

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему *Переднеприводный легковой автомобиль второго класса*

Модернизация коробки передач

Студент

Никифоров В.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Турбин И.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Краснопевцева И.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Москалюк А.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Гудкова С.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Егоров А.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И. о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« ____ »

20 18 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В пояснительной записке к проекту содержится 87 листа печатного текста (формата А4), 2 листа приложений (спецификаций, формата А4), а также 10 листов графического материала с чертежами коробки передач в сборе (1 лист формата А1), детализовка (4 листа формата А1), коробки передач в автомобиле (формат А1), листа экономической части (формат А1), листа технологической части (формат А1) и 2-ух листов с графиками тягового расчета (формата А1).

Задачей дипломного проекта являлось - модернизация коробки передач. За основу принят автомобиль LADA VESTA, который начал выпускаться в сентябре 2015 года и в настоящее время являющийся одним из лидеров продаж. При изучении различных комплектаций этого автомобиля было определено, что ни одна из комплектаций не имеет шести-ступенчатой коробки передач, что не позволяет в полной мере реализовать возможности по снижению расхода топлива. Особенно, это важно для комплектации с двигателем 1,8 л.

В дипломном проекте была выполнена модернизация действующей пяти-ступенчатой коробки передач. Путем внесения ряда изменений в конструкцию коробки передач, была добавлена шестая передача. Проведенные тяговые расчеты для базовой пяти-ступенчатой коробки передач и модернизированной шести-ступенчатой коробки передач показали улучшение топливной экономичности автомобиля на 0,7 л/100 км (при движении на высшей передаче со скоростью 100 км/ч).

Также для модернизированной коробки передач применено измененное передаточное отношения для второй передачи. Вместо 1,95 применено 2,10. Данное решение выполнено для уменьшения разрыва при переключении с первой на вторую передачу.

Таким образом, поставленные задачи перед дипломным проектом были достигнуты.

ANNOTATION

The explanatory note for the project consist from 87 pages of text (A4 format), 2 sheets of applications (specifications, A4 format), also diploma has 10 sheets of graphic material with drawings. Gearbox assembly drawing is 1 sheet (A1 format), drawings of gearbox parts are 4 sheets (A1 format), gearbox integrated to vehicle - 1 sheet (format A1), the sheet of the economic part (A1 format), the sheet of the technological part (A1 format) and two sheets with graphics of dynamic properties of vehicle – 2 sheets (A1 format).

The target of the diploma project was the modernization of the gearbox. The car LADA VESTA was used as a basis. The sales of this vehicle launched in September 2015. To this moment, this vehicle one of the leaders in sales on Russian market. Studying of the different models of this car family to show that LADA VESTA has not gearbox with 6 gears. It means, that LADA VESTA has not good fuel efficiency. it was determined that none of the complete sets does not have a six-speed gearbox. Especially, this important for vehicle with 1.8-liter engine.

In the diploma project, the existing five-speed gearbox was modernized. By making a number of changes to the design of the gearbox, a sixth gear was added. The calculations for a basic five-speed gearbox and a modernized six-speed gearbox showed an improvement in the fuel economy of the car by 0.7 l / 100 km (when driving at a higher gear at a speed of 100 km / h).

Also for the upgraded gearbox, a modified gear ratio for the second gear. Instead of 1.95, 2.10 was applied. This solution is designed to reduce the gap when switching from the first to the second gear.

Thus, the tasks assigned to the diploma project were achieved.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Состояние вопроса.....	8
1.1 Назначение коробок передач.....	8
1.2 требования предъявляемые к коробкам передач.....	8
1.3 классификация коробок передач.....	10
1.4 Обзор конструкций современных механических коробок передач	12
1.5 модернизация конструкции коробки передач	20
2 Защита интеллектуальной собственности.....	21
3 Конструкторская часть	22
3.1 Тяговый расчет действующего автомобиля LADA VESTA	22
3.1.1 Расчет динамических свойств автомобиля.....	22
3.1.2 Расчет топливной экономичности автомобиля	35
3.1.3 Выводы по результатам тягового расчета базового автомобиля	35
3.2 Тяговый расчет автомобиля LADA VESTA с модернизированной	
коробкой передач.....	37
3.2.1 Расчет динамических свойств автомобиля (проектный вариант)	37
3.2.2 Расчет топливной экономичности автомобиля	41
3.3 выводы по результатам тяговых расчетов	42
4 Технологическая часть	43
4.1 Анализ технологического процесса сборки.....	43
4.2 Определение технологического процесса сборки.....	44
4.3 Расчет основных параметров технологического процесса	46
4.4 разработка технологического процесса сборки.....	49
5 Анализ экономической эффективности	52
5.1 Введение	52
5.2 Расчет затрат на производство нового изделия.....	52
5.3. Расчет точки безубыточности	58
5.4 Расчет эффективности проекта	60
6. Безопасность и экологичность объекта	67

6.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций....	67
6.2 Опасные и вредные производственные факторы.	69
6.3 организаионно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчетами.	71
6.4 Антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности.	77
6.5 Обеспечение безопасности при эксплуатации объекта.	78
6.6 Функционирование объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях.	79
6.7 Выводы по разделу	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	84
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	86

ВВЕДЕНИЕ

Перед современной автомобильной промышленностью стоит несколько задач, которые определяются с одной стороны законодательными требованиями, а с другой стороны требованиями потребителей. При этом законодательные требования имеют тенденцию постоянного ужесточения в областях связанных с безопасностью и экологичностью транспортных средств. В связи с этим автопроизводители должны иметь долгосрочные планы по новым разработкам с целью выполнения данных требований, так как в противном случае, возникнут сложности с сертификацией транспортных средств. К одним из таких требований относиться требование по выбросам газа CO₂, что напрямую зависит от расхода топлива. К настоящему времени, наиболее перспективной технологией, позволяющей существенно снизить расход топлива является применение гибридных силовых установок. Однако дано решение требует новой архитектуры автомобиля и не может обеспечить низкую стоимость автомобиля. Поэтому, необходимо внедрять в конструкцию новых и проектируемых автомобилей технические решения, которые уже доказали свою эффективность. Одним из таких решений является применение коробок передач с большим числом ступеней. Это техническое решение, зачастую, не требует изменений в конструкции кузова автомобиля, а также других систем, что позволят применять его даже на серийных автомобилях в рамках этапа модернизации действующей модели в массовом производстве.

В настоящее время, большинство «бюджетных» моделей автомобилей на рынке имеет 5-ти ступенчатую коробку передач. Это является значительным модернизационным потенциалом, так как применение 6-ти ступенчатой коробки передач позволяет добиться целей по снижению расхода топлива как в плане соответствия ужесточающимся законодательным требованиям, так и в плане снижения эксплуатационных расходов для конечного потребителя.

Исходя из выше представленной идеи, тема проекта обозначена как модернизация коробки передач путем введения в конструкцию шестой передачи. В качестве рассматриваемого автомобиля выбран автомобиль LADA VESTA, укомплектованный двигателем рабочим объемом 1,8 л. В настоящее время все автомобили LADA VESTA имеют коробки передач только в 5-ти ступенчатом исполнении, что в некоторой мере не позволяет полностью использовать потенциал этого автомобиля с точки зрения экономии топлива.

Объектом проекта принят автомобиль LADA VESTA 1,8 укомплектованный модернизированной коробкой передач ВА3-2180.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение коробок передач

Назначение коробки передач легкового автомобиля заключается в изменении крутящего момента двигателя, а также угловой скорости коленчатого вала двигателя с целью получения различных скоростей вращения и тяговых сил на ведущих колесах автомобиля. Это необходимо для обеспечения комфортного трогания автомобиля с места, а также для движения автомобиля в разных дорожных условиях, для обеспечения маневрирования и движения с минимальной скоростью. Также коробка передач обязана обеспечить движение задним ходом и иметь возможность длительно отсоединять двигатель от трансмиссии.

Иметь возможность движения на разных передачах обуславливается особенностями характеристики крутящего момента бензинового двигателя.

1.2 требования предъявляемые к коробкам передач

- Обеспечение требуемых свойств автомобиля (динамических и экономических) за счет применения необходимого числа передач и передаточных чисел передач;
- Наличие нейтральной передачи, позволяющей длительно отсоединять передачу крутящего момента и вращения от двигателя к трансмиссии;
- Обеспечение удобства и простоты при управлении переключением передач, отсутствие самовыключения передач;
- Низкий уровень шума в процессе работы коробки передач на всех передачах;
- Высокий коэффициент полезного действия при передаче мощности от двигателя.

Также необходимо рассматривать общие требования, которые предъявляются к автомобилю по условиям эксплуатации и соответственно распространяемых и на коробку передач.

- температура окружающей среды, в которой эксплуатируется автомобиль,
- влажность окружающего воздуха,
- высота над уровнем моря,
- обеспечение требований по надежности,
- обеспечение требований по стоимости,
- обеспечение требований массово-габаритных,
- обеспечение требований по межсервисному интервалу эксплуатации.

Кроме этого, иногда к коробкам передач предъявляют специальные требования, следующие из особых условий эксплуатации автомобиля. К таким требованиям можно отнести:

- обеспечение работоспособности и отсутствия повреждений при преодолении автомобилем брода (обычно указывается максимально допустимая глубина брода),
- обеспечение отбора мощности на внешние механизмы,
- возможность буксирования автомобиля без повреждений коробки передач.

1.3 классификация коробок передач

Чаще всего, коробки передач классифицируют по следующим признакам:

1. Передаточное число коробки передач изменяется:
 - 1.1. Ступенчато (механические коробки передач),
 - 1.2. Бесступенчато (автоматические коробки передач),
 - 1.3. Комбинированно (автоматические коробки передач).

Механические, ступенчатые коробки передач классифицируются по числу передач переднего хода (трех, -четырёх, -пяти и т.д), по положению осей валов в процессе работы (с неподвижными осями, с вращающимися, комбинированные).

Автоматические коробки передач классифицируются по способу преобразования крутящего момента (механические, гидравлические, электрические, комбинированные).

Механические коробки передач характеризуются как простые по конструкции, технологичные в изготовлении и имеющие наименьшую стоимость. Это обуславливает их применение на легковых автомобилях низкой стоимости. Также к преимуществам механических коробок передач следует отнести высокую ремонтпригодность, низкие требования к условиям эксплуатации, высокую надежность. Однако данный тип коробок передач часто не отвечает современным требованиям к комфорту. А именно, переключение передач, требует от водителя совершать действия по выключению сцепления, переключения передачи и включению сцепления. Все это требует внимания, энергии и ведет к повышенной утомляемости водителя (в сравнении с эксплуатацией автоматических коробок передач). Одним из решений является – автоматизация переключения передач за счет специальных актуаторов. Такие коробки передач, называются автоматизированными механическими коробками передач. Но и автоматизация не может в полной мере обеспечить высокий комфорт при переключении

чениях передач, и причина этому – разрыв потока мощности при переключении передач. Субъективно это ощущается водителем как «толчок» в продольном направлении сопровождающийся снижением динамических качеств автомобиля.

Однако, не смотря на данные недостатки механических коробок передач в сравнении с автоматическими, они до сих пор находят широкое применение в сегменте «бюджетных» автомобилей.

Автоматические коробки передач, в сравнении с механическими, обеспечивают водителю и пассажирам больший комфорт и существенно снижают энергозатраты водителя на управление автомобилем. Конструктивно, автоматические коробки передач могут быть нескольких видов, что часто, определяет их особенности в эксплуатации, обслуживании. Автоматическая коробка передач позволяет отказаться от такого органа управления как – педаль сцепления, что во многом и определяет более высокий комфорт для водителя, так как исключает необходимость оперировать педалью сцепления для переключения передач – это происходит автоматически, в соответствии с управляющей программой.

Однако, автоматические коробки передач также имеют определенные недостатки в сравнении с механическими коробками передач. Определяющим фактором не в пользу автоматических коробок передач является – стоимость. В настоящее время стоимость автоматических коробок передач выше стоимости механических коробок передач, что определяет их применение на автомобилях более высокой ценовой категории. Кроме этого, для «простых» автоматических коробок передач свойственен более высокий расход топлива. Это относится в большей мере к четырех-ступенчатым гидромеханическим коробкам передач, получившим наибольшее распространение на недорогих автомобилях. Но для более технически и технологически сложных «автоматов» действует обратная закономерность, а именно, расход топлива меньше чем на механических коробках передач. Это связано с диапазоном регулирования передаточным числом.

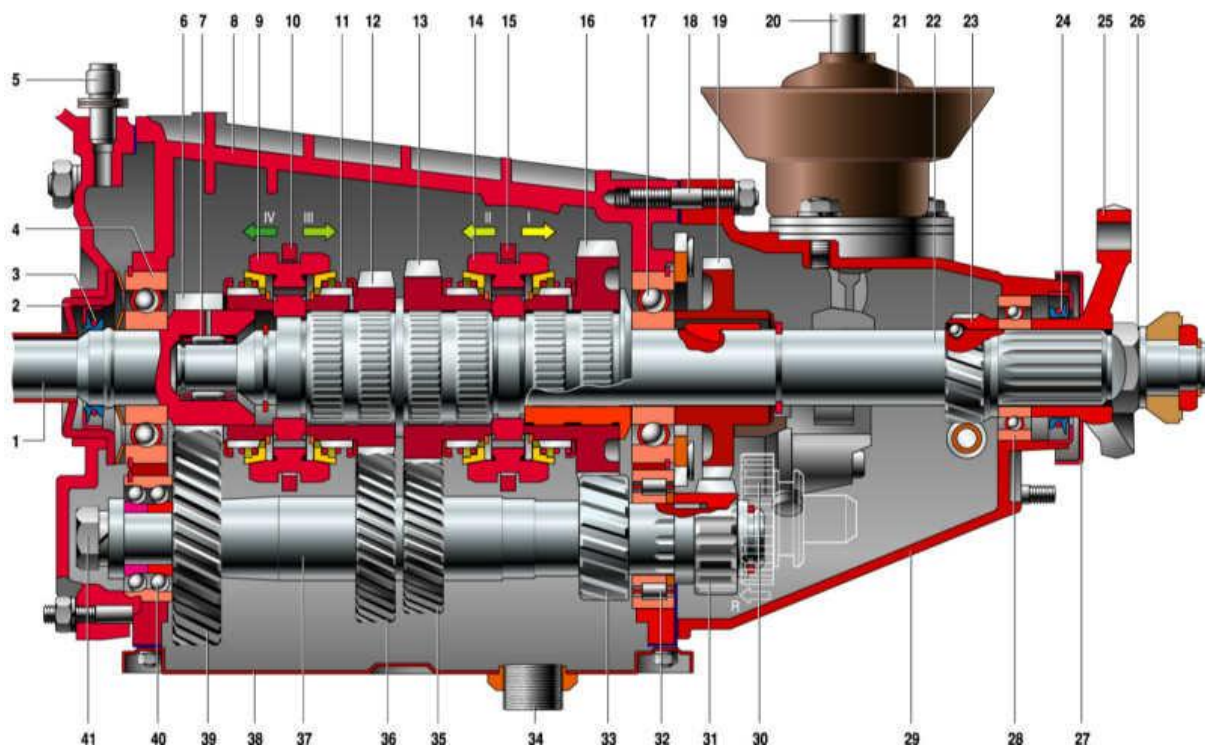
Для стандартных механических пяти- или шести-ступенчатых коробок передач, диапазон примерно находится в интервале $4,5 \dots 5,0$, в то время как для многоступенчатых автоматических коробок передач – $5,0 \dots 10,0$. Это позволяет осуществлять выбор передачи более правильно с точки зрения экономичности.

1.4 Обзор конструкций современных механических коробок передач

В данном разделе рассмотрим несколько конструкций механических коробок передач различных схем.

Рассмотрим конструкцию коробки передач автомобиля ВАЗ-2105. Разрез коробки передач показан на рисунке 1.1, а кинематическая схема работы на рис.1.2. Данная коробка передач (рисунок 1.2) классифицируется как механическая 4-ступенчатая, трехвальная с неподвижными валами.

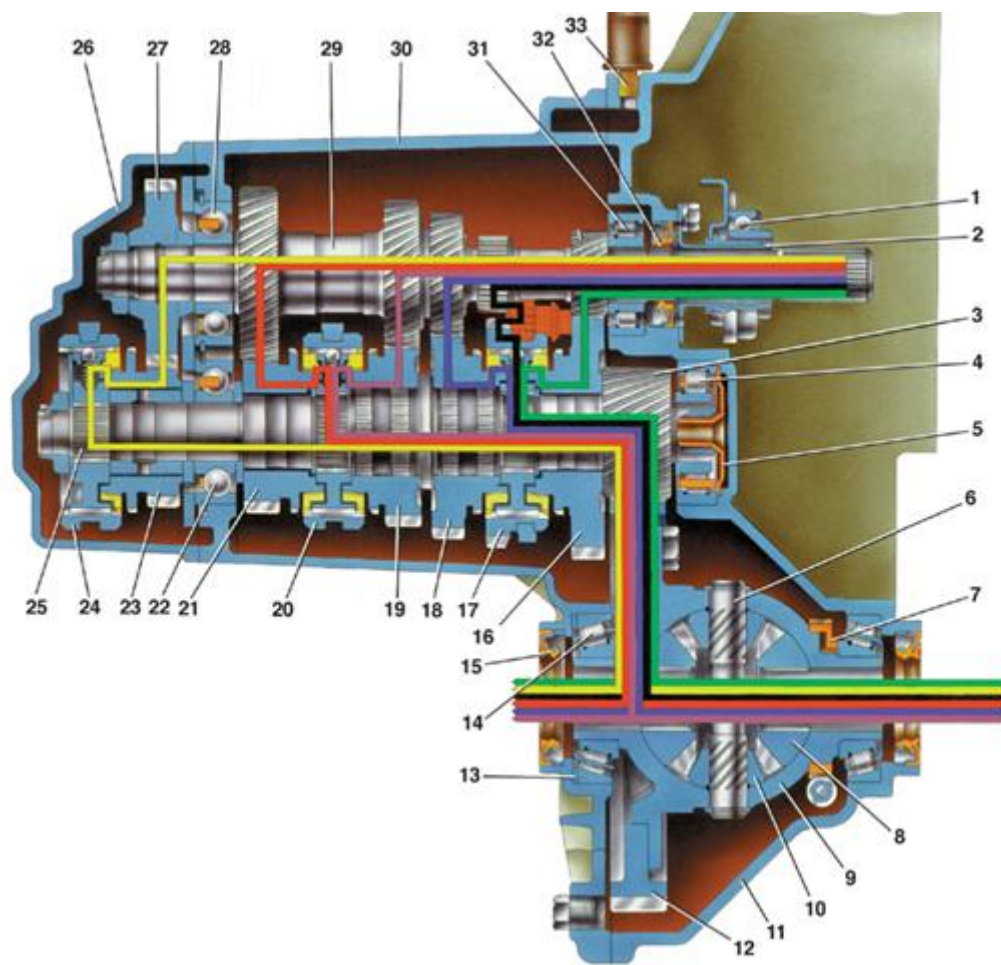
Коробка передач семейства автомобилей ВАЗ-2101-07 имеет классическую конструкцию для заднеприводных автомобилей. Первичный вал имеет соосное расположение относительно вторичного вала, который имеет переднюю опору в первичном валу. Промежуточный вал имеет постоянное зубчатое зацепление с первичным валом, а также имеет 4 зубчатых венца 1, 2 и 3 передач, которые находятся в постоянном зацеплении с шестернями вторичного вала. Включение передач осуществляется за счет блокировки одной из шестерен вторичного вала с самим валом, за счет этого и происходит передача крутящего момента. Синхронизаторы 1-ой и 2-ой и 3-ей и 4-ой передач установлены на вторичном валу. Передача заднего хода включается за счет прямозубой зубчатой передачи, поэтому включение передачи заднего хода возможно только на стоящем автомобиле.



Где: 1- Первичный вал коробки передач, 2-направляющая выжимного подшипника, 3-картер, 4-подшипник передний, 5-сапун коробки передач, 6-зубчатый венец постоянного зацепления первичного вала, 8-картер коробки передач, 9-синхронизатор для 3-4 передач, 10-вилка включения передач, 11-пружина синхронизатора, 12-шестерня третьей передачи вторичного вала, 13-шестерня второй передачи вторичного вала, 14-синхронизатор, 15-вилка включения 1-2 передач, 16-шестерня первой передачи вторичного вала, 17-подшипник задний, 18-втулка, 19-шестерня заднего хода вторичного вала, 20-рычаг включения передач, 21-чехол, 22-вторичный вал, 23-шестерня привода спидометра, 24-сальник, 25-фланец, 26-шайба, 27-защитное кольцо, 28-подшипник, 29-задняя крышка коробки передач, 30-шестерня заднего хода, 31-шестерня заднего хода промежуточного вала, 32-подшипник задний, 33-зубчатый венец промежуточного вала 1 передачи, 34-пробка, 35- зубчатый венец промежуточного вала 2 передачи, 36- зубчатый венец промежуточного вала 3 передачи, 37-промежуточный вал, 38-крышка нижняя, 39- зубчатый венец промежуточного постоянного зацепления, 40-подшипник передний промежуточного вала, 41-гайка.

Рисунок 1.1 - Коробка передач в разрезе автомобиля ВАЗ-2105.

томobile в основном выполнены в переднеприводной компоновке, что требует применения других конструкций коробок передач. Рассмотрим варианты конструкций коробок передач для переднеприводных автомобилей. В качестве примера рассмотрим коробку передач автомобилей ВАЗ (рисунок 1.3), данная коробка передач устанавливалась на автомобили семейства «САМАРА», ВАЗ-2110/12. В настоящее время, модернизированная версия этой коробки передач продолжает применяться на автомобилях ВАЗ. Коробка передач выполнена по классической схеме, при которой на синхронизаторы расположены на вторичном валу и блокируют (в соответствии с выбором водителем) шестерни, которые установлены на вал со скольжением. Кроме этого, в отличие от предыдущего варианта трехвальной коробки передач, данная конструкция включает в себя меж-колесный дифференциал и главную передачу. Такая схема обеспечивает простоту конструкции, технологичность сборки. Рассмотрим в качестве примера передачу крутящего момента от двигателя на первой передаче. Крутящий момент передается на первичный вал со стороны сцепления через шлицевое соединение первичного вала и ведомого диска сцепления. На вторичный вал крутящий момент передается (с трансформацией) через зубчатое зацепление между первичным валом (29) и шестерней (18). При этом шестерня (18) заблокирована со вторичным валом при помощи синхронизатора (17). Далее крутящий момент передается через вторичный вал на шестерню главной передачи (3), установленную на вторичный вал через шлицевое соединение. Данная шестерня (3) является ведущей шестерней в главной передаче, ведомая шестерня (12) установлена на корпус дифференциала (9) с которого крутящий момент распределяется через полуосевые шестерни на валы ведущих колес (правый и левый). Передача крутящего момента на второй, третьей, четвертой и пятой передачах осуществляется аналогично. Передача заднего хода включается путем перемещения прямозубой шестерни и введении ее в зацепление (одновременно) с зубчатым венцом на первичном валу и зубчатым венцом на муфте синхронизатора на вторичном валу.



Где: 1 – выжимной подшипник сцепления; 2 – направляющая для подшипника выключения сцепления; 3 – шестерня ведущая ГП; 4 – передний роликовый подшипник вала вторичного; 5 – шайба; 6 – ось; 7 – шестерня привода спидометра; 8 – полуосевая шестерня; 9 – картер дифференциала; 10 – шестерня-сателлит; 11 – картер; 12 – ведомая шестерня ГП; 13 – кольцо для регулировки натяга; 14 – роликовый конический подшипник дифференциала; 15 – полуосевой сальник; 16 – шестерня первой передачи; 17 – синхронизатор первой-второй передач; 18 – шестерня второй передачи; 19 – шестерня третьей передачи; 20 – синхронизатор третьей и четвертой передач; 21 – шестерня четвертой передачи; 22 – шариковый задний подшипник вторичного вала; 23 – шестерня пятой передачи; 24 – синхронизатор пятой передачи; 25 – вторичный вал; 26 – задняя крышка коробки передач; 27 – шестерня пятой передачи; 28 – шариковый задний подшипник первичного вала; 29 – первичный вал; 30 – корпус коробки передач; 31 – роликовый передний подшипник первичного вала; 32 – сальник передний первичного вала; 33 – сапун коробки передач.

Рисунок 1.3 - Коробка передач ВАЗ-2110 в разрезе.

Однако рассмотренный вариант коробки передач имеет только 5 передач переднего хода, что несколько снижает топливную экономичность автомобиля оснащенного пятиступенчатой коробкой передач. На базе рассмотренного решения возможно разработать и шестиступенчатую версию коробки передач.

Следующая конструкция коробки передач демонстрирует вариант шестиступенчатой коробки передач, которая устанавливается на автомобили VW (рисунок 1.4).

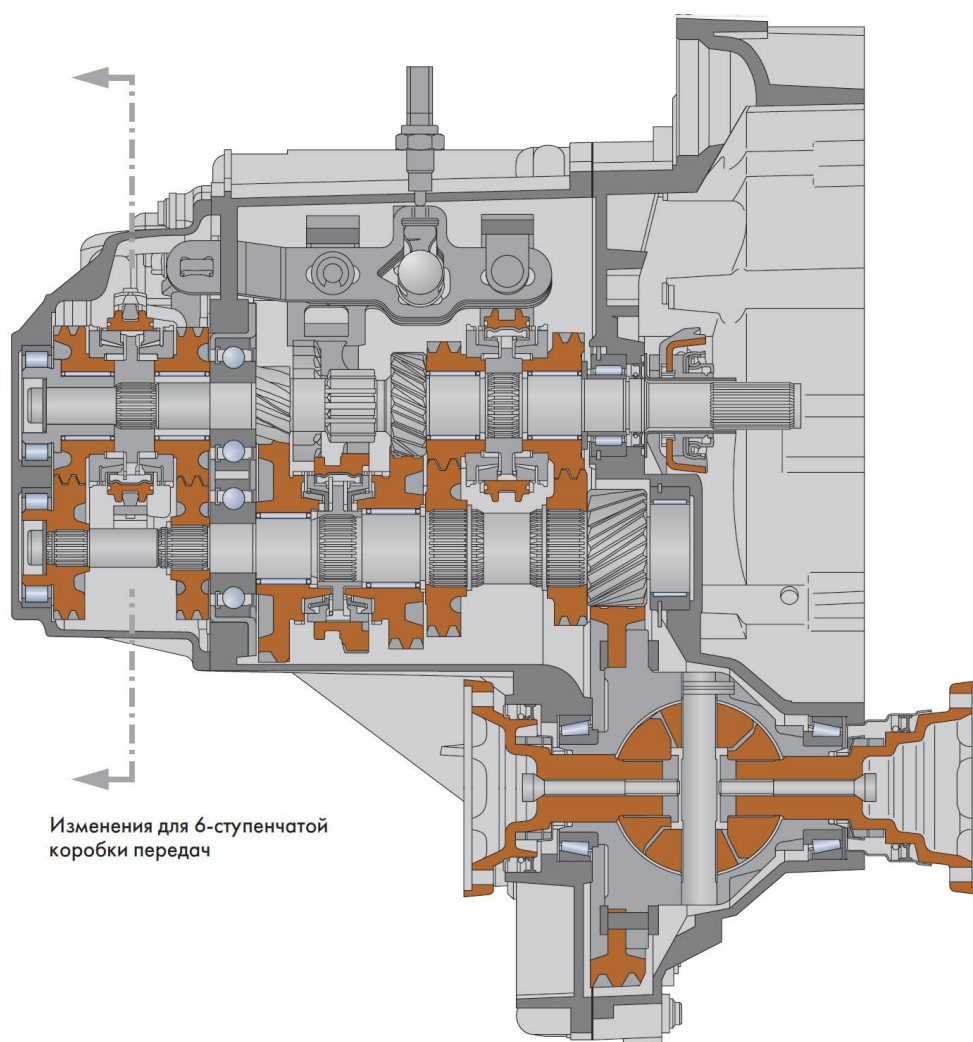


Рисунок 1.4 - Механическая 6-ти ступенчатая коробка передач VW.

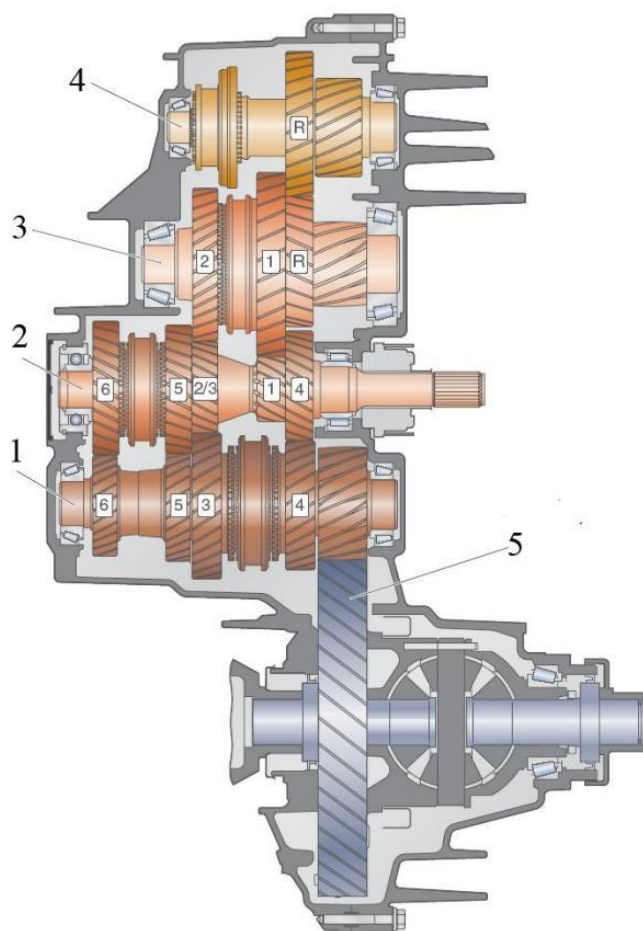
Данная коробка передач представляет наиболее современный вариант механической коробки передач в 6-ти ступенчатом исполнении. Особенности этой конструкции в сравнении с ранее рассмотренной коробки передач ВАЗ-

2110 являются следующие моменты. Во-первых, первичный и вторичный вали имеют по 3 опоры, что вызвано желанием сделать валы максимально жесткими и уменьшить изгибы валов в процессе эксплуатации, а также избежать консольного расположения валов в районе шестерен 5 и 6 передач. Во-вторых, два из трех синхронизаторов (синхронизатор 1 и 2 передач и синхронизатор 5 и 6 передач) вынесены на первичный вал коробки передач, что позволяет снизить приведенный момент инерции к первичному валу, что в свою очередь ведет к снижению нагруженности синхронизаторов. Также, это решение позволяет выполнить коробку передач более компактной в размерах. В-третьих, применены многоконусные синхронизаторы на 3 и 4 передачах для снижения удельной нагруженности и соответственно снижения времени необходимого на переключение передач.

Кроме этого, данная коробка передач интересна тем, она является модернизированной версией пяти-ступенчатой коробки передач. При этом модернизация заключалась в добавлении одного ряда зубчатых зацеплений между первичным и вторичным валами. Для этого, была модернизирована задняя крышка коробки передач, в которой и был размещен дополнительный ряд шестерен шестой передачи. Этот пример наглядно демонстрирует, что при необходимости возможно модернизировать действующую пяти-ступенчатую коробку передач и получить ее шести-ступенчатую версию с небольшими затратами (относительно разработки новой конструкции коробки передач).

На следующем рисунке (рисунок 1.5) показана конструкция механической коробки передач, также производства VW, модель 0A5, которая включает в себя два вторичных вала. Такая конструкция обладает целым рядом преимуществ, а именно, главным преимуществом является малая длина коробки передач, что позволяет значительно улучшить компоновку силового агрегата. Также, представленное решение, дает возможность применить «короткие» вторичные валы, которые соответственно обладают большей жесткостью. Описание конструкции: на первичном валу на игольчатых подшипниках установлены ше-

стерни пятой и шестой передач, а также синхронизатор включения пятой и шестой передач. Также первичный вал имеет выполненные вместе с валом зубчатые венцы для первой, четвертой передач, а также единый зубчатый венец для второй -третьей передач. На первом вторичном валу установлены шестерни третьей и четвертой передач с синхронизатором, а также имеются зубчатые венцы пятой и шестой передач. На втором вторичном валу установлены шестерни первой и второй передач с синхронизатором, а также имеется зубчатый венец для передачи заднего хода. Каждый из вторичных валов и промежуточный вал передачи заднего хода имеют ведущие зубчатые венцы главной передачи, который входят в постоянное зацепление с ведомой шестерней главной передачи.



Где: 1 – первый вторичный вал; 2 – первичный вал; 3 – второй вторичный вал; 4 – промежуточный вал передачи заднего хода; 5 – ведомая шестерня главной передачи.

Рисунок 1.5 - Механическая 6-ти ступенчатая коробка передач VW (модель 0A5).

1.5 модернизация конструкции коробки передач

Из проведенного анализа современных конструкций механических коробок передач можно отметить основные тенденции в их развитии. Во-первых, очевидно просматривается применение шести ступенчатых коробок передач, чаще всего, разрабатываемых на базе действующих пяти ступенчатых конструкций, что обусловлено малым временем на разработку и невысокой стоимостью. Во-вторых, имеется тенденция по применению коробок передач с двумя вторичными валами. Однако такая конструкция требует абсолютно новой разработки, что далеко не всегда применимо для автомобилей уже выпускаемых в массовом производстве.

Исходя из представленных выводов, сформулирована тема проекта. За основу принят автомобиль LADA VESTA, который начал выпускаться в сентябре 2015 года и в настоящее время являющийся одним из лидеров продаж. При изучении различных комплектаций этого автомобиля было определено, что ни одна из комплектаций не имеет шести-ступенчатой коробки передач, что не позволяет в полной мере реализовать возможности по снижению расхода топлива. Особенно, данный факт, становится важным для комплектации с двигателем 1,8 л.

Таким образом, задачей проекта является – модернизация действующей пяти-ступенчатой коробки передач с целью применения шестой передачи. Данная разработка будет осуществляться для автомобиля LADA VESTA с двигателем ВАЗ-21179, который имеет рабочий объем в 1,8 л. и обладает максимальным крутящим моментом в 170 Нм. Основным эффектом от внедрения модернизированной коробки передач (шести-ступенчатой) видится в снижении расхода топлива, а также в снижении уровня шума при движении на шестой передаче. Кроме этого, предполагается провести анализ передаточных чисел коробки передач и рассмотреть возможность корректировки передаточных чисел.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено заданием.

3 Конструкторская часть

3.1 Тяговый расчет действующего автомобиля LADA VESTA

3.1.1 Расчет динамических свойств автомобиля

Общие данные автомобиля LADA VESTA 1,8 (получены с сайта lada.ru, а также в ходе конструкторско-технологической практики). Расчет производится в соответствии с учебным пособием [1].

Подготовка исходных данных для расчета:

Геометрические размеры автомобиля:

Длина – 4410 мм., ширина – 1764 мм., высота – 1497 мм.

Исходя из геометрических размеров автомобиля, определим площадь его поперечной геометрической проекции:

$$F = 0,8 \cdot B_z \cdot H_z \quad (3.1)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,764 \cdot 1,497 = 2,113 \text{ м}^2$$

Определим радиус качения шины размерности 185/65R15 устанавливаемой на автомобиль LADA VESTA 1,8.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B), \quad (3.2)$$

где d – установочный диаметр шины в м., $\lambda_z = 0,8$ – коэфф. деформации шины, B – высота шинного профиля.

$$r_k = 0,5 \cdot 15 \cdot 0,0254 + 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,185 = 0,287 \text{ (м.)}$$

Определим полную массу автомобиля LADA VESTA 1,8.

$$m_A = m_0 + n \cdot m_{II} + n \cdot m_6, \quad (3.3)$$

где $m_{II} = 75$ кг (масса одного пассажира), $m_6 = 10$ (масса багажа на одного пассажира), $n=5$ (количество человек).

$$m_a = 1230 + 5 \cdot 75 + 5 \cdot 10 = 1655 \text{ (кг.)}$$

Коэфф. полезного действия трансмиссии принимаем: $\eta_{тр} = 0,92$.

Коэффициент сопротивления качению принимаем: $f_0 = 0,011$.

Коэффициент сцепления колеса с дорогой, принимаем для дорожного покрытия – сухой асфальтобетон: $\varphi = 0,8$.

Коэффициент аэродинамического сопротивления, принимаем для автомобиля LADA VESTA 1,8: $C_x = 0,32$.

Передаточные числа трансмиссии для расчета действующей комплектации автомобиля LADA VESTA 1,8, принимаем (данные получены на практике):

$$U_1 = 3,64; U_2 = 1,95; U_3 = 1,36; U_4 = 0,94; U_5 = 0,78; U_{гп.} = 3,94.$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя строится исходя из официальных данных для двигателя ВАЗ-21179 (сайт lada.ru). Максимальный крутящий момент двигателя = 170 Нм при 3700 об/мин. Максимальная мощность = 90 КВт при 6000 об/мин. Ниже, представлена характеристика (внешняя - скоростная) в табличном виде (таблица 3.1) и в виде графика (рисунок 3.1).

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя.

Скорость двигателя, об/мин.	Эффективный крутящий момент, Нм.	Эффективная мощность, КВт.
800	120,3	10,1
1200	132,8	16,7
1600	143,5	24,1
2000	152,5	31,9
2400	159,6	40,1
2800	164,9	48,4
3200	168,4	56,4
3600	170,2	64,2
4000	170,2	71,3
4400	168,3	77,6
4800	164,7	82,8
5200	159,3	86,8
5600	152,1	89,2
6000	143,1	89,9

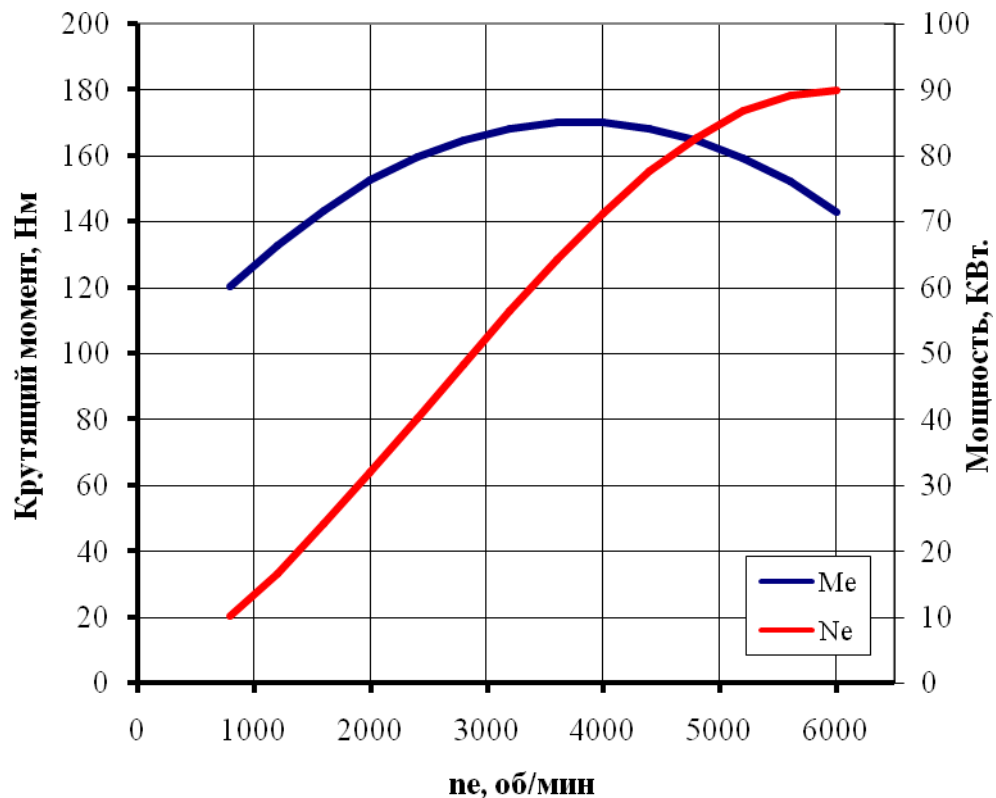


Рисунок 3.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя автомобиля LADA VESTA 1,8.

Используя передаточные числа трансмиссии, радиус качения колеса, диапазон рабочих оборотов двигателя, произведем расчет скоростей движения автомобиля в зависимости от оборотов двигателя и передачи по формуле:

$$V = \frac{r_K \cdot \omega_E}{U_K \cdot U_0} \quad (3.4)$$

Где: r_K – радиус качения ведущих колес, м, ω_E – угловая скорость коленчатого вала двигателя, рад/с, U_K – передаточное число передачи, U_0 – передаточное число главной передачи.

Результаты расчетов для всех пяти передач сведем в таблицу 2.2. и на рисунок 2.2.

Таблица 3.2 – Скорости автомобиля на передачах.

Скорость двигателя, об/мин.	Скорость автомобиля (м/с) на передаче				
	I	II	III	IV	V
800	1,67	3,13	4,48	6,48	7,78
1200	2,51	4,69	6,72	9,72	11,66
1600	3,35	6,25	8,96	12,96	15,55
2000	4,19	7,82	11,21	16,20	19,44
2400	5,02	9,38	13,45	19,43	23,33
2800	5,86	10,94	15,69	22,67	27,21
3200	6,70	12,50	17,93	25,91	31,10
3600	7,54	14,07	20,17	29,15	34,99
4000	8,37	15,63	22,41	32,39	38,88
4400	9,21	17,19	24,65	35,63	42,77
4800	10,05	18,76	26,89	38,87	46,65
5200	10,89	20,32	29,14	42,11	50,54
5600	11,72	21,88	31,38	45,35	54,43
6000	12,56	23,45	33,62	48,59	58,32

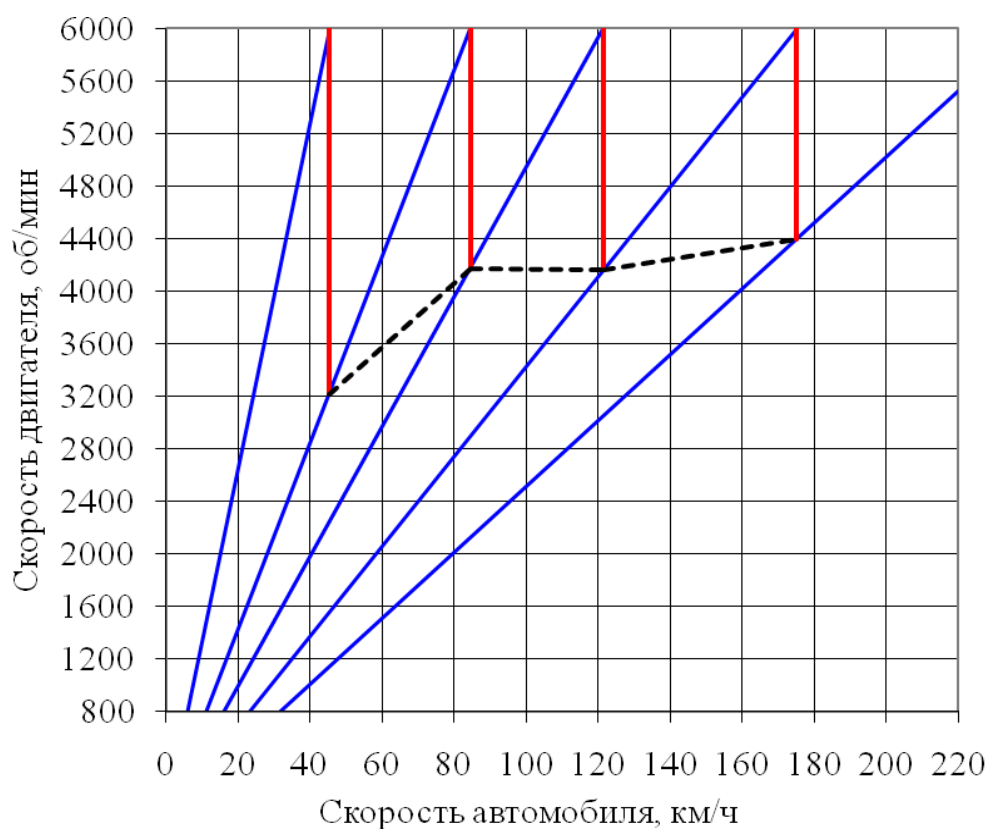


Рисунок 3.2 - Зависимость скорости автомобиля на передачах от скорости двигателя.

Расчеты тягово-динамических качеств автомобиля.

Уравнение силового баланса:

$$P_T = P_D + P_B + P_{II}, \quad (3.5)$$

где: P_T – сила тяги на ведущих колёсах; P_D – сила сопротивления дороги (качению); P_B – сила аэродинамического сопротивления; P_{II} – сила инерции автомобиля.

Выполним расчет всех входящих в уравнение сил.

Силу тяги на разных передачах:

$$P_T = \frac{U_K \cdot U_0 \cdot M_E \cdot \eta_{TP}}{r_K}, \quad (3.6)$$

где: U_K – передаточное число коробки передач; M_E – крутящий момент двигателя (принимается из таблицы 3.1).

Результаты расчета тяговых сил представлены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Тяговая сила на ведущих колесах автомобиля.

Скорость двигателя, об/мин.	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н.				
	I	II	III	IV	V
800	5539	2967	2069	1432	1193
1200	6113	3275	2284	1580	1317
1600	6606	3539	2468	1708	1423
2000	7016	3759	2621	1814	1511
2400	7344	3934	2744	1898	1582
2800	7589	4066	2835	1962	1635
3200	7752	4153	2896	2004	1670
3600	7833	4196	2927	2025	1687
4000	7831	4195	2926	2024	1687
4400	7747	4150	2894	2003	1669
4800	7581	4061	2832	1960	1633
5200	7332	3928	2739	1895	1579
5600	7001	3750	2616	1810	1508
6000	6587	3529	2461	1703	1419

Сила дорожного сопротивления определяется исходя из условия, что автомобиль движется по дороге без уклона, т.е. $i=0$:

$$P_d = G_A \cdot f_0, \quad (3.7)$$

Где: G_A – полный вес автомобиля, f_0 – коэффициент сопротивления качению.

Сила аэродинамического сопротивления P_B , определим по формуле:

$$P_B = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2, \quad (3.8)$$

где: C_x – коэфф. сопротивления воздуха; $\rho=1,293$ кг/м³ – плотность воздуха при нормальном давлении.

Результаты расчетов сил сопротивления представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Силы сопротивления.

Скорость двигателя, об/мин.	Силы сопротивления на ведущих колесах на 5 передаче, Н.		
	P_d	P_B	P_Σ
800	184	26	210
1200	191	59	250
1600	200	106	306
2000	212	165	377
2400	227	238	465
2800	245	324	568
3200	265	423	688
3600	288	535	823
4000	314	661	974
4400	342	799	1141
4800	373	951	1324
5200	407	1116	1523
5600	443	1295	1738
6000	482	1486	1969

На рисунке 3.3. Представлен тяговый баланс автомобиля в графическом виде. Из результатов анализа тягового баланса следует, что максимальная скорость развиваемая автомобилем – 52 м/с или 187 км/ч, что соответствует данным АВТОВАЗа – 186 км/ч. Так же необходимо отметить, что максимальная скорость развивается на 5 передаче.

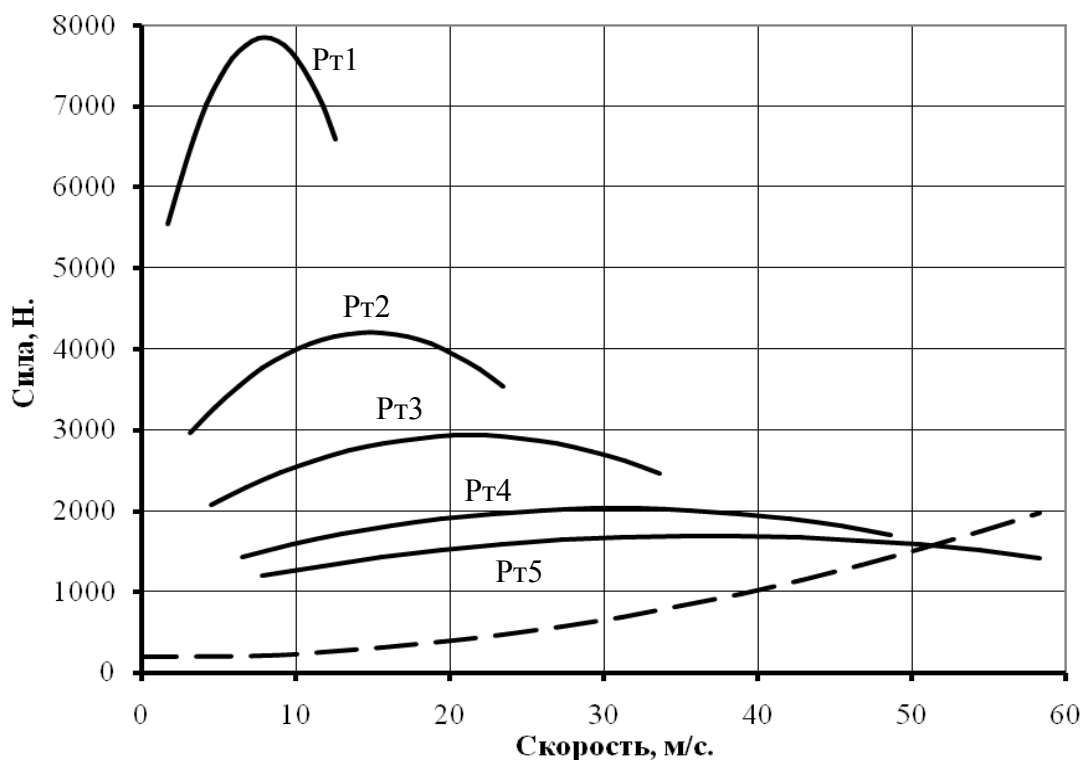


Рисунок 3.3 - Тяговый баланс автомобиля.

Мощностной баланс автомобиля выполняется в виде зависимости мощности на ведущих колесах от скорости автомобиля. Расчет мощности производится по следующей формуле:

$$N_T = N_d + N_v + N_i, \text{ Вт} \quad (3.9)$$

где: N_T – тяговая мощность;

$$N_T = P_T \cdot V \quad (3.10)$$

Мощность, которая затрачивается на преодоление сил сопротивления качения колёс;

$$N_d = P_d \cdot V \quad (3.11)$$

Мощность, которая затрачивается на преодоление силы сопротивления воздуха;

$$N_v = P_v \cdot V \quad (3.12)$$

Мощность, которая затрачивается на преодоление силы инерции;

$$N_i = P_i \cdot V \quad (3.13)$$

Мощностной баланс автомобиля строится для передачи, на которой достигается максимальная скорость. В нашем случае – это пятая передача. Результаты представлены в таблице 3.5 и на рисунке 3.4.

Таблица 3.5 – Мощностной баланс.

Скорость двигателя, об/мин.	Мощность, кВт.			
	N_T	N_B	N_D	N_Σ
800	9,3	0,2	1,4	1,6
1200	15,4	0,7	2,2	2,9
1600	22,1	1,6	3,1	4,8
2000	29,4	3,2	4,1	7,3
2400	36,9	5,5	5,3	10,8
2800	44,5	8,8	6,7	15,5
3200	51,9	13,1	8,2	21,4
3600	59,0	18,7	10,1	28,8
4000	65,6	25,7	12,2	37,9
4400	71,4	34,2	14,6	48,8
4800	76,2	44,4	17,4	61,8
5200	79,8	56,4	20,6	77,0
5600	82,1	70,5	24,1	94,6
6000	82,7	86,7	28,1	114,8

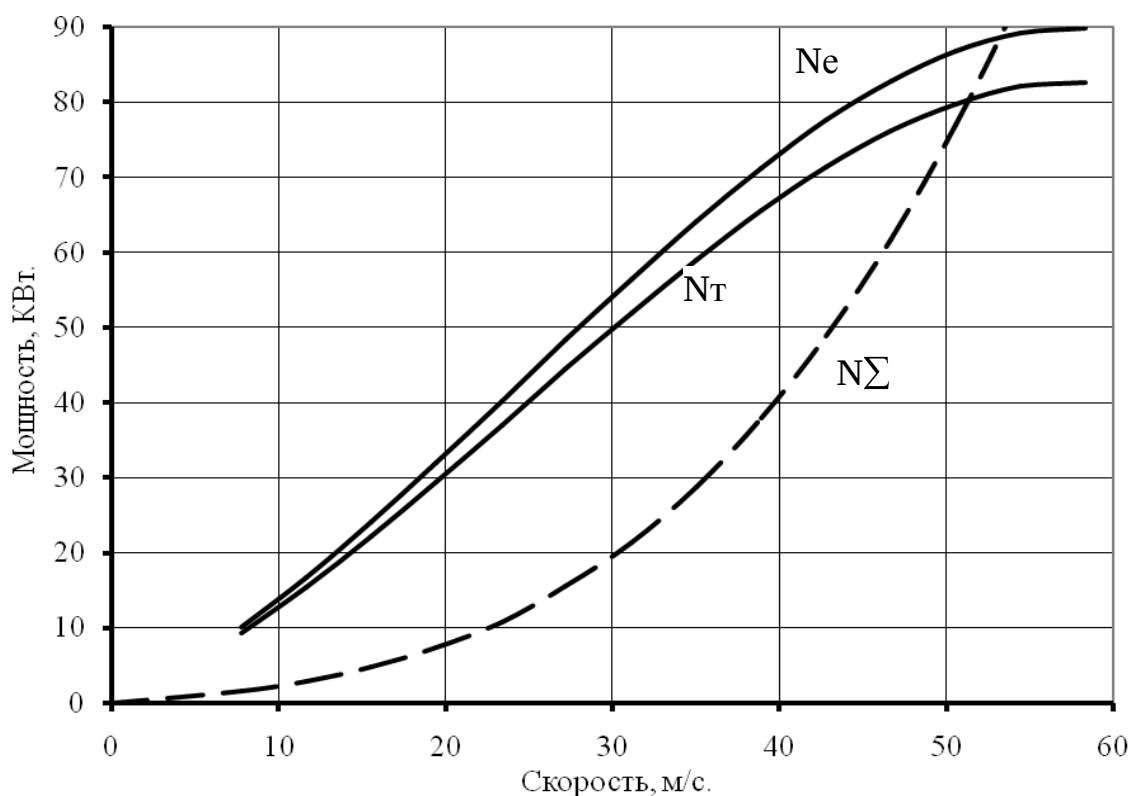


Рисунок 3.4 - Мощностной баланс на 5 передаче.

Определение динамического фактора. Динамический фактор является безразмерной характеристикой, позволяющей соотнести массу автомобиля с тяговой силой на ведущих колесах. Рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_A} \quad (3.14)$$

Результаты расчета в таблице 3.6 и на рисунке 3.5.

Таблица 3.6 – Динамический фактор.

Скорость двигателя, об/мин.	Динамический фактор				
	I	II	III	IV	V
800	0,341	0,182	0,127	0,087	0,072
1200	0,376	0,201	0,139	0,095	0,077
1600	0,407	0,217	0,150	0,101	0,081
2000	0,432	0,230	0,158	0,105	0,083
2400	0,452	0,240	0,164	0,107	0,083
2800	0,467	0,247	0,168	0,107	0,081
3200	0,476	0,252	0,170	0,105	0,077
3600	0,481	0,253	0,169	0,102	0,071
4000	0,480	0,252	0,167	0,096	0,063
4400	0,475	0,248	0,162	0,089	0,054
4800	0,464	0,241	0,155	0,080	0,042
5200	0,448	0,231	0,146	0,069	0,029
5600	0,427	0,218	0,135	0,056	0,013
6000	0,401	0,203	0,121	0,041	-

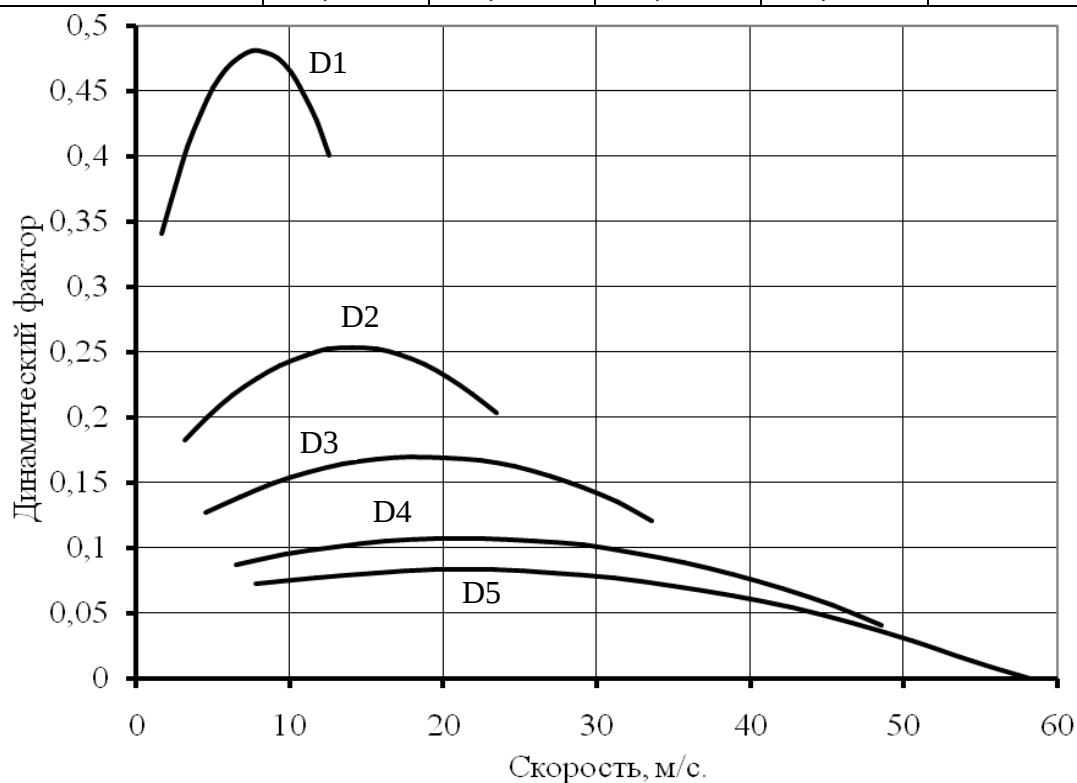


Рисунок 3.5 - Динамический фактор.

Ускорение автомобиля рассчитывается для всех передач и определяется:

$$J = \frac{P - f_k \cdot g}{\delta_{BP}}, \text{ м/с}^2 \quad (3.15)$$

Где: δ_{BP} – коэффициент учитывающий вращающиеся массы двигателя и определяемый для каждой передачи по формуле:

$$\delta_i = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_i^2) \quad (3.16)$$

Где δ_1 и δ_2 – безразмерные коэффициенты, принимаются равными 0,03.

Результаты расчета представлены в табл.3.7 и на рис.3.6.

Для выполнения расчетов времени разгона, необходимо построить графики «обратных» ускорений. Так как при максимальных скоростях, ускорение равно нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью $(0,8 \div 0,9)V_{MAX}$. Данные расчёта представим в таблице 3.8 и в виде графика на рисунке 3.7.

Таблица 3.7 – Ускорение автомобиля.

Скорость двигателя, об/мин.	Ускорение автомобиля				
	I	II	III	IV	V
800	2,27	1,47	1,05	0,70	0,57
1200	2,51	1,63	1,16	0,77	0,61
1600	2,72	1,76	1,25	0,82	0,64
2000	2,89	1,87	1,32	0,86	0,65
2400	3,03	1,96	1,37	0,87	0,64
2800	3,13	2,02	1,41	0,87	0,61
3200	3,20	2,06	1,42	0,84	0,57
3600	3,23	2,07	1,41	0,80	0,50
4000	3,22	2,05	1,38	0,74	0,41
4400	3,18	2,02	1,33	0,66	0,30
4800	3,11	1,95	1,27	0,56	0,18
5200	3,00	1,87	1,18	0,45	0,03
5600	2,86	1,75	1,07	0,31	-
6000	2,68	1,62	0,94	0,16	-

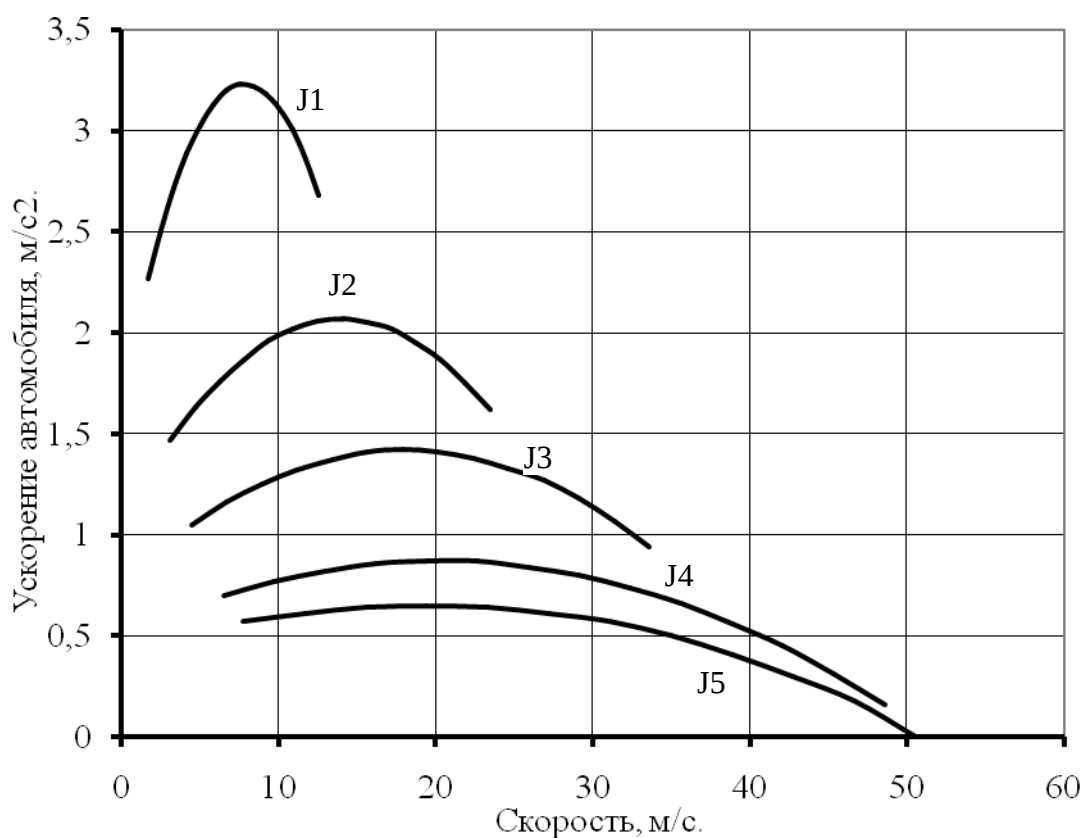


Рисунок 3.6 - Ускорение автомобиля.

Таблица 3.8 – Обратное ускорение автомобиля.

Скорость двигателя, об/мин.	1/J				
	I	II	III	IV	V
800	0,44	0,68	0,96	1,42	1,77
1200	0,40	0,61	0,86	1,29	1,63
1600	0,37	0,57	0,80	1,21	1,55
2000	0,35	0,53	0,76	1,17	1,53
2400	0,33	0,51	0,73	1,15	1,55
2800	0,32	0,50	0,71	1,16	1,63
3200	0,31	0,49	0,70	1,19	1,77
3600	0,31	0,48	0,71	1,25	2,01
4000	0,31	0,49	0,72	1,35	2,44
4400	0,31	0,50	0,75	1,51	3,29
4800	0,32	0,51	0,79	1,77	5,62
5200	0,33	0,54	0,85	2,23	-
5600	0,35	0,57	0,94	3,19	-
6000	0,37	0,62	1,06	6,21	-

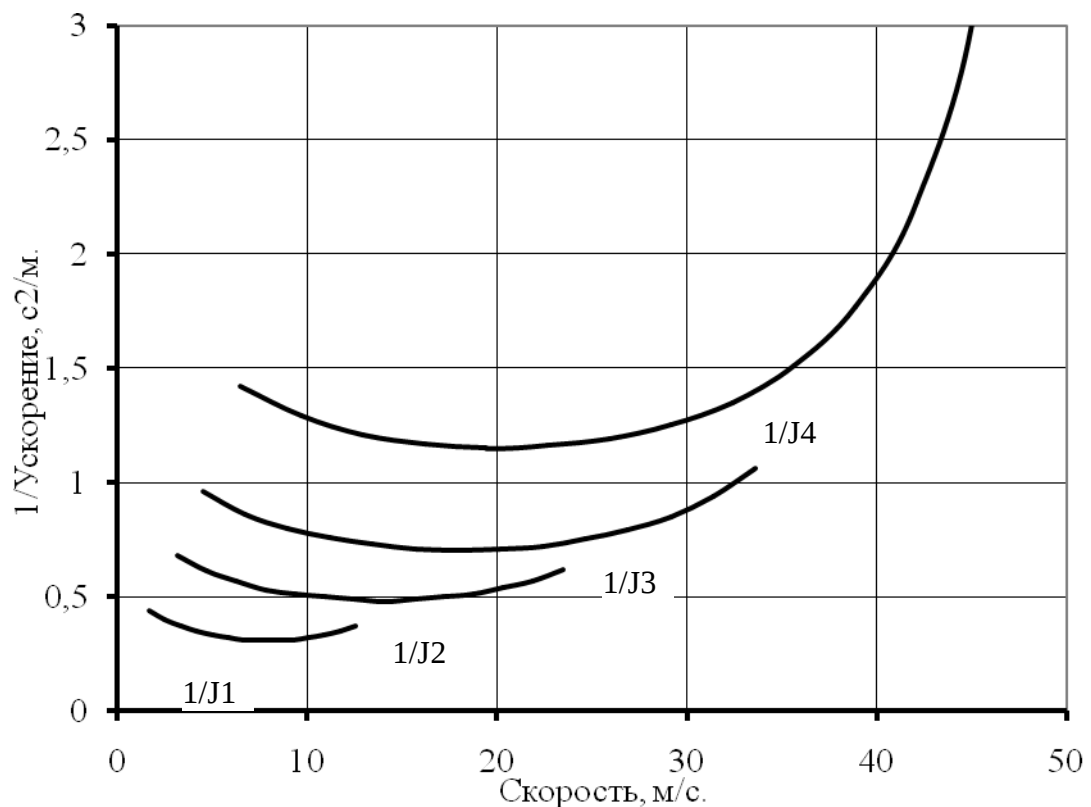


Рисунок 3.7 - Обратное ускорение автомобиля.

Проведя интегрирование (графическое) значений обратных ускорений используя приведенную ниже формулу, рассчитаем время необходимое автомобилю для разгона до заданных скоростей.

$$\Delta t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{J} dV \quad (3.17)$$

Результаты расчетов приведены с выбранным масштабом графика, в таблице 3.9. а также на рисунке 3.8

Таблица 3.9 – Время, затрачиваемое на разгон автомобиля.

Диапазон скорости, м/с.	Площадь, мм2.	Время, с.
0-5	276	1,53
0-10	546	3,03
0-15	899	4,99
0-20	1339	7,43
0-25	1893	10,52
0-30	2616	14,53
0-35	3572	19,84
0-40	5027	27,93

Так же производится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$.
Путь, пройденный автомобилем определяется:

$$\Delta S = \int_{t_1}^{t_2} V dt \quad (3.18)$$

Результаты расчета представлены в таблице 3.9. и на рисунке 3.8.

Таблица 3.9 – Путь разгона автомобиля.

Диапазон времени, с.	Площадь, мм2.	Путь, м.
0-5	67	4
0-10	269	15
0-15	719	40
0-20	1506	84
0-25	2721	151
0-30	4701	261
0-35	7821	434
0-40	13333	741

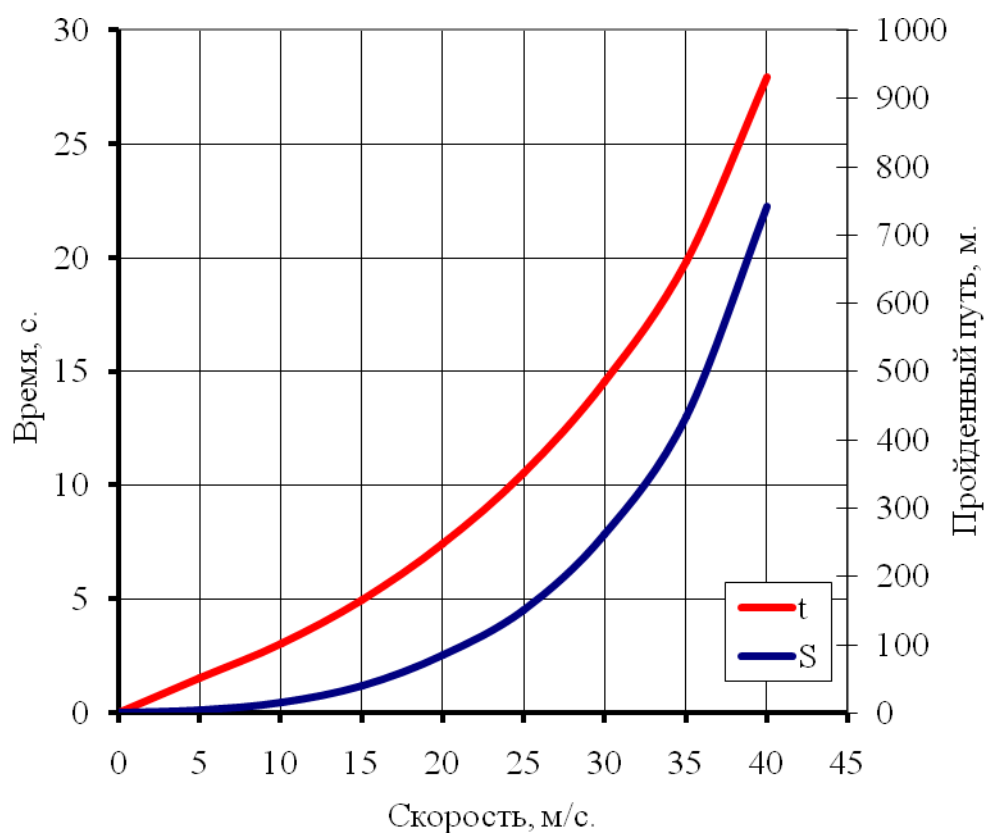


Рисунок 3.8 - Зависимость времени и пути от скорости автомобиля.

3.1.2 Расчет топливной экономичности автомобиля

Расчет экономической характеристики выполняется для движения автомобиля на высшей передаче, в нашем случае на пятой передаче. Расчет производится для горизонтальной дороги со скоростями от минимально устойчивой до максимальной. Результаты расчета в таблице 3.10

$$Q_s = k_{ск} * k_{и} * (N_f + N_B) * g_{emin} * 1,1 / (36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{тр}) \quad (3.18)$$

где $g_{emin} = 240$ (г/(КВт·ч)) – мин. удельный расход топлива, $\rho_T = 0,721$ (кг/л) – плотность топлива, $k_{ск}$ – коэффициент, который учитывает изменение расхода топлива в зависимости от изменения скорости коленчатого вала двигателя и степени используемой мощности. Коэффициенты принимаются по данным учебного пособия [11].

Таблица. 3.10 – Расход топлива автомобилем.

Скорость двигателя, об/мин.	Скорость, м/с.	$k_{ск}$	$k_{и}$	Q_s
800	7,78	1,166	1,872	5,298
1200	11,66	1,120	1,830	5,914
1600	15,55	1,079	1,756	6,685
2000	19,44	1,044	1,657	7,533
2400	23,33	1,015	1,540	8,383
2800	27,21	0,991	1,411	9,169
3200	31,10	0,973	1,277	9,849
3600	34,99	0,960	1,144	10,420
4000	38,88	0,953	1,024	10,957
4400	42,77	0,951	0,934	11,687
4800	46,65	0,955	0,900	13,130

3.1.3 Выводы по результатам тягового расчета базового автомобиля

По результатам тягового расчета автомобиля LADA VESTA с двигателем 1,8 л. можно сделать следующий основной вывод, что максимальную скорость автомобиль достигает в 187 км/ч и достигается она при движении на пятой передаче. Это не позволяет в полной мере использовать преимущества мощного

двигателя в плане экономии топлива. Поэтому устранением этого несоответствия может служить применение шестой передачи.

Кроме этого, из анализа рис.3.1 следует, что действующий ряд передаточных чисел коробки передач – не сбалансирован. Для устранения этого несоответствия предлагается увеличить передаточное число второй передачи.

Таким образом, модернизация коробки передач видится по 2 направлениям.

1 – применение шестой передачи,

2 – корректировка действующего передаточного числа второй передачи в сторону увеличения.

3.2 Тяговый расчет автомобиля LADA VESTA с модернизированной коробкой передач

3.2.1 Расчет динамических свойств автомобиля (проектный вариант)

Для устранения выявленных несоответствий предлагается к применению следующий ряд передаточных чисел коробки передач, который заключается в корректировке передаточного числа второй передачи с 1,95 до 2,10 и введением шестой передачи с числом 0,69. Остальные характеристики остаются прежними без изменений.

Передаточные числа трансмиссии для расчета проектной конструкции коробки передач автомобиля LADA VESTA 1,8:

$$U_1 = 3,64; U_2 = 2,10; U_3 = 1,36; U_4 = 0,94; U_5 = 0,78; U_6 = 0,69; U_{гп.} = 3,94$$

Исходя из принятых передаточных чисел, рассчитаем скорость движения автомобиля на всех передачах (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Скорость автомобиля на передачах.

Скорость двигателя, об/мин.	Скорость автомобиля (м/с) на передаче					
	I	II	III	IV	V	VI
800	1,67	2,90	4,48	6,48	7,78	8,81
1200	2,51	4,35	6,72	9,72	11,66	13,21
1600	3,35	5,81	8,96	12,96	15,55	17,62
2000	4,19	7,26	11,21	16,20	19,44	22,02
2400	5,02	8,71	13,45	19,43	23,33	26,43
2800	5,86	10,16	15,69	22,67	27,21	30,83
3200	6,70	11,61	17,93	25,91	31,10	35,24
3600	7,54	13,06	20,17	29,15	34,99	39,64
4000	8,37	14,51	22,41	32,39	38,88	44,05
4400	9,21	15,97	24,65	35,63	42,77	48,45
4800	10,05	17,42	26,89	38,87	46,65	52,86
5200	10,89	18,87	29,14	42,11	50,54	57,26
5600	11,72	20,32	31,38	45,35	54,43	61,67
6000	12,56	21,77	33,62	48,59	58,32	66,07

Результаты расчета тягового баланса представлены в таблицу 3.12. и на рисунок 3.9.

Табл. 3.12 – Тяговая сила на ведущих колесах

Скорость двигателя, об/мин.	Тяговая сила, Н.					
	I	II	III	IV	V	VI
800	5539	3195	2069	1432	1193	1053
1200	6113	3527	2284	1580	1317	1162
1600	6606	3811	2468	1708	1423	1256
2000	7016	4048	2621	1814	1511	1334
2400	7344	4237	2744	1898	1582	1396
2800	7589	4378	2835	1962	1635	1443
3200	7752	4472	2896	2004	1670	1474
3600	7833	4519	2927	2025	1687	1489
4000	7831	4518	2926	2024	1687	1489
4400	7747	4469	2894	2003	1669	1473
4800	7581	4373	2832	1960	1633	1441
5200	7332	4230	2739	1895	1579	1394
5600	7001	4039	2616	1810	1508	1331
6000	6587	3800	2461	1703	1419	1252

Данные для сил сопротивления не меняются, в связи с чем производить расчет нет необходимости.

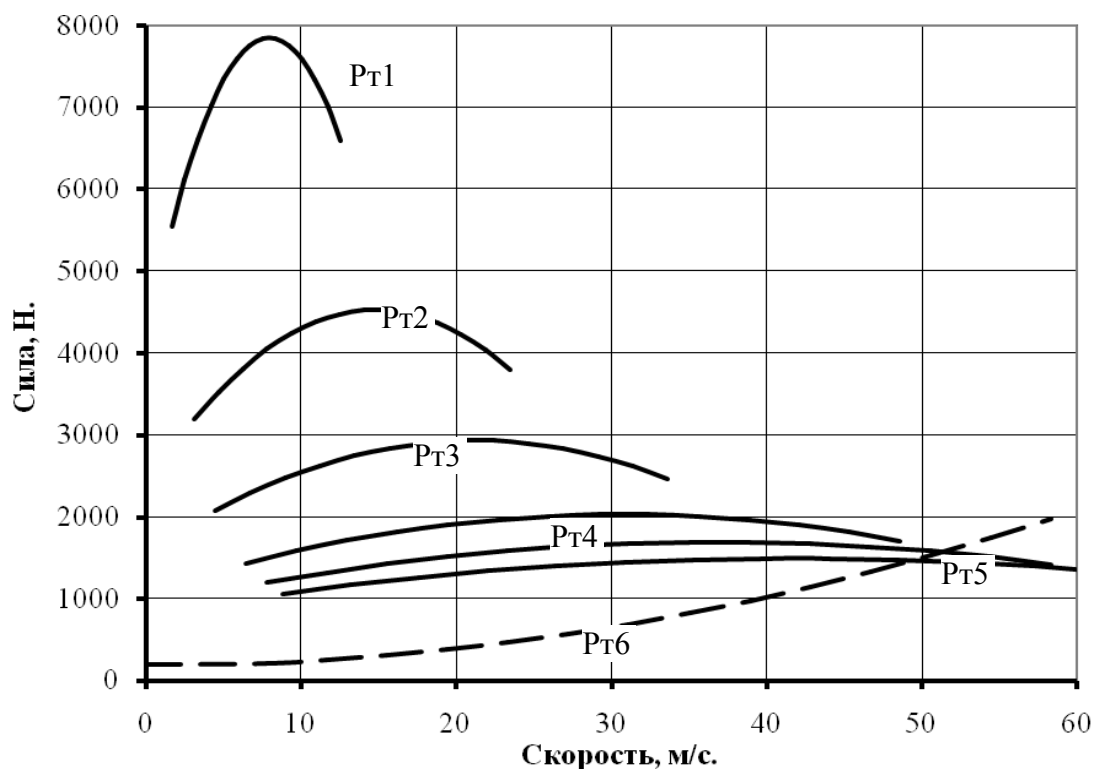


Рисунок 3.9 - Тяговый баланс автомобиля.

Так как мощностной баланс автомобиля для 5 передачи не меняется, то его расчет не производим. Динамический фактор представлен в таблице 3.13 и на рисунке 3.10.

Таблица 3.13 – Динамический фактор.

Скорость двигателя, об/мин.	Динамический фактор на передаче					
	I	II	III	IV	V	VI
800	0,341	0,197	0,127	0,087	0,072	0,063
1200	0,376	0,217	0,139	0,095	0,077	0,067
1600	0,407	0,234	0,150	0,101	0,081	0,069
2000	0,432	0,248	0,158	0,105	0,083	0,069
2400	0,452	0,259	0,164	0,107	0,083	0,067
2800	0,467	0,267	0,168	0,107	0,081	0,063
3200	0,476	0,272	0,170	0,105	0,077	0,057
3600	0,481	0,274	0,169	0,102	0,071	0,049
4000	0,480	0,273	0,167	0,096	0,063	0,039
4400	0,475	0,268	0,162	0,089	0,054	0,028
4800	0,464	0,261	0,155	0,080	0,042	0,014
5200	0,448	0,251	0,146	0,069	0,029	-
5600	0,427	0,238	0,135	0,056	0,013	-
6000	0,401	0,221	0,121	0,041	-	-

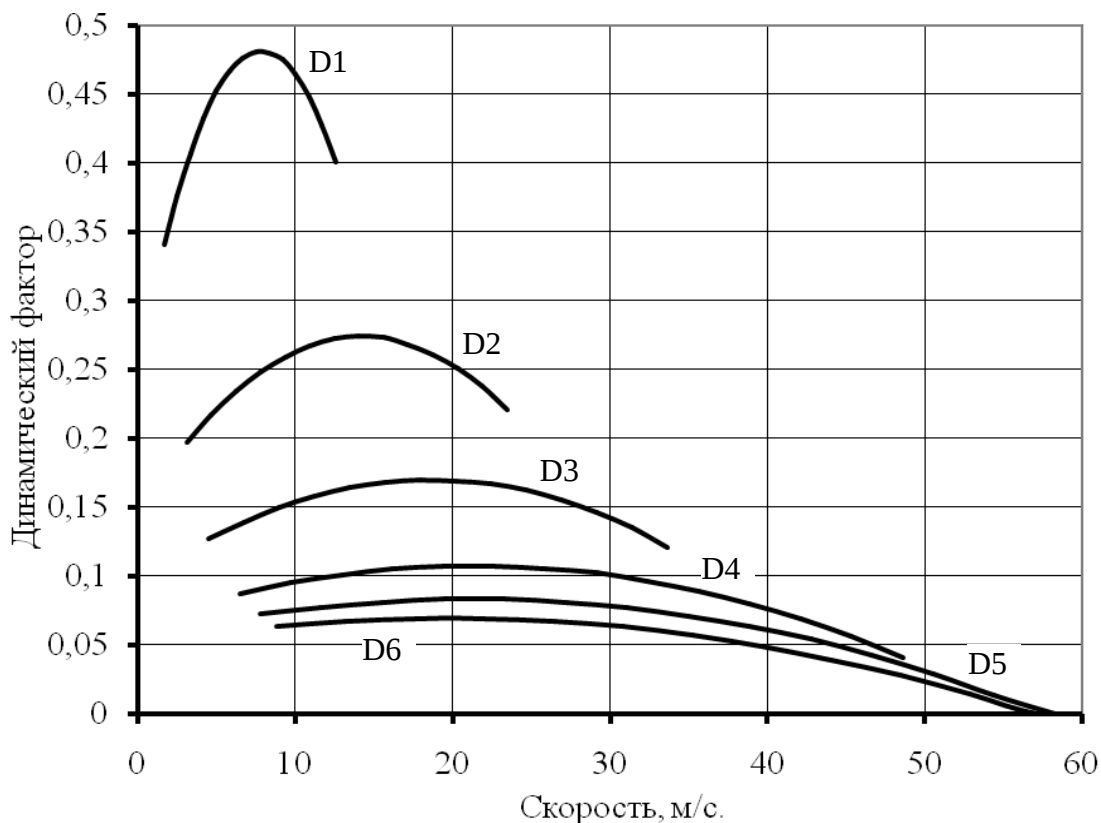


Рисунок 3.10 - Динамическая характеристика.

Ускорения автомобиля на передачах представлены в таблице 3.14, а также на рисунке 3.11.

Таблица 3.14 – Ускорение автомобиля.

Скорость двигателя, об/мин.	Ускорение на передаче, м/с ²					
	I	II	III	IV	V	VI
800	2,27	1,57	1,05	0,70	0,57	0,48
1200	2,51	1,74	1,16	0,77	0,61	0,52
1600	2,72	1,88	1,25	0,82	0,64	0,53
2000	2,89	2,00	1,32	0,86	0,65	0,52
2400	3,03	2,09	1,37	0,87	0,64	0,49
2800	3,13	2,16	1,41	0,87	0,61	0,44
3200	3,20	2,20	1,42	0,84	0,57	0,37
3600	3,23	2,21	1,41	0,80	0,50	0,28
4000	3,22	2,20	1,38	0,74	0,41	0,17
4400	3,18	2,16	1,33	0,66	0,30	0,03
4800	3,11	2,10	1,27	0,56	0,18	-
5200	3,00	2,01	1,18	0,45	0,03	-
5600	2,86	1,89	1,07	0,31	-	-
6000	2,68	1,75	0,94	0,16	-	-

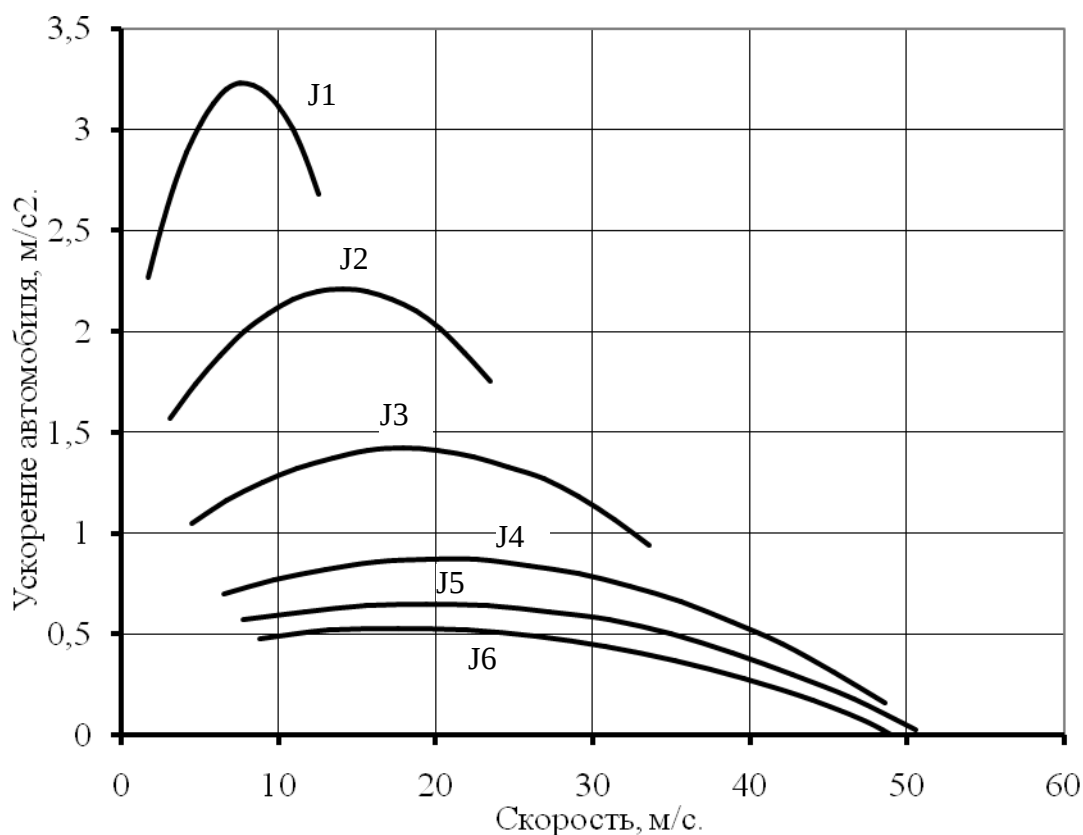


Рисунок 3.11 - Ускорения автомобиля.

Расчет времени разгона и пройденного при этом пути показал, что значимых отличий от изменения передаточного числа второй передачи не произошло. В связи с этим график зависимостей не приводим.

3.2.2 Расчет топливной экономичности автомобиля

Расчет топливной экономичности выполняется для шестой передачи. Результаты расчета показаны в таблице 3.15 и сравнительные характеристики для 5-ти ступенчатой КП и 6-ти ступенчатой КП на рисунке 3.12.

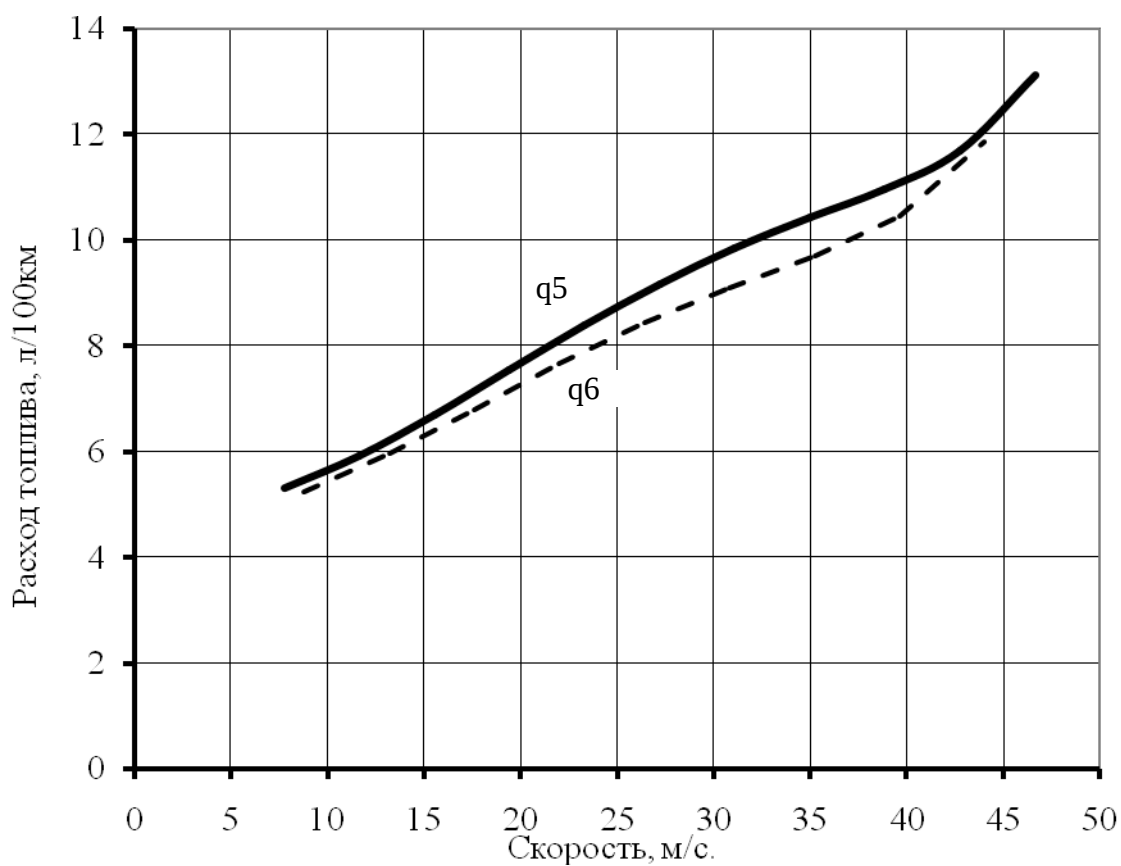


Рисунок 3.12 - Расход топлива для 5-ти и 6-ти ступенчатых КП.

Таблица 3.15

Скорость двигателя, об/мин.	Скорость, м/с.	k_{ck}	$k_{и}$	Q_s
800	8,81	1,166	1,775	5,238
1200	13,21	1,120	1,704	5,955
1600	17,62	1,079	1,596	6,795
2000	22,02	1,044	1,463	7,648
2400	26,43	1,015	1,318	8,425
2800	30,83	0,991	1,171	9,089
3200	35,24	0,973	1,038	9,694
3600	39,64	0,960	0,939	10,453
4000	44,05	0,953	0,900	11,865

3.3 выводы по результатам тяговых расчетов

Из результатов выполненных расчетов следует, что для базовой (действующей) коробки передач (5-ти ступенчатой) максимальная скорость достигается при движении на пятой передаче и составляет 187 км/ч. При использовании шести ступенчатой коробки передач, максимальная скорость также достигается на пятой передаче, а шестая передача является экономической. Это подтверждают расчеты топливной экономичности, которые показали, что при движении на 6 передаче со скоростью 100 км/ч, экономия топлива относительно движения на 5 передаче составляет -0,7 л/100 км/ч.

Таким образом, поставленная цель проекта оказалась достигнутой, итогом модернизации коробки передач стала модернизированная конструкция, позволяющая существенно экономить топливо.

4 Технологическая часть

4.1 Анализ технологического процесса сборки

Наиболее существенные изменения конструкции разрабатываемой шести-ступенчатой коробки передач от базовой (действующей) пяти ступенчатой коробки передач заключаются в следующем:

- изготовление блока шестерен пятой и шестой передачи первичного вала;
- изготовление втулки шестой передачи вторичного вала;
- изготовление шестерни шестой передачи вторичного вала;
- изготовление литой задней крышки;
- изготовление оригинальных первичного и вторичного валов;
- нарезка метрической резьбы в первичном и вторичном валах;
- модернизация механизма переключения передач.

Таким образом, в рамках проекта необходимо выполнить разработку технологического процесса по сборке модернизированной коробки передач. Так как применяемые новые детали основаны на действующих производственных процессах, то для их производства необходима лишь переналадка действующего оборудования.

Процесс сборки модернизированной коробки передач будет единым с базовым вариантом пятиступенчатой коробки передач до операции установки пластины прижимной, которая фиксирует подшипники, напрессованные на вторичный и первичный валы, в картере коробки передач. Далее процесс сборки отличается для разрабатываемой шести ступенчатой коробки передач.

При разработке техпроцесса сборки коробки передач в дипломном проекте, считается, что на сборку будет поставляться подсборка коробки передач согласно листу графической части.

4.2 Определение технологического процесса сборки

При разработке любых технологических процессов обработки, сборки, и т.д. важно стремиться к снижению издержек процессов за счет следующих направлений:

- 1) Наиболее важная характеристика – это производительность труда. Повышение производительности труда достигается за счет повышения автоматизации процессов, за счет улучшения эргономики рабочих мест, за счет снижения потерь рабочего времени;
- 2) Применение совершенных методов организации технологических процессов;
- 3) Оптимизации межоперационной логистики;
- 4) Организации постоянного обучения рабочих, направленного на совершенствование навыков;
- 5) Вовлечение персонала в постоянное улучшение процессов.

Также при разработке технологического процесса сборки необходимо выбрать баланс между автоматизированным и ручным трудом, так как это в конечном итоге напрямую влияет на стоимость изделия. Для этого необходимо иметь данные о планируемом объеме производства с тем чтобы выбрать оптимальный тип производства.

Рассматривают несколько основных типов производства:

- 1) Массовое производство;
- 2) Крупносерийное производство;
- 3) Среднесерийное производство;
- 4) Мелкосерийное производство.

В автомобилестроении чаще всего применяют массовый или крупносерийный типы производства, что обусловлено наименьшими затратами на единицу продукции.

Рассмотрим более подробно массовый тип производства. При массовом типе производства достигаются наименьшие затраты на единицу выпускаемой продукции, что является следствием следующих условий:

- 1) Выполнение на каждом рабочем месте повторяющихся операций с применением специализированных инструмента и оснастки, специального транспортного оборудования, что обеспечивает низкое время цикла.
- 2) Применение принципа взаимозаменяемости деталей, что подразумевает изготовление всех деталей с допусками на размеры, которые обеспечивают сборку без дополнительной выборки деталей.
- 3) Разделение всего процесса сборки на операции по возможности одинаковые и кратные по времени выполнения. Это позволяет синхронизировать работу на всех сборочных операциях без потерь рабочего времени.
- 4) Каждая операция должна быть паспортизована с четким определением требований к квалификации рабочего, которая должна соответствовать применяемому на данной операции оборудованию, инструменту и приспособлениям.
- 5) Доставка деталей на сборочные операции должна быть обеспечена точно в срок для исключения простоя. Также должна быть налажена перемещение подборок между операциями.
- 6) Весь технологический процесс должен быть описан подробно и четко.

Именно выполнение всех требований к массовому типу производства может обеспечить максимально эффективное использование трудовых ресурсов, площадей, оборудования инструмента.

Для досборки коробки передач достаточна поточная стационарная форма процесса сборки.

При стационарной сборке процесс формируют таким образом, что всю сборку производит один или несколько рабочих на одном посту. При этом объ-

ект сборки остается установленным на фиксирующее его приспособление на котором и производится вся сборка.

Выбор поточной стационарной формы сборки обусловлен тем, что в дипломном проекте рассматривается досборка коробки передач, которую легче всего организовать на 1 посту. Это позволяет исключить дополнительные операции по транспортировке. Однако это требует проверки производительности, так как выполнение досборки коробки передач на одном посту ведет к увеличению времени операции.

4.3 Расчет основных параметров технологического процесса

Основные факторы, характеризующие поточную стационарную сборку:

1. неподвижная установка объекта сборки;
2. полная сборка на одной установке;
3. организованная работа (согласованная по времени) всех смежных участков и обслуживающих поток участников производства;

Поточная стационарная сборка наиболее распространена в среднесерийном и крупносерийном производстве.

Организационная форма сборки характеризуется следующими параметрами:

1. Фонд рабочего времени (годовой):

$$\Phi = D_r \cdot c \cdot T_{см} \cdot \eta_r ; \quad (4.1)$$

где D_r – число рабочих дней в году; c – число рабочих смен за день; $T_{см}$ – длительность рабочей смены; η_r – коэффициент учета потерь времени на ремонт оборудования ($\eta_r=0,97$ при работе в две смены).

$$\Phi = 289 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,97 = 4485 \text{ ч.}$$

2. Такт линии:

$$r = \Phi \cdot 60 / N_{год} , \quad (4.2)$$

где $N_{год}$ – объем выпуска в год ($N_{год} = 40000 \text{ шт.}$).

$$r = 4485 \cdot 60 / 40000 = 6,73 \text{ мин/шт.}$$

3.Ритм линии:

$$R = r / 60 \quad (4.3)$$

$$R = 6,73 / 60 = 0,11 \text{ шт./мин}$$

4.Темп линии:

$$T_l = 60 / r \quad (4.4)$$

$$T_l = 60 / 6,73 = 8,91 \text{ шт./ч.}$$

Сведем в таблицу 4.1 пооперационный расчет.

Таблица 4.1 – Пооперационный расчет.

Сборка коробки передач		Мин
1	Взять, осмотреть и установить втулку упорную шестерни 5 передачи 1701159 (поз.4) на вторичный вал коробки передач 1700014СБ (поз.1).	0,1
2	Взять, осмотреть и установить втулку шестерни пятой передачи вторичного вала 1701133 (поз.5) на вторичный вал.	0,1
3	Взять, осмотреть и установить игольчатый подшипник 464706 ГОСТ24310-80 (поз.16) на втулку 1701133 (поз.5).	0,1
4	Взять, осмотреть и установить, используя приспособление, совместно шестерню пятой передачи вторичного вала 1701158 (поз.6), блокирующие кольца синхронизатора 1701164 (поз.7), синхронизатор пятой и шестой передач в сборе 1701152СБ (поз.2) на вторичный вал и блок шестерен 1701132 (поз.3) на первичный вал, введя их в зацепление между собой.	1,5
5	Взять, осмотреть и установить шестерню 6 передачи 1701195 (поз.9) на вторичный вал.	0,2
6	Взять, осмотреть и установить втулку шестерни 6-ой передачи вторичного вала 1701197 (поз.8) подсобранную с игольчатым подшипником 464706 ГОСТ24310-80 (поз.16).	0,3

7	Взять, осмотреть и установить на первичный вал коробки передач шайбу упорную 1701067 (поз.10).	0,1
8	Взять, осмотреть и установить болт 1701189 (поз.11) на первичный вал и затянуть его номинальным крутящим моментом 49,5 Нм по 3 классу затяжки.	1,0
9	Взять, осмотреть и установить на вторичный вал коробки передач шайбу упорную 1701067 (поз.10).	0,1
10	Взять, осмотреть и установить болт 1701189 (поз.11) на вторичный вал и затянуть его номинальным крутящим моментом 49,5 Нм по 3 классу затяжки.	1,0
11	Взять трафарет, установить на фланец коробки передач и нанести на картер коробки передач 1700014 (поз.1) герметик КЛТ-75ТМ непрерывным валиком диаметром - 2 мм.	0,5
12	Взять, осмотреть и установить заднюю крышку коробки передач 1701205 (поз.12) на шпильки, затем установить кронштейн опоры двигателя 1001230 на заднюю крышку коробки передач.	0,5
13	Взять, осмотреть и закрепить шестью гайками 1/61008/11 (поз.14), предварительно подложив под них шайбы 1/05166/70 (поз.15). Затянуть гайки динамометрическим ключом (номинальный момент затяжки 24,5 Н·м по 3 классу).	1,0
		6,5

Таким образом, общее время необходимое для выполнения операции составило 6,5 мин., при требуемых 6,73 тах, что говорит о правильном решении применить 1 пост для досборки коробки передач.

4.4 разработка технологического процесса сборки

В таблице 4.2 представим технологический процесс сборки пооперационно.

Таблица 4.2 – Технологический процесс сборки.

№	Операция	Содержание операций, переходов	Время, мин	Приспособление, оборудование, инструмент.
010	Установка на вторичный и первичный валы шестерен.	1. Установить втулку упорную шестерни 5 передачи 1701159 (поз.4) на вторичный вал коробки передач 1700014СБ (поз.1). 2. Установить втулку шестерни пятой передачи вторичного вала 1701133 (поз.5) на вторичный вал. 3. Установить игольчатый подшипник 464706 ГОСТ24310-80 (поз.16) на втулку 1701133 (поз.5). 4. Установить, используя приспособление, совместно шестерню пятой передачи вторичного вала 1701158 (поз.6), блокирующие кольца синхронизатора 1701164 (поз.7), синхронизатор пятой и шестой передач в сборе 1701152СБ (поз.2) на вторичный вал и блок шестерен 1701132 (поз.3) на первичный вал, введя их в зацепление	0,1 0,1 0,1 1,5	Специальное установочно-зажимное приспособление. Молоток. Оправка. Гайковерт. Трафарет.

		между собой.		
		5. Установить шестерню 6 передачи 1701195 (поз.9) на вторичный вал.	0,2	
		6. Установить втулку шестерни 6-ой передачи вторичного вала 1701197 (поз.8) подсобранную с игольчатым подшипником 464706 ГОСТ24310-80 (поз.16).	0,3	
		7. Установить на первичный вал коробки передач шайбу упорную 1701067 (поз.10).	0,1	
		8. Установить болт 1701189 (поз.11) на первичный вал и затянуть его номинальным крутящим моментом 49,5 Нм по 3 классу затяжки.	1,0	
		9. Установить на вторичный вал коробки передач шайбу упорную 1701067 (поз.10).	0,1	
		10. Установить болт 1701189 (поз.11) на вторичный вал и затянуть его номинальным крутящим моментом 49,5 Нм по 3 классу затяжки.	1,0	
		11. Нанести на картер коробки передач 1700014 (поз.1) герметик КЛТ-75ТМ непрерывным валиком диаметром 2 мм.	0,5	
		12. Установить заднюю крышку коробки передач 1701205 (поз.12) на шпильки, затем установить кронштейн	0,5	

		опоры двигателя 1001230 на заднюю крышку коробки передач. 13. Закрепить шестью гайками 1/61008/11 (поз.14), предварительно подложив под них шайбы 1/05166/70 (поз.15). Затянуть гайки динамометрическим ключом (номинальный момент затяжки 24,5 Н·м по 3 классу). Проверить качество выполненной работы.	1,0 6,5	
--	--	--	------------------------------	--

5 Анализ экономической эффективности

5.1 Введение

Основным экономическим результатом проекта, является снижение расхода топлива за счет применения шестой передачи в коробке передач. Данная модернизация приводит в среднем к снижению расхода топлива на 0,3 л./100 км пробега. В экономической части проекта необходимо оценить эффективность предложенного решения. Раздел проекта разработан в соответствии с источником [5].

5.2 Расчет затрат на производство нового изделия

Сначала рассчитаем себестоимость нового изделия на основе данных полученных в ходе практики на АВТОВАЗе (март 2018 года). Результаты сведем в нижепредставленную таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет затрат.

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база), руб.	Процент косвенных расходов
1	2	3	4
Стоимость основных материалов	М	2385,00	
Стоимость комплектующих изделий	Пи	1215,40	
Основная заработная плата	Зо	2501,00	10%
Дополнительная заработная плата	Здоп	250,10	$0,1 \cdot Zo$
Отчисления в социальные взносы	Ссв	825,33	30%
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Ссод.обор	5002,00	$0,2 \cdot Zo$
Цеховые расходы	Сцех	4376,75	$1,75 \cdot Zo$
Расходы на инструмент и оснастку	Синстр	75,03	$0,03 \cdot Zo$
Цеховая себестоимость	Сцех.с/с	16630,61	
Общезаводские расходы	Соб.з	3126,25	$1,25 \cdot Zo$

Общезаводская себестоимость	Соб.з.с/с	19756,86	
Коммерческие расходы	Ском	987,84	
Полная себестоимость	Спол	20744,70	

Рассчитаем статью затрат “Стоимость основных материалов”:

$$M = \sum_{i=1}^n Ц_{mi} * Q_{mi} * (1 + K_{тзр}./100 - K_{вот}./100) \quad (5.1)$$

где: $Ц_{mi}$ - стоимость i -го вида, руб.; Q_{mi} - расход i -го вида на изделие, кг;
 $K_{тзр}$ - коэффициент учитывающий транспортные и заготовительные расходы, в %;
 $K_{вот}$ - коэффициент учитывающий возвратные отходы, в %.

Таблица 5.2 – Основные материалы.

Наименование основных материалов	Расход материала	Цена за единицу измерения, руб.	Итого, руб.
Металл - литье, кг.	15	44	660,00
Металл - горячекатаный прокат, кг.	3,1	57	176,70
Металл - прочие черные металлы, кг.	6,4	42	268,80
Металл - литье цветного металла, кг.	9,4	91	855,40
Металл - прокат цветного металла, кг.	0,5	123	61,50
Металл - сырьё цветного металла, кг.	0,5	97	48,50
Химикаты, кг.	0,6	121,5	72,90
Краска, кг.	0,05	118	5,90
Текстильные материалы, м.	0,5	61	30,50
Прочие материалы, руб.	38	-	38,00
Электроэнергия, кВт	61	3,4	207,40
ИТОГО:			2410,10
Тран.-заготов. расходы	$K_{тзр}=3\%$	-	72,30
Возвратные отходы	$K_{вот}=2\%$	-	-48,20
ВСЕГО:	-	-	2434,20

Рассчитаем статью затрат “Стоимость комплектующих изделий”:

$$П_{и.} = \sum_{i=1}^n Ц_{i.} * n_{i.} * (1 + K_{тзр}./100) \quad (5.2)$$

где – $\sum p_i$ – стоимость покупных изделий, руб.; p_i – количество покупных изделий, в шт.

Таблица.5.3 – Покупные изделия.

Наименование покупного изделия	Кол-во	Цена за шт., руб.	Итого, руб.
Подшипники, руб.	-	-	
Подшипник задний, первичного и вторичного валов	2	125	250
Подшипник передний первичного вала	1	96	96
Подшипник передний вторичного вала	1	96	96
Подшипник дифференциала	2	159	318
Электрооборудование (датчик скорости а/м), руб.	-	-	150
Пластмассовые изделий, руб.	-	-	12,0
Готовые изделия (прочие), руб.	-	-	258,0
ИТОГО:	-	-	1180,0
Транспортно-заготовительные расходы	Ктзр=3 %	-	35,40
ВСЕГО:	-	-	1215,40

Рассчитаем статью затрат “Основная заработная плата”:

$$Z_o. = Z_t. * (1 + K_{\text{прем.}}/100) \quad (5.3)$$

где: $Z_t.$ – тарифная з/п, рассчитывается:

$$Z_t. = C_p. * t. \quad (5.4)$$

где: $C_p.$ – часовая средняя тарифная ставка, руб., $t.$ – трудоемкость средняя операции, час. $K_{\text{прем.}}$ – коэфф. премий и доплат, в %. Данные представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Трудоемкость операций.

№	Операции	Разряд вы- полняемой работы	Трудо- емкость работы, час.	Часовая ставка, руб.	Зарпла- та, руб.
1.	Заготовительная	3	0,9	105,45	94,91
2.	Обрабатывающая	4	7,5	117,15	878,63
3.	Сборочная	5	7	132,1	924,70
4.	Испытательная	6	0,5	149,5	74,73
	ИТОГО:	-	-	-	1972,96
	Прем. платы	Кпрем=30%	-	-	591,89
	Основная з/п	-	-	-	2564,84

$З_0 = 2564,84$ руб.

Рассчитаем статью затрат «Дополнительная заработная плата»:

$$З_д. = З_0 \cdot (K_{вып} / 100\%) \quad (5.4)$$

$$З_д. = 2564,84 \cdot (10\% / 100\%) = 256,48 \text{ руб.},$$

где $K_{вып.}$ – коэффициент учитывающий доплаты или выплаты не связанные с работой на производстве, в %.

Рассчитаем статью затрат «Отчисления в социальные взносы»:

$$Сс.в. = (З_0 + З_д) \cdot (Ес.н. / 100\%) \quad (5.5)$$

$$Сс.в. = (2564,84 + 256,48) \cdot (30\% / 100\%) = 846,40 \text{ руб.}$$

где $Ес.н.$ – коэффициент определяющий отчисления в фонд единого социального налога, в %.

Рассчитаем статью затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»:

$$Сс.об. = З_0 \cdot (Еоб. / 100\%) \quad (5.6)$$

$$Сс.об. = 2564,84 \cdot (200\% / 100\%) = 5129,68 \text{ руб.},$$

где $Еоб.$ – коэффициент учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию технологического оборудования, в %.

Выполним расчет затрат «Цеховые расходы» по формуле:

$$Сц. = З_0 \cdot (Ец / 100\%) \quad (5.7)$$

$$Сц.= 2564,84 * (175\% / 100\%) = 4488,47 \text{ руб.},$$

где Ец. – коэффициент учитывающий цеховые расходы, в %.

Рассчитаем статью затрат «Расходы на инструмент и оснастку»:

$$Синс.=3o * (Еинс./100\%) \quad (5.8)$$

$$Синс.=2564,84 * (3\% / 100\%) = 76,95 \text{ руб.},$$

где Еинс. – коэффициент учитывающий расходы на инструмент и новую оснастку, в %.

Рассчитаем статью затрат «цеховая себестоимость»:

$$Сцех.с/с.=М+Пн.+3o.+3д.+Сс.н.+Сс.об.+Сц.+Синс \quad (5.9)$$

$$Сцех.с/с.= 2434,20 + 1215,40 + 2564,84 + 256,48 + 846,40 + 5129,68 + 4488,47 +$$

$$76,95 = 17012,43 \text{ руб.}$$

Рассчитаем статью затрат «Общезаводские расходы»:

$$Соб.з.=3o * (Еоб.з./100\%) \quad (5.10)$$

$$Соб.з.=2564,84 * (125\% / 100\%) = 3206,05 \text{ руб.}$$

где Еоб.з.- коэффициент учитывающий общезаводские расходы, в %.

Рассчитаем статью затрат «общезаводская себестоимость»:

$$Соб.з.с/с.=Соб.з. + Сцех.с/с. \quad (5.11)$$

$$Соб.з.с/с.=3206,05 + 17012,43 = 20218,48 \text{ руб.}$$

Рассчитаем статью затрат «Коммерческие расходы»:

$$Ском.=Соб.з.с/с * (Ек./100\%) \quad (5.12)$$

$$Ском.= 20218,48 * (5\% / 100\%) = 1010,92 \text{ руб.}$$

где Ек. – коэффициент учитывающий коммерческие расходы, в %.

Рассчитаем статью затрат «полная себестоимость»:

$$Спол.=Соб.з.с/с+Ском. \quad (5.13)$$

$$Спол.= 20218,48 + 1010,92 = 21229,40 \text{ руб.}$$

Рассчитаем статью «отпускная цена» для базовой и проект. изделия:

$$Цо.= Спол. * (1+Кр./100\%), \quad (5.14)$$

где Кр. – коэффициент рентабельности производства, Кр.=30%;

$$Цо.б.=Спол.б. * (1+Кр./100\%) = 20744,70 * (1+30\% / 100\%) = 26968,11 \text{ руб.};$$

Цо.п. = Цо.б.

Основные результаты расчетов сведем в следующую таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Результаты расчетов показателей.

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на базовую КП, руб.	Затраты модернизированную КП, руб.
	1	2	3	4
1	Стоимость основных материалов	М	2385,00	2434,20
2	Стоимость комплектующих изделий	Пи	1215,40	1215,40
3	Основная заработная плата	Зо	2501,00	2564,84
4	Дополнительная заработная плата	Здоп	250,10	256,48
5	Отчисления в социальные взносы	Ссв	825,33	846,40
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Ссод.обор	5002,00	5129,68
7	Цеховые расходы	Сцех	4376,75	4488,47
8	Расходы на инструмент и оснастку	Синстр	75,03	76,95
9	Цеховая себестоимость	Сцех.с/с	16630,61	17012,43
10	Общезаводские расходы	Соб.з	3126,25	3206,05
11	Общезаводская себестоимость	Соб.з.с/с	19756,86	20218,48
12	Коммерческие расходы	Ском	987,84	1010,92
13	Полная себестоимость	Спол	20744,70	21229,40
14	Отпускная цена	Цотп	26968,11	26968,11

5.3. Расчет точки безубыточности

Точка безубыточности показывает объем производства, когда продажи равны расходами.

$$\text{Цотп.} \cdot V_{\Gamma} = \text{Зп.} + \text{Зп.уд.} \cdot V_{\Gamma} \quad (5.15)$$

где Цотп. – цена продукции; V_{Γ} – объем производства (40000 шт.), Зп. – постоянные издержки; Зпер.уд. – переменные удельные издержки.

Переменные затраты на ед. продукции:

$$\text{Зпер.}(уд.б) = М + \text{Пи.} + \text{Зо.} + \text{Зд.} + \text{Сс.в.} \quad (5.16)$$

$$\text{Зпер.}(уд.б) = 2385,00 + 1215,40 + 2501,00 + 250,10 + 825,33 = 7176,83 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпер.}(уд.п) = М + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здоп} + \text{Сс.в.} \quad (5.17)$$

$$\text{Зпер.}(уд.п) = 2434,20 + 1215,40 + 2564,84 + 256,48 + 846,40 = 7317,32 \text{ руб.}$$

в годовом выражении переменные затраты:

$$\text{Зпер.б.} = \text{Зпер.}(уд.б) \cdot V_{\Gamma} \quad (5.18)$$

$$\text{Зпер.б.} = 7176,83 \cdot 40000 = 287073200 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпер.п.} = \text{Зпер.}(уд.п) \cdot V_{\Gamma} \quad (5.19)$$

$$\text{Зпер.п.} = 7317,32 \cdot 40000 = 292692974 \text{ руб.}$$

Постоянные затраты на ед. продукции:

$$\text{Зп.уд.п} = (\text{Сс.об.} + \text{Синс.}) \cdot 0,87 + \text{Сцех.} + \text{Соб.з.} + \text{Ском.} + \text{Ам.уд.}$$

Ам.уд.- амортиз. отчисления, руб. (только для проектного варианта).

$$\text{Ам.}(уд.п) = (\text{Сс.об.п.} + \text{Синс.п.}) \cdot \text{На.} / 100\% \quad (5.20)$$

$$\text{Ам.}(уд.п) = (5129,68 + 76,95) \cdot 13 / 100 = 676,86 \text{ руб.}$$

где На. – коэффициент учитывающий отчисления на амортизация оборудования, принимаем На.=13%.

$$\begin{aligned} \text{Зп.}(уд.п) &= (5129,68 + 76,95) \cdot 0,87 + 4488,47 + 3206,05 + 1010,92 + 676,86 = \\ &= 13567,87 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\text{Зп.}(уд.б) = \text{Сс.об.} + \text{Синс.} + \text{Сц.} + \text{Соб.з.} + \text{Ском.} \quad (5.21)$$

$$\text{Зп.}(уд.б) = 5002,00 + 75,03 + 4376,75 + 3126,25 + 987,84 = 13912,08 \text{ руб.}$$

Из расчета на объем выпуска продукции:

$$\text{Зп.б.} = \text{Зпост.}(уд.б) \cdot V_{\Gamma} \quad (5.22)$$

$$Зп.б.=13567,87*40000= 542714920 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{пост.п.}}=З_{\text{пост.}}(\text{уд.п}) * V_{\Gamma}. \quad (5.23)$$

$$Зп.п.=13912,08*40000= 556483064 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$Сп.год.=Спол.* V_{\text{год.}} \quad (5.24)$$

$$Сп.(\text{год.п})=20744,70*40000= 829788120 \text{ руб.}$$

Выручка от продажи рассчитывается как:

$$Выр.=Цотп.* V_{\Gamma}. \quad (5.25)$$

$$Выр.п.=Цотп.п.* V_{\Gamma}= 26968,11*40000= 1078724556 \text{ руб.}$$

Общий доход (маржинальный):

$$Дм.=Выр.-Зпер. \quad (5.26)$$

$$Дм.п.=Выр.п.-Зпер.п.= 1078724556-292692974= 786031582 \text{ руб.}$$

Точка безубыточности определяется:

$$Ак.=Зп.п./(\text{Цотп.п.}-Зпер.(\text{уд.п})) \quad (5.27)$$

$$Ак.= 556483064 / (26968,11-7317,32)= 28320 \text{ шт.}$$

Определение точки безубыточности графическим методом:

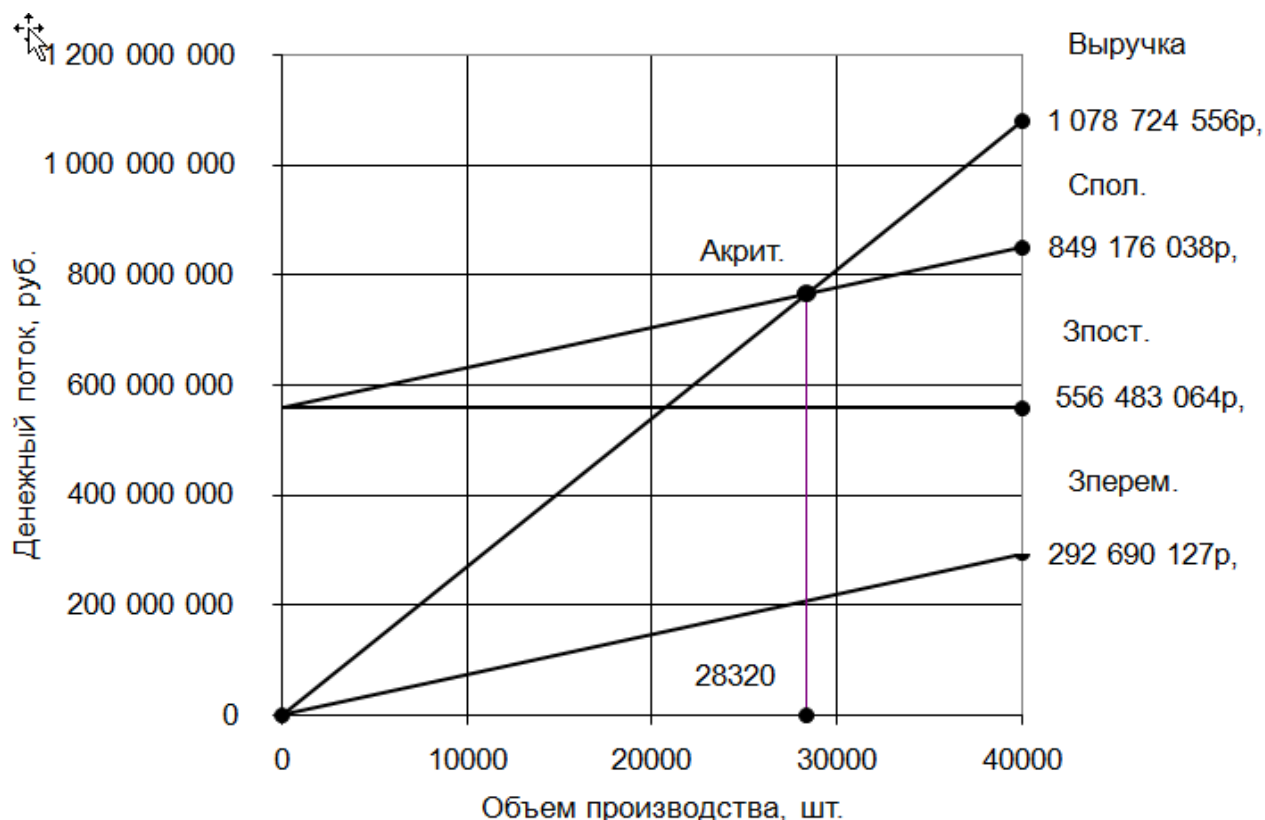


Рисунок 5.1 - Расчет безубыточности проекта графическим методом.

5.4 Расчет эффективности проекта

5.4.1 Общественная эффективность проекта

По результатам расчетов конструкторской части, определено, что модернизация коробки передач позволяет снизить средний расход топлива на 0,3 л на каждые 100 км пробега автомобиля. Выполним расчет.

Общее количество часов работы автомобиля в год:

$$Z = Дк. * Тн. * А \quad (5.28)$$

$$Z = 364 \cdot 1 \cdot 0,5 = 182 \text{ час,}$$

где Дк. – количество дней в году, Тн. – продолжительность работы в сутки в часах, А – коэффициент учитывающий степень использования мощности двигателя.

Расчет выполненной транспортной работы.

$$W = Z * Ne * b * r \quad (5.29)$$

$$W = 182 \cdot 45 \cdot 0,5 \cdot 0,95 = 3890 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

где N_e – мощность двигателя при $n=3000$ об/мин, кВт, b – коэф. использования моточасов, $b = 0,6$, g – коэф. использования мощности, $g = 0,95$.

Расчет затрат на топливо:

$$Z_{т.б.} = C_{т.б.} \cdot g_{е.б.} \cdot K_3 \quad (5.30)$$

$$Z_{т.б.} = C_{т.б.} \cdot g_{е.б.} \cdot K_3 = 40 \cdot 0,280 \cdot 1,04 = 11,65 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час,}$$

$$Z_{т.н.} = C_{т.н.} \cdot g_{е.п.} \cdot K_3 = 40 \cdot 0,275 \cdot 1,04 = 11,45 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час,}$$

где $g_{е.}$ – удельный расход бензина, кг/кВт·ч.; $C_{т.}$ – цена на бензин марки АИ-95, руб/кг; K_3 – коэффициент учитывающий увеличение расхода топлива в зимой, примем $K_3=1,04$.

Экономия затрат на эксплуатацию автомобиля составит:

$$\Delta_{\text{общ.}} = G_{\text{э.т.}} = W \cdot (Z_{т.б.} - Z_{т.н.}) \quad (5.31)$$

$$\Delta_{\text{общ.}} = 3890 \cdot (11,65 - 11,45) = 778 \text{ руб.}$$

5.4.2. Коммерческая эффективность проекта

Период эксплуатации равен 5 годам.

Количество модернизированных коробок передач в эксплуатации будет увеличиваться с каждым годом на величину:

$$\Delta = (V_{г.м.} - A_{к.}) / (n - 1), \quad (5.32)$$

где $V_{г.м.} = V_{г.}$ – максимальный объем продукции, шт.; $A_{к.}$ – критический объем продаж, шт.; n – количество лет, с учетом предварительной подготовки производства (1 год).

$$\Delta = (40000 - 28320) / (6 - 1) = 2336$$

Выручка по годам (для проектного варианта):

$$Выр.i = C_{отп.} \cdot V_{прод.i}, \quad (5.31)$$

Где объем продаж:

$$V_{прод.i} = A_{к.} + \Delta. \quad (5.32)$$

Таблица 5.6 – Выручка.

Модернизированная КП					
год	1	2	3	4	5
Объем продаж	30656	32992	35328	37664	40000
Выручка (руб.)	826724007	889721521	952719036	1015716550	1078714064

Переменные затраты по годам для базового и проектного изделий:

$$З_{\text{перем. } i} = З_{\text{перем. уд.}} \cdot V_{\text{прод. } i} \quad (5.33.)$$

Таблица 5.7 Переменные затраты.

Годы	Объем продаж	Базовая КП Зпер. (руб.)	Модернизированная КП Зпер. (руб.)
1	30656	220010108	224317048
2	32992	236775183	346002407
3	35328	253540258	258503588
4	37664	270305333	275596857
5	40000	287070408	292690127

Амортизация (определяется для модернизированной КП):

$$Ам. = Ам. уд. \cdot V_{\text{год.}} = 676,86 \cdot 40000 = 27074204 \text{ руб.} \quad (5.34)$$

Экономия определяется по всей годам производства (определяется для модернизированной КП):

$$Э_{\text{общ. } i} = Э_{\text{общ.}} \cdot V_{\text{год. } i} \quad (5.35)$$

Таблица 5.8 – Общественная экономия.

Эобщ. (Модернизированная КП)					
Годы	1	2	3	4	5
Эобщ. (руб.)	23850065	25667473	27484881	29302289	31119697

Полная себестоимость по годам для базовой и модернизированной КП:

$$Спол. i = З_{\text{пер. } i} + З_{\text{п.}} \quad (5.36)$$

Таблица 5.9 – Себестоимость полная.

Годы	Объем продаж	Базовая КП Спол. (руб.)	Модернизированная КП Спол. (руб.)
1	30656	762719749	780794699
2	32992	779484824	797887969
3	35328	796249899	814981239
4	37664	813014974	832074509
5	40000	829780049	849167778

Налогооблагаемая прибыль по годам производства (Модернизированная КП):

$$\text{Пр.обл.}i = \text{Выр. } i - \text{Спол.}i \quad (5.37)$$

Налог на прибыль по ставке в 20% от налогооблагаемой прибыли по годам производства.

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i * 0,20 \quad (5.38)$$

Прибыль чистая по годам производства.

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (5.39)$$

Таблица 5.10 – Прибыль чистая.

Базовая КП				
Годы	Объем продаж	Пр.обл.і (руб.)	Нпр.і. (руб.)	Пр.ч.і. (руб.)
1	30656	64004258	12800852	51203406
2	32992	110236697	22047339	88189358
3	35328	156469136	31293827	125175309
4	37664	202701576	40540315	162161260
5	40000	248934015	49786803	199147212
Модернизированная КП				
Годы	Объем продаж	Пр.обл.і (руб.)	Нпр.і. (руб.)	Пр.ч.і. (руб.)
1	30656	45929308	9185862	36743446
2	32992	91833552	18366710	73466842
3	35328	137737797	27547559	110190237
4	37664	183642041	36728408	146913633
5	40000	229546285	45909257	183637028

Текущий чистый доход по всем годам производства:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i.p. - \text{Пр.ч.}i.б. + \text{Ам.} + \text{Эобщ.}i \quad (5.40)$$

Определение параметра дисконтирования денежного потока:

$$a_i = 1/(1 + E)^t, \quad (5.41)$$

где E – норматив дисконтирования E=10%; t – год приведения затрат и результатов (расчетный год).

Определение чистого дисконтированного потока реальных денег (при Kp.=10%):

$$\text{ЧДД}_{ti} = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_{ti} \quad (5.42)$$

Таблица 5.11 – Чистый дисконтированный доход.

Годы	Объем продаж	ЧД _i (руб.)	α _i	ЧДД _{ti} (руб.)
1	30656	36464309	0,909	33149372
2	32992	38019161	0,826	31420794
3	35328	39574013	0,751	29732542
4	37664	41128865	0,683	28091568
5	40000	42683717	0,621	26503230

Суммарный ЧПД рассчитывается:

$$n\text{ЧПД}_t = n\text{ЧДД}_{ti} \quad (5.43)$$

$$n\text{ЧПД}_t = 33149372 + 31420794 + 29732542 + 28091568 + 26503230 = 148897506 \text{ руб.}$$

Требуемые инвестиции в производство составят:

$$J_0 = K_{\text{ин.}} / 100\% \cdot n\text{Спол.}_i \quad (5.44)$$

где К_{ин.} – коэффициент учитывающий необходимые инвестиции (К_{ин.} = 3%).

$$J_0 = 3\% / 100\% \cdot 4074906194 = 122247186 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧДД} = n\text{ЧПД}_t - J_0 \quad (5.45)$$

$$\text{ЧДД} = 148897506 - 122247186 = 26650321 \text{ руб.}$$

$$JD_t = \text{ЧДД} / J_0; \quad (5.46)$$

$$JD_1 = 26650321 / 122247186 = 1,22$$

Срок окупаемости проекта (в годах):

$$T_{\text{ок.}t} = J_0 / \text{ЧДД}; \quad (5.47)$$

$$T_{\text{ок.}t} = 122247186 / 26650321 = 0,82.$$

Представим основные показатели экономической эффективности в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Показатели экономической эффективности.

№		ГОДЫ					
		0	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж, Упрод. (шт.)		30656	32992	35328	37664	40000
2	Отпускная цена за единицу продукции, (руб.) Цотп.		26968				
3	Выручка.б. Выручка.н. (тыс.руб)		826724	889722	952719	1015717	1078714
4	Общественная эффективность, (тыс.руб.)		23850	25667	27485	29302	31120
5	Полная себестоимость, (тыс.руб) Спол.б.		780795	797888	814981	832075	849168
	Спол.н.		762720	779485	796250	813015	829780
6	Прибыль чистая, (тыс.руб.)		36743	73467	110190	146914	183637
7	Чистый поток реальных денег ЧД, (тыс.руб.)		36464	38019	39574	41129	42684
8	Коэффициент дисконтирования αt при Ест.1		0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
9	Чистый дисконтированный поток реальных денег, (тыс.руб.) ЧДД1		33149	31421	29733	28092	26503
10	Капиталообразующие инвестиции J_0 , (тыс.руб.)	122247					
11	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, тыс.руб. $\Sigma ЧДД1$		148897				
12	Индекс доходности J_D		1,22				
13	Срок окупаемости проекта Токуп., год		0,82				
14	Чистый дисконтированный доход ЧДД, тыс.руб		26650				

5.5 Выводы

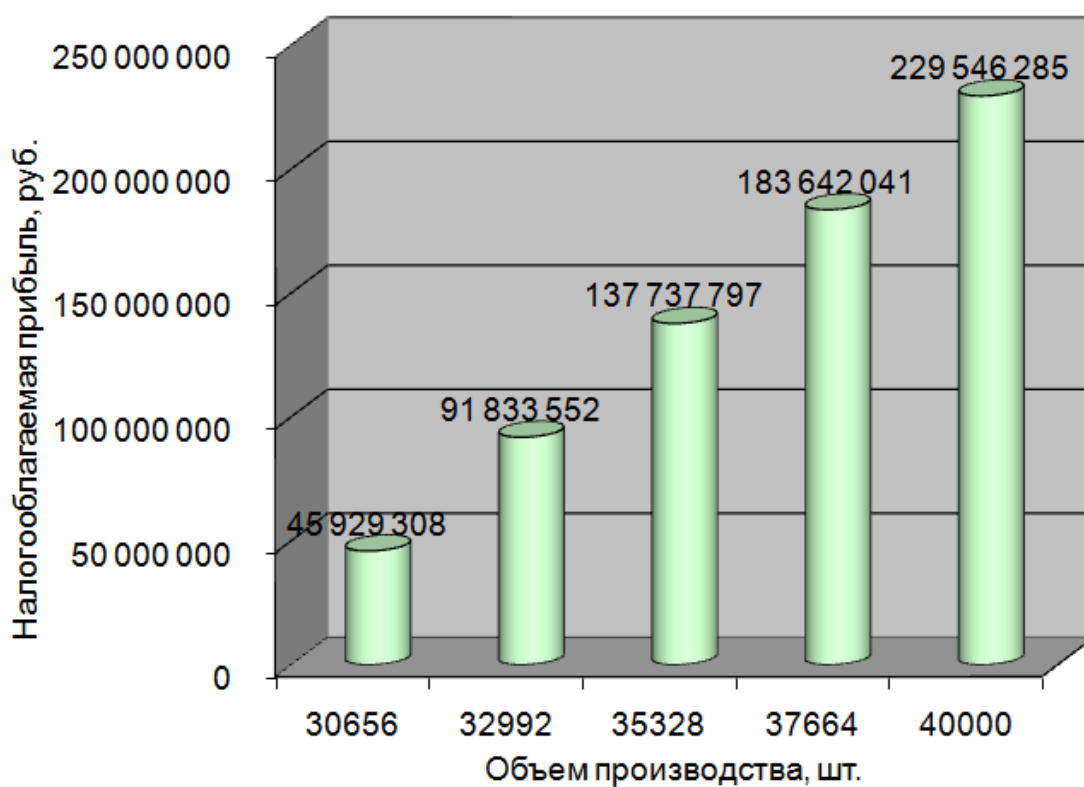


Рисунок - 5.2. Налогооблагаемая прибыль по годам производства.

Эффективность достигается за счет снижения расхода автомобилем топлива. Индекс доходности проекта – 1,22, срок окупаемости 0,82 года.

6. Безопасность и экологичность объекта

6.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций.

Раздел проекта разработан в соответствии с источниками [6], [7]. Современные требования к технологическим процессам заключаются в постоянном повышении эффективности, что в свою очередь приводит к необходимости максимально эффективно использовать рабочие пространства и площади. Это ведет к плотному размещению технологического оборудования на единице площади. В таком случае обеспечение безопасных условий труда возможно только при комплексном подходе к организации производства, что подразумевает:

- использование таких технологий в производстве, которые обеспечивают наименьший уровень опасных и вредных факторов на всех этапах технологической операции;
- применение эффективных средств как коллективной так и индивидуальной защиты;
- применение специальных технических средств контроля за производственными процессами, которые позволяют вести защиту работников в автоматическом режиме (автоматически предупреждать или отключать оборудование).
- обеспечивать герметичность систем газо- и водоснабжения, с целью исключения утечек.
- осуществления контроля за соблюдением работниками правил по технике безопасности и санитарных требований.
- обеспечение удаления отходов производства.

В дипломном проекте рассматривается участок сборки коробок передач, схема которого изображена на рис.4.1. Основным документом, определяющим требования к производственному участку, является ГОСТ 12.3.002 "Процессы производственные. Общие требования безопасности".

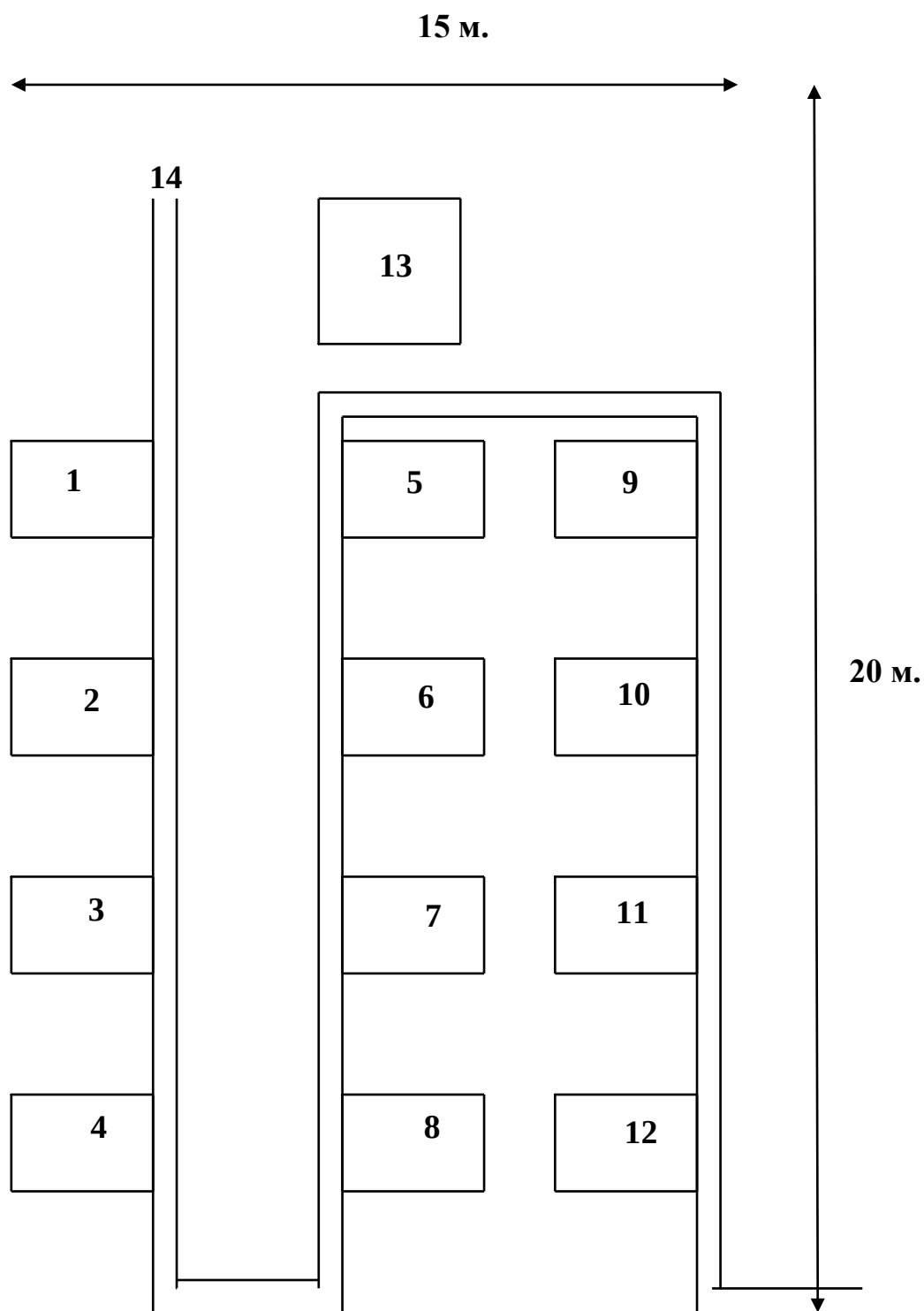


Рисунок 6.1. Общая схема цеха по сборке коробок передач, где 1...11 – места выполнения сборочных операций. 12 – контроль качества, 13 электрошкаф, 14 – ленточный конвейер.

При проектировании сборочной линии, необходимо определить расположение проходов (для персонала) и проездов (для технологического транспорта). При этом ширина проезда рассчитывается исходя из ширины технологического транспорта применяемого на производстве плюс по 0,7 м на проход с каждой стороны.

Рекомендованная ширина внутрицеховых проходов и проездов:

- а) основной проезд - 3,0-4,0 м;
- б) проход для работников - 1,4-1,6 м;
- в) проезд при движении тележек:
 - с односторонним движением - 2,0-2,5 м;
 - с двусторонним движением - 2,0-3,5 м.

Ширина прохода для доступа к оборудованию (для его осмотра и проведения регламентных и ремонтных работ) – не менее 0,8 м.

6.2 Опасные и вредные производственные факторы.

Работник подвергается воздействию различных внешних факторов, таких как температура воздуха на рабочем месте, влажность воздуха, скорость воздуха на рабочем месте и т.д.

Все эти факторы являются определяющими для условий труда работника и требуют их рассмотрения (влияния на организм работника). После этого необходимо определиться с мероприятиями, максимально снижающими вредные воздействия на работника.

Рассмотрим основные опасные и вредные производственные факторы имеющие место для участка сборки коробок передач и сведем данные в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы.

Опасные и вредные производственные факторы	Оборудование, приспособление, инструмент	Воздействие на организм
Физического воздействия: а) движущиеся механизмы и машины, передвигающиеся изделия по конвейеру.	Электро- погрузчики, поточная линия, транспорт на точной линии, вращающиеся части станков	Общая вибрация, шум, повышенное движение воздуха, нарушение целостности организма, повреждение частей тела
б) повышение запыленности и загазованности воздуха;	Электро- и дизельные погрузчики	Воздействие на органы дыхания, утомляемость
в) повышенные уровни шума, вибраций, ультразвуковые колебания.	Технологическое оборудование, станки, транспорт.	Шумовое воздействие на органы слуха, внутреннее расстройство организма, влияние на сердечнососудистую систему, повышенное давление.
г) повышенное напряжение электрические цепи.	Электрические сети, электрические установки, распределители, производственное оборудование с электроприводом	Поражение электрическим током
д) отсутствие или недостаток естественного света.	Производственное помещение, с недостаточной освещенностью и количеством оконных и потолочных проемов, осветительное оборудование.	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, усталость
е) воздействие задымленности и открытого огня.	Производственное помещение.	Воздействие дыма, огня
Химического воздействия: - раздражающие вещества	Масло, герметики.	Раздражение кожи
Психофизиологического воздействия: а) физиологические;		Статические и динамические перегрузки, утомление, нагрузка на ноги, руки
б) монотонный труд;		Утомление, усталость
в) напряжение глаз.		Эмоциональное напряжение

6.3 организаионно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчетами.

Исходя из требований безопасности, необходимо уделять особое внимание организации работ по созданию безопасных условий для работников, а также необходимо применять систему по управлению охраной труда в производстве.

Для следования этим правилам, в производстве необходимо разработать ряд нормативных документов. Один из них – стандарт предприятия по охране труда. Данный стандарт должен определять организацию охраны труда, подчиненность, обязанности, а также права всех подразделений предприятия и руководящего состава предприятия. Разрабатывая стандарт необходимо обязательно руководствоваться вышестоящими документами, такими как «ГОСТ», «ОСТ», «СНиП».

При разработке мероприятий, обеспечивающих безопасность на производстве, рассматриваются два направления. Первое – это мероприятия направленные на обеспечение индивидуальной защиты работника. К индивидуальной защите относятся – специальная рабочая одежда, респираторы, каски, специальная обувь и т.д. Второе – это мероприятия направленные на способы коллективной защиты работников производства. К коллективной защите относятся как специальные устройства – ограждения, блокировочные устройства, сигнальные устройства и т.д., так и организационные мероприятия, к которым относятся обучающие программы, информационные листки и т.д.

Мероприятия по обеспечению безопасности для работника, начинают проводится сразу же, с момента поступления работника на работу в виде обучения по безопасности труда на рабочем месте. Непосредственно перед началом работы производится инструктаж. Кроме этого работник должен быть обеспечен всеми видами средств индивидуальной защиты, в соответствии с рабочим местом.

Нами рассматривается участок по производству (сборке) коробок передач, который находится на территории ОАО «АВТОВАЗ» в стандартном производственном корпусе. Высота корпуса – 6 метров, площадь участка 15х20 метров. Для перевозки комплектующих, материалов, а также вывоза готовой продукции используются проезды для транспорта, которые выполнены отдельно от проходов для работников. Все двери и ворота для транспорта открываются наружу. На случай возгорания, предусмотрен план эвакуации с использованием специальных эвакуационных выходов для персонала. Все санитарно-бытовые помещения соответствуют «СНиП».

Рассмотрим мероприятия направленные на устранение опасных и вредных факторов.

1) Факторы физического воздействия.

а) Движущиеся машины и механизмы.

Для исключения возможного контакта работников с подвижными механизмами и машинами применяю специальные ограждения в проездах, которые разграничивают зону для движения машин и зону для передвижений работников. На производственных линиях также применяются ограждения, которые ограничивают доступ человека в зоны, где осуществляется движение механизмов производственной линии. Также применяются системы, которые блокируют работу конвейера или отдельных механизмов при нахождении в опасной зоне человека. Для этого применяются датчики-фотоэлементы, на сигналы от которых и срабатывает система блокировки.

б) Запыленность или загазованность воздуха.

Для обеспечения соответствия воздуха требованиям СНиП используют искусственную или естественную вентиляцию. На сборочном участке основным вредным фактором являются испарения СОЖ с поверхности деталей поступающих на сборку. На нашем участке сборки используется приточно-вытяжная вентиляция, которая предназначена для удаления воздуха с примесями вредных веществ и подачи чистого воздуха.

Выполним типовой расчет вентиляции и определим требования к системе. Основным параметром является кратность замены воздуха в цеху (часовая).

Данные для расчета: цех в длину - 20 м., в ширину - 15 м., в высоту - 6 м. В воздух цеха испаряется СОЖ (специальная охлаждающая жидкость) в объеме $W=50$ г/ч (ПДК=4 мг/м³), концентрация СОЖ в рабочей зоне $C_{p.з.}=2,8$ мг/м³, в приточном воздухе $C_{п.}=0,3$ мг/м³. Объем воздуха, забираемого из рабочей зоны равно $G_M=1500$ м³/ч. Объем цеха:

$$V = L \cdot b \cdot h \quad (6.1)$$

$$V=20 \cdot 15 \cdot 6=1800 \text{ м}^3.$$

Расчет требуемого воздухообмена:

$$G_{пр} = G_M + \frac{W - G_M \cdot (C_{p.з.} - C_{п.})}{(C_{p.з.} - C_{п.})} \quad (6.2)$$

$$G_{пр}=1500+(50000-1500(2,8-0,3))/(2,8-0,3)=20000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Тогда, кратность воздухообмена составит:

$$K=G_{пр}/V=20000/1800=11 \text{ ч}^{-1},$$

В результате расчета получена величина 11 раз, что соответствует нормам.

в) Уровень шума и вибраций, ультразвук и ультразвуковые колебания.

Для снижения воздействия рассматриваемого фактора применяются коллективные защитные средства и индивидуальные защитные средства. Коллективные средства снижают уровень шума, вибраций в самом источнике возникновения (глушители, звуко-вибро изолирующие покрытия), а также снижают уровень шума и вибраций в среде распространения (шумопоглощающие экраны). Кроме этого, при высоком уровне шума необходимо применять индивидуальные средства, например беруши. В случае сборочного цеха, необходимо применять оба способа снижения вредного воздействия шума и вибраций, а именно применять глушители (для пневматических систем), шумопоглощающие экраны между машинами, а также индивидуальные средства – беруши.

г) Повышенное напряжение электрические цепи. Электробезопасность.

Электрические системы используемые на производствах принято делить на 2 вида. Первый – с напряжением питания потребителей до 1000 Вольт, второй – с напряжением питания потребителей свыше 1000 вольт. В соответствии с этим делением подразделяются и требования по обеспечению безопасности. Основными едиными требованиями ко всем системам относятся – зануление, заземление оборудования, изоляция, пониженное напряжение на рабочем месте, обеспечение защиты электрических систем от попадания воды и влаги.

Рассматриваемое нами производство использует электрические системы с напряжением питания до 1000 вольт и относится ко второй категории «помещение с повышенной опасностью». В производственном цеху применяются бетонные полы, влажность в цеху - 60%, средняя температура в цеху - 25 градусов Цельсия.

В рассматриваемом сборочном производстве применяется множество электрических систем и устройств. Для обеспечения безопасных условий работы необходимо выполнить комплекс мероприятий включающий в себя применение: защитного заземления для механизмов, зануления, применение электрических устройств с минимальным напряжением, применение систем защитных отключений от перегрузок и при коротком замыкании, изоляция всех токопроводящих частей, применение заградительных устройств для ограничения доступа к электрическому оборудованию, использование предупредительной сигнализации и знаков безопасности для идентификации опасного оборудования.

Кроме этого, конструкция электроустановок должна обеспечивать защиту людей от контакта с элементами под напряжением, обеспечивать защиту оборудования от попадания воды, посторонних предметов, грязи.

Также конструктивно необходимо обеспечивать заземление оборудования (обеспечить надежную электрическую связь между оборудованием и «землей»), для чего возможно использование металлических конструкций здания.

д) Отсутствие или недостаток естественного света. Освещение.

Необходимый уровень освещения обеспечивает сохранение остроты зрения работникам, а также снижает общую утомляемость при выполнении монотонных операций.

Уровень освещения определяется для каждой операции в отдельности и зависит от требований к технологической операции. Применяется два вида освещения: естественное и искусственное. Естественное обеспечивается за счет попадания в рабочую зону естественного света через оконные проемы. Искусственное освещение в свою очередь делится на два вида. Первый вид – это общее освещение, которое обеспечивается светильниками расположенными (чаще всего) под крышей корпуса. Второй вид – местное освещение, которое используется на конкретном рабочем месте и должно обеспечить требуемый уровень совместно с общим искусственным освещением и естественным (в случае его наличия) освещением.

Выполним расчет общего освещения нашего производственного участка.

Определим необходимое число светильников на производственном участке:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \text{Пл} \cdot \eta} \quad (6.3)$$

Где Φ - есть световой поток от одной лампы, лм; E – норматив для освещенности помещения (минимальный), лк; S - общая площадь помещения, м², k – коэф. запаса, который учитывает запыленность и загрязнение светильников, а также старение светильников и ламп; z - отношение средней освещенности к минимальной (выбираем в пределах $z=1,1...1,5$); Пл – кол-во ламп; η - коэф. светового потока, который зависит от КПД светильника, коэф. отражения от потолка, от стен, а также от высоты подвеса ламп в светильниках и общих размеров помещения.

Принимаем: $E=200$ лк., $S=50 \text{ м}^2$; $k=1,5$; $z=1,5$; $\Phi=4250$ лм. Лампы - ЛД 80.

Коэффициент отражения от стен, потолка $\eta=51\%$.

$$N = \frac{200 \cdot 300 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{4250 \cdot 2 \cdot 0,50} = 32$$

Результатом расчета стало количество ламп (32 шт), которые обеспечивают требуемый общий уровень освещенности. При этом необходимо учитывать, что каждое конкретное рабочее место будет иметь свои требования по освещенности, что может потребовать применения местного освещения.

е) Воздействие задымленности и открытого огня. Пожаробезопасность.

Согласно НПБ 105-95, все производственные и складские помещения подразделяются на категории в зависимости взрывопожарной для каждой категории имеются требования обязательные к выполнению. Рассматриваемый нами производственный участок имеет категорию «Д». Категория «Д» - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. Необходимо помнить, что как правило, причинами возгораний являются несоблюдаемые требования по пожарной безопасности, несоблюдение правил эксплуатации оборудования. В связи с этим, именно полное соответствие производственной площадки правилам и требованиям является обязательным.

Производственный участок должен содержаться в чистоте от отходов производства, необходимо обеспечивать хранение промасленных обтирочных материалов, ветоши в специально отведенных для этого местах.

На случай возникновения возгораний необходимо обеспечить наличие необходимого количества индивидуальных средств пожаротушения в близости от рабочих мест. Основными средствами для тушения пожара являются: различные огнетушители, песок, вода, также к ним относятся следующие инструменты: ведра, топоры, лом и т.д.

Производственное помещение должно быть оснащено общей системой пожаротушения и сигнализации о пожаре. На случай возникновения возгорания необходимо иметь план эвакуации персонала, все работники должны быть обучены действиям на случай пожара.

Необходимо обеспечивать требуемое количество эвакуационных выходов, размеры выходов, доступность выходов, аварийную освещенность выходов. Выходы должны оснащаться дверями открываемыми наружу. Запрещено загромождать выходы, организовывать хранение любых вещей на выходах.

Только соблюдение требований по пожарной безопасности может минимизировать риски для работников в случае чрезвычайного происшествия.

6.4 Антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности.

6.4.1 Вредные воздействия производства по сборке коробок передач на окружающую среду.

Прямого, вредного воздействия на окружающую среду в процессе производства (сборки) коробок передач не отмечается. Однако необходимо рассматривать материалы, применяемые в производстве. А именно, герметики и масла, попадание которых, в окружающую среду, необходимо исключить. Этого можно достичь, используя специальные приспособления которые улавливают использованные материалы в технологическом процессе с целью дальнейшей их утилизации. Кроме этого, в производстве образуются нетоксичные отходы в виде использованной ветоши, прокладочных картона и бумаги. Для этого типа отходов необходимо организовать специальные контейнера для временного накопления, хранения и последующей утилизации. Эти действия являются пассивными действиями защиты.

На компонентах коробок передач, подаваемых на сборку, присутствуют остатки СОЖ, которые испаряясь загрязняют воздух. Для снижения концентрации этих испарений необходимо использовать специальные фильтры в системе вентиляции производства.

6.4.2 Вредные воздействия на окружающую среду в просе эксплуатации коробки передач.

1) Непосредственно вредное воздействие может быть вызвано утечками масла применяемого в коробке передач как в процессе эксплуатации так и в процессе выполнения регламентных работ. Для снижения рисков такого воздействия, необходимо во-первых, конструктивными решениями (применение высоконадежных сальниковых уплотнений, качественных герметиков) минимизировать риски утечки масла в процессе эксплуатации автомобиля, во-вторых, выполнять все регламентные работы только на специализированных станциях технического обслуживания.

2) Также со стороны коробки передач имеется шумовое воздействие на окружающую среду. В большей степени это касается водителя и пассажиров транспортного средства, которые подвержены постоянному воздействию шума и вибраций со стороны коробки передач, что ведет к повышенной утомляемости и усталости. Конструктивно, для снижения уровня шума генерируемого коробкой передач, необходимо использовать специальные зубчатые зацепления (с профилем зуба минимальной шумности), использовать демпфер холостого хода в конструкции сцепления, применять улучшенную шумо-защиту.

3) Нельзя не отметить влияние конструкции коробки передач на расход автомобилем топлива. Что в конечном итоге влияет на объемы выхлопных газов выбрасываемых в атмосферу. В этом случае, предлагаемое техническое решение проекта (применение шести-ступенчатой коробки передач) оказывает положительный эффект и приводит к реальному снижению расхода топлива.

6.5 Обеспечение безопасности при эксплуатации объекта.

При работе коробке передач в автомобиле обязательно необходимо рассмотреть вопросы, связанные с безопасностью для водителя и пассажиров, а также других участников дорожного движения.

Для этого необходимо конструктивно обеспечить работоспособность, надежность коробки передач на протяжении всего срока эксплуатации автомобиля. К числу опасных факторов относятся:

- механическая поломка коробки передач. Это может создать аварийную ситуацию на дороге с тяжелыми последствиями. Для исключения этого необходимо при разработке конструкции коробки передач руководствоваться принятыми нормами, стандартами расчетов и проектирования. При испытаниях коробок передач, необходимо провести весь комплекс испытаний, включая длительные дорожные испытания на ресурс и испытания на прочностные свойства. При производстве коробок передач необходимо соблюдать технологические процессы и применять только одобренные материалы.

- возможное включение «не той» передачи или самовыключение передачи в процессе движения автомобиля. Необходимо выполнить полный комплекс работ по испытаниям автомобиля с новой коробкой передач.

6.6 Функционирование объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

Рассмотрим возможные чрезвычайные ситуации связанные с возникновением пожара, который может быть причиной как обрушения кровли, так и взрыва. При этом поражающие факторы будут следующими: ударная (воздушная) волна с большим количеством осколков, а также тепловое и световое излучения, и как следствие – повышение концентрации угарного газа.

На рассматриваемом производстве может возникнуть ЧС как пожар с последующим обрушением здания и также с возможным взрывом.

Всегда необходимо помнить, что авария развивается поэтапно, а именно:

1 этап – накопление различных отклонений от нормальных процессов,

2 этап – начало аварии,

3 этап – развитие процессов аварии, во время которых, происходит воздействие на окружающую среду, объекты, людей,

4 этап – спасательные работы,

5 этап – восстановительные мероприятия после ликвидации аварии.

Одной из основных задач, является – сохранение устойчивой организации работ при возникновении чрезвычайной ситуации, что обеспечивается следующими факторами:

- 1) степень надежности по защите персонала,
- 2) способность по противостоянию поражающим факторам,
- 3) обеспечение надежного функционирования технологического оборудования, а также энергетических систем,
- 4) обеспечение постоянного снабжения (материально-технического),
- 5) уровень подготовки персонала должен обеспечивать проведение спасательных и восстановительных работ,
- 6) организация системы управления в условиях чрезвычайной ситуации.

При производственных авариях выполняются следующие работы:

- ликвидация пожара (очаговых и массовых проявлений),
- своевременное устройство барьеров на пути распространения огня,
- проведение спасательных работ – поиск пострадавших и извлечение их из под завалов, медицинская помощь пострадавших, организация эвакуации людей из зоны ЧС.

Руководитель производства при непосредственной угрозе чрезвычайной ситуации должен выполнить следующие действия:

- организует дежурную службу,
- осуществляет постоянное наблюдение за обстановкой, а также окружающей средой,
- прогнозирует развитие ситуации,
- проверяет все системы оповещения и связи,
- осуществляет мероприятия по защите людей,
- проводит подготовку возможной эвакуации людей.

Только при соблюдении всех инструкций и выполнении всех мероприятий возможно снижение травматизма и уровня профзаболеваний. Также, в этом случае, снижается негативное воздействие на окружающую среду

6.7 Выводы по разделу

В данном разделе проекта, рассматривался участок по сборке коробок передач. При этом были достигнуты следующие цели:

- 1) зафиксированы вредные производственные факторы, которые имеют место на сборочном производстве коробок передач,
- 2) определены мероприятия по снижению вредных воздействий на окружающую среду и людей, а также мероприятия по созданию безопасных условий труда.
- 3) Проведены расчеты систем вентиляции и освещения в производственном помещении по сборе коробок передач,
- 4) Определена категория пожароопасности – категория «Д», определено огнетушительное оборудование необходимое для производственного помещения,
- 5) Определены вредные воздействия на окружающую среду со стороны сборочного производства и процесса эксплуатации коробки передач в составе автомобиля,
- 6) Изучен вопрос по организации безопасности на производственном участке в случае возникновения ЧС или аварии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта стала модернизация конструкции действующей коробки передач автомобиля LADA VESTA с двигателем объемом 1,8 л.

В первой главе проекта был выполнен анализ действующих конструкций механических коробок передач автомобилей разных производителей, определены тенденции современного автомобилестроения в части механических трансмиссий и требований к ним. Выявлено, что современная тенденция – это применение шести-ступенчатых коробок передач, что позволяет существенно улучшить топливную экономичность автомобиля и помогает вписываться во все более ужесточающиеся нормы по выбросу углекислого газа. В связи с этим был определен путь модернизации коробки передач, а именно применение шестой передачи в базовой коробке передач.

В третьей главе проекта выполнен тяговый расчет автомобиля LADA VESTA 1,8 с базовой 5-ти ступенчатой коробкой передач, определены динамические и экономические качества автомобиля. Выявлено, что в варианте использования 5-ти ступенчатой коробки передач, пятая передача является скоростной, то есть максимальная скорость развивается автомобилем на 5 передаче, что говорит о низких экономических свойствах автомобиля. Для решения этой задачи был подобран ряд передаточных чисел для 6-того исполнения коробки передач. При этом были внесены изменения в передаточное число второй передачи с 1,95 до 2,10, что позволило улучшить динамические свойства автомобиля. Также было подобрано передаточное число шестой передачи – 0,692. Проведенный проектный тяговый расчет автомобиля для 6-ти ступенчатой коробки передач показал существенное улучшения экономичности на 0,7 л на 100 км пробега при движении со скоростью 100 км/ч.

В четвертой главе рассмотрен вопрос технологии сборки шестиступенчатой коробки передач, определены параметры технологического процесса, определено время для всех технологических операций сборки.

В пятой главе проведен экономический расчет предлагаемого технического решения. Определен положительный эффект от внедрения предлагаемого проекта.

В шестой главе рассмотрены вопросы организации безопасных условий труда на производственном участке сборки коробок передач, выявлены вредные факторы и предложены меры по устранению этих факторов в воздействии на человека.

Таким образом, выполненная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к дипломным проектам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тверитнев, М.В. Англо-русский и русско-английский автомобильный словарь [Текст] / М.В. Тверитнев. – М. : РУССО, 2001. – 492 с.
2. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля [Текст] / П.П. Лукин. – М.: Машиностроение, 1984. 376 с.
3. Гришкевич, А.И. Справочник. Проектирование трансмиссий автомобиля [Текст] / А.И. Гришкевич. – М., “Машиностроение“, 1984.
4. Бакфиш, К. Новая книга о шинах [Текст] / К. Бакфиш, Д. Хайнц. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 163 с.
5. Кравец, В.Н. Теория автомобиля [Текст] / В.Н. Кравец. – Нижний Новгород : НГТУ, 2007. – 30 с.
6. Запорожцев, А.В. Износ шин и работа автомобиля [Текст] / А.В. Запорожцев, Е.В. Кленников. – М. : НИИ информации автомоб. промышленности, 1971. – 52 с.
7. Павлов, В.П. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст] / В.П. Павлов, П.П. Заскалько. – М. : Транспорт, 1982. – 208 с.
8. Балабин И.В. Испытания автомобилей [Текст] / И.В. Балабин. – М. : Транспорт, 1988. – 152 с.
9. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [Текст] / Л.А. Черепанов. – Тольятти : ТГУ, 2016 – 39 с.
10. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [CD] / Л.А. Черепанов. – Тольятти : ТГУ, 2016 – 39 с.
11. Капрова, В.Г. «Технико – экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений». Уч. – методическое пособие [Текст] / В.Г. Капрова. – Тольятти : ТГУ, 2017 – 50 с.

12. Васильев, Н.М. Автомобильный транспорт: организация и эффективность [Текст] / Н.М. Васильев, Н.Н. Хмелевский, Г.И. Чанов-Чернис. – М. : Транспорт, 1985. – 208 с.
13. Якубовский, Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды [Текст] / Ю. Якубовский. – М. : Транспорт, 1979– 198 с.
14. Долина, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учеб. пособие [Текст] / П.А. Долина. – М. :Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
15. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч. – методическое пособие [Текст] / Л.Н. Горина. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 33 с.
16. Lawrence, V. The translation studies reader [Text] / V. Lawrence. – NY. : University of New York, 2000. – 221 p.
17. William, C.O. Clutches and Brakes [Text] / C.O. William. – Boca Raton : CRC Press, 2004. – 300 p.
18. Reza, N.J. Vehicle Dynamics: Theory and Application [Text] / N.J. Reza. – Chicago : Mechanical engineering, 2008. – 100 p.
19. Shaver, R. Manual transmission clutch systems [Text] / R. Shaver. – Glasgow : Society of Automotive Engineers, 1997. – 191 p.
20. Thomas, D.G. Fundamentals of Vehicle Dynamics [Text] / D.G. Thomas. – Michigan : University of Michigan, 1992. – 151 p.

Спецификация А1

86

Спецификация А2

№ строки	Формат	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1						
2		17	18.ДП.ПиЭА.329.00.017	Шестерня вторичного вала	1	
3				второй передачи		
4		18	18.ДП.ПиЭА.329.00.018	Шестерня ведомая	1	
5				переднего моста		
6		19	18.ДП.ПиЭА.329.00.019	Вал вторичный	1	
7						
8						
9				Стандартные изделия		
10						
11		14	1/61008/11	Гайка М8	6	
12		15	1/05166/70	Шайба М8	6	
13		16	464706 ГОСТ24310-80	Подшипник игольчатый	2	
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
						Лист
			Д18.ДП.ПиЭА.329.00.00.СБ			2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		