} \quad (3.6)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей коэффициент суммарного дорожного сопротивления назначают равным коэффициенту качения при максимальной скорости.

$$\psi_v = f = 0,0205;$$

$$G_a = m_a \cdot g = 1598 \cdot 9,81 = 15646,95 \text{ – полный вес автомобиля, Н;}$$

$$\rho = 1,293 \text{ – плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм.рт.ст.);}$$

$$N_v = \frac{1}{0,85} \cdot (15646,95 \cdot 0,0205 \cdot 41,66 + 0,35/2 \cdot 1,293 \cdot 2,20 \cdot 41,66^3) = 58100,67 \text{ Вт} \approx 59,1 \text{ кВт.}$$

Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа:

$$N_{max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (3.7)$$

где $a = b = c = 1$ – эмпирические коэффициенты для карбюраторного двигателя;

$\lambda = \omega_{max} / \omega_N$ – отношение частот вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности, принимаем $\lambda = 1,11$;

тогда:

$$\omega_N = \frac{\omega_{max}}{\lambda} = \frac{650}{1,11} = 585,58 \text{ с}^{-1},$$

$$N_{max} = \frac{58100,67}{1 \cdot 1,11 + 1 \cdot 1,11^2 - 1 \cdot 1,11^3} = 64491,6 \text{ Вт} \approx 64,49 \text{ кВт}.$$

Эффективная мощность двигателя:

$$N_e = N_{max} \cdot \left[a \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right) + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \text{Вт} \quad (3.8)$$

ω_e – текущее значение частоты вращения коленчатого вала (рад/с);

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя, Вт;

Для построения кривой эффективного момента M_e (в Нм):

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \text{Нм} \quad (3.9)$$

Принимаем минимальную частоту вращения коленчатого вала:

$$\omega_{min} = 100 \text{ с}^{-1}$$

Таблица 3.1

$\omega_e,$ с^{-1}	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	585,5	600	650
$N_e,$ кВт	12,57	19,66	26,97	34,26	41,29	47,81	53,58	58,37	61,93	64,02	64,49	64,41	62,84
$M_e,$ Нм	125,7	131,1	134,9	137,1	137,6	136,6	134,0	129,7	123,9	116,4	110,1	107,4	96,7

График внешне-скоростной характеристик в приложение А. Рисунок А1.

3.1.3 Определение передаточных чисел трансмиссии

Определение передаточного числа главной передачи [3]:

Передаточное число главной передачи U_0 определяется, исходя из максимальной скорости автомобиля.

$$U_0 = \frac{r_k}{U_{k4}} \cdot \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}}, \quad (3.10)$$

где ω_{\max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя;

r_k – радиус качения колеса;

U_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля, для 4х ступенчатой коробки передач принимаем равной прямой передаче $U_k=1$.

$$U_0 = \frac{0,29}{1} \cdot \frac{650}{41,66} = 4,52.$$

Определение передаточных чисел коробки передач:

Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению или максимальному динамическому фактору на первой передаче.

Для обеспечения возможности движения автомобиля при заданном максимальном дорожном сопротивлении тяговая на ведущих колесах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_d , т.е.

$$U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (3.11)$$

где U_0 – передаточное число главной передачи;

U_1 -передаточное число коробки передач при включенной первой передаче;

M_{\max} – максимальный эффективный момент двигателя, Нм;

$G_{\text{сц}} = G_a$ – для полноприводных автомобилей;

$\psi_{\max} = \alpha_{\max} + f_0 = 0,28 + 0,011 = 0,291$ – максимальный коэффициент сопротивления дороги.

$\eta_{\text{тр}}$ - КПД трансмиссии автомобиля, для автомобилей 4x4 принимаем
КПД = 0,85

$$U_1 \geq \frac{15646,95 \cdot 0,291 \cdot 0,29}{137,6 \cdot 0,85 \cdot 4,11 \cdot 1,2} \geq 2,131.$$

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой:

$$U_1 \leq \frac{G_a \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_p}, \quad (3.12)$$

$\varphi = 0,8$ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой (сухое асфальтовое шоссе в хорошем состоянии).

$$U_1 \leq \frac{15646,95 \cdot 0,8 \cdot 0,29}{137,6 \cdot 0,85 \cdot 4,11 \cdot 1,2} \leq 5,72.$$

Принимаем $U_1=3,6$ и определим передаточные числа остальных передач:

$$U_{II} = \sqrt[3]{(U_1^2 - \sqrt[3]{3,6^2})} = 2,10; \quad (3.13)$$

$$U_{III} = \sqrt[3]{U_I^1} = \sqrt[3]{3,6} = 1,2;$$

$$U_{IV} = 1;$$

$$U_{зх} = 1,3 \cdot U_1 = 3,6 \cdot 1,3 = 4,7; \quad (3.14)$$

Передаточные числа для раздаточной коробки предварительно принимаем:

$$U_{пв} = 1,2; U_{пн} = 2,135.$$

В соответствии с принятыми числами произведем расчет скорости автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_B}{U_0 \cdot U_k}, \text{ м/с} \quad (3.15)$$

Полученные данные занесём в таблицу 3.2

Таблица 3.2

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с			
	I	II	III	IV
100	1,78	3,06	5,35	6,42
150	2,67	4,58	8,02	9,62
200	3,56	6,11	10,69	12,83
250	4,46	7,64	13,37	16,04
300	5,35	9,17	16,04	19,25
350	6,24	10,69	18,71	22,46
400	7,13	12,22	21,39	25,66
450	8,02	13,75	24,06	28,87

Продолжение таблицы 3.2

500	8,91	15,28	26,73	32,08
550	9,8	16,8	29,41	35,29
600	10,69	18,33	32,08	38,5
650	11,58	19,86	34,75	41,7

График разного автомобиля в приложение А, рисунок А2.

3.1.4 Анализ тяговой динамики

Сила тяги на ведущих колесах автомобилей, в зависимости от скорости автомобиля, для каждой передачи [3]:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k}, \text{Н} \quad (3.16)$$

При движении автомобиль приобретает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2, \text{Н} \quad (3.17)$$

Сила сопротивления качению автомобиля:

$$P_D = G_a \cdot \psi, \text{Н} \quad (3.18)$$

где $\psi = f$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_{D, H} \quad (3.19)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3

Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н				Сила сопротивления на IV передаче, Н			
I	II	III	IV	P_B	f	P_D	P_{Σ}
5995,1	3497,1	1998,4	1665,3	20,5	0,011	175,7	196,2
6252,7	3647,4	2084,2	1736,8	46,1	0,012	180,1	226,1
6433,9	3753,1	2144,6	1787,2	81,9	0,012	186,3	268,2
6538,8	3814,3	2179,6	1816,3	128,1	0,012	194,3	322,3
6562,7	3828,2	2187,6	1823,0	184,5	0,013	204,0	388,5
6515,0	3800,4	2171,7	1809,7	251,1	0,014	215,5	466,6
6391,0	3728,1	2130,3	1775,3	327,8	0,015	228,8	556,6
6185,9	3608,4	2062,0	1718,3	414,9	0,016	243,8	658,8
5909,3	3447,1	1969,8	1641,5	512,3	0,017	260,7	773,0
5551,6	3238,4	1850,5	1542,1	620,0	0,018	279,3	899,3
5122,3	2988,0	1707,4	1422,9	737,9	0,019	299,7	1037,5
4612,0	2690,3	1537,3	1281,1	865,6	0,021	321,8	1187,4

График силового баланса в приложение А, рисунок А3.

Таблица 3.4

I			II			III		
V, м/с	P _B	f	V, м/с	P _B	f	V, м/с	P _B	f
1,78	1,6	0,011	3,06	4,7	0,011	5,35	14,2	0,011
2,67	3,5	0,011	4,58	10,4	0,011	8,02	32,0	0,011
3,56	6,3	0,011	6,11	18,6	0,011	10,69	56,9	0,012
4,46	9,9	0,011	7,64	29,1	0,011	13,37	89,0	0,012
5,35	14,2	0,011	9,17	41,9	0,011	16,04	128,1	0,012
6,24	19,4	0,011	10,69	56,9	0,012	18,71	174,3	0,013
7,13	25,3	0,011	12,22	74,3	0,012	21,39	227,8	0,014
8,02	32,0	0,011	13,75	94,1	0,012	24,06	288,2	0,014
8,91	39,5	0,011	15,28	116,2	0,012	26,73	355,7	0,015
9,8	47,8	0,012	16,8	140,5	0,013	29,41	430,6	0,016
10,69	56,9	0,012	18,33	167,3	0,013	32,08	512,3	0,017
11,58	66,8	0,012	19,86	196,3	0,013	34,75	601,1	0,018

Динамическим фактором D автомобиля называют отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}, \quad (3.20)$$

По формуле (3.20) и по данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля.

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу 3.5.

Таблица 3.5

Динамический фактор D на передаче			
I	II	III	IV
0,38	0,22	0,13	0,11
0,40	0,23	0,13	0,11
0,41	0,24	0,13	0,11
0,42	0,24	0,13	0,11
0,42	0,24	0,13	0,10
0,42	0,24	0,13	0,10
0,41	0,23	0,12	0,09
0,39	0,22	0,11	0,08
0,38	0,21	0,10	0,07
0,35	0,20	0,09	0,06
0,32	0,18	0,08	0,04
0,29	0,16	0,06	0,03

График динамики автомобиля в приложение А, под буквой А4.

3.1.5 Анализ динамики разгона

Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего

качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колес. Ускорение находят [3]:

$$J = \frac{(D-f) \cdot g}{\delta_{вр}}, \text{м/с}^2 \quad (3.21)$$

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_M \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр}^2 + I_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2}, \quad (3.22)$$

где I_M – момент инерции вращающихся деталей двигателя (кгм^2);

Передаточное число трансмиссии:

$$U_{тр} = U_0 \cdot U_k, \quad (3.23)$$

I_k – суммарный момент инерции ведущих колес (кгм^2);

Обратное ускорение : $\frac{1}{j}$

Если точное значение I_M и I_k неизвестно то, $\delta_{вр}$ определяют по формуле:

$$\delta_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \quad (2.24)$$

где U_k – передаточное число коробки передач на данной передаче;

δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес;

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя;

$\delta_1 = \delta_2 = 0,03 \dots 0,05$, принимаем $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$;

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

I передача - $\delta_{вр} = 1,4$

II передача - $\delta_{вр} = 1,2$

III передача - $\delta_{вр} = 1,1$

IV передача - $\delta_{вр} = 1,06$

Результаты расчетов ускорений и обратных ускорений $\frac{1}{j}$ в таблице 3.6

Таблица 3.6

Ускорение на передачи м/с ² :				Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м :			
I	II	III	IV	I	II	III	IV
2,61	1,73	1,03	0,84	0,38	0,58	0,97	1,19
2,72	1,81	1,07	0,86	0,37	0,55	0,94	1,16
2,80	1,86	1,09	0,87	0,36	0,54	0,92	1,16
2,85	1,89	1,08	0,85	0,35	0,53	0,92	1,17
2,85	1,88	1,06	0,82	0,35	0,53	0,94	1,22
2,83	1,86	1,02	0,77	0,35	0,54	0,98	1,31
2,77	1,81	0,96	0,69	0,36	0,55	1,04	1,44
2,68	1,74	0,88	0,60	0,37	0,58	1,13	1,66
2,55	1,64	0,79	0,49	0,39	0,61	1,27	2,02
2,38	1,52	0,67	0,37	0,42	0,66	1,50	2,73
2,19	1,37	0,53	0,22	0,46	0,73	1,88	4,55
1,95	1,20	0,38	0,05	0,51	0,84	2,66	18,72

График ускорения автомобиля в приложение А, рисунок А5.

График обратного ускорения в приложение А, рисунок А6.

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \cdot dV \approx \left(\frac{1}{j_{cp}}\right) \cdot (V_2 - V_1), c \quad (3.25)$$

Таблица 3.7

V, м/с	1,78	4,46	10,69	13,75	18,33	21,39	26,73	32,08	35,29	41,7
1/Jcp	0,38	0,35	0,45	0,57	0,73	1,03	1,27	1,87	2,72	18,72
t, с	0,44	1,15	3,38	4,96	10,05	16,17	24,70	48,00	72,68	174,63

График времени разгона в приложение А, рисунок А7.

Таблица 3.8

V, м/с	0	2	5	13	15,5	20,5	26,5	32,5	40	42,5
t, с	0	0,22	0,23	3,88	4,96	10,05	16,17	24,70	48	72,68
ΔS	0	0,47	8,37	28,8	47	90,2	139,06	167,5	0,47	8,37

График пути разгона в приложение А, рисунок А8.

3.1.6 Мощностной баланс автомобиля

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и}, кВт \quad (3.26)$$

где $N_T = N_e \cdot \eta_{тр}$, Вт – тяговая мощность, или мощность, подаваемая к ведущим колесам [3];

$N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;

$N_f = P_{п} \cdot V$, Вт – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качению колес;

$N_{\text{п}} = P_{\text{п}} \cdot V$, Вт – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_{\text{в}} = P_{\text{в}} \cdot V$, Вт – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха;

$N_{\text{и}} = P_{\text{и}} \cdot V$, Вт – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля;

$N_{\text{д}} = P_{\text{д}} \cdot V = N_{\text{f}} + N_{\text{п}}$, Вт – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Таблица 3.9

V max	6,42	9,62	12,83	16,04	19,25	22,46	25,66	28,87	32,08	35,29	38,5	41,7
Ne	25	39,13	53,68	68,18	82,16	95,14	106,6	116,1	123,2	127,4	128,1	125
Nt	10,69	16,72	22,93	29,13	35,10	40,64	45,55	49,62	52,65	54,43	54,82	54,75
Nв	0,13	0,44	1,05	2,05	3,55	5,64	8,41	11,98	16,43	21,88	28,41	36,10
Nд	1,85	2,86	3,97	5,22	6,64	8,26	10,10	12,23	14,66	17,42	20,56	24,09
Nв+Nд	1,98	3,30	5,02	7,28	10,19	13,90	18,52	24,21	31,09	39,30	48,97	60,19
(Nв+Nд)/Nt	0,19	0,20	0,22	0,25	0,29	0,34	0,41	0,49	0,59	0,72	0,89	1,10

График мощностного баланса в приложение А, рисунок А9.

3.1.7 Топливо–экономическая характеристика автомобиля

Для получения топливно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.

Путевой расход топлива [3]:

$$q_{\text{п}} = \frac{k_{\text{ск}} \cdot k_{\text{и}} \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{в}}) \cdot g_{\text{емин}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{тп}}}, \text{л/100км} \quad (3.27)$$

где $k_{ск}$ – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от ω_e ;

$$k_{и} = 1,523 - 1,78 \cdot И + 1,52 \cdot И^2, \quad (3.28)$$

где $k_{и}$ – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от N двигателя;

$$И = (N_B + N_D) / N_t$$

$$k_{ск} = 1,227 - 0,753 \cdot Ч + 0,53 \cdot Ч^2, \quad (3.29)$$

$$Ч = \omega_e / \omega_n, \quad (3.30)$$

$g_{emin} = 300$ г/кВт · ч – удельный эффективный расход топлива;

$\rho_T = 0,73$ кг/л – плотность топлива.

Таблица 3.10

V_{max}	6,42	9,62	12,83	16,04	19,25	22,46	25,66	28,87	32,08	35,29	38,5	41,7
$k_{и}$	1,35	1,32	1,29	1,25	1,20	1,15	1,10	1,05	1,01	1,01	1,07	1,29
$И$	0,19	0,20	0,22	0,25	0,29	0,34	0,41	0,49	0,59	0,72	0,89	1,10
$Ч$	0,17	0,26	0,34	0,43	0,51	0,60	0,68	0,77	0,85	0,94	1,02	1,11
$k_{ск}$	1,11	1,06	1,02	0,99	0,97	0,96	0,95	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03
g_n	6,09	6,38	6,86	7,50	8,30	9,23	10,33	11,67	13,45	16,15	20,95	29,80

График топливной экономичности в приложение А, рисунок А10.

3.2 Кинематические, динамические и нагрузочные расчёты

3.2.1 Расчёт передаточных чисел раздаточной коробки

Передаточное число низшей передачи найдём исходя из минимальной скорости автомобиля, $v_{min}=3,1$ км/час=0,86 м/с, [4]:

$$v_{min} \geq \frac{\pi n_{дв\ мин} r_k}{30 \cdot u_k \cdot u_0 \cdot u_{р\ низ}}, \quad (3.40)$$

откуда:

$$u_{р\ низ} \geq \frac{\pi n_{дв\ мин} r_k}{30 \cdot u_k \cdot u_0 \cdot v_{min}}, \quad (3.41)$$

где $n_{дв\ мин}$ - минимальное число оборотов, в мин⁻¹

$$\frac{3,14 \cdot 1000 \cdot 0,29}{30 \cdot 3,67 \cdot 4,52 \cdot 0,83} \leq 2,127,$$

Принимаем $u_{р\ низ} = 2,135$.

Обычно диапазон двухступенчатой раздаточной коробки $D_{рк} = (1,45 \dots 2,15)$, принимаем $D_{рк} = 1,7$;

$$D_{рк} = \frac{u_{рк\ н}}{u_{рк\ в}}, \quad (3.42)$$

$$u_{рк\ в} = \frac{u_{рк\ н}}{D_{рк}} = \frac{2,135}{1,7} = 1,25$$

3.2.2 Геометрический расчёт раздаточной коробки

Рассчитаем геометрические параметры раздаточной коробки, а затем уточним значения действительных передаточных чисел,

Для соосных трехвальных коробок с двумя степенями свободы и неразветвленным силовым потоком межосевое расстояние α_ω , рассчитываем по формуле [4]:

$$\alpha_\omega = k_\alpha \sqrt[3]{M_{\text{emax}} u_{\text{кп1}} u_{\text{ркв}}}, \quad (3.43)$$

где α_ω - межосевое расстояние, в мм;

$$k_\alpha = 8,6 \dots 9,6,$$

$$\alpha_\omega = 8,6 \sqrt[3]{137,6 \cdot 3,67 \cdot 2,135} = 88 \text{ мм.}$$

Принимаем $\alpha_\omega = 90$ мм.

Ширина венцов зубчатых колёс для раздаточной коробки:

$$b_\omega = (0,19 \dots 0,23) \alpha_\omega = 0,2 \cdot 90 = 17,1 \dots 20,7 \text{ мм.} \quad (3.44)$$

Принимаем $b_\omega = 20$ мм.

Максимальные диаметры ведомого и промежуточного валов (в средней их части) выбирают из условия:

$$d_{\text{вм}}^{\text{max}} = 0,45 \alpha_\omega = 0,45 \cdot 90 = 40,5 = 41 \text{ мм.} \quad (3.45)$$

Диаметр вала в шлицевой части:

$$d_{\text{вщ}} = k_d \sqrt[3]{M_{\text{emax}}}, \quad (3.46)$$

$$k_d = (4 \dots 4,6),$$

$$d_{\text{вщ}} = 4 \sqrt[3]{137,6} = 20,65 \text{ мм} = 21 \text{ мм.}$$

Нормальный модуль зубчатых колёс $m_n = (2,75 \dots 3)$, для легковых автомобилей среднего класса.

Для повышения прочности зуба и уменьшения шума угол β наклона линии зуба выбираем равным $20 \dots 25^\circ$, для легковых автомобилей с трёхвальной и двухвальной коробкой.

После того как выбраны α_ω, m_n и b_ω , необходимо определить суммарное число зубьев $z_{\text{сум}}$ зубчатой пары.

Определим предварительный угол наклона линии зубьев:

$$\beta' = \arcsin \frac{\pi m_n}{b_\omega}, \quad (3.47)$$

$$\arcsin \left(\frac{3,14 \cdot 2,75}{20} \right) = 25,46^\circ.$$

Находим предварительное суммарное число зубьев:

$$z'_{\text{сумм}} = 2 \alpha_\omega \left(\frac{\cos \beta'}{m_n} \right), \quad (3.48)$$

$$2 \cdot 90 \left(\frac{\cos 25,46^\circ}{2,75} \right) = 70,52 = 71.$$

Определяем уточнённое значение угла наклона зубьев:

$$\beta = \arccos \frac{m_n z'_{\text{сумм}}}{2 \alpha_\omega}, \quad (3.49)$$

$$\beta = \arccos \frac{2,75 \cdot 71}{2 \cdot 90} = 19,94^\circ = 20^\circ.$$

3.2.3 Определим числа зубьев зубчатых колёс

Число зубьев ведущей шестерни понижающей передачи принимаем равной $z_1=29$, рассчитаем зубья колеса понижающей передачи на промежуточном валу.

$$z_2 = z'_{\text{сумм}} - z_1 = 71 - 29 = 42. \quad (3.50)$$

Найдём передаточное число зубчатой пары первой передачи:

$$u_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{42}{29} = 1,44. \quad (3.51)$$

Принимаем число зубьев шестерни повышающей передачи равной $z_3=39$, тогда:

$$z_4 = z'_{\text{сумм}} - z_3 = 71 - 39 = 32,$$
$$u_2 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{32}{39} = 0,82,$$

Исходя из u_1 найдём передаточное число в зацепление колеса и шестерни на ведущем валу.

$$u_3 = u_{\text{пон р}}/u_1 = 2,135/1,44 = 1,48.$$

Найдём число зубьев шестерни на ведущем валу:

$$u_3 = \frac{z_5}{z_4};$$
$$z_5 = u_3 \cdot z_4 = 1,48 \cdot 32 = 47,$$
$$u_{\text{пон р}} = u_1 \cdot u_3 = 1,44 \cdot 1,48 = 2,135,$$

$$u_{\text{повр}} = u_2 \cdot u_3 = 0,82 \cdot 1,48 = 1,2.$$

3.2.4 Расчёт параметров зубчатых колёс

Основные параметры определяются для каждого колеса раздаточной коробки [4].

Диаметр делительной окружности:

$$d = m \cdot z_i, \text{ мм} \quad (3.52)$$

где m - стандартный модуль, мм;

Диаметр окружности выступов:

$$d_a = (z + 2) \cdot m, \text{ мм} \quad (3.53)$$

Диаметр окружности впадин:

$$d_f = (z - 2,5) \cdot m, \text{ мм} \quad (3.54)$$

Межосевое расстояние определяется для каждой пары валов по формуле [2]:

$$a_{\omega} = \frac{d_{\text{ш}} + d_{\text{к}}}{2}, \text{ мм} \quad (3.55)$$

где $d_{\text{ш}}, d_{\text{к}}$ - делительные диаметры шестерни и колеса соответственно, мм.

Высота зуба:

$$h = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 2,75 = 6,18 = 6 \text{ мм.} \quad (3.56)$$

Высота ножки зуба:

$$h_f = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 2,75 = 3,43 \text{ мм.} \quad (3.57)$$

Шаг зубьев [4]:

$$p = \pi m = 3,14 \cdot 2,75 = 8,63 \text{ мм} \quad (3.58)$$

Полученные данные сведём в таблицу 3.11.

Таблица 3.11

№ колеса	z	m	d	d_a	d_f	b_ω	α_ω
1	29	2,75	78	82	71	20	95
2	42		110	104	96		
3	39		114	108	102		95
4	32		85	82	75		
5	47		130	124	118		

3.2.5 Расчёт допустимых напряжений зубчатых передач

3.2.5.1 Расчёт допустимого напряжения изгиба

$$\sigma_{Fp} = \frac{\sigma_F^{limb}}{S_f} \cdot K_{FL} \cdot K_{FC}; \quad (3.59)$$

где σ_F^{limb} - предел выносливости зубьев при изгибе, соответствующий базовому числу циклов, принимаем вид термообработки и марки стали: нормализация или улучшение сталей-40X. Твёрдость зубьев на поверхности

217...250 НВ, в сердцевине 250...280 НВ, $\sigma_F^{limb}=1,35HB + 100$, принимаем НВ =250, тогда :

$$\sigma_F^{limb}=1,35HB+100=1,35 \cdot 250+100=437,5 \text{ мПа} \quad (3.60)$$

S_f – коэффициент безопасности, (1,7...2,2);

K_{FC} -коэффициент, учитывающий влияние двухстороннего приложения нагрузки на зубья, при одностороннем действии $K_{FC}=1$;

K_{FC} -коэффициент, долговечности, при постоянном режиме работы, $K_{FC} = 1$

$$\sigma_{Fp} = \frac{\sigma_F^{limb}}{S_f} \cdot K_{FL} \cdot K_{FC} = \sigma_{Fp} = \frac{437,5}{1,7} \cdot 1 \cdot 1 = 257,35 \text{ мПа.}$$

3.2.5.2 Расчёт допускаемых контактных напряжений

$$\sigma_{Hp} = \frac{\sigma_{Hlimb}}{S_h} \cdot K_{HL} \cdot Z_R \cdot Z_v, \quad (3.61)$$

где σ_{Hlimb} -предел контактной усталости поверхностей зубьев, мПа.
Нормализация или улучшение сталей мПа;

$$\sigma_{Hlimb}=2 HB + 70 = 250 \cdot 2 + 70 = 570 \text{ мПа}, \quad (3.62)$$

S_h -коэффициент безопасности, принимаем равным 1,1;

Z_R -коэффициент, учитывающий шероховатость сопряжённых поверхностей зубьев;

Z_R – коэффициент, учитывающий окружную скорость передачи; при приближённом расчёте принимаем $Z_R = Z_R = 1$;

K_{HL} -коэффициент долговечности, $K_{HL} = K_{FC} = 1$

$$\sigma_{H\text{п}} = \frac{\sigma_{H\text{lim}b}}{S_H} \cdot K_{HL} \cdot Z_R \cdot Z_V = \frac{570}{1,1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 518,18 \text{ МПа},$$

3.2.6 Проверочный расчёт зубчатых передач

3.2.6.1 Проверочный расчёт по напряжениям изгиба для ведущей шестерни понижающей передачи

$$\sigma_F = \frac{2000 \cdot T_{\text{max}} \cdot Y_{Fi}}{m_n^2 \cdot z_1 \cdot b_\omega} \leq \sigma_{Fp}; \quad (3.63)$$

где σ_F - расчётное напряжение изгиба, МПа.

σ_{Fp} - допускаемое напряжение;

Y_{Fi} - коэффициент, учитывающий форму зуба рассчитываемой шестерни, принимаем равной 3,78;

$$\sigma_F = \frac{2000 \cdot 137,6 \cdot 3,78}{2,75^2 \cdot 29 \cdot 20} = 237,13 \text{ МПа},$$

$$\sigma_F \leq \sigma_{Fp},$$

$$237,13 \text{ МПа} < 257,13 \text{ МПа}.$$

Условие напряжения изгиба выполняется.

3.2.6.2 Проверочный расчёт по контактным напряжениям для ведущей шестерни понижающей передачи

$$\sigma_H = \frac{10800}{2\alpha_\omega} \sqrt{\frac{T_{\text{max}} \cdot (u_\phi + 1)^3}{b_\omega \cdot u_\phi}} \leq \sigma_{Hp}; \quad (3.64)$$

где α_ω - межосевое расстояние, мм;

u_ϕ - фактическое передаточное число, для шестерни и колеса понижающей передачи, равной 1,44;

$$\sigma_H = \frac{10800}{2 \cdot 90} \sqrt{\left(\frac{137,6 \cdot (1,44 + 1)^2}{20 \cdot 1,44} \right)} = 506,48 \text{ мПа},$$

$$\sigma_H \leq \sigma_{Hр},$$

$$319,97 \text{ мПа} \leq 518,18 \text{ мПа}.$$

Условие контактного напряжения выполнено.

3.2.7 Расчёт валов

Проведём проверочный расчёт на статическую прочность первичного вала раздаточной коробки, на пониженной передаче [4].

Для начала определим основные силовые факторы, действующие на вал.

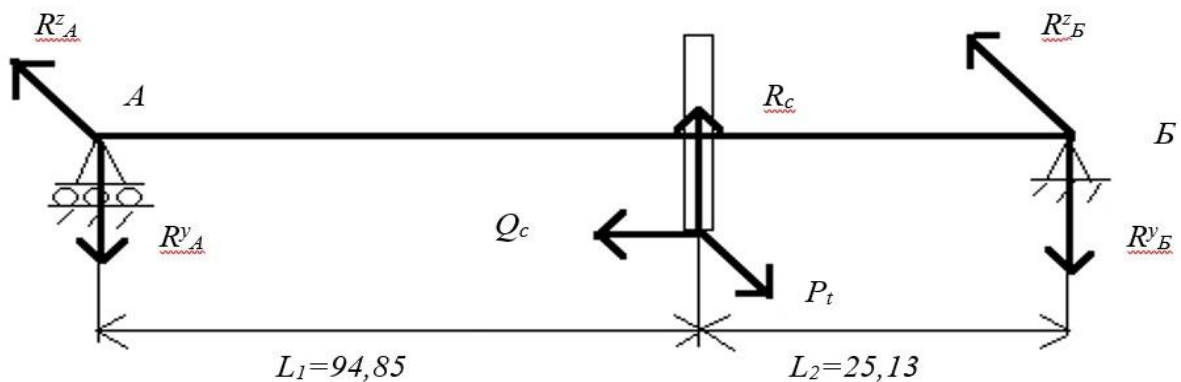


Рисунок 3.1 - Приложенные силы, действующие на вал

Окружная сила на ведущей шестерне пары постоянного зацепления определяется по формуле:

$$P_t = \frac{T_{\text{max}} \cdot u_{\text{кп1}}}{r_{\text{ш}}}, \quad (3.65)$$

где $r_{\text{ш}}$ - радиус начальной окружности шестерни первичного вала;

$u_{\text{кп1}}$ -передаточное число, первой передачи в коробке передач;

$$P_t = \frac{137,6 \cdot 3,6}{41} = 12,08.$$

Осевая сила в косозубом зацеплении определяются по формуле:

$$Q_c = P_t \cdot \tan\beta, \quad (3.66)$$

$$Q_c = 12,08 \cdot \tan 26^\circ = 14,2$$

Радиальная сила определяется по формуле:

$$R_c = \frac{P_t}{\cos\beta} \cdot \tan\alpha, \quad (3.67)$$

где α -угол профиля зуб, принимаем равным 20° .

$$R_c = \frac{12,08}{\cos 26^\circ} \cdot \tan 20^\circ = 17,48.$$

Рассчитываем моменты:

$$\sum M_A^y = 0$$

$$R_B^y \cdot (l_1 + l_2) - R_c \cdot l_1 + Q_c \cdot r_{\text{ш}} = 0 \quad (3.68)$$

$$R_B^y = \frac{R_c \cdot l_1 - Q_c \cdot r_{\text{ш}}}{(l_1 + l_2)} = \frac{17,48 \cdot 94,84 - 14,24 \cdot 41}{94,84 + 25,13} = 8,95 \text{ кН.}$$

$$\sum M_B^y = 0$$

$$-R_A^y \cdot (l_1 + l_2) + R_c \cdot l_2 + Q_c \cdot r_{\text{ш}} = 0 \quad (3.69)$$

$$R_A^y = R_c \cdot l_2 + Q_c \cdot \frac{r_{\text{ш}}}{(l_1 + l_2)} = \frac{17,48 \cdot 25,13 + 14,24 \cdot 41}{94,84 + 25,13} = 8,52 \text{ кН.}$$

$$\sum M_A^z = 0$$

$$-R_B^z \cdot (l_1 + l_2) + P_t \cdot l_1 = 0 \quad (3.70)$$

$$R_B^z = \frac{P_t \cdot l_1}{(l_1 + l_2)} = \frac{12,08 \cdot 94,85}{94,84 + 25,13} = 9,55 \text{ кН.}$$

$$\sum M_B^z = 0$$

$$R_A^z \cdot (l_1 + l_2) - P_t \cdot l_2 = 0 \quad (3.71)$$

$$R_A^z = \frac{P_t \cdot l_2}{(l_1 + l_2)} = \frac{12,08 \cdot 25,13}{94,84 + 25,13} = 2,53 \text{ кН.}$$

$$R_{\Sigma A} = \sqrt{(R_A^z)^2 + (R_A^y)^2} = \sqrt{2,53^2 + 8,52^2} = 8,89, \quad (3.72)$$

$$R_{\Sigma B} = \sqrt{(R_B^z)^2 + (R_B^y)^2} = \sqrt{9,55^2 + 8,95^2} = 13,09. \quad (3.73)$$

Построим эпюры изгибающих и крутящих моментов вала.

По оси у:

$$M_A^y = M_B^y = 0 \text{ кНм,}$$

$$M_C^{yA} = -R_A^y \cdot (l_1) = 8,52 \cdot (94,84) = -808,03 \text{ кНм,} \quad (3.74)$$

$$M_C^{yB} = -R_B^y \cdot l_2 = 8,95 \cdot 25,13 = -224,91 \text{ кНм,} \quad (3.75)$$

По оси z:

$$M_A^z = M_B^z = 0 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_C^{zA} = -R_A^z \cdot (l_1) = 2,53 \cdot (94,84) = -239,94 \text{ кНм}, \quad (3.76)$$

$$M_C^{zB} = -R_B^z \cdot (l_2) = 9,55 \cdot 25,13 = -239,94 \text{ кНм}, \quad (3.77)$$

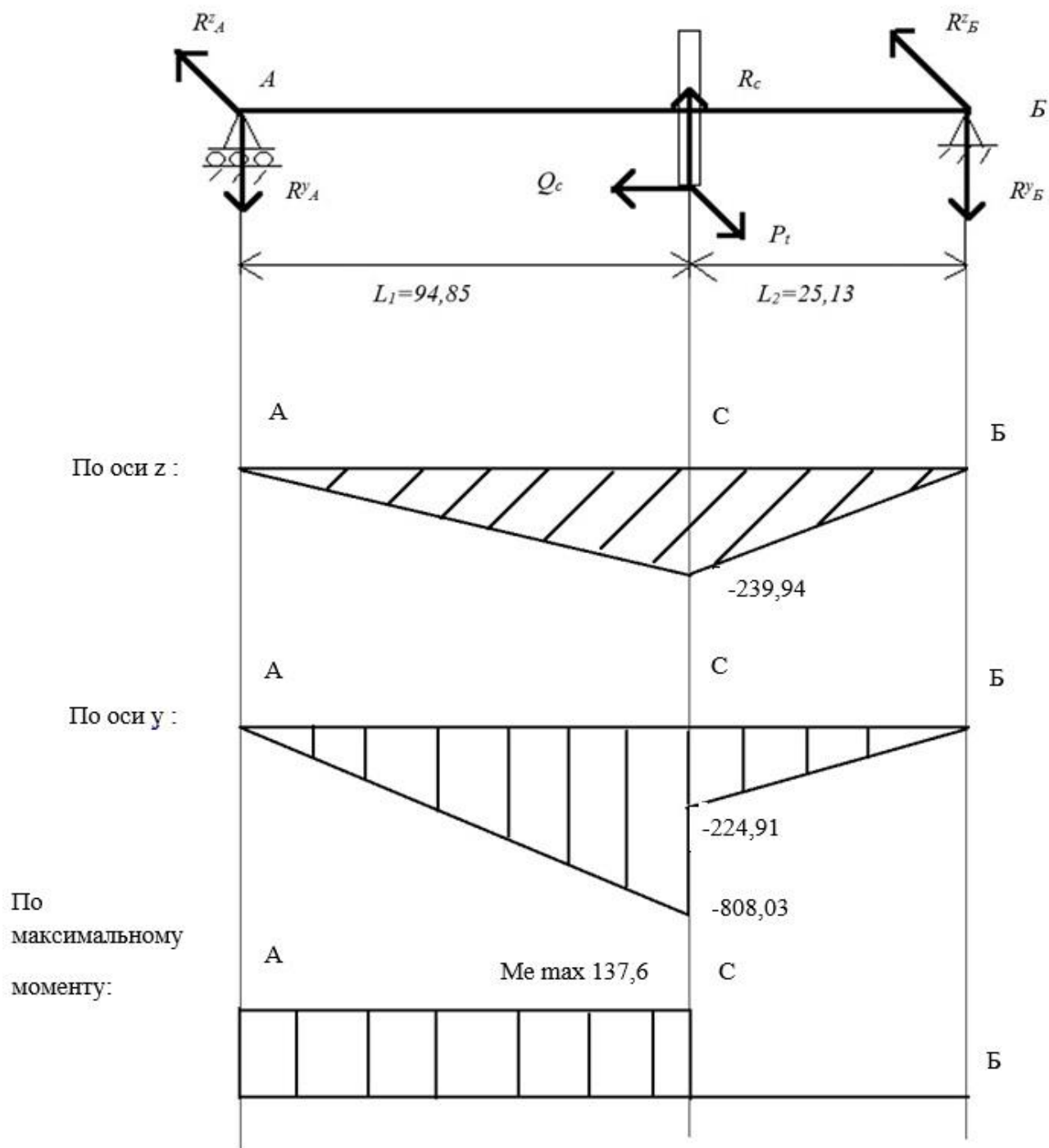


Рисунок 3.2 - Эшюра сил и момента действующих на вал

3.2.8 Расчёт вала на прочность

Определим суммарный изгибающий момент [4]:

$$M_{\Sigma и} = \sqrt{(M_C^{yA})^2 + (M_C^{zA})^2}; \quad (3.78)$$
$$M_{\Sigma и} = \sqrt{808,03^2 + 239,94^2} = 842,90 \text{ кНм.}$$

Согласно построенным эпюрам и приложенным силам определим запас прочности ведущего вала:

$$n_t = \frac{\sigma_t}{\sigma_{пр}}, \quad (3.79)$$

где σ_t предел текучести, принимаем сталь 40ХН, тогда $\sigma_t=920$ мПа;

$\sigma_{пр}$ -приведённое значение напряжения в опасном сечении.

$$\sigma_{пр} = \frac{M_{пр}}{W_k}, \quad (3.80)$$

Где $M_{пр}$ момент в опасном сечении, кНм;

$$M_{пр} = \sqrt{(M_C^{yA})^2 + (M_C^{zA})^2 + (M_{\text{emax}})^2};$$
$$M_{пр} = \sqrt{808,03^2 + 239,94^2 + 137,6^2} = 854,05 \text{ кНм.}$$

W_k -момент сопротивления изгибу;

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.81)$$

где d - диаметр вала в опасном сечении, мм.

$$W_k = \frac{3,14 \cdot 41^3}{32} = 6762 \text{ мм}^3 = 6,76 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3,$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{854,05 \cdot 10^3}{6,76 \cdot 10^{-3}} = 126,34 \text{ МПа.}$$

$$n_t = \frac{\sigma_t}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{920}{126,34} = 7,28.$$

Основное условие заключается в том, что бы найденный запас прочности n_t , был больше допустимого минимального запаса прочности, $[n_t]$, равному 3. Согласно полученным данным $7,28 \geq 3$, т.е. $n_t \geq [n_t]$.

Условие прочности для понижающей шестерни установленной на первичный вал раздаточной коробки выполняется, и так как диаметр вала в месте установки шестерни повышающей передачи больше в 1,5 раза, это означает что на шестерню будут значительно меньше действовать силы, чем на повышающую, поэтому нет необходимости в расчёте на прочность при режиме повышающей передачи.

Поскольку промежуточный вал выполнен заодно с шестерней и имеет в связи с этим большой запас прочности и жёсткости, то в проведение расчётов нет технической необходимости.

Найдём момент на ведомых валах раздаточной коробке, при включённой пониженной передаче:

$$M_p = M_{\text{max}} \cdot u_{\text{кп1}} \cdot u_{\text{разн}}, \quad (3.82)$$

$$M_p = 137,6 \cdot 3,6 \cdot 2,135 = 1057,59 \text{ кНм.}$$

Для выходного вала раздаточной коробки принимаем сталь 18ХГТ, которая имеет следующие показания: прочность 330НВ, $\sigma_t=1150$ МПа.

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.83)$$

где d – диаметр выходного вала в опасном сечении, мм.

$$W_k = \frac{3,14 \cdot 32^3}{32} = 3215,36 \text{ мм}^3 = 3,215 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3,$$

$$\sigma_{пр} = \frac{M_{пр}}{W_k} = \frac{1057,59}{3,215} = 335,21 \text{ МПа.}$$

$$n_t = \frac{\sigma_t}{\sigma_{пр}} = \frac{1150}{335,21} = 3,43.$$

Прочностные условия выполняются, $3,43 \geq 3$.

3.2.9 Расчёт подшипников

Для расчёта на первичном валу принимаем шариковые радиально однорядные подшипники качения, номер по каталогу 6209, с динамической грузоподъёмностью 34,4 кН, и статической грузоподъёмностью 21,2 кН, [4].

Номинальная долговечность подшипника принимается:

$$L = \left(\frac{C}{P_{эк}}\right)^\rho, \quad (3.84)$$

где C – динамическая грузоподъёмность подшипника;

$P_{эк}$ -эквивалентная динамическая нагрузка на подшипник, определяемая с учётом работы коробки.

$$P_{эк} = \sqrt[\rho]{\frac{P_1^\rho L_1' + P_2^\rho L_2' + \dots + P_n^\rho L_n'}{L}}, \quad (3.85)$$

где ρ - показатель степени; шариковые подшипники $\rho = 0,3$;

P – приведенная нагрузка на подшипник;

$$P = (R + mQ)K_{\text{без}}K_{\text{к}}, \quad (3.86)$$

где R - радиальная нагрузка;

Q - осевая нагрузка;

m -коэффициент приведения нагрузок, $m = 1,5$;

$K_{\text{без}}$ - коэффициент безопасности, $K_{\text{без}} = 1$;

$K_{\text{к}}$ -кинематический коэффициент, при вращении внутреннего кольца подшипника принимаем $K_{\text{к}}=1$;

$$P = (17,48 + 1,5 \cdot 14,24) \cdot 1 \cdot 1 = 38,84 \text{ кН.}$$

L -срок службы подшипника, $L = \sum L_i$;

L_i -эквивалентная долговечность подшипника на каждой передаче;

$$L_i = \frac{60 \cdot L_h \cdot y_i \cdot n_i}{10^6}, \quad (3.87)$$

где y_i - доля работы коробки на каждой передаче, значения для этого коэффициента приведены в таблице 12.

L_h - заданная долговечность подшипника;

$$L_h = \frac{s}{0,6 \cdot v_{\text{max}}}, \quad (3.88)$$

S- пробег автомобиля до капитального ремонта, принимаем $S = 200$ ТЫС.КМ.;

$$L_h = \frac{S}{0,6 \cdot v_{max}} = \frac{200000}{0,6 \cdot 150} = 2222,2 \text{ ч.}$$

n_i - частота вращения кольца подшипника на i -й передаче. Принимаем среднее значение часты вращения вала $n_m = 3000$ об.мин, первой передачи в коробке передач, на пониженной передаче раздаточной коробки.

$$n_i = \frac{n_m}{u_{кп} \cdot u_{рк пон}} = \frac{3000}{3,6 \cdot 2,135} = 390,32 \text{ об.мин.}$$

Сведём полученные значения в таблицу 3.12.

Таблица 3.12

№передачи	n_i	L_h	y_i	L_i	P	$\sum L$
1	390,32	2222,2	0,01	0,52	38,84	52,04
2			0,04	2,08		
3			0,2	10,40		
4			0,75	39,03		

$$P_{зк} = \sqrt[0,3]{\frac{38,84^{0,3} \cdot 0,52 + 38,84^{0,3} \cdot 2,08 + 38,84^{0,3} \cdot 10,40 + 38,84^{0,3} \cdot 39,03}{52,04}} = 1,39 \text{ КН}$$

$$L = \left(\frac{c}{P_{зк}}\right)^{\rho} = \left(\frac{34,4}{1,39}\right)^{0,3} = 2,61$$

$$M_{рас} = aM_{emax}, \quad (3.89)$$

где M_{emax} –максимальный расчётный момент;

a - коэффициент использования крутящего момента;

$$a = 0,96 - 0,136 \cdot 10^{-2} \cdot N_{уд} + 0,41 \cdot 10^{-6} \cdot N_{уд}, \quad (3.90)$$

$N_{уд}$ – удельная мощность в $\frac{Вт}{Н}$;

$$N_{уд} = \frac{N_{max}}{G_a} = \frac{64000,49}{15646,95} = 4,1 \frac{Вт}{Н}, \quad (3.91)$$

G_a – полный вес автомобиля.

$$a = 0,96 - 0,136 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0041 + 0,41 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0041 = 0,95$$

$$M_{рас} = aM_{emax} = 0,95 \cdot 137,6 = 130,72 \text{ кНм.}$$

3.2.10 Расчёт синхронизатора

В коробках передач место муфт постоянного зацепления используют синхронизаторы, они позволяют бесшумно переключать передачи обеспечивая постоянное движение вперёд. При переключении передач инерционный синхронизатор блокирует включающую передачу до тех пор, пока не произойдет выравнивание угловых скоростей соединяемых валов. Это происходит за счет момента трения, создаваемого на конических поверхностях блокирующего кольца синхронизатора и шестерни включаемой передачи, свободно вращающейся на вторичном валу. Целью дипломного проекта является замена муфты на синхронизатор в раздаточной коробке Нивы, для этого произведём необходимые расчёты.

Найдём момент трения инерционного синхронизатора, по следующему выражению [4]:

$$M_{\text{тр}} = P_n r_{\text{ср}} \mu, \quad (3.92)$$

где μ – коэффициент трения, $\mu = 0,06 \dots 0,1$;

$r_{\text{ср}}$ – расчётный средний радиус трения синхронизатора, $r_{\text{ср}} = 23 \text{ мм} = 0,023 \text{ м}$;

P_n – нормальная сила на поверхности трения, определяется по формуле:

$$P_n = \frac{\theta}{\sin \delta}, \quad (3.93)$$

θ – усилие водителя при переключении передач, принимаем равной 100 Н;

δ – половина угла конуса трения, $\delta = (6^\circ \dots 12^\circ)$;

$$P_n = \frac{100}{\sin 6^\circ} = 357,89 \text{ Н},$$

$$M_{\text{тр}} = 357,89 \cdot 0,023 \cdot 0,06 = 0,49 \text{ кНм}.$$

Зная усилия создаваемое водителем при переключении передач, выразим из формулы момент инерции:

$$\theta = \frac{J \omega_g \sin \delta}{\mu \cdot t \cdot r_{\text{ср}}} \cdot \left(\frac{1}{u_{k+1} \cdot u_{\text{раз пов}}} + \frac{1}{u_k \cdot u_{\text{раз пов}}} \right), \quad (3.94)$$

$$\left(\frac{1}{u_{k+1} \cdot u_{\text{раз пов}}} + \frac{1}{u_k \cdot u_{\text{раз пов}}} \right) = \left(\frac{1}{1,2 \cdot 1,2} + \frac{1}{2,1 \cdot 1,2} \right) = 1,091$$

Где ω_g – угловая скорость:

$$\omega_g = \frac{3000\pi}{30} = 314 \text{ рад}.$$

t-время синхронизации, принимаем $t = 0,5$ сек;

J- момент инерции вращающихся вместе с шестерней включаемой передачи деталей;

u_k – передаточное отношение на рассчитываемой передаче, расчёт производится при переключении со 2 ой передачи на 3, при включённой повышающей передачи раздаточной коробки.

Тогда выразим J:

$$J = \frac{\mu \cdot t \cdot r_{cp} \cdot \theta}{\omega_e \sin \delta \cdot 1,091} = \frac{0,06 \cdot 0,5 \cdot 0,023 \cdot 100}{314 \cdot \sin 6 \cdot 1,091} = 0,000746$$

Работа трения при переключении передач определяется по формуле:

$$L_c = 0,5J\omega_e^2 \cdot 1,091, \quad (3.95)$$

$$L_c = 0,5 \cdot 0,000746 \cdot 314^2 \cdot 1,091 = 401,22 \text{ Дж.}$$

Удельная работа трения определяется отношением:

$$L_{уд} = \frac{L_c}{F}, \quad (3.96)$$

где F- площадь поверхности трения:

$$F = 2\pi r_{cp} b_c, \quad (3.97)$$

b_c -ширина кольца трения по образующей конуса, м.

$$L_{уд} = \frac{L_c}{2\pi r_{cp} b_c} = \frac{401,22}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,024} = 115740,67 \text{ Дж} = 0,115 \text{ МДж/м}^2.$$

Для синхронизаторов высших передач удельная работа трения не должна превышать значения $0,2 \text{ МДж/м}^2$, согласно полученным значениям $L_{\text{уд}} = 0,115 \text{ МДж/м}^2$ условие выполняется.

При синхронизации происходит нагрев трущихся деталей. Температура нагрева синхронизатора за одно включение может быть определена по формуле:

$$t = \frac{yL_c}{mC}, \quad (3.98)$$

Где y - коэффициент перераспределения теплоты, $y = 0,5$;

m - масса синхронизатора, принимаем массу равную $1,2 \text{ кг}$;

C -теплоемкость стали, $C = 481,5 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$;

$$t = \frac{0,5 \cdot 401,22}{1,5 \cdot 481,5} = 0,27 = 27^\circ\text{C},$$

За одно включение передачи синхронизатор может нагреться на $15 \dots 30$ °C. Согласно полученным данным условие выполняется.

4 Технологическая часть

4.1 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

Рассмотрим принцип действия модернизированной раздаточной коробки с синхронизатором автомобиля ВАЗ – 2121 «НИВА».

Раздаточная коробка — это дополнительный узел, устанавливаемый на автомобиле повышенной проходимости, он располагается сразу же после коробки передач, а на выходе передаёт крутящий момент на ведущие мосты.

Во время движения автомобиля по дорогам с хорошим сцеплением колес с полотном дороги, раздаточная коробка, во избежание большого расхода топлива, должна находиться в режимах высшей передачи с выключенным дифференциалом. Синхронизатор соединяет ведущий вал с шестерней высшей передачи, соответственно крутящий момент передаётся с ведущего вала на синхронизатор включений передач, после через шестерню высшей передачи на шестерню постоянного зацепления промежуточного вала и от нее на ведомую шестерню, а также корпус дифференциала. Дифференциал через ось и сателлиты передаёт крутящий момент на шестерни привода переднего и заднего мостов. Через эти шестерни крутящий момент передаётся на валы ведущих мостов.

При движении автомобиля на трассах повышенной проходимости, при преодолении крутых подъёмов, а также для получения необходимой курсовой устойчивости при минимальной скорости движения на дорогах с твёрдым покрытием, необходимо перевести раздаточную коробку в режим пониженной передачи. Установленный синхронизатор на ведущий вал позволяет избежать полной остановки автомобиля для переключения передач, водителю, продолжая движения автомобиля, необходимо выключить сцепление, и перевести рукоять в режим понижающей передачи, при этом синхронизатор блокирует ведущий вал с шестерней низшей передачи, крутящий момент от первичного вала передаётся на

промежуточный вал, и через шестерню постоянного зацепления на ведомую шестерню корпуса дифференциала через ось и сателлиты на шестерни и валы приводов ведущих мостов.

Одно из самых главных особенностей раздаточной коробки «НИВЫ», это возможности блокировки межосевого дифференциала, в условиях труднопроходимых участков дороги. В этом случае автомобиль необходимо остановить, выключить сцепление, и перевести рукоять в режим блокировки дифференциала, соединив скользящей муфтой зубчатый венец вала привода переднего моста и корпус дифференциала. Вала привода переднего и заднего мостов будут вращаться как одно целое, соответственно крутящий момент будут так же одной величины, что в итоге и позволяет достигнуть повышенной проходимости автомобиля «НИВА».

Технологический процесс раздаточной коробки состоит из сборки отдельных узлов, которые в свое время выполняются на специально подготовленных местах, а также общей сборки, осуществляемый на поточной линии.

По последовательности выполнения устройство состоит из:

- промежуточной сборки (сборки мелких элементов на механических участках или сборки 2-х деталей перед окончательной обработкой);
- узловой сборки (сборки сборочных единиц изделия);
- общей сборки (сборки изделия в целом).

По наличию перемещений собираемых изделий принимаем:

- подвижную сборку (так как сборка изделия состоит из нескольких операций) - собираемое изделие перемещается по конвейеру.

По организации производства принимаем:

- поточную сборку - предусматривает разделение технологического процесса на отдельные технологические операции, продолжительность которых не превышает такта выпуска изделия.

4.2 Расчёт такта и ритма сборки

Рассчитаем такт сборки раздаточной коробки, при заданном режиме работы сборочного производства, T зависит от числа собираемых изделий за определенный промежуток времени [5]:

$$T = \frac{F}{N'} \quad (4.1)$$

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

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

Принимаем $N=50000$ штук в год, режим работы 2-х сменный, длительность выпуска -3 года.

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:

$$F_d = F_n \cdot K_n = 4140 \cdot 0,97 = 4015,8 \approx 4016 \quad (4.2)$$

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

Для неавтоматизированного сборочного оборудования, принимая K_n равным 0,97. В соответствии с этими значениями F_n и F_d такты сборки:

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

$$(60 \cdot 4140) / 50000 = 4,96$$

$$(4016 \cdot 60) / 50000 = 4,81$$

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:

$$R_n = 1/T_n, \quad (4.3)$$

$$R_d = 1/T_d, \quad (4.4)$$

$$\frac{1}{4,96} = 0,201, \text{ и } \frac{1}{4,81} = 0,207.$$

4.3 Проведение размерного анализа конструкции собираемого изделия, выбор технологических баз и схем базирования, установление рациональных методов сборки

При проведении размерного анализа конструкции собираемого изделия выявляем и строим все сборочные размерные цепи и проводим соответствующие расчеты размерных параметров. На основе выполнения расчетов и анализа сборочных размерных цепей определяем необходимую точность сборки компонентов и наиболее экономичные методы ее достижения. При сборке всегда происходит материализация заложенных конструктором размерных цепей [5]:

Обоснование выбора технологических баз, схем базирования и схем относительной ориентации компонентов на позициях сборки осуществляют на основе расчета технологических размерных цепей и условий автоматической собираемости компонентов. При выборе технологических баз используют принцип совмещения технологических баз с измерительными и конструкторскими с целью повышения точности.

При выборе технологических баз также реализуют возможность обеспечения постоянства и рациональной последовательности смены баз при

выполнении сборки изделия. При выполнении анализа возможных схем базирования рассчитывают погрешности установки компонентов и точность сборки, обеспечиваемую применением различных схем базирования. При выборе технологических баз дополнительно учитывают удобство установки и снятия собираемого изделия, его устойчивость и надежность закрепления, удобство установки присоединяемых компонентов и подвода сборочного инструмента и т.п.

4.4 Составление технологического маршрута сборки изделия.

Определение типа производства и организационной формы сборки

На этом этапе определяем последовательность выполнения технологического маршрута, которую в наглядной форме представляют в виде технологических схем сборки узлов и изделия в целом. Технологические схемы сборки составляются на основе сборочных чертежей изделия.

Все входящие в сборку составные части обозначаются прямоугольниками, разделёнными на три части (рис. 5.1). В части А указывается наименование элемента, в части Б - числовой индекс согласно спецификации, в части В - число элементов, входящих в данное соединение. Перед числовым индексом сборочной единицы изделия ставятся буквы Сб (сборка) и номер порядка: 1сб, 2сб и т.д.

Элемент, с установки и закрепления которого начинают сборку изделия или его сборочной единицы, называют базовым.

По номеру этого элемента ставят числовой индекс составной части, в которую он входит. В каждой сборочной единице должна быть выбрана базовая деталь, к которой присоединяют остальные детали и сборочные единицы.

Название (А)	
N (Б)	кол (В)

Рисунок 5.1 - Условное изображение сборочных единиц

Процесс общей сборки изображаем на схеме горизонтальной линией. Её проводим в направлении от базового элемента изделия к собранному объекту.

Технологические схемы сборки снабжаем надписями - сносками, поясняющими характер сборочных работ ("Запрессовать", "Паять", "Клепать", "Регулировать", "Проверить зазоры" и пр.) и выполняемый при сборке контроль.

Схемы отражают возможности одновременной установки нескольких составных частей изделия на его базовую часть, что позволяет сократить длительность цикла сборки.

После составления технологических схем сборки составляется перечень работ, оформляемый в виде таблицы, содержащей наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки, и данные по нормированию всех необходимых видов работ. Эти работы весьма разнообразны, и их можно определить только при учёте и анализе конкретных условий сборки: полнота и точность механической обработки деталей поданных на сборку; принятые методы достижения точности замыкающих звеньев; принятые технологические способы выполнения соединений; необходимые методы проверки выполненных соединений и др.

Обязательным условием при определении времени сборки является увеличение табличных норм по количеству деталей, если количество одинаковых деталей превышает одну. При заполнении этой таблицы суммируется время сборки каждого узла и изделия в целом.

В соответствии с перечнем работ, приведённым в плане сборки, проводится нормирование работ. В нормативах приводятся нормы оперативного времени $T_{оп}$ на сборочные и вспомогательные переходы. Все приёмы, из которых состоят переходы, перечислены в таблицах. Результаты нормирования работ сводим в соответствующую графу Таблицы 5.1.

Таблица 5.1 описание действий при сборке с указанием времени

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время , $T_{оп}$,мин
	1.Узловая промежуточного вала	
1.	Взять промежуточный вал и осмотреть ее со всех сторон	0,15
2.	Поставить задний подшипник	0,09
3.	Установить стопорное кольцо	0,08
4.	Надеть шайбу на вал	0,07
5.	Установить гайку	0,07
6.	Закрутить гайку	0,1
7.	Установить передний подшипник	0,09
	Итого узла:	0,65
	2. Узловая сборка ведущего вала	
1.	Взять ведущий вал и осмотреть ее со всех сторон	0,15
2.	Установить шестерню высшей передачи	0,09
3.	Закрепить ступицу синхронизатора	0,07
4.	Поставить муфту синхронизатора	0,07
5.	Установить стопорное кольцо	0,08
6.	За ней блокирующее кольцо	0,08
7.	Закрепить пружину синхронизатора	0,1
8.	Установить шайбу на вал	0,07
9.	Установить шестерню низшей передачи	0,08
10.	Поставить втулку	0,07
11.	Установить задний подшипник на вал	0,07
12.	Закрепить стопорное кольцо	0,08
13.	Надеть шайбу на вал	0,06
14.	Установить гайку	0,07
15.	Затянуть гайку на валу	0,1
15.	Установить передний подшипник на валу	0,07
	Итого узла:	1,31
	3. Узловая сборка межосевого дифференциала	
1.	Взять задний корпус дифференциала	0,08
2.	Установить в корпус опорную шайбу	0,07
3.	В отверстие корпуса вставить шестерню привода заднего моста	0,1
4.	Закрепить ось сателлита	0,08
5.	На ось установить с обеих сторон сателлиты	$2*0,09=0,18$
6.	Закрепить стопорные кольца на сателлиты	0,1

Продолжение таблицы 5.1		
7.	Установить шестерню привода переднего моста	0,1
8.	Закрывать собранную конструкцию передним корпусом	0,09
9.	Поставить ведомую шестерню	0,07
10.	Закрепить болтами между собой шестерню к корпусу дифференциала	$6 \cdot 0,09 = 0,54$
11.	Установить подшипник корпуса	0,07
12.	Поставить установочное кольцо	0,08
13.	Установить пружинную шайбу	0,09
14.	Закрепить стопорное кольцо	0,09
	Итого узла:	1,74
	4.Узловая сборка крышки картера с валом заднего моста	
1.	Взять вал заднего моста, осмотреть на наличие дефектов	0,1
2.	Установить подшипник	0,08
3.	Установить вал в заднюю крышку	0,13
4.	Закрепить стопорное кольцо	0,09
5.	Поставить шайбу	0,08
6.	Устанавливаем маслоотражатель	0,08
7.	Поставить сальник	0,09
8.	Установить фланец на крышку	0,1
9.	Устанавливаем шайбу	0,07
10.	Устанавливаем и закручиваем гайку	0,16
	Итого узла:	0,98
	5.Узловая сборка картера привода переднего моста	
1.	Берём вал переднего моста, осматриваем на наличие дефектов	0,1
2.	Установить подшипник	0,08
3.	Надеть муфту блокировки дифференциала	0,1
4.	Установить в картер переднего моста	0,13
5.	Поставить шайбу	0,07
6.	Установить стопорное кольцо	0,1
7.	Поставить шайбу	0,07
8.	Установить маслоотражатель	0,08
9.	Поставить сальник	0,09
10.	Установить фланец на крышку	0,13
11.	Устанавливаем шайбу	0,08
12.	Устанавливаем и закручиваем гайку	0,16
	Итого узла:	1,19
	6.Узловая сборка штока переключения передач	
1.	Установить шток в соответствующий паз	0,12
2.	Установить втулку на шток	0,08
3.	В картере поставить пружину	0,13
4.	Поверх пружину установить шарик фиксатор	0,1
5.	Закрепить на штоке вилку переключения передач	0,11
6.	Поставить шайбу	0,07
7.	Болтом фиксируем шток, затягиваем	0,13
	Итого узла:	0,73
	Сборка штока дифференциала выполняется в такой же последовательности	$0,73 \cdot 2 = 1,48$

Продолжение таблицы 5.1

	7.Рычаг переключения передач	
1.	Взять рычаг переключения передач и установить на шток	0,11
2.	Поставить пружину рычага	0,09
3.	На конец штока надеть скобу	0,12
4.	Рычаг установить на кронштейн переключения	0,07
5.	Установить втулку	0,08
6.	Установить ось	0,08
7.	С обеих сторон от оси установить стопорные шайбы	0,18
	Итого узла:	0,73
	Сборка рычага переключения дифференциала выполняется в такой же последовательности	0,73*2=1,48
	8.Узловая сборка корпуса привода спидометра	
1.	Устанавливаем резиновое уплотнение на крышку спидометра	0,08
2.	Вставляем в крышку датчик скорости	0,17
3.	Устанавливаем первый вал с шестерней	0,1
4.	Устанавливаем второй вал с шестерней	0,1
	Итого узла:	0,45
	9.Общая сборка раздаточной коробки.	
1.	Устанавливаем картер коробки на специальном стенде, перед этим тщательно осматриваем на наличие дефектов	0,22
2.	В картер установить промежуточный вал в сб	0,13
3.	В картер установить ведущий вал в сб	0,13
4.	В картер установить дифференциал в сб	0,13
5.	Поместить прокладку	0,06
6.	Установить крышку	0,7
7.	Зафиксировать крышку с картером гайками	10*0,08=0,8
8.	На ведущем вал установить упорное кольцо переднего подшипника	0,07
9.	Поместить маслоотражатель	0,07
10.	Установить сальник	0,07
11.	Насадить на ведущий вал фланец	0,09
12.	Поместить шайбу	0,06
13.	Закрепить гайкой	0,14
14.	Установить шток в сборе	0,68
15.	Между картером и задней крышкой установить прокладку	0,07
16.	Установить заднюю крышку картера с валом заднего моста в СБ	0,13
17.	Закрепить гайками	8*0,09=0,72
18.	Поместить прокладку между картером и картером привода переднего моста	0,07
19.	Установить картер привода переднего моста	0,09
20.	Зафиксировать гайками	5*0,09=0,45
21.	Установить шток дифференциала в СБ	0,68
22.	Закрепить рычаг переключения передач	0,11
23.	Установить кронштейн переключателя	0,1
24.	Зафиксировать гайками	4*0,09=0,36
25.	Закрепить рычаг дифференциала	0,11
26.	Установить кронштейн дифференциала	0,1
28.	Зафиксировать гайками	4*0,09=0,36

Продолжение таблицы 5.1

29.	Поместить прокладку между передней крышкой картера и корпусом привода спидометра	0,07
30.	Установить корпусом привода спидометра	0,09
31.	Зафиксировать гайками	3*0,09=0,27
32.	Поместить прокладку между передней картером РК и люком	0,06
33.	Установить люк	0,07
34.	Зафиксировать гайками	4*0,09=0,36
	Итого:	7,62
	Итого изделия:	16,9

Общее оперативное время на все виды работ при сборке изделия определяем как сумму оперативных времён отдельных переходов [5].

$$T_{\text{оп}}^{\text{общ}} = \sum T_{\text{оп.}}, \quad (4.5)$$

$$T_{\text{оп}}^{\text{общ}} = 0,65 + 1,31 + 1,74 + 0,98 + 1,19 + 0,73 + 0,73 + 0,73 + 0,73 + 0,45 + 7,62 = 16,9$$

Суммарная трудоёмкость сборки изделия может быть определена как:

$$T_{\text{шт}}^{\text{общ}} = T_{\text{оп}}^{\text{общ}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100}\right), \quad (4.6)$$

$$T_{\text{шт}}^{\text{общ}} = 16,9 \cdot \left(1 + \frac{3+6}{100}\right) = 18,42$$

где α - часть оперативного времени на организационно – техническое обслуживание рабочего места в процентах (принимают $\alpha = 2 \dots 3 \%$);

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах (принимают $\beta = 4 \dots 6\%$).

Зная трудоёмкость сборки и годовую программу выпуска принимаем форму организации ТП: поточная непрерывная, массовое производство. Технологический маршрут процесса сборки изделия оформляется в виде таблицы 5.2, в которой приводятся сведения о номере, наименовании операции, её содержании без расчленения по технологическим переходам, технологическом оборудовании и норме времен.

Таблица 5.2 – Технический маршрут

№ Операции	Операция	Содержание операций , переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, Т _{шт} (Т _{шт-к}), мин
Узловая сборка промежуточного вала				
005	Узловая сборка промежуточного вала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять промежуточный вал и осмотреть ее со всех сторон 2. Поставить задний подшипник 3. Установить стопорное кольцо 4. Надеть шайбу на вал 5. Установить гайку 6. Закрутить гайку 7. Установить передний подшипник 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы , отвёртки.	0,65 Принимаем согласно такту - 4,96
Узловая сборка ведущего вала				
010	Узловая сборка ведущего вала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять ведущий вал и осмотреть ее со всех сторон 2. Установить шестерню высшей передачи 3. Закрепить ступицу синхронизатора 4. Поставить муфту синхронизатора 5. Установить стопорное кольцо 6. За ней блокирующее кольцо 7. Закрепить пружину синхронизатора 8. Установить шайбу на вал 9. Установить шестерню низшей передачи 10. Поставить втулку 11. Установить задний подшипник на вал 12. Закрепить стопорное кольцо 13. Надеть шайбу на вал 14. Установить гайку 15. Затянуть гайку на валу 16. Установить передний подшипник на валу 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы , отвёртки.	1,31/4,96

		Узловая сборка межосевого дифференциала		
015	Узловая сборка межосевого дифференциала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять задний корпус дифференциала 2. Установить в корпус опорную шайбу 3. В отверстие корпуса вставить шестерню привода заднего моста 4. Закрепить ось сателлита 5. На ось установить с обеих сторон сателлиты 6. Закрепить стопорные кольца на сателлиты 7. Установить шестерню привода переднего моста 8. Закрыть собранную конструкцию передним корпусом 9. Поставить ведомую шестерню 10. Закрепить болтами между собой шестерню к корпусу дифференциала 11. Установить подшипник корпуса 12. Поставить установочное кольцо 13. Установить пружинную шайбу 14. Закрепить стопорное кольцо 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы, отвёртки, прессовый аппарат.	1,74/4,96
		Узловая сборка крышки картера с валом заднего моста		
020	Узловая сборка крышки картера с валом заднего моста	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять вал заднего моста, осмотреть на наличие дефектов 2. Установить подшипник 3. Установить вал в заднюю крышку 4. Закрепить стопорное кольцо 5. Поставить шайбу 6. Устанавливаем маслоотражатель 7. Поставить сальник 8. Установить фланец на крышку 9. Устанавливаем шайбу 10. Устанавливаем и закручиваем гайку 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы, отвёртки, прессовый аппарат.	0,98/4,96

		Узловая сборка картера привода переднего моста		
025	Узловая сборка картера привода переднего моста	<ol style="list-style-type: none"> 1. Берём вал переднего моста, осматриваем на наличие дефектов 2. Установить подшипник 3. Надеть муфту блокировки дифференциала 4. Установить в картер переднего моста 5. Поставить шайбу 6. Установить стопорное кольцо 7. Поставить шайбу 8. Установить маслоотражатель 9. Поставить сальник 10. Установить фланец на крышку 11. Устанавливаем шайбу 12. Устанавливаем и закручиваем гайку 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы , отвёртки, прессовый аппарат.	1,19/4,96
		Узловая сборка штока переключения передач		
030	Узловая сборка штока переключения передач	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить шток в соответствующий паз 2. Установить втулку на шток 3. В картере поставить пружину 4. Поверх пружину установить шарик фиксатор 5. Закрепить на штоке вилку переключения передач 6. Поставить шайбу 7. Болтом фиксируем шток, затягиваем 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы , отвёртки, прессовый аппарат.	0,73/4,96
		Рычаг переключения передач		
035	Рычаг переключения передач	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взять рычаг переключения передач и установить на шток 2. Поставить пружину рычага 3. На конец штока надеть скобу 4. Рычаг установить на кронштейн переключения 5. Установить втулку 6. Установить ось 7. С обеих сторон от оси установить стопорные шайбы 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы , отвёртки, прессовый аппарат.	0,73/4,96
		Узловая сборка корпуса привода спидометра		

040	Узловая сборка корпуса привода спидометра	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устанавливаем резиновое уплотнение на крышку спидометра 2. Вставляем в крышку датчик скорости 3. Устанавливаем первый вал с шестерней 4. Устанавливаем второй вал с шестерней 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт.	0,45/4,96
		Общая сборка раздаточной коробки.		
045	Общая сборка раздаточной коробки.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устанавливаем картер коробки на специальном стенде, перед этим тщательно осматриваем на наличие дефектов 2. В картер установить промежуточный вал в сб 3. В картер установить ведущий вал в сб 4. В картер установить дифференциал в сб 5. Поместить прокладку 6. Установить крышку 7. Зафиксировать крышку с картером гайками 8. На ведущем вал установить упорное кольцо переднего подшипника 9. Поместить маслоотражатель 10. Установить сальник 11. Насадить на ведущий вал фланец 12. Поместить шайбу 13. Закрепить гайкой 14. Установить шток в сборе 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы, отвёртки, прессовый аппарат.	3,35/4,96

		Окончательная сборка раздаточной коробки		
050	Окончательная сборка раздаточной коробки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Между картером и задней крышкой установить прокладку 2. Установить заднюю крышку картера с валом заднего моста в СБ 3. Закрепить гайками 4. Поместить прокладку между картером и картером привода переднего моста 5. Установить картер привода переднего моста 6. Зафиксировать гайками 7. Установить шток дифференциала в СБ 8. Закрепить рычаг переключения передач 9. Установить кронштейн переключателя 10. Зафиксировать гайками 11. Закрепить рычаг дифференциала 12. Установить кронштейн дифференциала 13. Зафиксировать гайками 14. Поместить прокладку между передней крышкой картера и корпусом привода спидометра 15. Установить корпусом привода спидометра 16. Зафиксировать гайками 17. Поместить прокладку между передним картером РК и люком 18. Установить люк 19. Зафиксировать гайками 	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гайковёрт, резиновый молоток, плоскогубцы , отвёртки, прессовый аппарат.	4,27/4,96

5 Экономическая часть

5.1 Введение

В рамках дипломного проекта предлагается установка на пару шестерен включения пониженной передачи автомобиля ВАЗ-2121 синхронизаторов. Подобное решение позволит сделать включение более плавным и комфортным, снизит нагрузки на узел в целом и позволит производить переключение без предварительной остановки автомобиля.

Обоснованием общественной значимости проекта будет увеличение ходимости узла.

При установлении целесообразности разработки новой техники за базу принимается стандартная раздаточная коробка без синхронизаторов пониженной передачи [7].

5.2 Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого сцепления

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

Продолжение таблицы 5.1

5	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	К _{ТЗ}	%	0,3
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
A	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.	50000
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.

5.3 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»

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

где Ц_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 1 шт, руб.	Сумма, руб.
1.	Синхронизатор в сборе	1	700	700
	Транспортно-заготовительные расходы		2,45%	
	ВСЕГО:		764,27	

$\Pi_{и} = 7642,77$ руб.

Расчет статьи «Заработная плата основная» [7]:

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

где Z_m – 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.
1	Обработочная	3	0,25	85,2	11,3
3	Сборочная	4	0,2	94,7	18,88
4	Контрольная	5	0,05	110,5	5,53
5	Итого				39,71
6	Доплаты за проработанное время				2,05
7	Всего				40,155

$$Z_o = 40,155 \text{ руб}$$

Расчеты статьи «Заработная плата дополнительная»:

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

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

$$Z_{\text{доп}} = 40,155 \cdot 8\% = 3,212 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп.}} = 3,212 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Отчисление в социальные фонды»:

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

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

$$P_{\text{соц.н.}} = (40,155 + 3,22) \cdot 30\% = 14,74 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{соц.н.}} = 14,745 \text{ руб.}$$

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;

$$P_{\text{сод.обор}} = 40,155 \cdot 194\% = 77,9 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{сод.обор.}} = 77,9 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Цеховые расходы» [7]:

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

где $K_{\text{ц}}$ - коэффициент цеховых расходов;

$$P_{\text{цех}} = 40,155 \cdot 183\% = 73,483 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Цеховая себестоимость»:

$$C_{\text{цех}} = M + \Pi_u + Z_o + Z_d + P_{\text{соц.н.}} + P_{\text{сод.обор.}} + P_{\text{цех}}, \quad (5.8)$$

$$C_{\text{цех}} = 973,72 \text{ руб}$$

Расчет статьи «Общезаводские расходы»:

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

$$P_{\text{об.завод.}} = 40,15 \cdot 150\% = 60,23 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{об.завод.}} = 60,23 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Производственная себестоимость»:

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

$$C_{\text{пр}} = 973,72 + 60,23 = 1034,00 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр}} = 1034,00 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Внепроизводственные расходы»:

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

$$P_{внепр} = 1034,00 \cdot 5\% = 51,70 \text{ руб.}$$

$$P_{внепр} = 51,70 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Полная себестоимость»:

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

$$C_{пол} = 1034,0 + 51,70 = 1085,70 \text{ руб.}$$

$$C_{пол} = 1085,7 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Плановая прибыль»:

$$П_n = C_{пол} \cdot У_p, \quad (5.13)$$

$$П_n = 1085,70 \cdot 30\% = 325,72 \text{ руб.}$$

$$П_n = 325,72 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Оптовая цена»:

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

$$O_{ц} = 1085,70 + 325,72 = 1411,42 \text{ руб.}$$

$$O_{ц} = 1411,42 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой тормозной системы сведены в таблицу 5.4.

Таблица 5.4

№ п/п		Обозначен ие	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Покупные изделия и полуфабрикаты	П _и		764,27
2	Заработная плата основная	З _о		40,15
3	Заработная плата дополнительная	З _д		3,21
4	Отчисления по единому социальному налогу	Р _{соц.н.}		14,74
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Р _{сод.об.}		77,9
6	Цеховые расходы	Р _{цех}		73,48
7	Итого цеховая себестоимость	С_{цех}		973,72
8	Общезаводские расходы	Р _{об.завод}		60,23
9	Итого производственная себестоимость	С_{пр}		1034,00
10	Внепроизводственные расходы	Р _{внепр}		51,70
11	Итого полная себестоимость	С_{пол}		1085,70
12	Плановая прибыль	П _п		325,72
13	Оптовая цена	Ц_{отп}	1411,42	1411,42

5.4 Расчет точки безубыточности проекта

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

где $Ц_{отп}$ - цена продукции;

$V_{год}$ - годовой объем производства;

$Z_{пост.}$ - постоянные издержки;

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

Определение переменных затрат:

- на единицу изделия:

$$Z_{пер.уд.} = M + \Pi_u + Z_o + Z_{дон} + P_{соц.н.}, \quad (5.16)$$

$$Z_{ПЕР.УД}(\bar{b}) = 760,62 \text{ руб.}$$

$$Z_{ПЕР.УД}(n) = 822,39 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска:

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

$$Z_{пер.н.} \bar{b} = 760,62 * 52734 = 40110904,22 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер.н.} n = 822,38 * 52734 = 43367861,53 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

- на единицу изделия:

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

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

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

$$A_{м.уд.} = 25.61 \text{ руб.}$$

$$Z_{пост.уд.} \bar{b} = 677.73 + 734.83 + 602.32 + 501.01 + 25.61 = 2541.5 \text{ руб.}$$

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

-на годовую программу выпуска изделия:

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

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

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

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия.

Расчет выручки от реализации изделия [7]:

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

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

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

Расчет критического объема продаж:

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

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

Принимаем $A_{\text{крит.}} = 22897 \text{ шт.}$

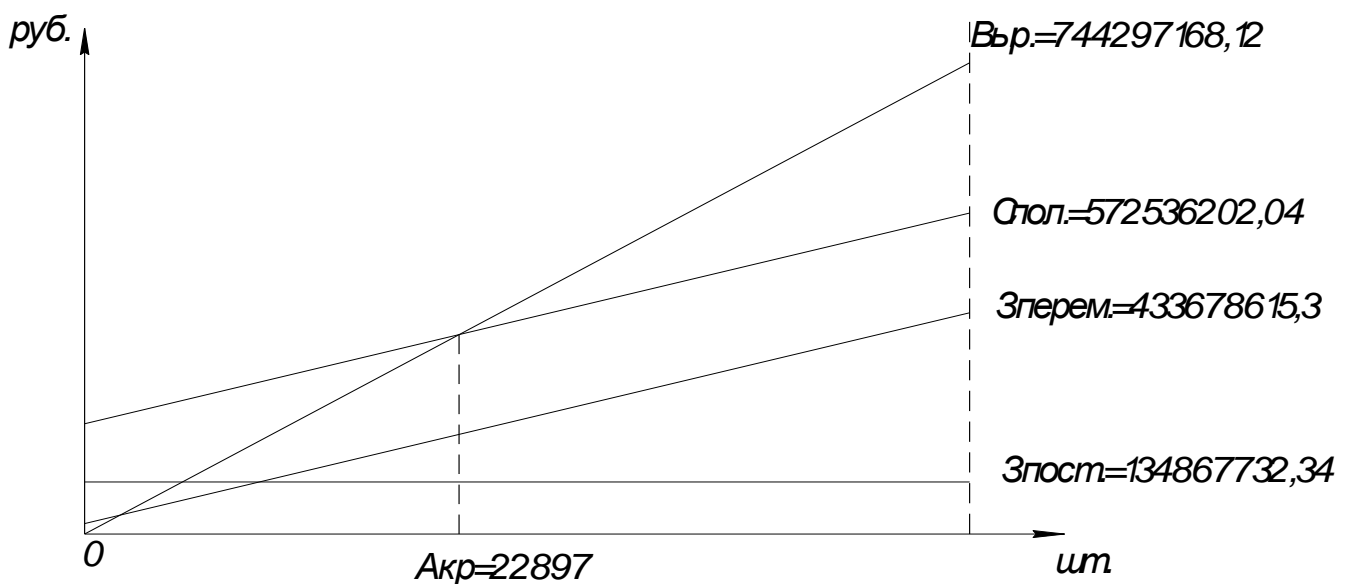


Рисунок 5.1 - Определение точки безубыточности

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.

$$\Delta = \frac{50000 - 22897}{6 - 1} = 5967 \text{ шт}$$

5.5 Расчет коммерческой эффективности проекта

Выручка по годам:

$$\text{Выручка}_i = C_{\text{отп.п.}} \cdot V_{\text{прод.}i}, \quad (5.25)$$

где $V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + \Delta$ - 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:

$$Z_{\text{пер}i} = Z_{\text{перем.уд.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (5.26)$$

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
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:

$$A_m = A_{муд.} \cdot V_{год} , \quad (5.27)$$

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

Полная себестоимость по годам:

$$C_{пол.i} = Z_{перем.i} + Z_{пост.} , \quad (5.28)$$

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:

$$P_{робл.б} = (Выручка_{i.б} - C_{пол.б}), \quad (5.29)$$

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

$$P_{робл.п} = (Выручка_{i.п} - C_{пол.п}), \quad (5.30)$$

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:

$$Нпр=Пр.обл*0,2, \quad (5.31)$$

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

Нпр.3п=Пр.обл.3п*Налог	21257718.08
Нпр.4п=Пр.обл.4п*Налог	28287190.17
Нпр.5п=Пр.обл.5п*Налог	35319018.37

Прибыль чистая по годам:

$$P_{pч.i} = P_{робл.i} - H_{нпрI}, \quad (5.32)$$

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):

$$ЧДi = Пр.ч.i.н. - Пр.ч.i.б. + A_M + Эдтн. \quad (5.33)$$

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:

$$\alpha_i = \frac{1}{(1 + E)^i}, \quad (5.34)$$

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

$$ЧДД_i = ЧД_i \cdot \alpha_{(E)}, \quad (5.35)$$

ЧДД(1)1=ЧД1*0,909 (Ест.1)	1218972.91
ЧДД(1)2=ЧД2*0,826 (Ест.1)	2315434.47
ЧДД(1)3=ЧД3*0,751 (Ест.1)	2288451.16
ЧДД(1)4=ЧД4*0,683 (Ест.1)	2649667.28
ЧДД(1)5=ЧД5*0,621 (Ест.1)	2804328.16

Суммарный ЧДД:

$$\sum ЧДД = \sum ЧД_i \alpha_{(i)} = \sum ЧДД_i, \quad (5.36)$$

$$\sum ЧДД = 11276853.97$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях:

$$I_0 = K_{инв} \cdot \sum C_{полн.i}, \quad (5.37)$$

где $K_{инв} = 0,22\%$;

$$I_0 = 2347725073.88 \cdot 0.0022 = 5164995,16$$

Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum \text{ЧДД} - I_o, \quad (5.38)$$

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

Индекс доходности [7]:

$$I_D = \frac{\text{ЧДД}}{I_o} = \frac{6111858.81}{5164995.16} = 1,2 \quad (5.40)$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования:

$$T_{\text{Окуп.}} = \frac{I_o}{\text{ЧДД}_i}, \quad (5.41)$$

$$T_{\text{Окуп.}} = \frac{5164995.16}{6111858.81} = 0,9.$$

График соотношения между объемом производства и прибылью

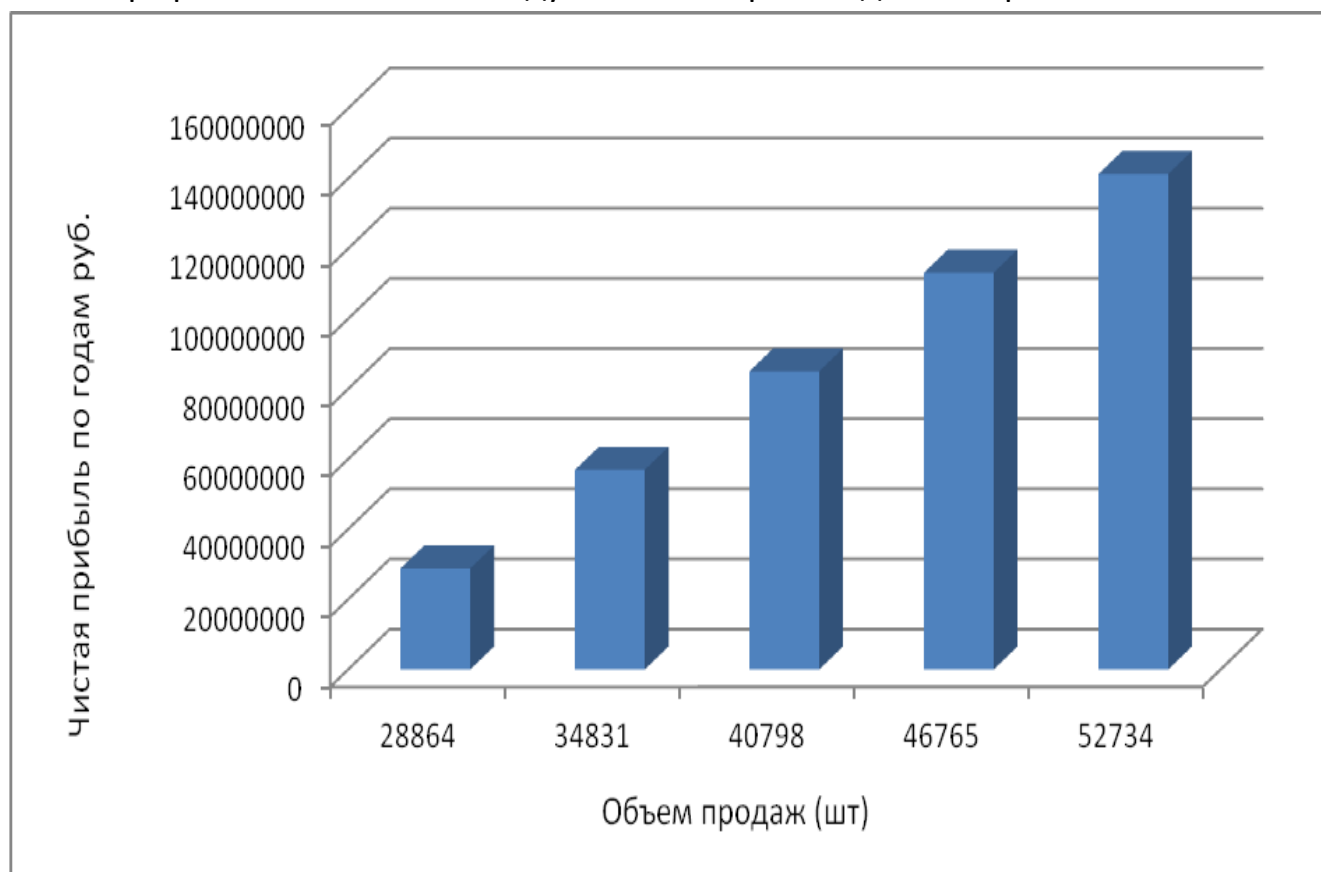


Таблица 5.5 Сводные данные

№ п/п	Наименование показателей	ГОДЫ					
		0	1	2	3	4	5
А	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж, Впрод. (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.	567702076.2
8	Налогооблагаемая прибыль, (руб.)		35993869.5	71141229.9	106288590.4	141435950.8	176595091.8
9	Налог на прибыль, (руб)		7198773.91	14228246	21257718.08	28287190.17	35319018.37

Продолжение таблицы 5.5

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	Капиталообразующие инвестиции J_0 , (руб.)		5164995,16				
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб) УЧДД1		11276853,97				
16	Индекс доходности JD		1.2				
17	Срок окупаемости проекта, $T_{окуп.}$, год		0.9				
18	Чистый дисконтированный доход ЧДД, (руб.)		6111858,81				

5.6 Вывод по экономической части

На основе полученных расчетов статей затрат на производство и реализацию внедрения синхронизатора пониженной ступени раздаточной коробки автомобиля ВАЗ-2121 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 объекта

6.1 Анализ экологических показателей разработанной конструкции раздаточной коробки

Раздаточная коробка автомобиля ВАЗ-2121 «НИВА», включает в себя множество разнообразных деталей, условно этот узел можно разделить на 4 части, в которую входят:

- корпус раздаточной коробки
- механизмы рычагов переключения передач, и управления дифференциалом
- дифференциал
- ведущий вал

А также стандартные изделия: гайки, болты, подшипники, шайбы.

Узел сборки имеет одну цепь, который предусматривает сборку изделия с полной взаимозаменяемостью деталей. При сборке используют, прессовые, резьбовые и контактные соединения. Технологическая база, гарантирует полное закрепление базового изделия, предусматривая перемещения изделия по конвейерной ленте, с последующей сборкой, с лишением трёх степеней свободы. В момент сборки изделия базовая деталь может переворачиваться для закрепления крышки, и более удобной установки последующий деталей, для захвата изделия используются специальные крепления. После сборки проводятся все необходимые проверочные работы на специальном контрольном столе. Во время сборки используются специальные контейнера и тары для мелких изделий.

Изделия раздаточной коробки выполнены из литых металлических сплавов, бумажных прокладок и резиновых уплотнений, изготовленных на отдельных участках предприятия, на которых гарантируется полное соответствие стандартов экологической безопасности.

Заключительным этапом сборки раздаточной коробки является заливка специального трансмиссионного масла. Заливка осуществляется

квалифицированными специалистами, которые используют необходимое оборудование, исключающее попадания смазочного материала на участки сборки агрегата. Выбранные смазочные материалы полностью соответствуют нормам стандарта.

6.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

В данном подразделе рассматриваются такие вопросы как:

- подробный анализ расположения рабочего места в цехе (помещения под производство). В него входят расстановка необходимого оборудования, обозначение дверных проёмов, а также оконных, и соответственно рабочие места.
- Описание оборудования, станков и инструментов.

Сборочный цех расположен в зоне обрабатывающих цехов. Его располагают вблизи заготовительных цехов у главного входа, как цех с большим числом рабочих. В пристройках к основному зданию сборочного цеха размещены промежуточные склады, ремонтные мастерские, инструментальные кладовые, служебные и бытовые помещения. Цех сборки оборудован системой вентиляции и отопления: применяется система общеобменной приточновытяжной вентиляции совместно с местными отсосами на рабочих местах и система воздушного отопления.

Виды работ, выполняемые на участке: подготовительная, сборочная, клепальная, контрольная, доводочная. Данный цех является универсальным, и помимо сборки раздаточной коробки на нём может осуществляться сборка и других агрегатов автомобиля.

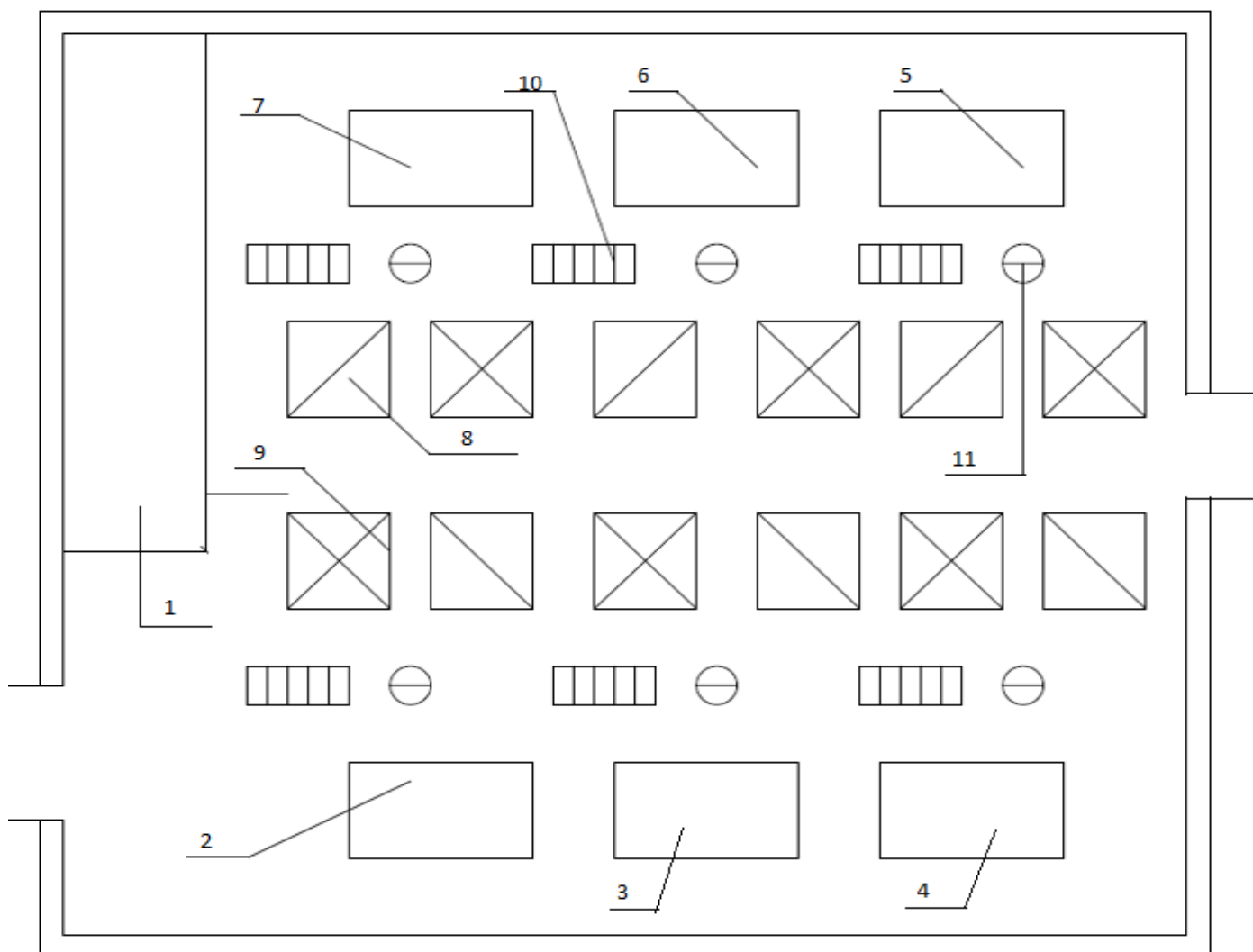


Рисунок 6.1 - Эскиз рабочего участка.

1. Место для отдыха
2. Сверлильный станок
3. Пресс
4. Стэнд
5. Стэнд
6. Балансировочный станок
7. Клепальный полуавтомат
8. Контейнер с заготовками
9. Контейнер с деталями
10. Документации
11. Рабочее место

6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

К опасным и вредным факторам производства можно отнести:

- Механические опасности
- Электроопасность
- Шум и вибрации
- Психологические факторы
- Микроклимат

Рассмотрим каждый фактор отдельно.

При сборке данного узла автомобиля существует вероятность механического травмирования человека. В связи с тем, что сборка осуществляется конвейерным способом, при подвижности деталей, ошибка рабочего может привести к травме. Так же не исключены острые кромки, работа с шестернями зацепления, и масса отдельно взятых деталей, при их установке. Для того что бы избежать травм, для безопасной сборки, применяют специальные оградительные и предохранительные устройства, сигнализации и другие технические средства. Одно из самых главных требование по повышению безопасности, процесс сборки должен быть максимально удобен и комфортен, а также нельзя исключать фактор санитарии, который подразумевает обработку помещения до и после рабочий смены. Важную роль так же играет освещения помещения, запрещено загромождать световые проёмы. Все механизмы должны быть в исправном рабочем состоянии и отрегулированы.

Во время сборки раздаточной коробки, рабочие будут пользоваться такими инструментами как, гайковёрт, шуруповёрт и пресс. Эти инструменты по мимо повышенного шума так же являются источниками нежелательных вибраций. Вибрации вызывают нарушение вестибулярного аппарата, явление резонанса, воздействуют на сосудистую систему. Шум в первую очередь пагубно воздействует на сердечно сосудистую систему, и конечно же на слуховые органы человека. При работе в шумных помещении

важно следить за предельно допустимой отметкой звукового раздражителя, а также контролировать время пребывания на линии сборки, допускается использование специальных беруш для сотрудников.

Повышение допустимого напряжения в электросети может стать источником термических ожогов, нагревов ткани, раздражение живых тканей организма, произвольное сокращение мышц, которые могут вызвать серьезные механические повреждения при работе с инструментами. На предприятии должны проводиться своевременно работы по контролю электротехники, и электрооборудования.

Важным фактором безопасности является микроклимат в рабочем помещении. Температура воздуха, повышенная влажность, могут стать причиной заболевания человека, что вызовет затруднение во время работы. Предприятие должно контролировать температуру в цехе, своевременно проветривать используя вентиляционную системы, важно при это своевременно обеспечивать все необходимые работы по санитарной обработке систем отопления и вентиляции.

Психологический фактор играет большую роль в безопасности производства. Монотонность труда вызывает утомляемость, сонливость, и снижения внимания. Работа в коллективе может подразумевать конфликты и споры, что так же является вредоносным фактором. Чем больше человек устал, тем больше времени требуется на восприятие и выполнения должностных обязанностей. Несомненно, главный способ устранения психологического фактора на производстве, это перерывы во время работы, если рабочий день состоит из восьми часов, то целесообразней каждые два часа устраивать отдых на десять- пятнадцать минут. Мотивация играет положительную роль в рабочей обстановке. В не рабочего время организовывать выездные собрания рабочих на природе с целью улучшения работоспособности внутри коллектива.

6.4 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

Что бы обеспечить максимально-безопасные условия труда, необходимо в первую очередь составить план рабочего времени, а так же рационально эффективно распределить время на отдых сотрудников. В данном случае предприятие работает в 2 смены по 8 часов, составим предварительную таблицу рабочего графика:

Таблица 6.1

	Первая смена	Вторая смена
Начало-конец работы	7:00-15:45	15:45-00:15
Время обеда	11:00-11:45	19:30-20:00
Время перерывов	9:00-9:10	18:00-18:10
	14:00-14:10	22:00-22:10

Так же необходимо проводить мастер классы по обучению сотрудников по повышению квалификации с учётом особенности того или иного вида работы.

За охрану труда отвечает мастер производства, закреплённый на определённый рабочий участок. Организационно-методическую работу оказывает служба охраны труда, непосредственно подчинённая главному инженеру производства.

Обучение охране труда новых рабочих приводится при их профессионально-техническом обучении. Администрация предприятия должна обеспечить следующие виды инструктажа:

а) Вводный – проводится инженером по охране труда для всех поступающих на работу. Личная карточка инструктажа по технике безопасности, промсанитарии и пожарной безопасности хранится у мастера. В этой карточке записаны: дата проведения, вид и объем инструмента, подпись инструктируемого, сведения о прохождении обучения охране труда,

учет несчастных случаев, микротравм и нарушения правил техники безопасности.

В ходе вводного инструктажа освещаются общие вопросы безопасности на производстве, правила ношения спецодежды, правила перемещения по производственному помещению, правила пожарной безопасности, местонахождения средств пожаротушения, правила пользования ими, порядок вызова пожарных бригад и скорой помощи. Также инструктируемый должен быть осведомлен о своих правах при получении травм;

б) Первичный – проводится руководителем работ для рабочих, впервые приступивших к этому виду работ. В ходе первичного инструктажа инструктируемому объясняют правила работ на его рабочем месте, распорядок рабочего времени, местонахождения средств пожаротушения. После инструктажа, рабочие в течение 2 ...5 смен выполняют работу под наблюдением мастера или бригадира, затем оформляется допуск к самостоятельной работе;

в) Повторный – проводят не раньше чем раз в полгода со всеми работающими. Рекомендуется проводить один раз в квартал;

г) Внеплановый – проводят при изменении технологии или нарушениях рабочими инструкций по охране труда;

д) Текущий - проводится перед выполнением работ, на которые должен быть оформлен наряд-допуск. В ходе этого инструктажа освещаются особенности работ и технике безопасности при ее выполнении.

Контроль за состоянием охраны труда должен осуществляться службой охраны труда с целью проверки соответствия условий труда работающих требованиям законодательства о труде, а также проверки выполнения службами и подразделениями своих обязанностей по охране труда.

Виды контроля:

а) оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;

- б) трехступенчатый административно-общественный контроль;
- в) контроль, осуществляемый службой охраны труда на предприятии;
- г) ведомственный контроль вышестоящих органов;
- д) контроль, осуществляемые органами государственного надзора и технической инспекцией труда профсоюзов.

В таблицу 6.2 сведены опасные и вредные производственные факторы, и защита от них, для участка сборочного цеха.

Таблица 6.2

Название ОВПФ	Коллективные средства защиты	Средства индивидуальной защиты.
1) Повышенный уровень шума. (84 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.
3) Напряжения в электрической сети.	1) организационные мероприятия; 2) технические мероприятия	Применение защитных средств и

	<p>(предупредительные плакаты, заземление, зануление, разделение сети на короткие участки разделителями-трансформаторами, двойная изоляция).</p>	<p>приспособлений, а) изолирующие: основные (резиновые перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками), дополнительные (изолирующие подставки); б) ограждающие.</p>
<p>4) Подвижные детали.</p>	<p>Во избежание механического повреждения от вращающихся и движущихся частей используемого оборудования следует придерживаться следующих правил:</p> <p>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 напальчников;</p> <p>2) при установке режущих инструментов следят за надёжностью и прочностью их крепления и правильностью центровки. При смене инструмента шпиндель станка должен быть опущен;</p> <p>3) установку деталей на станок и снятие со станка производят при отведённом в исходное</p>	

	<p>положение инструменте;</p> <p>4) в процессе работы инструмент следует плавно подводить к детали. При сверлении не удерживать деталь руками;</p> <p>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;</p> <p>6) необходимо проверить исправность крепления груза на тросе противовеса. Следует убедиться, что обрабатываемые детали, тиски и другие приспособления прочно и надёжно закреплены на столе и фундаментной плите.</p>
<p>5) Острые кромки, заусенцы.</p>	<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,</p>

	<p>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>	
<p>6) Повышенная металлическая запылённость. До 25 мг/м³</p>	<p>1) применение систем вентиляции;</p> <p>2) применение замкнутых технологических процессов.</p>	<p>Респираторы, куртки, брюки, комбинезоны, сапоги, перчатки, рукавицы, мази, пасты, очки, щитки.</p>
<p>7) Психофизиологические ОВПФ: физическое перенапряжение, монотонность</p>	<p>Степень утомляемости работающих на основных видах оборудования в цехах машиностроительных заводов обусловлена не только нервной и физической нагрузкой, но и</p>	

<p>труда, напряжение зрительных анализаторов.</p>	<p>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. 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. При выполнении трудоёмких и монотонных работ правильная организация отдыха имеет большое значение для восстановления работоспособности, т.е. должны быть предусмотрены перерывы. Для рабочих устраивают специальные места отдыха, расположенные недалеко от мест работы, снабжённые вентиляцией, питьевой водой и т.п.</p>
---	---

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе расчёта дипломного проекта была проделана работы заключающаяся в анализе целесообразности модернизации раздаточной коробки передач на полноприводном автомобиле ВАЗ – 2121 «НИВА».

Целью модернизации являлась замена муфты переключения передач на синхронизатор, устанавливаемый на первичный вал раздаточной коробки. Были выполнены тягово-динамические, кинематические и компоновочные расчёты автомобиля. В результате которых, были определены передаточные числа трансмиссии и раздаточной коробки, скоростные и мощностные показатели, а также топливо–экономическая характеристика. Определено что установка синхронизатора никак не повлияет на данные показатели, а наоборот улучшит динамику автомобиля, так как установка этого узла, даёт возможность водителю производить смену режима раздаточной коробки без прерывания мощности.

Так же были определены геометрические размеры шестерни понижающей и повышающей передачи, количество зубьев, углы наклона, и соответственно их прочностные показатели. По мимо расчётов шестерни, был проведён прочностной расчёт первичного вала, установлены максимальные нагрузочные моменты и силы, приложенные к валу в момент вращения, данные показания не изменяются при установке синхронизатора.

Соответственно был проделан расчёт синхронизатора, он заключался в определение момента трения и расчёта температуру

нагрева трущихся деталей, полученные данные не превышали максимальных допустимых значений.

Установлено значения такта и ритма сборки, в части дипломного проекта по технологической части, а также составлен технологический маршрут сборки с учётом времени на отдельно взятой операции всех узлов и агрегатов.

Анализ экономической части позволил определить чистый дисконтный доход, означающий что данная модификация позволит приносить прибыль в течение заданного периода, а также срок окупаемости заданного проекта.

Была проведена разработка мероприятий по обеспечению требований охраны труда на участке сборки раздаточной коробки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. УДК 629.33 Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчёта автомобиля: учеб. Пособие [Текст] /В.М. Скутнев. -Тольятти: Изд. ТГУ, 2012.-295 с.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/BA3-2121> - Википедия:
 - Борис Казин «Нива» штурмует высоту (рус.) [Текст] // «Техника — молодёжи»: журнал. — 1979. — № 2. —С. 30—33. — ISSN 0320-331X.
 - Коллектив авторов под редакцией Г. Маслова Управление главного конструктора ВАЗ «Высокой мысли пламень» книга I часть 3 "Как создавалась Нива" (рус.) [Текст] // АвтоВАЗ Тольятти. — 2000. — Т. 2.
 - инженер-испытатель ВАЗа В. А. Котляров «Вижу цель. Записки командора» глава V "Нива" - рождение замысла (рус.) [Текст] // АвтоВАЗ Тольятти. — 2001.
 - инженер-испытатель ВАЗа Сергей Мишин "Что может "Нива" (рус.) [Текст] // Специальный выпуск автомобильной газеты "Семь верст".
3. УДК 629.3.017 Черепанов, Л.А. Расчёт тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие [Текст] / Л.А. Черепанов; ТолПИ. -Тольятти:2001. -40с.
4. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: П79 В 3 т. Т. 2 [Текст] / Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.528 с.: ил.
5. Щипанов, А.В. Разработка технологических процессов сборки узлов и изделий: Учебно-методическое пособие для выполнения курсовых проектов, работ и технологической части дипломных проектов по

- дисциплине «Технология автотракторостроения». [Текст] /Тольятти: ТГУ, 2008. – 56 с.
6. Соломатин, Н.С. Конструирование и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобили и тракторы».-ТГУ.-Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. М:Автополюс плюс, 2005 -557 с.
 7. Капрова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 – «Автомобиле – и тракторостроение» всех форм обучения [Текст]. Тольятти: ТГУ, 2007. – 63 с.
 8. Вахламов, В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475. - ISBN 978-5-7695-4202-2:
 9. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля. -М: ООО «Изд. «За рулем», 2012.-336с. ISBN 878-5-903813-06-03.
 10. 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.
 11. 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.
 12. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта».[Текст] Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33.

13. Устройство и ремонт [Текст] / В.А. Вершигора, А.П. Игнатов, К.В. Новокшенов, К.Б. Пятков. — М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1989. - 335 с.: ил
14. Справочник [Текст] / Под общ. ред. А. И. Гришкевича. — М.: Машиностроение, 1984. — 272 с.
15. Трансмиссии автомобилей [Текст] / Цитович И.С, Каноник И.В., Ва-вуло В.А. — Мн.:Наука и техника. 1979. – 256 с.
16. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
17. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля: учеб. пособие [Текст] / А.И. Гришкевич, В.А.Вавуло, А.В. Карпов. – Мн. : Выш. шк., 1987. – 240 с.
18. Гаспарянц, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарянц. – М. :Машиностроение, 1978. – 351 с.
19. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд-е [Текст] / Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М. :Машиностроение, 1986. – 304 с.
20. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фитгерман. – М. : Машиностроение, 1973. – 490 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Графики тягово-динамического расчёта

Приложение А

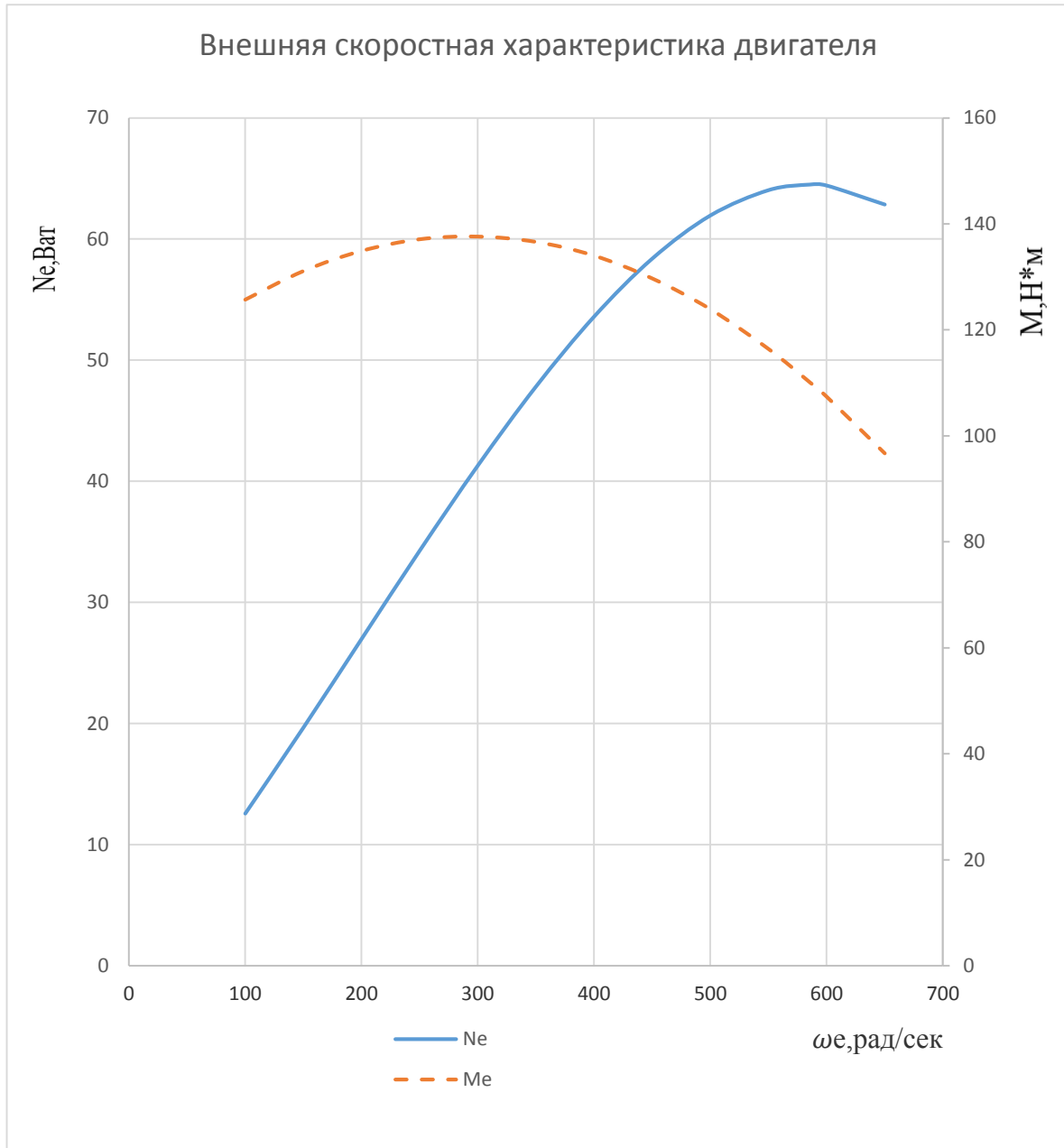


Рисунок А1

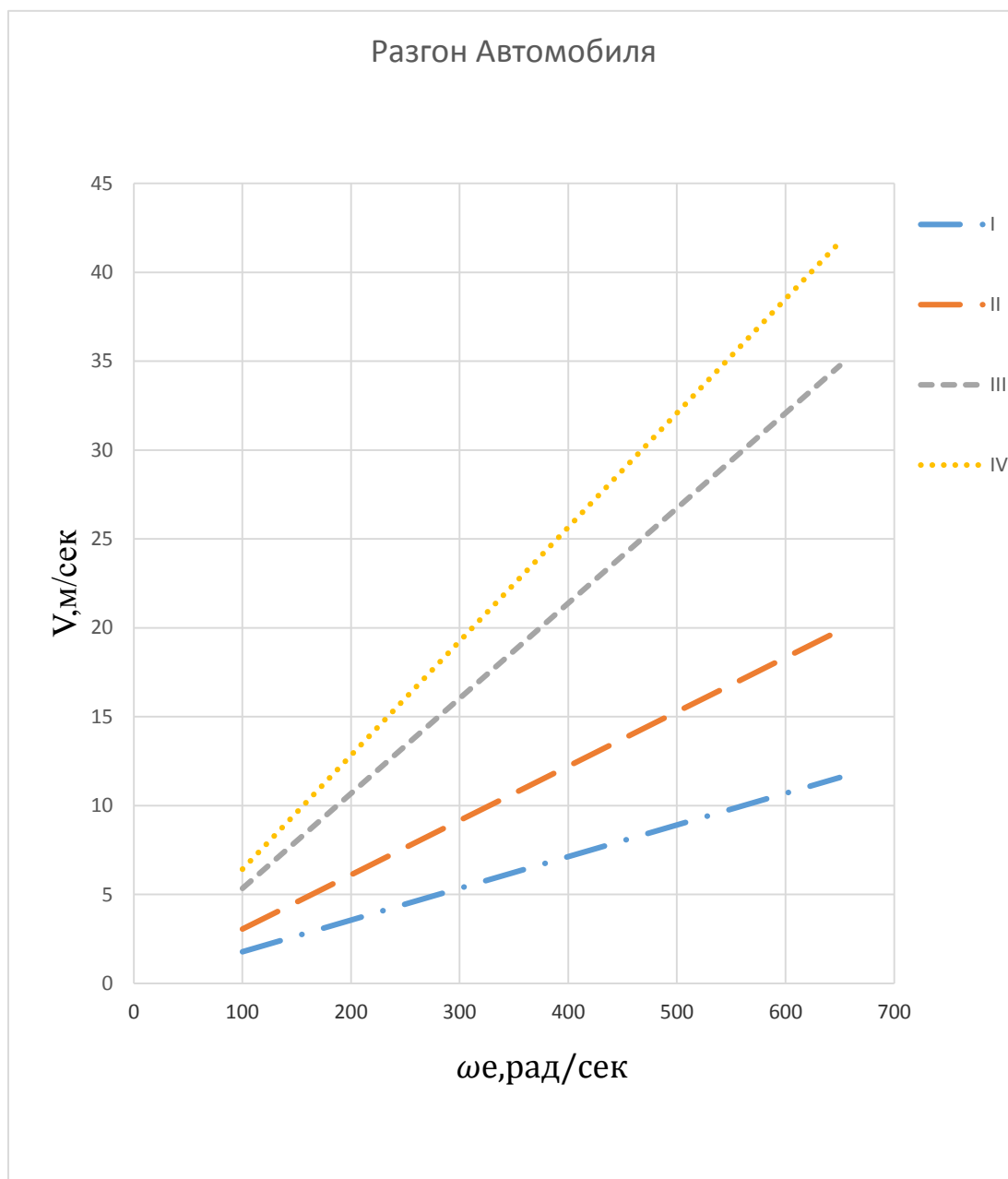


Рисунок А2

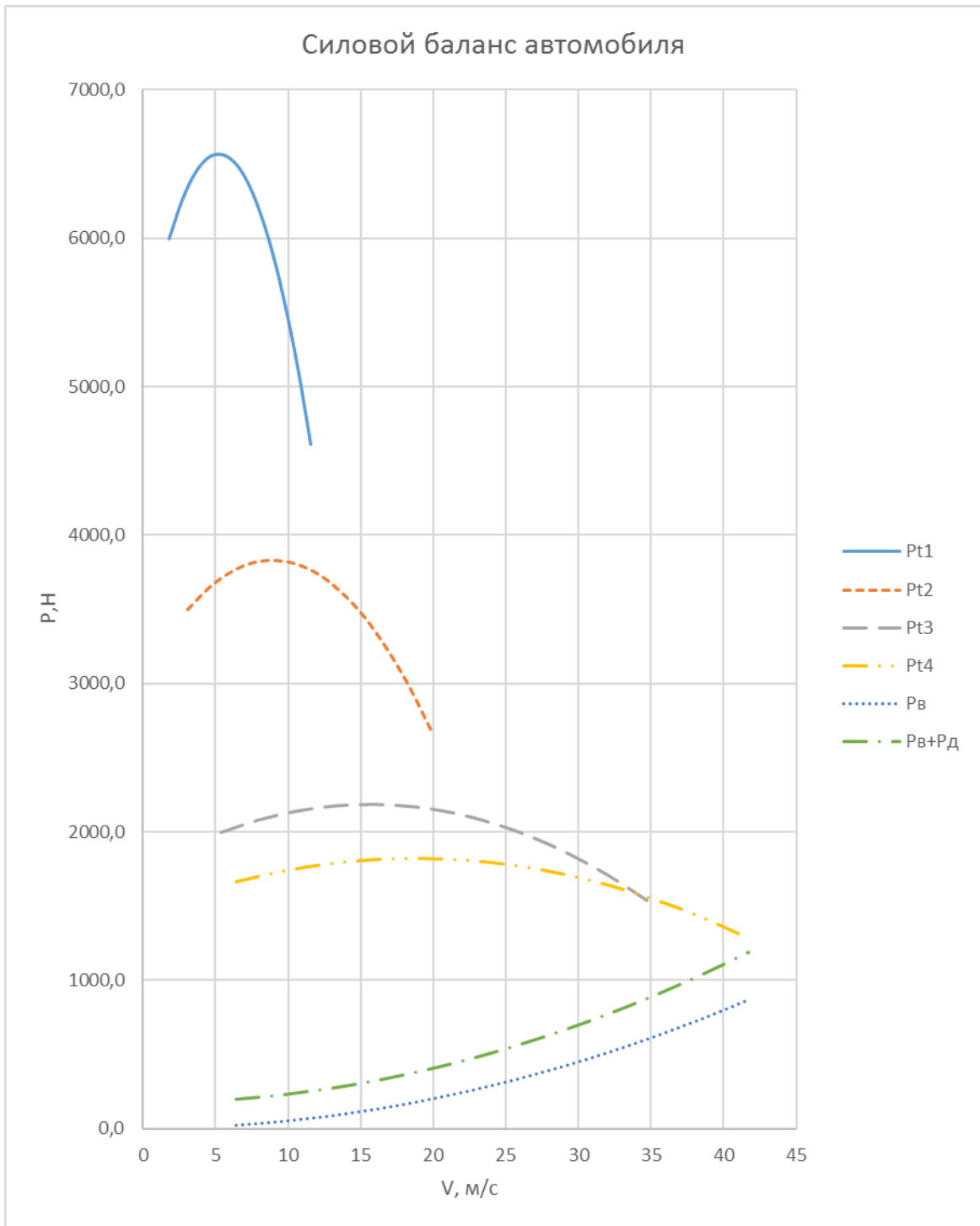


Рисунок А3

Динамические характеристики автомобиля

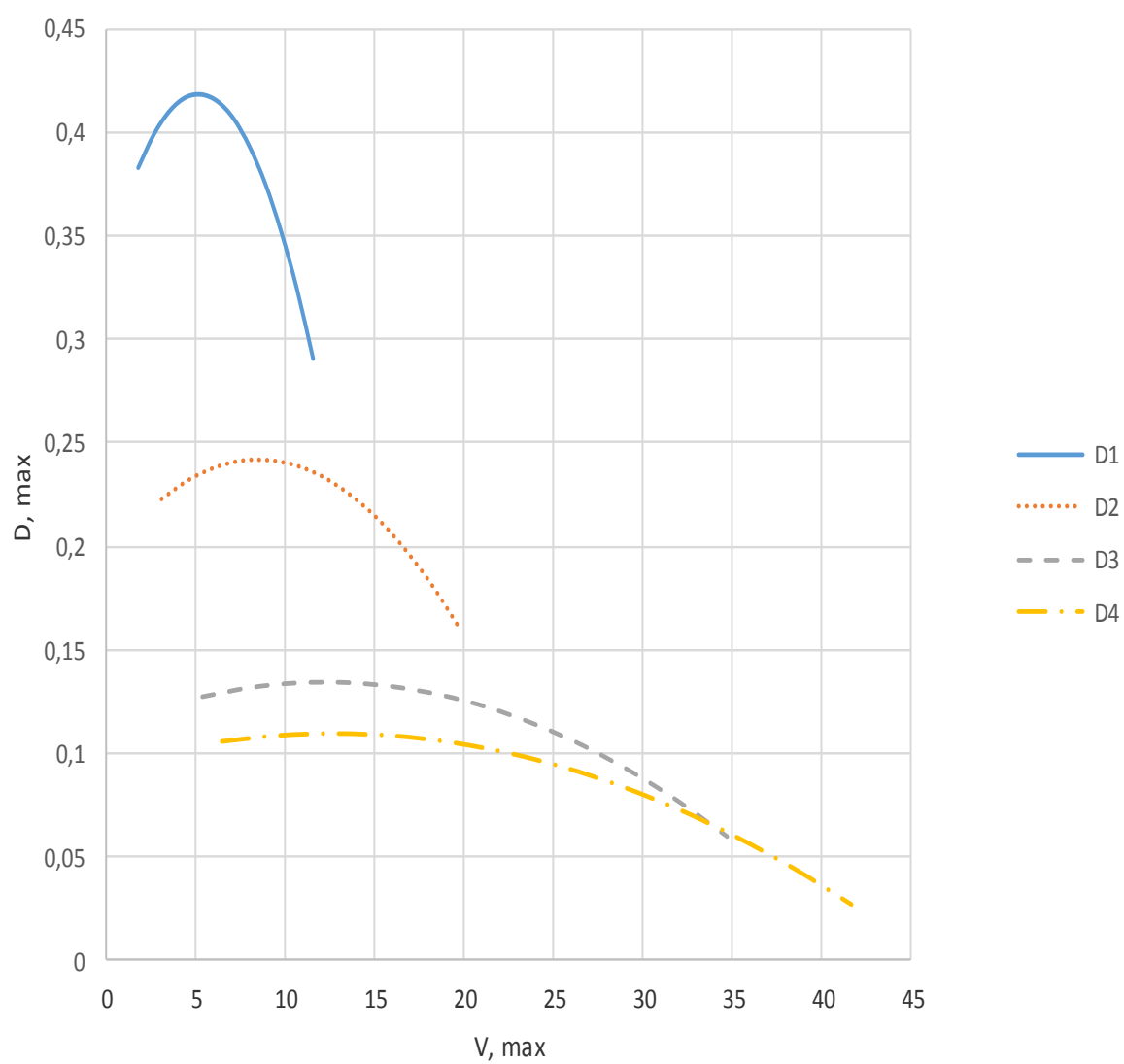


Рисунок А4

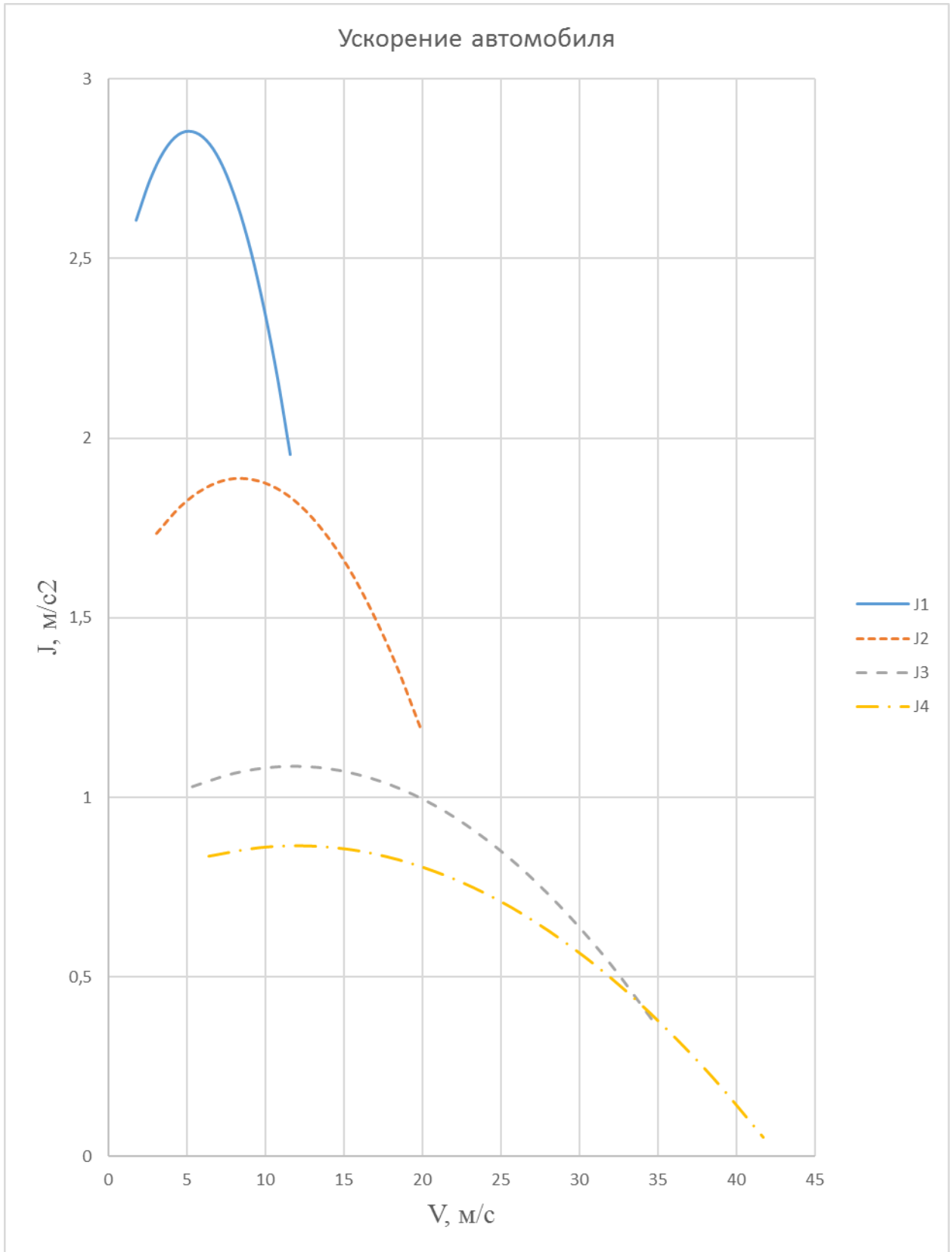


Рисунок А5

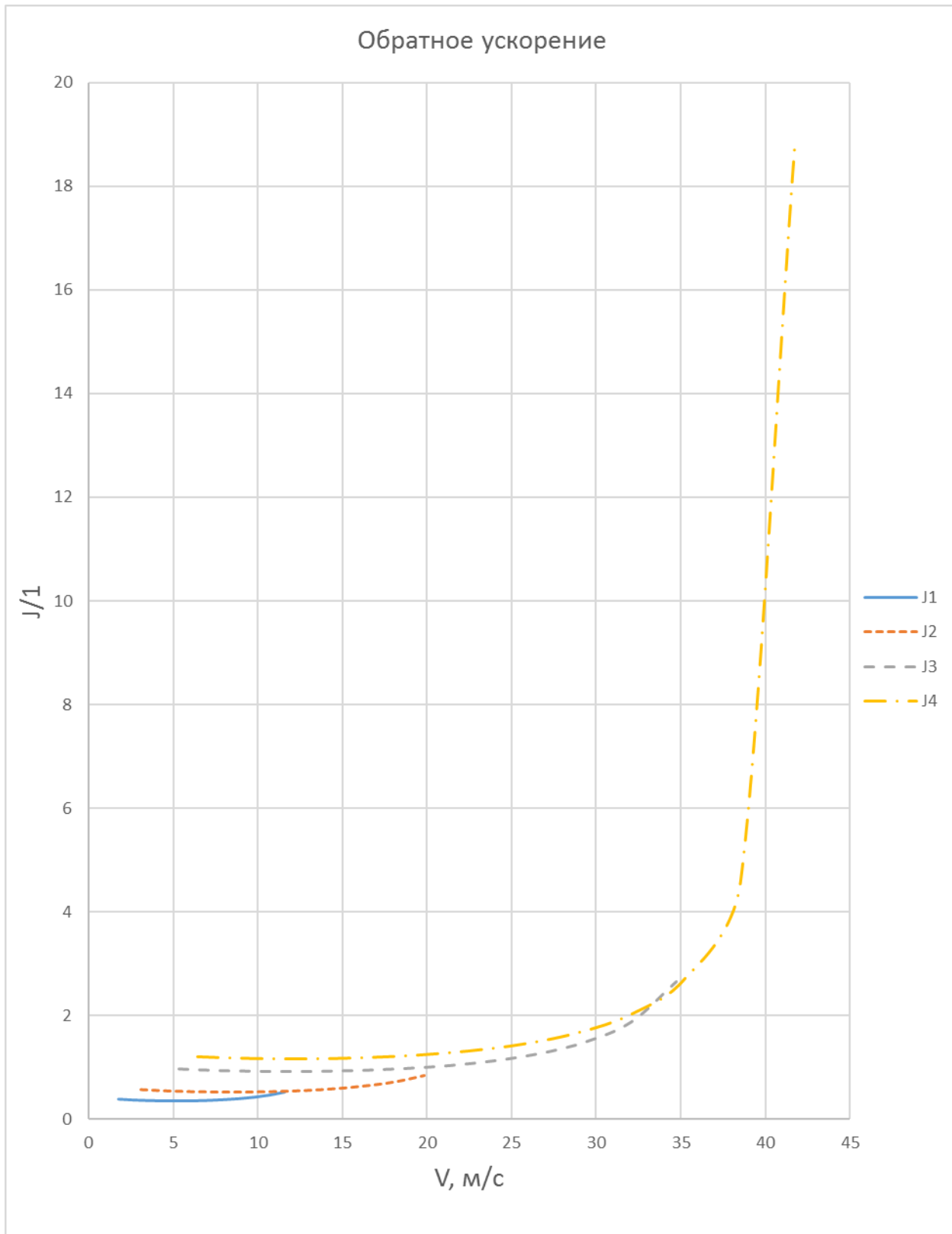


Рисунок А6

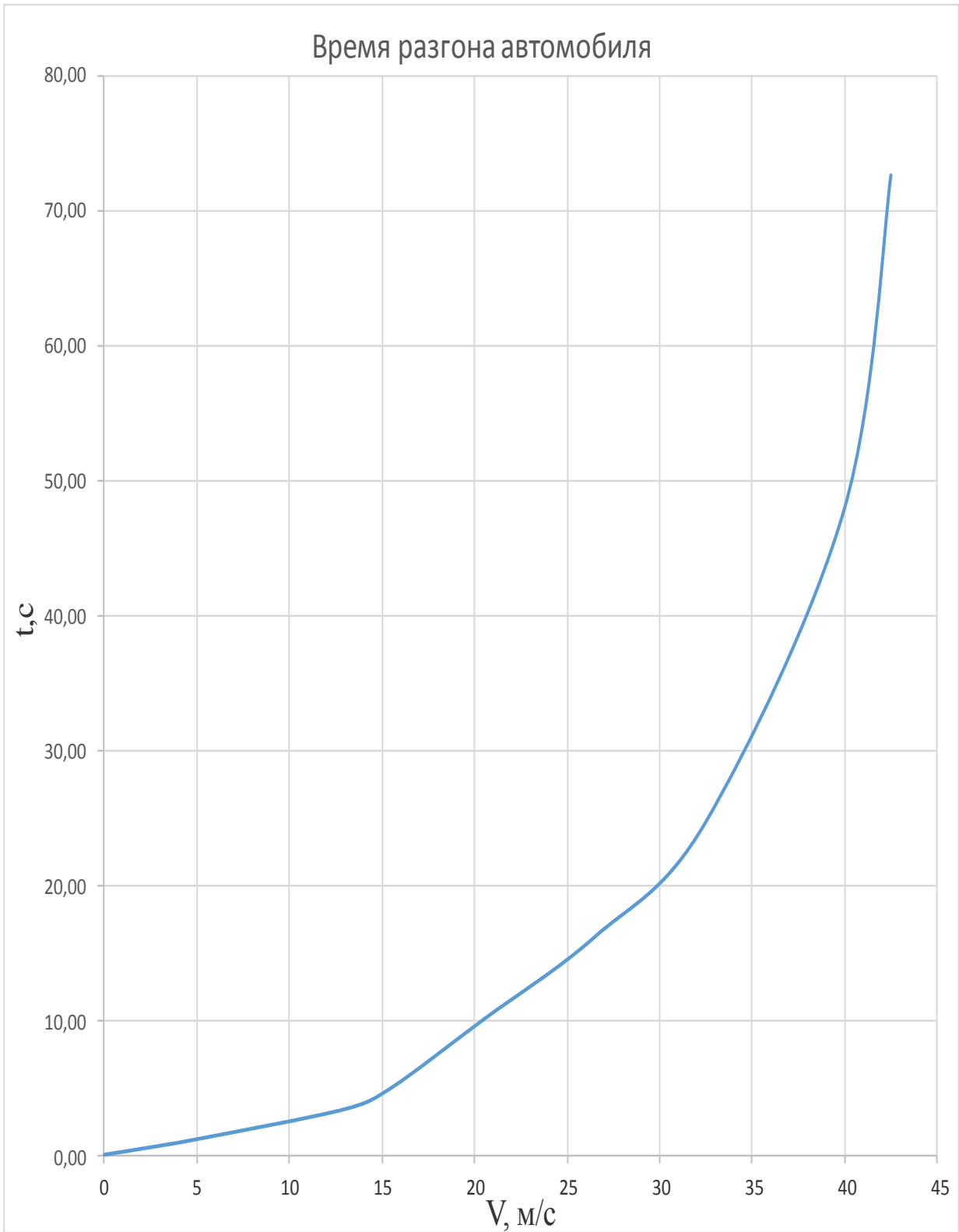


Рисунок А7

Путь разгона автомобиля

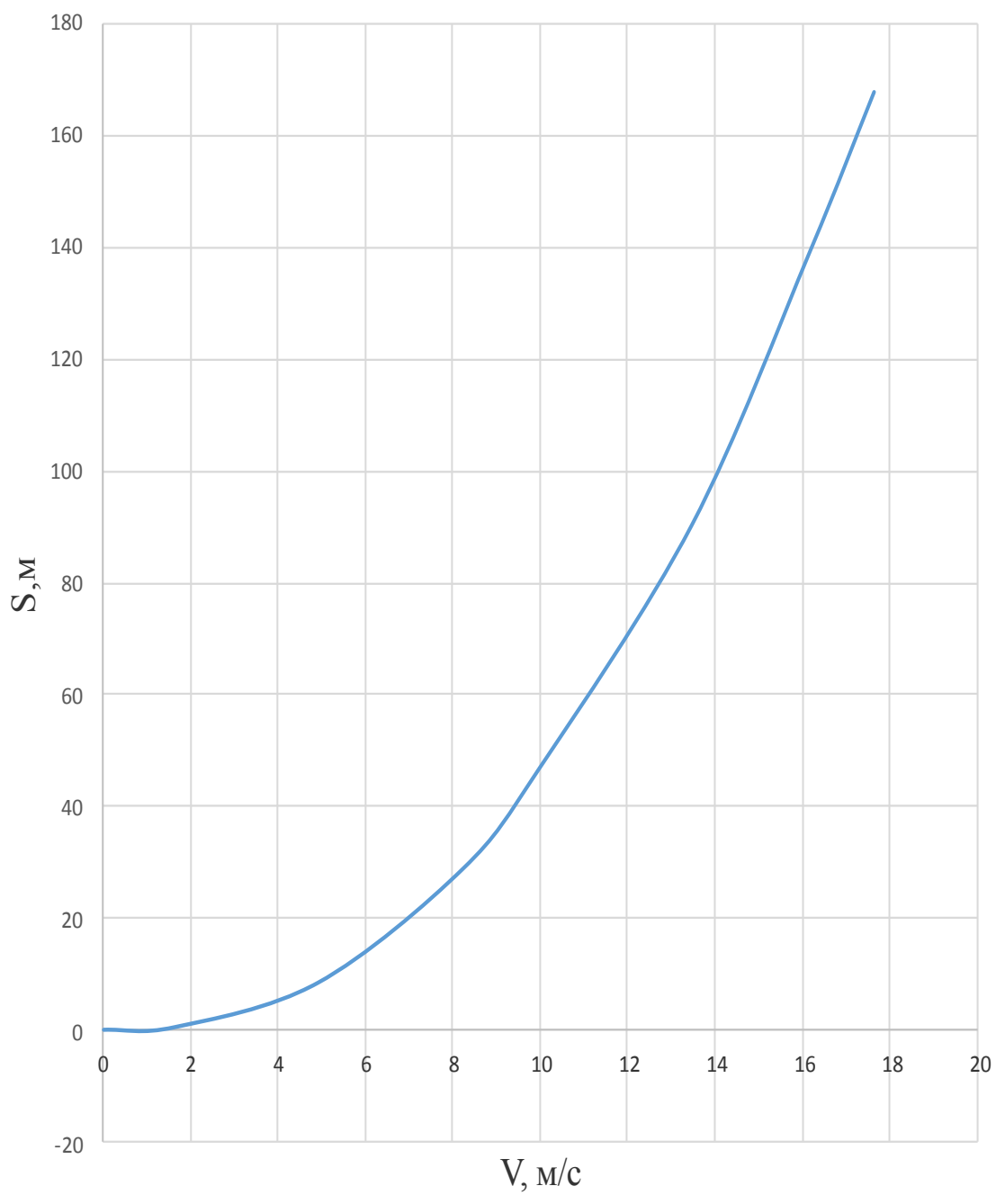


Рисунок А8

Мощностной баланс автомобиля

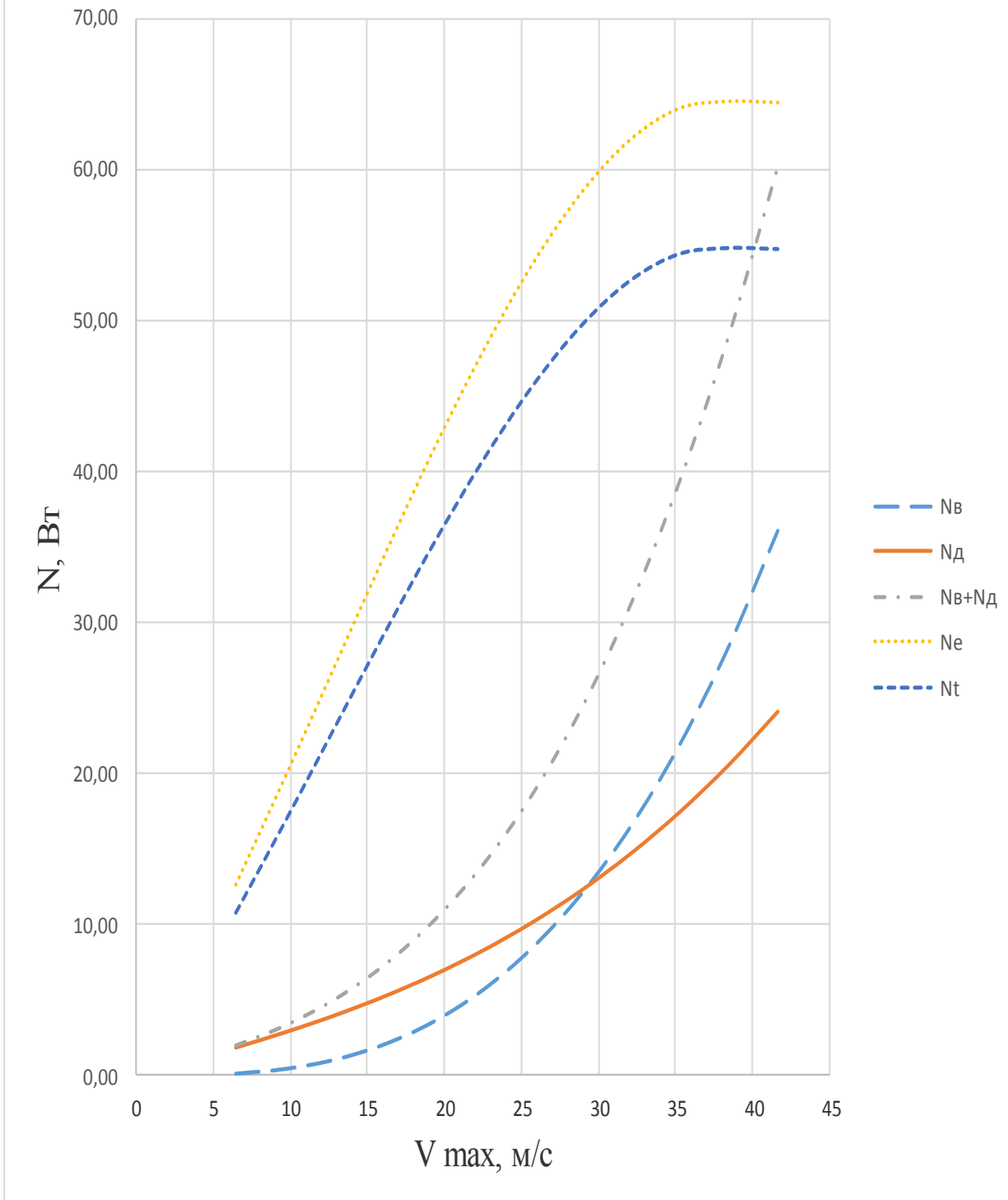


Рисунок А9

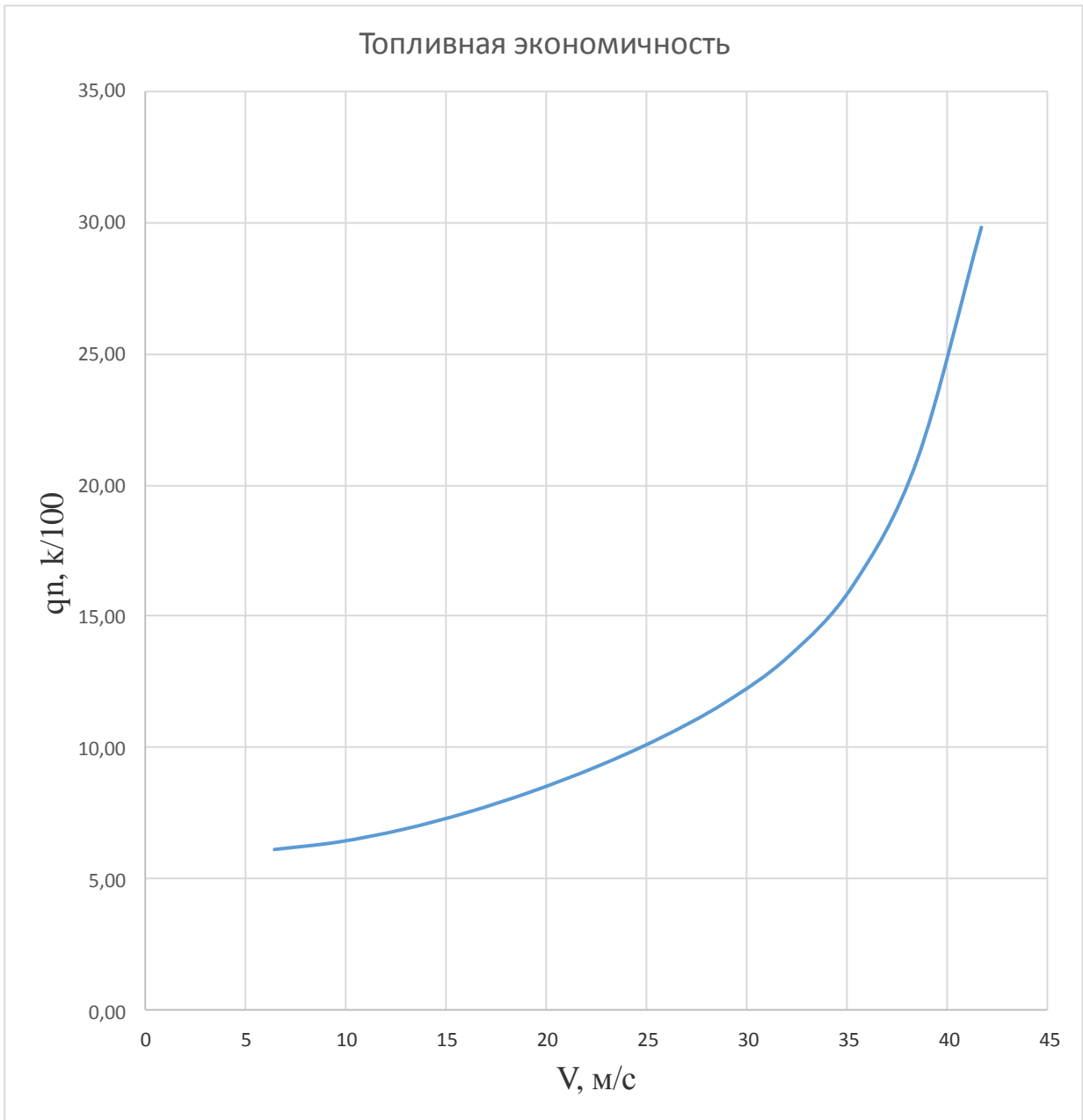


Рисунок А10

Спецификация

Приложение Б:

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
<i>Документация</i>							
			16.ДП.003-2121-1800015-20СБ	Сборочный чертёж	1		
				Пояснительная записка	1		
<i>Сборочные единицы</i>							
		1	2123-1800072	Пробка 22x15 заливная раздаточной коробки	1		
		2	21214-1801010	Кронштейн подвески	2		
		3	2121-1802010	Картер в сборе	1		
		4	2121-1802015	Крышка картера в сборе	1		
		5	21214-1802084	Вал промежуточный в СБ	1		
		6	2123-1802150	Дифференциал в СБ	1		
		7	21213-1802166	Подшипник дифференциала передний	1		
		8	2121-1802232-10	Картер привода переднего моста в СБ	1		
			2123-1803021	Шток вилки включения передач СБ	1		
			2123-1804025	Вилка рычага в СБ			
		9	2121-1804040	Рычаг переключения передач СБ	1		
		10	2123-1804052	Рычаг дифференциала СБ	1		
		11	2123-2201100	Фланец ведущего вала СБ	1		
		12	2123-2401046	Пробка магнитная в СБ	1		
16.ДП.01.003-1800015-20							
Изм.		Лист	№ докум	Подп.	Дата		
Разраб.		Артеменко					
Проб.		Скутнев					
Рисов.		Скутнев					
Н.контр.		Егоров					
Утв.		Байраковский					
Раздаточная коробка в сборе					Лит.	Лист	Листов
						1	4
					ТГУ гр. АТ-1101		
<i>Копировал</i>					<i>Формат А4</i>		

Рисунок Б1- Лист спецификации 1

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
			<u>Детали</u>		
	4	21214-1802054	Подшипник ведущего вала	2	
	15	2101-1701113	Втулка шестерни 1 передачи	1	
	16	2123-1701190	Подшипник промежуточного вала	1	
	17	2101-1701192	Кольцо установочное	2	
	18	21213-1802036	Шестерня высшей передачи	1	
	19	21213-1802040	Шестерня низшей передачи	1	
		2101-1702077	Шарик фиксатора штока	2	
		2101-1702028	Болт крепления вилки к штоку	1	
		2108-1702087	Пружина фиксатора	2	
		2110-1703226	Втулка оси рычага	4	
		2121-1802016	Крышка люка	1	
		21213-1802017	Прокладка крышки люка	1	
		2123-1802021-02	Прокладка крышки картера	1	
	20	2121-1802037	Кольцо упорное переднего подшипника	1	
	21	2121-1802028	Крышка переднего подшипника	1	
	22	2121-1802080-10	Крышка задняя	1	
	23	2121-1802103	Кольцо упорное заднего подшипника	2	
	24	2121-1802110	Вал привода переднего моста	1	
	25	2123-1802120-20ГЧ	Сальник ведущего вала сд	2	
	26	2121-1802148	Муфта дифференциала	1	
	27	2121-1802172	Шайба подшипника дифференциала	1	
	28	2121-1802186	Вал заднего моста	1	
	29	21213-1802189	Подшипник дифференциала задний	1	
	30	21214-1802208	Подшипник вала переднего моста	2	
	31	2123-1802216-20 ГЧ	Сальник вала заднего моста	1	
		2121-1802235-03	Прокладка привода переднего моста	1	
	32	2123-1802236	Крышка картера переднего моста	1	
Инд. № подл.					
Взам. инв. №					
Инд. № докл.					
Подп. и дата					
16.ДП.01.003-1800015-20					Лист 2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
			Копировал		Формат А4

Рисунок Б2- Лист спецификации 2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			2123-1802237	Прокладка крышки переднего моста	1	
		33	2121-1804044	Ось рычага	2	
		34	2121-10880	Стопорная шайба	4	
		36	2121-1804043	Втулка оси рычага	2	
		37	2121-1802116	Муфта синхронизатора	1	
		38	2121-1802103	Стопорное кольцо синхронизатора	1	
		39	2121-1802105	Блокирующее кольцо	1	
		40	2121-180232	Пружина синхронизатора	1	
		41	2101-2201106-01	Шайба гайки фланца	3	
		42	21214-3802824-10	Корпус спидометра	1	
		43	21214-38027	Датчик спидометра	1	
		44	21214-38026	Вал спидометра	1	
		45	21213-1802076	Шестерня вал	1	
		46	21214-345321	Шестерня привода переднего моста	1	
		47	21214-345321	Шестерня привода заднего моста	1	
		48	2121-10880	Стопорное кольцо	2	
		50	2123-66742	Ось сателлита	1	
		51	2121-18232	Фланец заднего моста	1	
		52	21214-1802208	Подшипник задний промежуточного вала	1	
		53	21213-1802076	Вал ведущий		
		54	2121-18342	Крышка картера заднего моста		
		55	21123-44333	Сателлит	2	
				Прочие изделия		
		7	61008	Гайка М8	28	
			25749	Гайка М16х15	8	
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.ДП.01.003-1800015-20	
					Лист 3	

Копировал

Формат А4

Рисунок Б3 - Лист спецификации 3

