

## АННОТАЦИЯ

Нестеренко А.Е. Экспериментальная коробка передач для полноприводного грузового автомобиля с разработкой компоновочной схемы – Челябинск: ЮУрГУ, АТ; 531, ПЗ – 89 с., 2бил., библиографический список –35 наименований, 10 листов чертежей формата А1

Коробка передач, вал, зубчатое колесо, подшипник, синхронизатор, картер, шлицевое соединение, муфта, главная передача, дифференциал.

После анализа существующих конструкций современных коробок передач отечественного и зарубежного производства была предложена экспериментальная модель коробки передач для автомобиля «ГАЗ-27057». Спроектирована конструкция коробки передач и разработаны рабочие чертежи элементов коробки передач.

При разработке рабочих чертежей элементов экспериментальной коробки передач была разработана компоновочная схема автомобиля.

Конструкция разработанной коробки передач совмещает в себе следующие преимущества: функциональность, универсальность, надёжность, легкость в эксплуатации, технологичность, безопасность и др.

					190109.2016.921.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Нестеренко						
Провер.	Никифоров						
Н. Контр.	Дуюн В.И.						
Утверд.	Бондарь В.Н.						
					АННОТАЦИЯ		
					Лит.	Лист	Листов
						3	89
					ЮУрГУ Кафедра «КГМ и А»		

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет «Автотракторный»  
Кафедра «Колесные, гусеничные машины и автомобили»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ В. Н. Бондарь

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Экспериментальная коробка передач для полноприводного грузового  
автомобиля с разработкой компоновки трансмиссии

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–190109.2016.921.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

По экономической части

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Н. С. Маляр

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

По БЖД

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А. В. Кудряшов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Руководитель работы:

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ С.С. Никифоров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Автор работы

студент группы АТ-531

\_\_\_\_\_ А.Е. Нестеренко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ В. И. Дуюн

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Челябинск 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	10
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	11
1.1 Обзор существующих конструкций коробок передач .....	11
1.1.1 Необходимость применения коробок передач .....	11
1.1.2 Классификация коробок передач .....	11
1.1.3 Требования, предъявляемые к автомобильным коробкам передач.....	14
1.1.4 Принципиальные схемы и конструкции шестеренных коробок передач с неподвижными осями валов .....	18
1.1.5 Схемы коробок передач с подвижными осями .....	22
1.1.6Бесступенчатые коробки передач.....	24
1.1.7 Конструкторские схемы коробок передач .....	26
1.2 Правила пользования коробками передач .....	30
1.3 Описание экспериментальной коробки передач .....	32
1.3.1 Данные патента на изобретение .....	32
1.3.2 Описание изобретения .....	33
1.3.3 Формула изобретения .....	38
1.4 Технические характеристики автомобиля "ГАЗ-27057".....	40
1.5 Тяговый расчет .....	42
1.5.1 Исходные данные .....	42
1.5.2 Построение внешней скоростной характеристики .....	42
1.5.3 Определение передаточного числа главной передачи .....	43
1.5.4 Определение передаточных чисел коробки передач .....	44
1.5.5 Тяговая и динамическая характеристика автомобиля .....	45
1.6 Разработка расчетной кинематической схемы .....	52
1.7 Разработка компоновочной схемы.....	54

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Вывод по разделу один .....	59
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	60
2.1 Требования к поверхности деталей.....	60
2.2 Технологичность конструкции детали экспериментальной коробки передач .....	60
2.3 Технологичность базирования и закрепления.....	60
2.4 Технологичность обрабатываемых деталей.....	60
2.5 Способы получения заготовки .....	60
2.6 Маршрут изготовления .....	61
Вывод по разделу два .....	63
3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	64
3.1 Организационная часть.....	64
3.2 Основные производственные фонды.....	66
3.3 Амортизация основных производственных фондов .....	66
3.4 Организационная структура предприятия .....	67
3.5 Фонд заработной платы.....	68
3.6 Налогообложение предприятия.....	68
3.7 Себестоимость готовой продукции.....	69
3.8 Расчет периода окупаемости.....	70
Вывод по разделу три.....	72
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	73
4.1 Инструкция по охране труда автослесаря.....	73
4.2 Общие требования безопасности.....	73
4.3 Требования безопасности перед началом работ.....	76
4.4 Требования безопасности во время работы.....	77
4.5 Слесарю запрещается.....	
824.6 Требования безопасности в аварийных ситуациях.....	
83	
4.7 Требования безопасности по окончанию работ.....	84

Вывод по разделу четыре.....

85ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....

88БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ  
СПИСОК.....89

					<i>190109.2016.921.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы, является разработка экспериментальной коробки передач для полноприводного грузового автомобиля ГАЗ – 27057 с разработкой компоновочной схемы. Данная коробка передач позволяет реализовать полный привод без раздаточной коробки. Коробка передач предназначена для преобразования крутящего момента и скорости вращения, развиваемых двигателем, с целью получения различных тяговых усилий и скоростей вращения на ведущих колесах, что необходимо при трогании с места и разгоне автомобиля, при движении в различных дорожных условиях и при маневрировании автомобиля с возможно малой скоростью. Кроме того, коробка передач должна обеспечивать возможность движения задним ходом и отсоединения двигателя от силовой передачи автомобиля.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

# 1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Обзор существующих конструкций

### 1.1.1 Необходимость применения коробок передач

Необходимость преобразования крутящего момента определяется характером изменения крутящего момента двигателя внутреннего сгорания. Для этого устанавливают коробку передач, изменяя передаточное число в которой можно получить изменение крутящего момента в нужном диапазоне.

Передаточным числом называется отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубьев ведущей шестерни. Разные ступени коробки передач имеют разные передаточные числа. Низшая ступень имеет наибольшее передаточное число, высшая ступень – наименьшее [4].

### 1.1.2 Классификация коробок передач

На схеме (рисунок 1.1.1) представлена классификация коробок передач. Коробки передач можно классифицировать по изменению передаточного числа:

- бесступенчатые;
- ступенчатые;
- частично бесступенчатые.

В свою очередь, бесступенчатые коробки передач можно разделить на:

- статические;
- динамические.

По характеру регулирования передаточного числа бесступенчатые коробки передач разделяют на:

- саморегулируемые;
- несаморегулируемые.

Гидротрансформатор является саморегулируемой конструкцией, а гидростатическая передача - несаморегулируемой.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

По способу преобразования крутящего момента коробки передач разделяют на следующие категории:

- механические (шестеренные, фрикционные и импульсные);
- гидравлические (гидростатические (гидрообъемные) и гидродинамические);
- гидромеханические (комбинация двух первых типов);
- электрические.

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

Электрические передачи имеют большой вес и для их производства требуется большой объем меди. Их применяют в автобусах и автомобилях специального назначения.



Рисунок 1.1.1 – Классификация коробок передач[15]

Главным и основным элементом гидродинамических и гидромеханических коробок передач, обеспечивающим бесступенчатое изменение передаточного числа, является гидротрансформатор.

Гидродинамические передачи получили небольшое применение вследствие ограниченности максимального коэффициента трансформации и недостаточно удовлетворительных эксплуатационных качеств.

По числу ступеней коробки передач делятся на[15]:

- двухступенчатые;
- трехступенчатые;
- четырехступенчатые;
- пятиступенчатые;
- многоступенчатые.

При этом задний ход в счет числа ступеней не идет.

Для получения большего количества передач в большинстве случаев ставят дополнительный редуктор с двумя передачами, позволяющий в комбинации с основной коробкой передач иметь удвоенное количество передач либо добавлять еще одну передачу, увеличивая тем самым общий диапазон передаточных чисел. Дополнительный редуктор может быть с понижающей передачей, то есть с увеличением выходного крутящего момента и уменьшением угловой скорости выходного вала (демультипликатор или делитель), или с повышающей передачей, то есть повышая угловую скорость выходного вала, понижая при этом его крутящий момент (мультипликатор).

В автомобилях с несколькими ведущими осями такой дополнительный редуктор обычно объединяют с раздаточной коробкой.

Шестеренные коробки передач можно разделить по положению осей на три типа:

- с неподвижными осями;
- планетарные;
- комбинированные.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

### 1.1.3 Требования, предъявляемые к автомобильным коробкам передач

К коробкам передач автомобилей предъявляют следующие требования:

- 1) обеспечение необходимых динамических и экономических качеств;
- 2) наличие нейтрального положения для возможности длительного разъединения двигателя от силовой передачи;
- 3) простота и удобство управления;
- 4) бесшумность работы;
- 5) высокий КПД;
- 6) надежность работы и простота обслуживания;
- 7) простота и дешевизна конструкции, а также минимальные веси габаритные размеры.

Кроме того, коробка передач должна обеспечивать возможность пуска двигателя буксировкой автомобиля и торможение двигателем. В ряде случаев должна обеспечиваться возможность отбора мощности.

Рассмотрим эти требования более подробно.

- 1) В соответствии с требованием обеспечения необходимых динамических и экономических качеств определяется число передач и передаточные числа [2], [3], [4]. Для грузовых автомобилей грузоподъемностью до 3...3,5 т обычно применяют четырехступенчатые коробки передач с диапазоном передаточных чисел порядка 6,5. На грузовых автомобилях грузоподъемностью от 3,5 до 7 т обычно ставят пятиступенчатые коробки с диапазоном передаточных чисел порядка 7,5...8,5 и нередко с высшей ускоряющей передачей, имеющей передаточное отношение меньше единицы (0,75...0,8) и использующейся при движении по хорошим дорогам и при порожних рейсах. Применение ускоряющей передачи снижает число оборотов коленчатого вала двигателя на 1 км пути, что способствует уменьшению износа двигателя и снижает расход топлива.

Следует отметить, что динамические и экономические качества автомобиля определяются общим передаточным числом от двигателя к колесам. Поэтому тот

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

же эффект, что и от применения ускоряющей передачи, можно получить, сохранив в качестве высшей прямую передачу, но уменьшив передаточное число главной передачи. При этом должен быть сохранен общий диапазон передаточных чисел коробки передач (отношение максимального передаточного числа к минимальному). Выбор в качестве высшей передачи прямой или ускоряющей определяется длительностью ее использования (желательно наиболее длительно используемую передачу делать прямой как для уменьшения потерь, так и для увеличения долговечности коробки передач), конструкцией редуктора заднего моста.

Применение высшей передачи, используемой при движении с уменьшенной нагрузкой или при движении по хорошим дорогам, с уменьшенным знаменателем прогрессов (отношением передаточных чисел соседних передач), целесообразно для всех грузовых автомобилей общего назначения, хотя увеличение числа передач и сопровождается некоторым увеличением габаритных размеров и веса коробки передач. На тяжелых грузовых автомобилях, работающих в основном с прицепами, устанавливают восьми-, десяти-, двенадцати- и даже шестнадцатиступенчатые коробки передач с диапазоном передаточных чисел порядка 10...12.

При выборе значений передаточных чисел коробки передач для грузовых автомобилей желательно иметь значение динамического фактора на прямой передаче (при полной нагрузке автомобиля) не менее 0,05, а для автомобилей-самосвалов – 0,06.

В случае использования прицепов динамический фактор на прямой передаче не должен быть ниже 0,03. Максимальное значение динамического фактора на низшей передаче для грузовых автомобилей составляет 0,35...0,4, а для автомобилей, работающих в тяжелых дорожных условиях – 0,5...0,6. Нередко, с целью использования имеющейся коробки передач, получение.

Низшая передача в коробке передач служит, как правило, для преодоления особо трудных участков пути, для трогания с места нагруженного автомобиля и для

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

маневрирования (минимальная скорость автомобиля при 500 об/мин вращения коленчатого вала двигателя как на переднем, так и на заднем ходу составляет обычно 1,5...2 км/час). Во всех остальных случаях грузовой автомобиль трогается с места на второй передаче, для которой динамический фактор составляет около 0,2. Передаточное число заднего хода должно обеспечивать, помимо минимальной скорости маневрирование, возможность развивать на колесах достаточное тяговое усилие для преодоления препятствий. Значения максимального динамического фактора на заднем ходу для отечественных грузовых автомобилей находятся в пределах 0,32...0,43.

2) Возможность длительного разъединения двигателя от трансмиссии без выключения сцепления в ступенчатых коробках передач обеспечивается достаточно легко. При наличии гидротрансформатора, если турбина всегда связана с колесами автомобиля, это осуществить труднее. В этом случае момент, передаваемый на колеса при холостых оборотах вала двигателя, должен быть заведомо недостаточен для трогания автомобиля с места.

3) Существующая система управления с одним рычагом, размещенным сбоку от водителя, хотя и проста, но недостаточно удобна. Для удобства управления коробкой передач целесообразно рычаг управления перенести на рулевую колонку. Но при этом усложняется система управления и возникает ряд трудностей вследствие необходимости приложения значительных усилий к рычагу при переключении передач, уменьшения общей жесткости привода и увеличения суммарных зазоров. Эти препятствия могут быть устранены введением сервоустройств.

При отсутствии синхронизирующих устройств для переключения ступенчатой коробки передач от водителя требуются определенные навыки. Например, для безударного переключения с высшей передачи на низшую необходимо: выключить сцепление и установить рычаг переключения передач в нейтральное положение, включить сцепление и нажать на педаль привода дроссельной заслонки, затем отпустить педаль, и выключив сцепление, включить

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

нужную передачу, после чего снова включить сцепление. Поэтому, желательно, чтобы конструкция коробки передач обеспечивала возможность безударного включения шестерен даже при отсутствии у водителя достаточной квалификации. Оптимальным вариантом (кроме, конечно, автоматического управления) является возможность переключения передач без использования педалей сцепления и управления подачей топлива. Для облегчения управления желательно обеспечить возможность переключения из нейтрального положения на любую передачу и перехода с любой передачи в нейтральное положение, т. е. обеспечить избирательность.

4) Бесшумность работы коробки передач особенно важна для автомобилей, применяемых для перевозки людей. В коробках передач с косозубыми шестернями постоянного зацепления удастся обеспечить большую бесшумность, чем в коробках передач с прямозубыми шестернями. Синхронизаторы устраняют скрежет шестерен вследствие неумелого обращения.

В значительной степени бесшумность работы шестерен зависит от точности их изготовления, жесткости и материала картера, а также от точности установки и жесткости валов.

5) Шестеренчатая коробка передач обеспечивает в настоящее время наиболее высокий КПД: при передаче полной мощности  $\eta=0,96...0,98$ .

Так как автомобиль большую часть времени движется на одной из высших передач, например, на четвертой, то для уменьшения потерь на трения и износ шестерен и подшипников эта передача осуществляется обычно соединением ведущего (первичного) и ведомого (вторичного) валов. При движении на прямой передаче потери мощности в коробке передач вызываются почти исключительно выбалтыванием масла. Поэтому большое распространение получила схема, при которой ведущий и ведомый валы устанавливаются соосно, хотя известны схемы, при которых прямая передача отсутствует и ведущий и ведомый валы не соосны.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

6) Коробки передач должны обеспечивать надежную работу в интервале температур окружающей среды от минус 60 до плюс 40 градусов Цельсия. Большинство коробок передач обеспечивают работу до капитального ремонта соответствующую пробегу автомобиля 100...200 тысяч километров и более. Основным дефектом, влияющим на срок работы коробок передач обычной конструкции, является разрушение торцов зубьев переключаемых муфт и шестерен. В эксплуатации это проявляется часто в виде самовыключения передач (последнее иногда происходит и в новых коробках передач, при недостаточной точности изготовления или вследствие недостатков конструкции). Поэтому синхронизаторы следует применять не только для повышения удобства управления надежностью коробки передач.

Коробки передач обычного типа просты в обслуживании и не требуют регулировок. Обслуживание коробок передач сводится к периодической смене масла и подтягиванию гаек крепления.

7) Наиболее простой по конструкции и дешевой в изготовлении является обычная ступенчатая коробка передач, чем и объясняется ее большое распространение на грузовых автомобилях[15].

#### 1.1.4 Принципиальные схемы и конструкции шестеренных коробок передач с неподвижными осями валов

В коробках передач с неподвижными осями валов переключение передач происходит за счет перемещения шестерен или за счет постоянного зацепления шестерен с валом и подвижных зубчатых муфт. Первый способ переключения используется большей частью для шестерен первой передачи и заднего хода, а для переключения остальных передач обычно пользуются вторым способом. Коробки передач, в которых переключения передач осуществляется за счет подвижных шестерен, применяются редко, так как при этом невозможна установка синхронизаторов обычного типа. Кроме того, наличие забоин и трещин на торцах зубьев, возникающих при переключении передач, может ослабить зубья и

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

увеличить шумность коробки передач вследствие нарушения правильности зацепления.

В грузовых автомобилях малого и среднего класса полной массой до 12т обычно применяют четырех- и пятиступенчатые и реже шестиступенчатые коробки передач, на грузовых автомобилях большей массы ставят многоступенчатые коробки передач. Передачу, на которой автомобиль движется подавляющую часть времени, стремятся сделать прямой, т. е. передавать мощность непосредственно с ведущего на ведомый вал без шестерен.

При этом уменьшаются потеря мощности и износ шестерен и подшипников. Поэтому наибольшее распространение получил в коробки передач с соосным расположением ведущего и ведомого валов.

Такие коробки передач компактны и имеют небольшой вес.

Недостатками их являются:

- повышенная шумность вследствие использования прямозубых шестерен;
- переключение передач требует определенных навыков;
- частым дефектом является разрушение торцов зубьев при переключении.

Как указывалось, подобные схемы коробок передач не позволяют установить синхронизаторы обычного типа [15].

В современных конструкциях коробок передач существует тенденция автоматизации механических коробок передач путем использования электронного блока управления.

Для повышения топливной экономичности в коробках передач легковых автомобилей увеличивают количество передач, и для улучшения удобства управления применяют автоматизированное управление. Наилучшие результаты по минимальному расходу топлива можно получить при отсутствии разрыва потока мощности, и соответственно более равномерной работы двигателя. Данные требования реализованы в коробках с автоматизированным управлением с использованием двух фрикционных элементов (сцеплений).

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Наиболее известной коробкой данного типа является «DSG» (DirectShiftGearbox) концерна «Volkswagen» [20].

По схеме они могут быть трехвальными (Рисунок 1.1.2) и четырехвальными (Рисунок 1.1.3). Особенностью данных коробок передач является наличие отдельного вала со своим сцеплением для четных и нечетных передач. Это позволяет включить одновременно две передачи, передавая поток мощности лишь через одну. По сигналу блока управления сцепление одной передачи выключается, а второй включается, обеспечивая минимальный разрыв потока мощности [27].

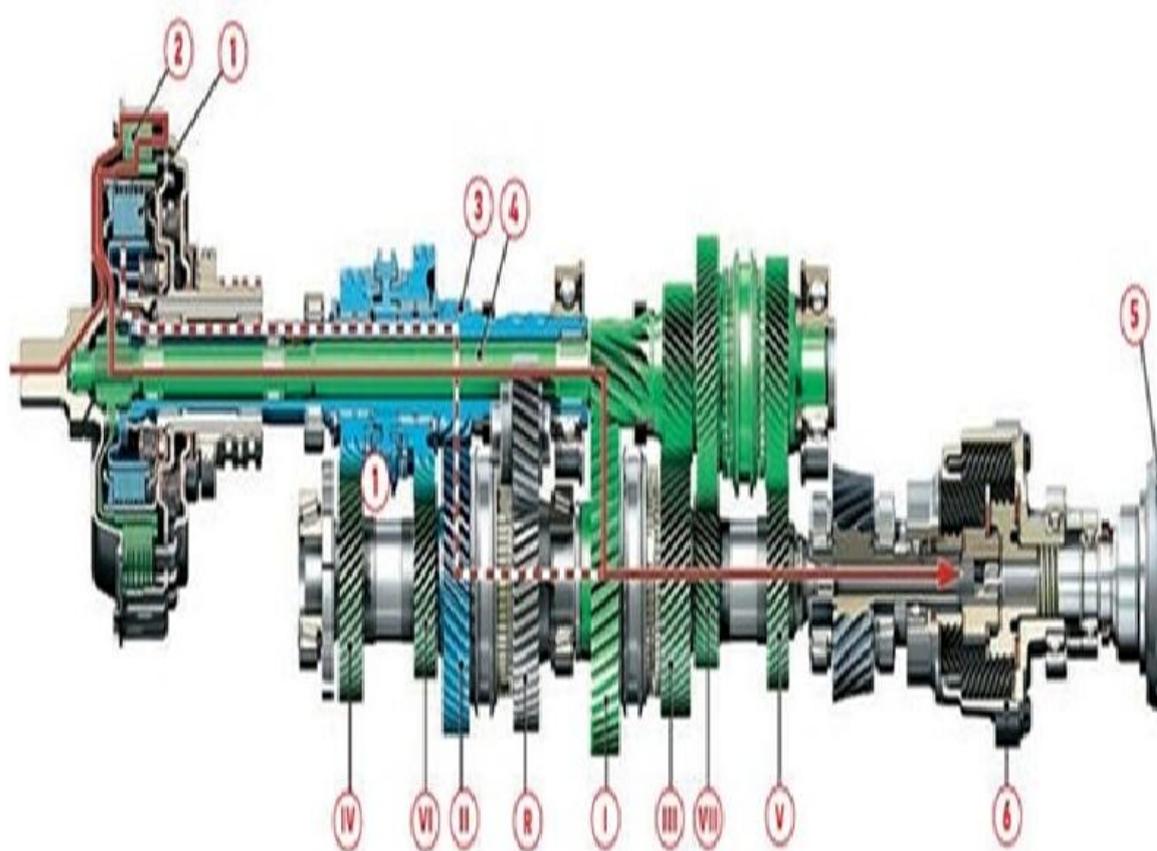


Рисунок 1.1.2– Схема трехвальной коробки передач с двойным сцеплением: 1 – сцепление №1; 2 – сцепление № 2; 3 – первичный вал четных передач; 4 – первичный вал нечетных передач; 5 – привод на колеса; 6 – дифференциал; I-VII – передачи для движения вперед; R – задняя передача

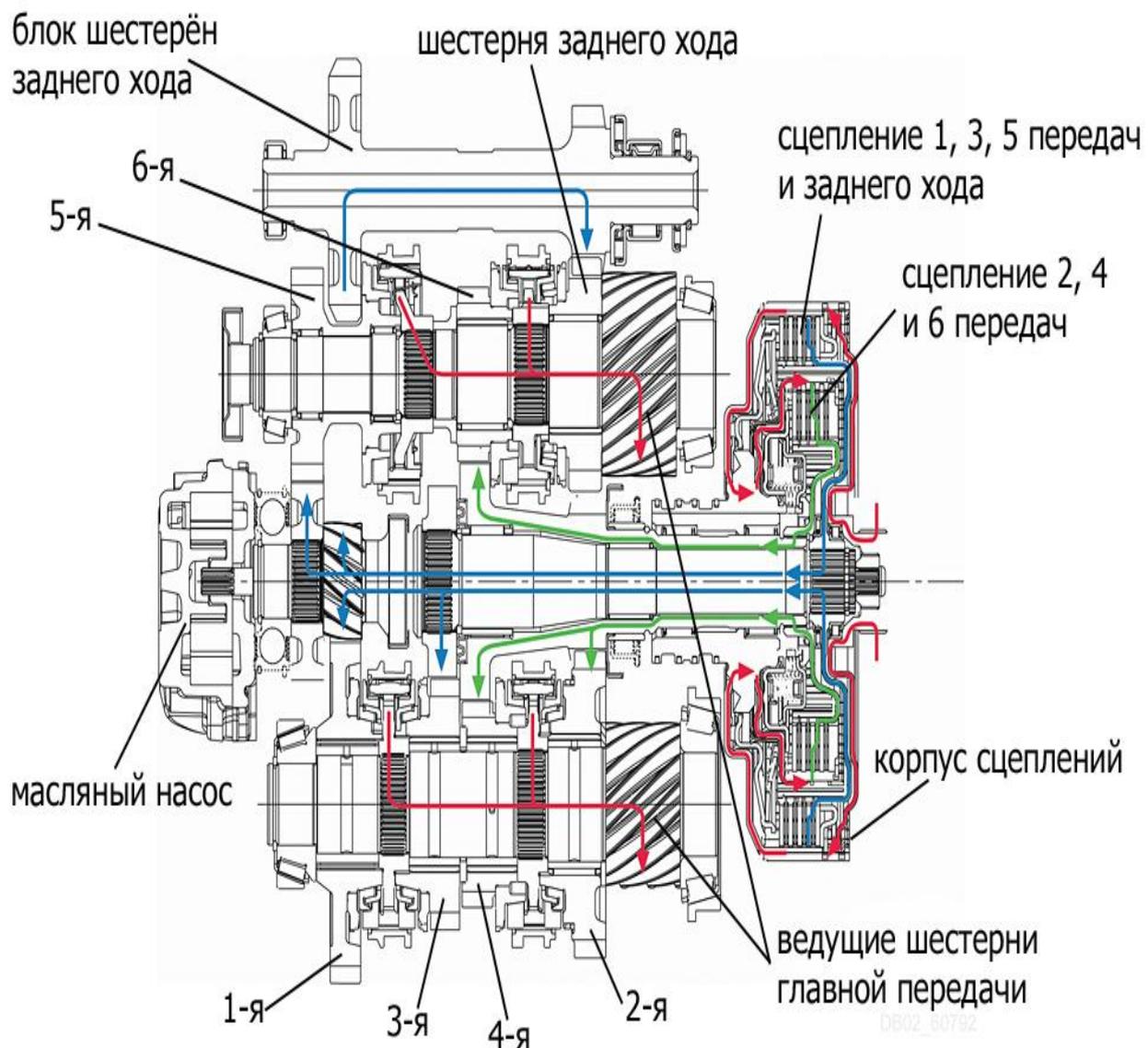


Рисунок 1.1.3– Схема четырехвальной коробки передач с двойным сцеплением

Преимущества коробок передач с двойным сцеплением:

- скорость переключения передач занимает около 8 мс, что обеспечивает автомобилю динамичное ускорение;
- повышение эффективности использования топлива до 10%;
- соединение удобства управления автоматических коробок передач с расходом топлива, аналогичным механическим коробкам передач.

Недостатки:

- высокая стоимость

- сложность ремонта и обслуживания и соответственно их дороговизна.

### 1.1.5 Бесступенчатые коробки передач

Вариаторная коробка передач является бесступенчатой коробкой передач, т.е. обеспечивает в заданном диапазоне плавное изменение передаточного числа. Вариаторная коробка передач имеет название CVT – Continuously Variable Transmission (постоянно изменяющаяся трансмиссия) [3].

Основное преимущество вариатора по сравнению с другими коробками передач заключается в эффективном использовании мощности двигателя за счет оптимального согласования нагрузки на автомобиль с оборотами коленчатого вала, тем самым достигается высокая топливная экономичность. непрерывное изменение крутящего момента, отсутствие рывков обеспечивают высокий уровень комфорта при передвижении на автомобиле с вариатором.

Недостатки вариаторных коробок передач:

- ограниченная максимальная мощность;
- достаточно высокая техническая и технологическая сложность конструкции;
- сравнительно дорогое обслуживание и ремонт;
- применение специальной трансмиссионной жидкости и соответственно дороговизна.

Первые клиноременные вариаторы имели резиновый ремень, который отличала низкая долговечность (50000км), недостаточная гибкость (минимальный радиус изгиба 90мм) и связанный с ней узкий диапазон регулирования. Большинство современных вариаторных коробок передач используют гибкий металлический ремень (Рисунок 1.1.4), который изготавливают из нескольких (10...12) полос стали и связанных с ней фасонных частей в виде бабочки. Передача вращения осуществляется за счет сил трения между шкивами и боковой поверхностью ремня. Ремни данной конструкции имеют высокую прочность, долговечность, гибкость (минимальный радиус изгиба 30мм), низкий уровень шума. Именно металлический клиновидный ремень открыл дорогу для широкого

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

применения вариаторов на автомобилях. Ремень изготавливается из металлических пластин конической формы.

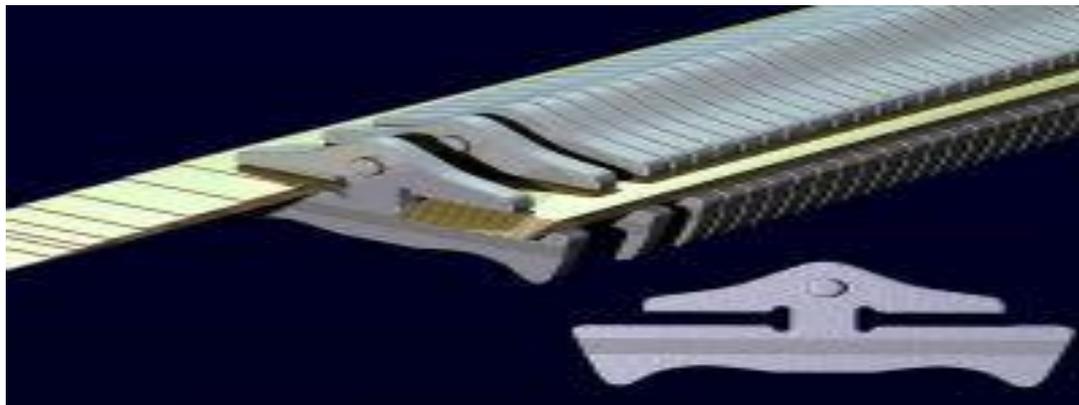


Рисунок 1.1.4 – Металлический ремень вариатора

Открытая клиноременная передача использовалась в автомобилях малоготкласса VOLVO-DAF (Голландия), VOLVO-343 (Рисунок 1.5).

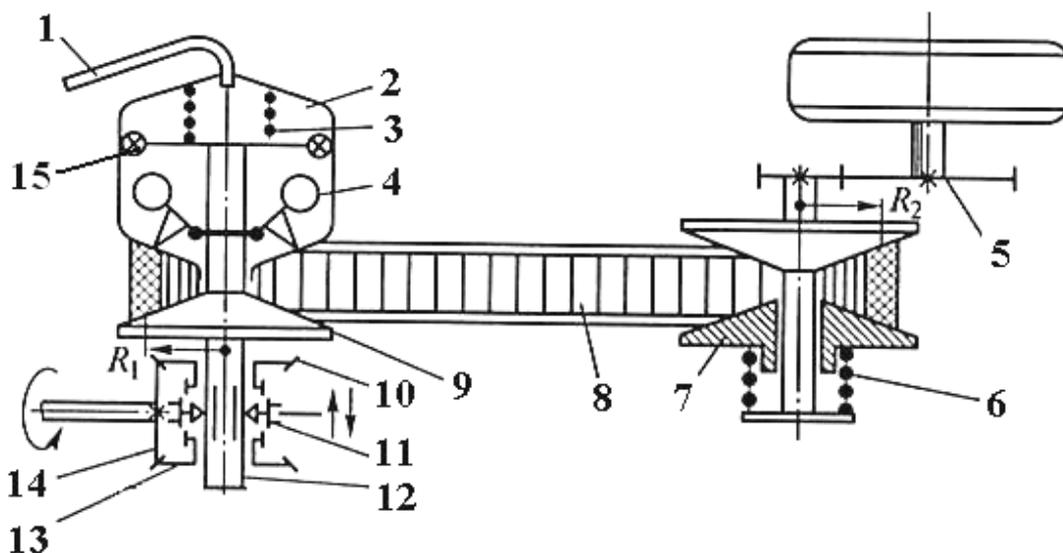


Рисунок 1.1.5. Схема открытой клиноременной передачи: 1 – трубопровод, 2 – полость пневматического регулятора, 3, 6 – пружины, 4 – грузы центробежного регулятора, 5 – главная передача, 7 – ведомый шкив, 8 – клинорезиноотканевый ремень, 9 – ведущий шкив, 10, 13, 14 – шестерни, 15 – мембрана пневматического регулятора

### 1.1.6 Конструкторские схемы коробок передач

Шестерни привода промежуточного вала обычно располагаются в передней части коробки передач. Передаточное число этой пары выбирается из условия получения требуемого передаточного числа первой передачи. Величина передаточного числа пары шестерен первой передачи ограничена минимальным числом зубьев шестерни первой передачи на промежуточном валу для обеспечения достаточной жесткости промежуточного вала. Обычно передаточное число не превышает 3,5...3,9, а число зубьев шестерни первой передачи промежуточного вала колеблется в пределах 14...17 (иногда уменьшается до 10). При этом габаритные размеры коробки передач по ширине определяются величиной шестерен первой передачи и заднего хода ведомого вала. Увеличение передаточного числа шестерен привода промежуточного вала позволяет уменьшить эти размеры коробки передач. В пятиступенчатых коробках передач с ускоряющей передачей венцы ведущего вала должны быть больше венца ведомой шестерни ускоряющей передачи, что ограничивает возможность увеличения передаточного отношения пары шестерен привода промежуточного вала. В четырехступенчатых коробках с подвижными шестернями это сделать легче, поэтому там передаточное число шестерен первой передачи сравнительно невелико (порядка 2,5...2,8), а передаточное число шестерен привода промежуточного вала увеличено. Для повышения прочности зубьев шестерен уменьшение передаточного числа привода промежуточного вала является благоприятным, так как при этом увеличивается диаметр шестерни ведомого вала, а окружная сила, приложенная к зубьям, уменьшается.

Валы коробок передач обычно располагают в вертикальной плоскости, так как это повышает жесткость картера при вертикальных нагрузках. В некоторых конструкциях автомобилей для увеличения дорожного просвета предусматривают горизонтальное расположение валов. В этом случае должен быть обеспечен необходимый уровень масла в картере коробки передач.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Прочность и бесшумность коробки передач в большой степени зависят от жесткости валов и расположения опор.

Подвижные шестерни и муфты располагают на ведомом валу, что упрощает механизм управления, монтируемый обычно в крышке коробки передач. В некоторых коробках передач жесткость валов увеличена введением дополнительных опор (Рисунок 1.6).

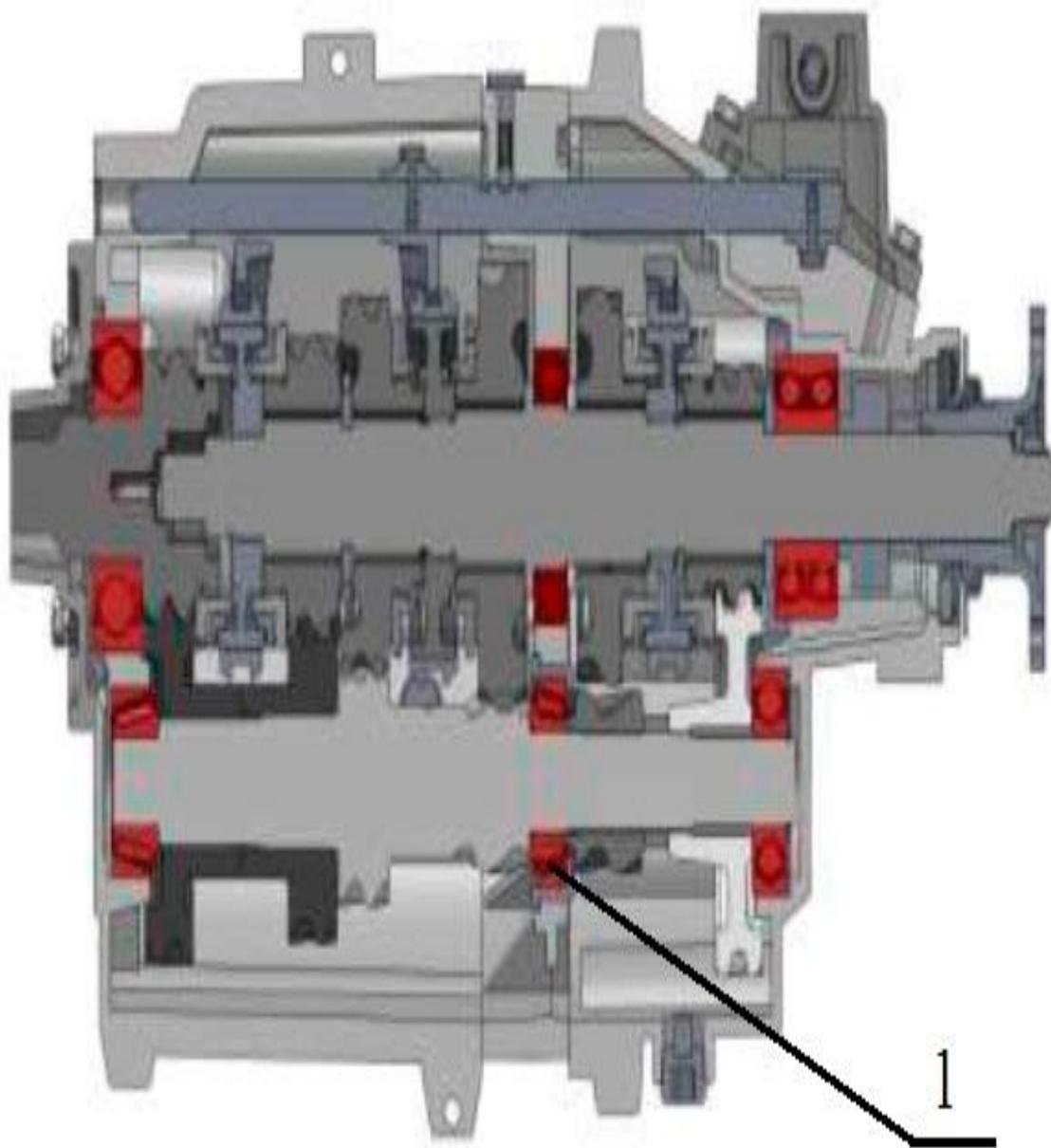


Рисунок 1.1.6 – Дополнительная опора вала

### 1.1.7 Описание конструкции и принципа действия современных механических коробок передач

Механическая коробка передач относится к ступенчатым коробкам, т.е. крутящий момент в ней изменяется ступенями. Ступенью (или передачей) называется пара взаимодействующих шестерен. Каждая из ступеней обеспечивает свое передаточное число[23].

Из всего многообразия конструкций МКПП можно выделить коробки двух основных видов: трехвальные и двухвальные.

Трехвальная коробка передач (Рисунок 1.1.7) состоит из ведущего (первичного), промежуточного, ведомого (вторичного) валов, на которых размещены шестерни с синхронизаторами. В конструкцию коробки также входит механизм переключения передач. Все элементы размещены в картере (корпусе) коробки передач. Особенностью трехвальных коробок передач является наличие прямой передачи, на котором КПД близок к единице.

Ведущий вал обеспечивает соединение со сцеплением. На валу имеются шлицы для ведомого диска сцепления. Крутящий момент от ведущего вала передается через соответствующую шестерню, находящуюся с ним в жестком зацеплении.

Промежуточный вал расположен параллельно первичному валу. На валу располагается блок шестерен, находящийся с ним в жестком зацеплении. Ведомый вал расположен на одной оси с ведущим. Технически это осуществляется за счет торцевого подшипника на ведущем валу, в который входит ведомый вал. Блок шестерен ведомого вала не имеет закрепления с валом и поэтому свободно вращается на нем. Блок шестерен промежуточного и ведомого вала, а также шестерня ведущего вала находятся в постоянном зацеплении.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

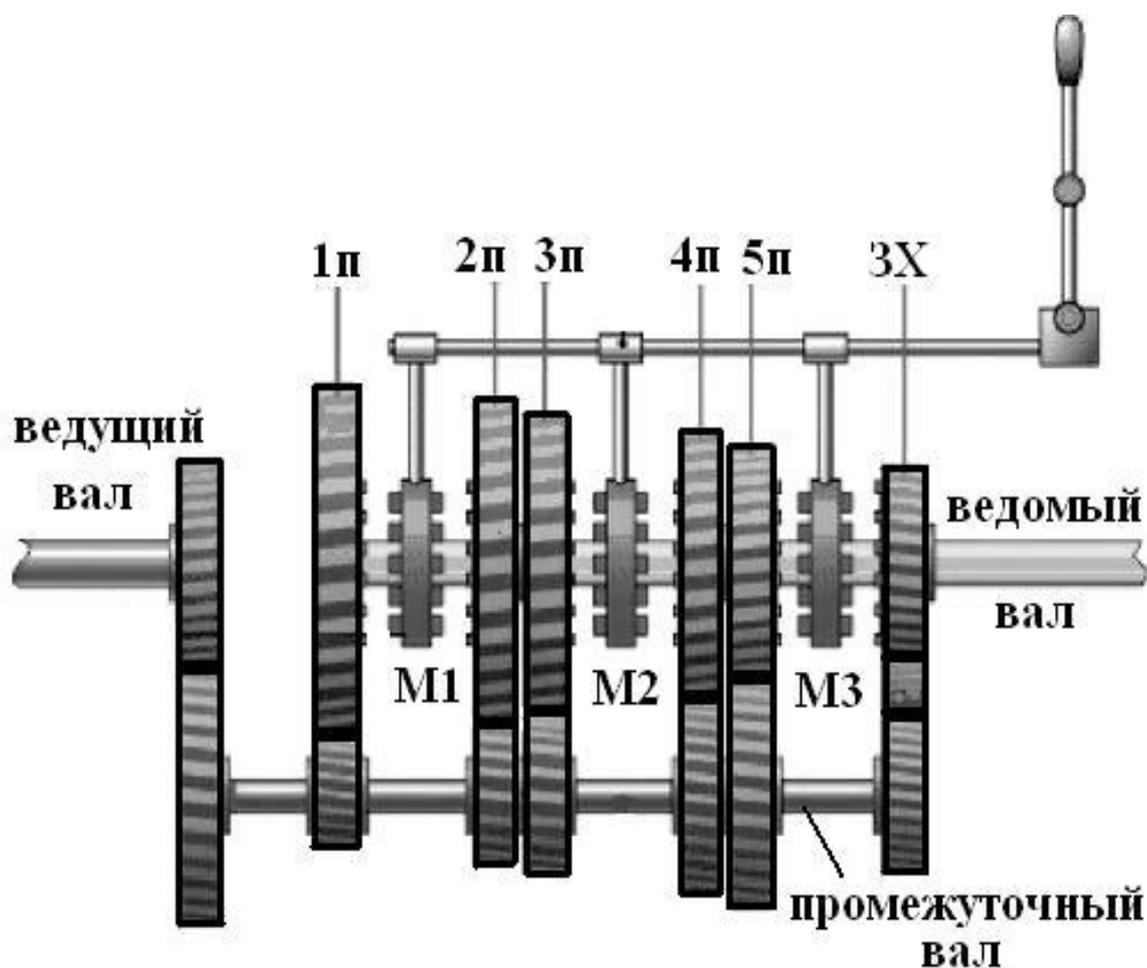


Рисунок 1.1.7– Схема трехвальной коробки передач[23]

Между шестернями ведомого вала располагаются синхронизаторы. Синхронизаторы имеют жесткое зацепление с ведомым валом и могут двигаться по нему в продольном направлении за счет шлицевого соединения. На современных коробках передач синхронизаторы устанавливаются на всех передачах.

Механизм переключения трехвальной коробки передач обычно располагается непосредственно на корпусе коробки. Конструктивно он состоит из рычага управления и ползунов с вилками. Для предотвращения одновременного включения двух передач механизм оснащен блокирующим устройством.

Картер коробки передач служит для размещения конструктивных частей и механизмов, а также для хранения масла. Картер изготавливается из алюминиевого или магниевых сплава.

При нейтральном положении рычага управления крутящий момент от двигателя на ведущие колеса не передается. При перемещении рычага управления, соответствующая вилка перемещает муфту синхронизатора. Муфта обеспечивает синхронизацию угловых скоростей соответствующей шестерни и ведомого вала. После этого, зубчатый венец муфты заходит в зацепление с зубчатым венцом шестерни и обеспечивается блокировка шестерни на ведомом валу. Коробка передач осуществляет передачу крутящего момента от двигателя на ведущие колеса с заданным передаточным числом.

Движение задним ходом обеспечивается соответствующей передачей коробки. Изменение направления вращения осуществляется за счет промежуточной шестерни заднего хода, устанавливаемой на отдельной оси.

Двухвальная коробка передач (Рисунок 1.1.8) состоит из ведущего (первичного) и ведомого (вторичного) валов с блоками шестерен и синхронизаторами. Помимо этого в картере коробки передач размещены главная передача и дифференциал.

Ведущий вал, также, как и в трехвальной коробке, обеспечивает соединение со сцеплением. На валу жестко закреплен блок шестерен. Параллельно ведущему валу расположен ведомый вал с блоком шестерен.

Шестерни ведомого вала находятся в постоянном зацеплении с шестернями ведущего вала и свободно вращаются на валу. На ведомом валу жестко закреплена ведущая шестерня главной передачи. Между шестернями ведомого вала установлены муфты синхронизаторов.

С целью уменьшения линейных размеров, увеличения числа ступеней в ряде конструкций коробок передач вместо одного ведомого вала устанавливаются два и даже три ведомых вала. На каждом из валов жестко закреплена шестерня главной передачи, которая находится в зацеплении с одной ведомой шестерней – по сути три главных передачи.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

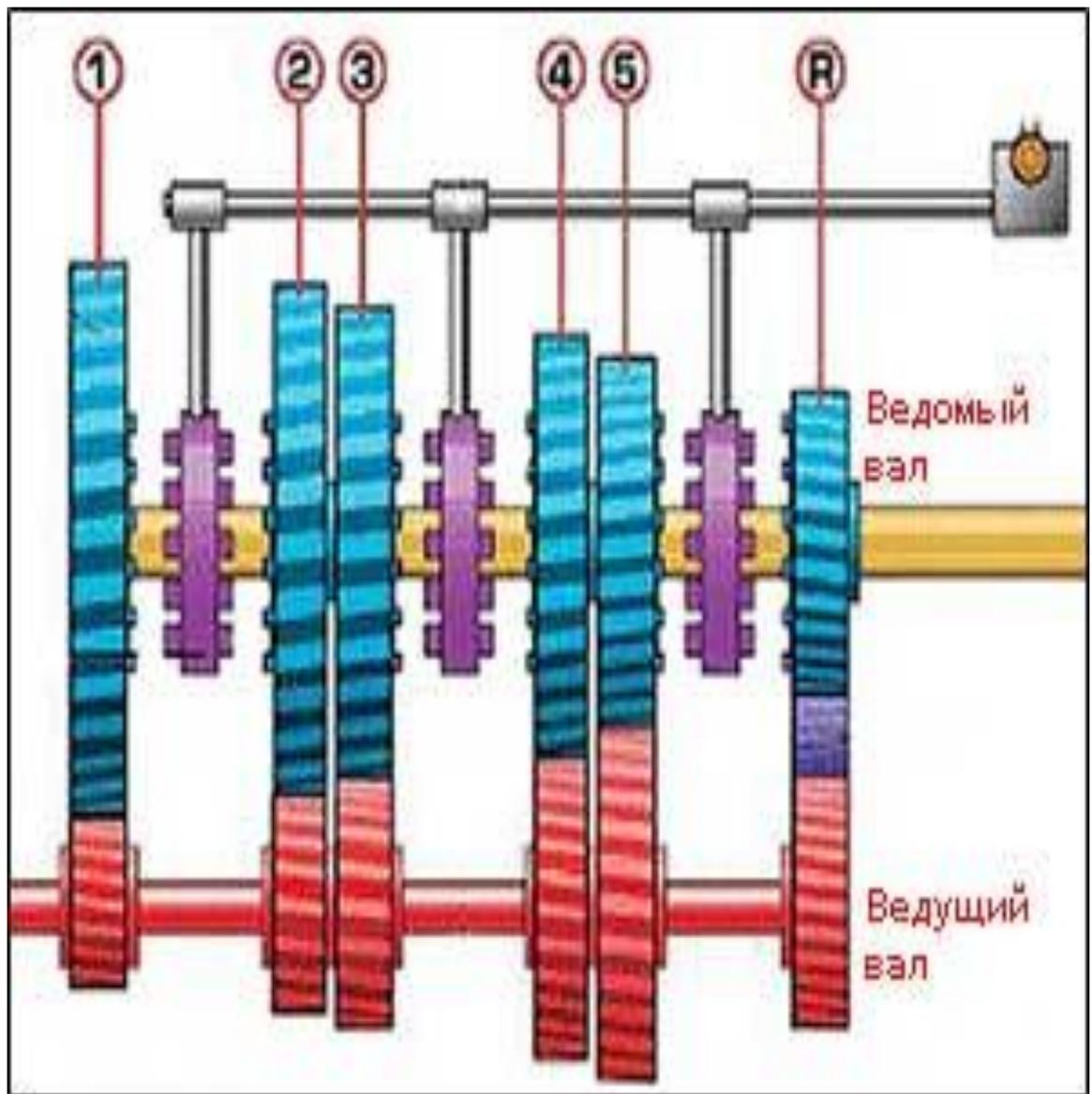


Рисунок 1.1.8– Схемадвухвальной коробки передач

Главная передача и дифференциал передают крутящий момент от вторичного вала коробки к ведущим колесам автомобиля. Дифференциал при необходимости обеспечивает вращение колес с разной угловой скоростью.

Механизм переключения передач двухвальной коробки, как правило, дистанционного действия, т.е. расположен отдельно от корпуса коробки. Связь между коробкой и механизмом может осуществляться с помощью тяг или тросов. Наиболее простым является тросовое соединение, поэтому оно чаще используется в механизмах переключения. Механизм переключения передач

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

190109.2016.921.00.00.ПЗ

Лист

29

двухвальнойкоробки состоит из рычага управления, соединенного тросами с рычагами выбора и включения передач. Рычаги в свою очередь соединены с центральным штоком переключения передач с вилками.

Под выбором передачи понимается поперечное движение рычага управления относительно оси автомобиля (движение к паре передач), под включением передачи – продольное движение рычага (движение к конкретной передаче).

Принцип работы аналогичен трехвальной коробке. Основное отличие заключается в особенностях работы механизма переключения передач.

Движение рычага управления при включении конкретной передачи разделяется на поперечное и продольное. При поперечном движении рычага управления усилие передается на трос выбора передач. Тот, в свою очередь, воздействует на рычаг выбора передач. Рычаг осуществляет поворот центрального штока вокруг оси и, тем самым, обеспечивает выбор передач.

При дальнейшем продольном движении рычага усилие передается на трос переключения передач и далее на рычаг переключения передач. Рычаг производит горизонтальное перемещение штока с вилками. Соответствующая вилка на штоке перемещает муфту синхронизатора и осуществляет блокирование шестерни ведомого вала. Крутящий момент от двигателя передается на ведущие колеса.

## 1.2Правила пользования коробками передач с ручным управлением

Современный автомобиль – это сложное устройство, а не просто средство передвижения. Требования безопасности, экономичности, и комфортности, заставляют автопроизводителей постоянно искать новые технические решения. Поэтому из года в год автомобили эволюционируют и изменяются. Но, несмотря на это, кое-какие агрегаты в автомобилях остаются неизменными хотя и подвергаются значительной модернизации. Наверное, самым традиционным агрегатом со времен выпуска первого автомобиля с двигателем внутреннего сгорания, является коробка передач. Несмотря на то, что большинство

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

заграничных производителей выпускает автоматические коробки передач, в нашей стране наибольшую популярность имеют все же коробки механического типа. Однако эксплуатация авто с МКПП требует определенных навыков и умений [26].

Во-первых, управление механической коробкой передач осуществляется при помощи педалей управления и рычага переключения. При этом каждой передаче соответствует свое положение рычага. Их необходимо помнить наизусть, чтобы при переключении не отвлекаться от управления автомобилем.

Во-вторых, такая КП требует от водителя выбирать скоростной режим, и диапазон работы каждой передачи самостоятельно. К примеру, на первой передаче можно разогнать авто до 20 км/ч (это считается верхней границей), вторая же передача позволяет осуществить эффективный подхват уже на скорости в 15...20 км/ч. Таким образом разогнавшись до скорости 17 км/ч, можно произвести плавное переключение на вторую передачу, и автомобиль при этом будет двигаться без рывков. Так же при эксплуатации авто с механической коробкой передач не забывайте, что пониженные передачи имеют большую мощность, но меньшую скорость. Поэтому их эффективно использовать при затрудненных режимах движения: трогание с места, движение в горку, с горки и т.д. Соответственно повышенные передачи используются для движения на высокой скорости по ровным участкам дороги. Своевременное переключение передач в движении позволяет сделать езду плавной и комфортной без надрывной работы двигателя на граничных оборотах. Лучше всего для переключения передач использовать тахометр.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

### 1.3 Описание экспериментальной коробки передач

#### 1.3.1 Данные патента на изобретение

Патент на изобретение №2235238 (рисунок 1.3.1).

Патентообладатель: Южно-Уральский государственный университет (RU).

Автор: Сергеев Владимир Михайлович (RU).

Заявка №2003105428.

Приоритет изобретения 25 февраля 2003 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 августа 2004 г. Срок действия патента истекает 25 февраля 2023 г.



Рисунок 1.3.1– Патент на изобретение

						190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			32

### 1.3.2 Описание изобретения

Экспериментальная коробка передач (рисунок 1.3.2). Изобретение относится к транспортному машиностроению, а именно к коробкам передач неподвижными осями валов.

Коробка передач содержит ведущий вал 1 с муфтой 4 и двумя шестернями 5, 6, установленными на валу 1 с возможностью свободного вращения, промежуточный вал 10, закрепленные на нем шестерни 7-9, зацепленные с шестернями 5, 6 ведущего вала, полый ведомый вал 14 с зубчатыми колесами 11-13, постоянно зацепленными со всеми шестернями промежуточного вала 10, дополнительный вал 21 с паразитными шестернями 20, 23, дифференциал и муфты 15, 16. Ведомый вал соединен с корпусом 17 дифференциала. Шестерня 20 зацеплена с венцом 19 муфты 4, а шестерня 21 – с шестерней 7 промежуточного вала 10. Такая комбинация кинематической цепи обеспечивает шесть передач переднего хода. При помощи муфт 15, 16 можно обеспечить три передачи заднего хода.

Технический результат - увеличение числа передач, обеспечение передачи заднего хода, сокращение числа зубчатых зацеплений, снижение потерь на трение.

Изобретение относится к трансмиссиям автомобилей, а именно к механическим ступенчатым коробкам передач с неподвижными осями валов.

Известны трансмиссии автомобилей с поперечной установкой двигателя, объединяющую в себе коробку передач и главную передачу. Трансмиссия содержит три параллельных несоосных вала, расстояние между осями которых выбрано таким образом, чтобы вывести за радиальные габариты картера сцепления подшипниковый узел главной передачи. На первых двух валах расположены постоянно зацепленные друг с другом цилиндрические шестерни, которые на ведущем валу закреплены, а на ведомом могут свободно вращаться. Между шестернями ведомого вала расположены вращающиеся вместе

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

с ним муфты для соединения одной из шестерен с валом, а на конце вала закреплена шестерня главной передачи, зацепленная с зубчатым колесом, которое жестко связано с корпусом дифференциала и полым валом с проходящими внутри него выходными валами.

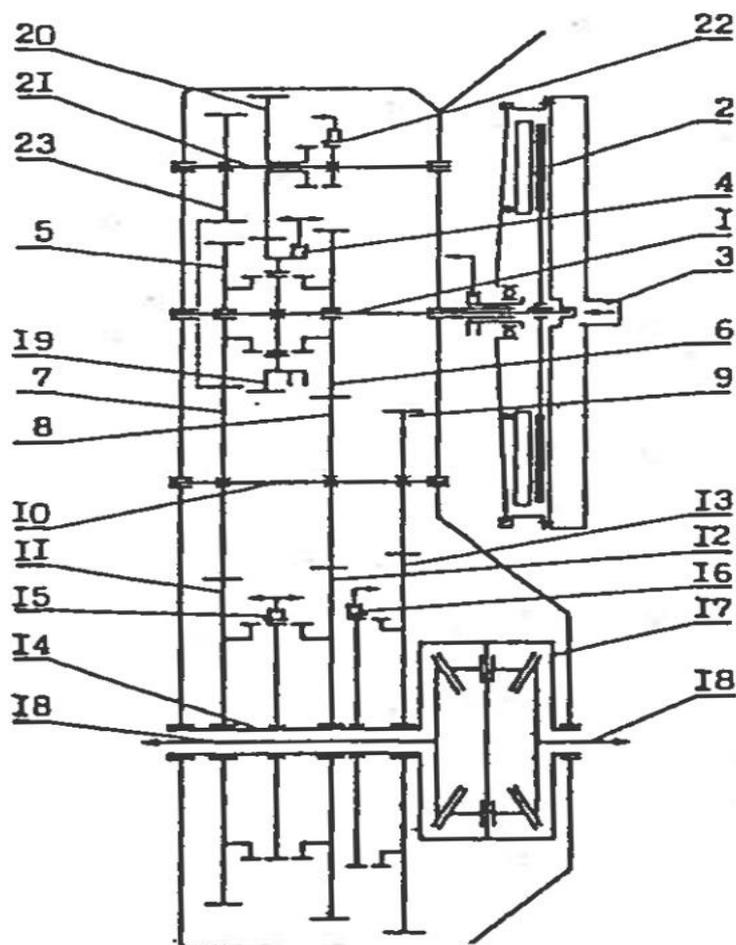


Рисунок 1.3.2 – Кинематическая схема экспериментальной коробки передач

Достоинством такой трансмиссии является передача момента на всех передачах вперёд лишь через две пары шестерен, а также использование только цилиндрических зубчатых зацеплений, что обуславливает низкие механические потери и минимальное количество регулировок.

Недостатком служит низкая степень использования шестерен низких передач, которые лишь малую часть времени работы трансмиссии нагружены моментом. А это в свою очередь предполагает большое количество шестерен

развитые осевые размеры всего моторно-трансмиссионного агрегата, что затрудняет его установку в пространстве между поворотными передними колесами. В то же время зубчатое зацепление главной передачи отличается высокой степенью загрузки, поскольку через него идет силовой поток на всех передачах. А это обуславливает развитые геометрические размеры передачи с целью обеспечения необходимой усталостной прочности.

Известны трансмиссии полноприводных автомобилей, в которых наряду с коробкой передач имеется раздаточная коробка, которая играет роль дополнительной коробки передач с ограниченным числом передач и обеспечивает разделение по ведущим мостам подводимого к ней силового потока. Такая коробка содержит три параллельных вала: ведущий с двумя шестернями с возможностью свободно вращаться и муфтой между ними для соединения одной из них с валом, промежуточный с двумя закрепленными на нем шестернями, зацепленными с шестернями ведущего вала, и ведомый полый вал, соединенный с зацепленным с одной из шестерен промежуточного вала зубчатым колесом и корпусом дифференциала, выходные полуваля которого проходят через этот вал.

Обусловленная наличием только двух рядов зубчатых зацеплений компактность коробки в продольном направлении при агрегатировании через сцепление с двигателем может обеспечить малые осевые размеры всего моторно-трансмиссионного агрегата. А разнесение на значительное расстояние осей ведущего и ведомого валов за счет промежуточного вала между ними позволяет вынести выходные валы за габариты картеров сцепления и двигателя и использовать ее как для привода левого и правого колес ведущей оси в случае поперечной установки двигателя, так и для привода мостов спереди и сзади полноприводного автомобиля при продольной установке двигателя. В последнем случае отпадает принципиальная потребность в дополнительной раздаточной коробке. Недостатком такой коробки передач является малое число передач, что наряду с отсутствием возможности реверсирования

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вращения выходного вала не позволяет использовать ее в качестве основной коробки передач.

Изобретение решает задачу увеличения числа передач и обеспечения передачи заднего хода.

Это достигается тем, что в коробке передач, содержащей ведущий вал с муфтой для соединения с ним одной из двух шестерен, установленных на валу с возможностью свободновращаться, промежуточный вал с закрепленными на нем шестернями, зацепленными с шестернями ведущего вала, и полый ведомый вал с закрепленным на нем зубчатым колесом, зацепленным с одной из шестерен промежуточного вала и соединенным с корпусом дифференциала, один из выходных валов которого проходит через него, на ведомом валу установлены с возможностью свободного вращения зубчатые колеса, число которых равно количеству шестерен промежуточного и которые постоянно зацеплены с последними, при этом между зубчатыми колесами на ведомом валу размещены муфты для соединения одного из них с валом, кроме того, коробка передач снабжена дополнительным валом с паразитными шестернями с возможностью соединения друг с другом, причем одна из которых постоянно зацеплена с зубчатым венцом муфты ведущего вала, а другая - с шестерней промежуточного вала.

Муфта для соединения одного из зубчатых колес с ведомым валом может быть размещена на корпусе дифференциала.

Такая коробка передач объединяет в себе двухскоростную зубчатую передачу и многоскоростную главную передачу, которые имеют общий промежуточный вал. Благодаря этому можно получить число передач, равное удвоенному количеству скоростей главной передачи при ограниченном общем числе шестерен, что обуславливает высокую интенсивность их использования и равномерность износа, а также компактность и низкую материалоемкость коробки передач.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Наличие на ведущем валу только двухшестерен с муфтой между ними, расположений плоскости с ними остальных зубчатых передачи размещение дополнительных зубчатых пар с дифференциалом со стороны двигателя позволяет сократить расстояние между наружной торцевой стенкой коробки передач и плоскостью, по которой она стыкуется с двигателем, что в итоге определяет малые размеры всего моторно-трансмиссионного агрегата.

Коробка передач содержит ведущий вал 1, который с помощью сцепления 2 может соединяться с коленчатым валом двигателя 3. На валу закреплена муфта 4 для блокировки с ним одной из шестерен 5 и 6, которые могут свободно вращаться на валу и которые зацеплены с шестернями 7 и 8, жестко связанными вместе с шестерней 9 с промежуточным валом 10. Все шестерни промежуточного вала зацеплены с зубчатыми колесами 11, 12 и 13, установленными с возможностью свободного вращения на ведомом полом валу 14 и соединения с ним муфтами 15 и 16, размещенными между колесами. Ведомый вал 14 жестко связан с корпусом дифференциала 17, выходные валы которого 18 проходят через вал 14. Муфта 4 имеет зубчатый венец 19, которым она зацеплена с паразитной шестерней 20, установленной с возможностью свободно вращаться на дополнительном валу 21 и блокироваться муфтой 22 с шестерней 23, которая зацеплена в свою очередь с шестерней 7 промежуточного вала 10.

Коробка передач действует следующим образом: с помощью муфт 4, 15 и 16 при отключенной муфте 22 можно получить варианты соединения ведущего вала 1 с ведомым валом 14 через промежуточный вал 10 с помощью следующих шестерен и зубчатых колес: 5-7-9-13, 6-8-9-13, 5-7-8-12, 5-7-11, 6-8-12 и 6-8-7-11. Такие комбинации кинематической цепи обеспечивают шесть передач переднего хода. При установке муфты 4 в нейтральное положение и перемещении муфты 22 влево в кинематическую цепь между ведущим валом 1 и промежуточным валом 10 через зубчатый венец 19 включаются паразитные шестерни 20 и 23, в результате чего шестерни 7, 8, 9 и, соответственно, зубчатые колеса 11, 12 и 13 с ведомым

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

валом 14 изменяют направление вращения. В этом случае при помощи муфт 15 и 16 можно обеспечить принципиально три передачи заднего хода.

Благодаря ограниченному числу зубчатых пар и их расположению в три ряда уменьшаются осевые размеры коробки передач. При этом ряд, включающий шестерни 9 и зубчатое колесо 13, не захватывает ведущий вал 1, что позволяет элементы привода сцепления 2 разместить над шестерней 9 и опорой промежуточного вала 10, тем самым дополнительно приблизить коробку передач к двигателю и сократить осевой габарит всего моторно-трансмиссионного агрегата. Еще большей степени уменьшить этот размер можно переносом муфты 16 на другую сторону зубчатого колеса 13 с установкой на корпус дифференциала 17, что дает возможность сблизить между собой ряды зубчатых пар 6, 8, 12 и 9, 13. Дифференциал 17 в этом случае располагается за пределами окружных габаритов сцепления 2 и не определяет осевых размеров коробки передач.

В такой коробке передач используется десять шестерен и зубчатых колес (без дифференциала), что на семь меньше, чем в двухвальной коробке передач традиционной конструкции с аналогичным числом передач. Каждая зубчатая пара используется как минимум в двух передачах, что предполагает высокую интенсивность использования шестерен и равномерность их износа.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет упростить и снизить материалоемкость и стоимость конструкции трансмиссии, уменьшить размеры моторно-трансмиссионного агрегата, сократить число зубчатых зацеплений, повысить интенсивность их использования и снизить потери на трение.

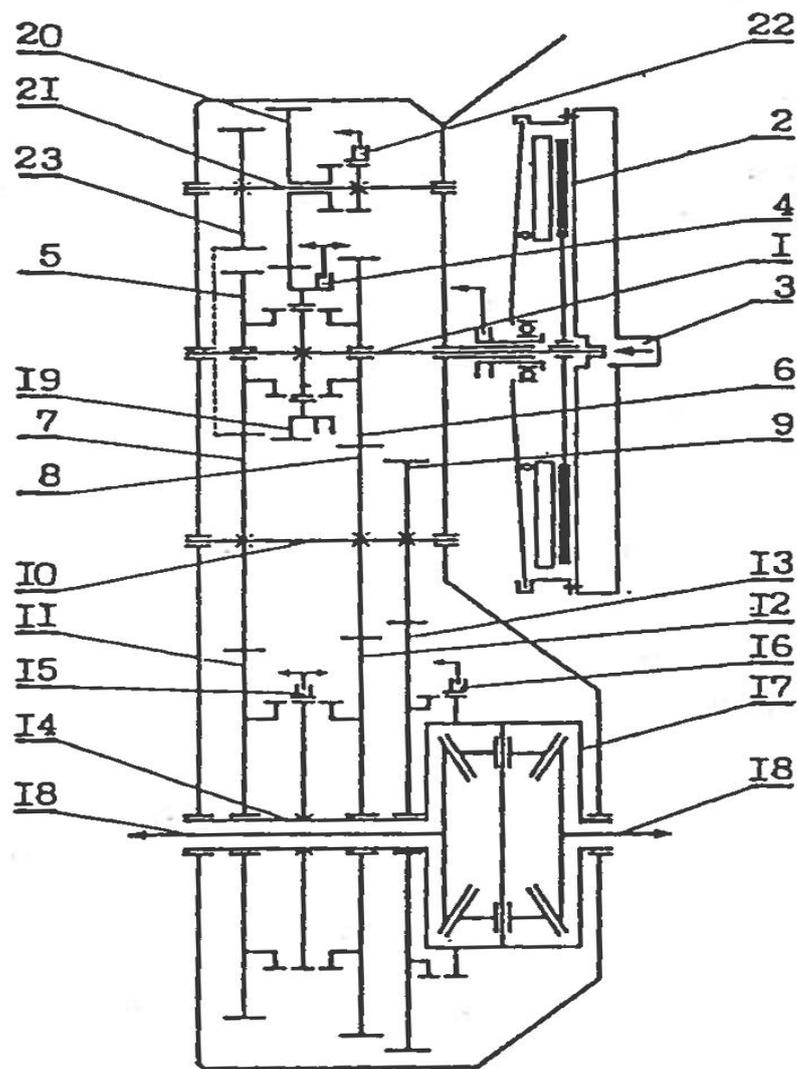
### 1.3.3 Формула изобретения

Коробка передач, содержащая ведущий с муфтой для соединения с ним одной из двух шестерен, установленных на валу с возможностью свободно вращаться, промежуточный вал с закрепленными на нем шестернями, зацеплениями с шестернями ведущего вала, и полый ведомый вал с закрепленным

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

на нем зубчатым колесом, зацепленным с одной из шестерен промежуточного вала и соединенным с корпусом дифференциала, один из выходных валов которого проходит через него, отличающаяся тем, что на ведомом валу установлены с возможностью вращения зубчатые колеса, число которых равно количеству шестерен промежуточного вала и которые постоянно зацеплены с последними, при этом между зубчатыми колесами на ведомом валу размещены муфты для соединения одного из них с валом, кроме того, коробка передач снабжена дополнительным валом с паразитными шестернями с возможностью соединения друг с другом, одна из которых постоянно зацеплена с зубчатым венцом муфты ведущего вала, а другая – с шестерней промежуточного вала.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39



Фиг. 2

Рисунок 1.3.3 – Кинематическая схема экспериментальной коробки передач с муфтой блокировки одного из зубчатых колес

1.4 Технические характеристики автомобиля «ГАЗ - 27057»

Грузовой фургон ГАЗ - 2705 появился на российских дорогах в 1995 году, и практически сразу стал лидером своего сегмента. Автомобиль отличается высокой надежностью в эксплуатации, неприхотливостью в ремонте и обслуживании.

ГАЗ - 2705 имеет цельнометаллический кузов с обтекаемой лобовой частью. Длина фургона составляет 5500 мм, из которых 2900 мм приходится на

колесную базу, 990 мм на передний свес и 1610 на задний свес. Ширина фургона без учета зеркал составляет 1966 мм. Высота автомобиля 2200 мм. Дорожный просвет составляет 170 мм для базовой версии и 190 мм для полноприводной версии.



Рисунок 1.4.1 – Автомобиль «ГАЗ - 27057»

Как и все «ГАЗели» фургоны ГАЗ - 27057 получили широкий спектр доступных моторов, среди которых наибольший успех получили четыре агрегата: три бензиновых и один дизельный.

1. Бензиновый атмосферный ЗМЗ – 40524 (Евро – 3, 4 цилиндра, рядный, 2,46 литра, 133л.с.)
2. Chrysler 2.4L-DONC (4 цилиндра, рядный, 2,43 литра, 16 клапанов, 150 л.с.)
3. УМЗ – 4216 (4 цилиндра, рядный 2,89 литра, с системой распределенного впрыска, 123 л.с.)

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	190109.2016.921.00.00.ПЗ					

4. Дизельный ГАЗ – 5602 (турбированный, 4 цилиндра, рядный, 2,13 литра, 110 л.с.)

Фургон построен на базе рамного шасси с зависимой подвеской с продольными рессорами и телескопическими амортизаторами спереди и сзади.



Рисунок 1.4.2 – Внутреннее размещение автомобиля «ГАЗ 27057»

## 1.5 Тяговый расчет

### 1.5.1 Исходные данные

- Грузовой коммерческий полноприводный автомобиль;
- пассажироместимость – 7 человек;
- используется на дорогах общей сети с асфальтобетонным покрытием;

Выбираемые параметры:

- прототип – ГАЗ – 27057;
- масса снаряженного автомобиля  $m_0 = 2180$  кг;
- максимальная скорость  $V_{\max} = 130$  км/ч;
- максимальный угол подъема, преодолеваемый автомобилем  $\alpha_{\max} = 30^\circ$ ;
- фактор обтекаемости  $kF = 0,6$  Н·с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;
- распределение веса по осям автомобиля П/З = 59/41;

### 1.5.2 Построение внешней скоростной характеристики

Внешняя скоростная характеристика может быть получена из решения следующей эмпирической формулы:

$$N_m = N_{\max} \left[ a \frac{n_m}{n_N} + b \left( \frac{n_m}{n_N} \right)^2 - c \left( \frac{n_m}{n_N} \right)^3 \right] \quad (1)$$

где  $N_m$  – текущее значение мощности, кВт;

$N_{\max}$  – максимальная мощность двигателя, кВт;

$n_m$  – текущее значение числа оборотов вала двигателя, об/мин;

$n_N$  – максимальное значение числа оборотов вала двигателя, об/мин;

$a$ ,  $b$  и  $c$  – коэффициенты, характеризующие тип и конструкцию двигателя внутреннего сгорания;

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Зададим в интервале от  $n_{\min}$  до  $n_{\max}$  ряд значений  $n_m$ , находим соответствующие значения  $N_m$  и строим кривую зависимости  $N_m = f(n_m)$ , а затем  $M_m = f(n_m)$ , имея ввиду, что:

$$M_m = \frac{30000N_m}{\pi \cdot n_m} = 9550 \frac{N_m}{n_m}, \text{Н}\cdot\text{М} \quad (2)$$

Результаты расчета занесем в таблицу 1.5.1

Таблица 1.5.1 – Внешняя скоростная характеристика

n,ноб/мин	N, кВт	M,Нм
800	14,90035	177,873
1000	19,06699	182,0898
1250	24,38254	186,2826
1500	29,72946	189,2775
1750	35,01365	191,0745
2000	40,14104	191,6735
2250	45,01755	191,0745
2500	49,54909	189,2775
2750	53,6416	186,2826
3000	57,20098	182,0898
3250	60,13316	176,699
3500	62,34405	170,1102
3750	63,73958	162,3235
4000	64,22566	153,3388
4250	63,70822	143,1561
4500	62,09317	131,7755
4600	61,11874	126,8878

По полученным данным строим внешнюю скоростную характеристику двигателя(Рисунок 1.14)

### 1.5.3 Определение передаточного числа главной передачи.

Так как в техническом задании определена максимальная скорость движения автомобиля, то передаточное число главной передачи определяется, исходя из соотношения:

$$i_0 = 0,376 \cdot \frac{r_k n_v}{i_{кв} i_{дв} V_{max}} \quad (3)$$

где  $i_0$  – передаточное число главной передачи;

$n_v$  – обороты коленчатого вала, соответствующие максимальной скорости автомобиля, об/мин;

$i_{кв}$  – передаточное число коробки передач на высшей передаче,  $i_{кв} = 0,83$ ;

$i_{дв}$  – передаточное число высшей передачи в раздаточной коробке;

$V_{max}$  – максимальная скорость движения, км/ч;

$$i_0 = 0,376 \frac{0,27195 \cdot 4600}{0,83 \cdot 130} = 5,125.$$

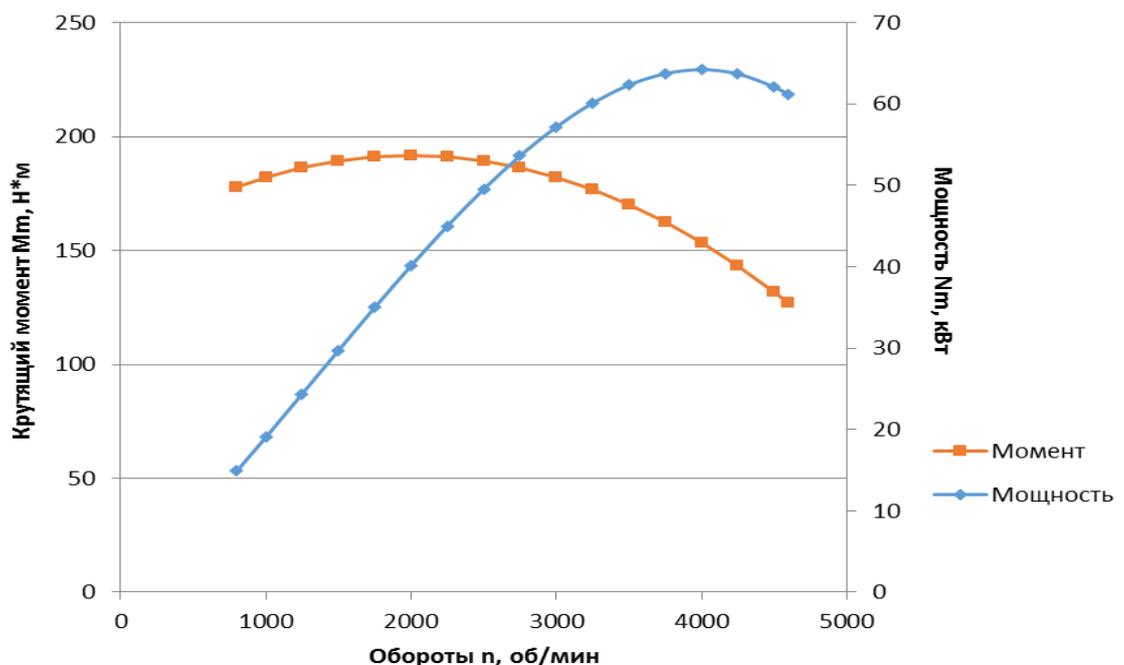


Рисунок 1.14 – Внешняя скоростная характеристика двигателя.

#### 1.5.4 Определение передаточных чисел коробки передач.

Передаточное число первой передачи выбирают из условия преодоления максимального сопротивления дороги  $\Psi_{max}$  и отсутствия буксования ведущих колес при заданном значении коэффициента сцепления  $\varphi$  :

$$\frac{\Psi_{\max} G_a r_k}{M_{\max} \eta_{\text{тр}} i_0 i_{\text{дв}}} \leq i_{\text{кл}} \leq \frac{\varphi \cdot G_{\text{сц}} r_k}{M_{\max} \eta_{\text{тр}} i_0 i_{\text{дв}}} \quad (4)$$

где  $G_a$  – полный вес автомобиля, Н;

$G_{\text{сц}}$  – вес автомобиля, приходящийся на ведущие колеса, Н;

$r_k$  – радиус качения колеса с выбранной шиной, м;

$M_{\max}$  – максимальный крутящий момент, Н·м;

$\eta_{\text{тр}}$  – КПД трансмиссии;

$i_{\text{дв}}$  – передаточное число высшей передачи в раздаточной коробке;

$i_0$  – передаточное число главной передачи;

$\Psi_{\max} = 0,32 \dots 0,5$  – для легковых автомобилей;

$\varphi = 0,7 \dots 0,8$ ;

$G_{\text{сц}} = G_a$  – если все колеса ведущие;

Промежуточные передачи выбирают по геометрической прогрессии по формуле:

$$i_{\text{км}} = \sqrt[n-1]{i_{\text{кл}}^{n-m} \cdot i_{\text{кв}}^{m-1}} \quad (5)$$

где  $i_{\text{км}}$  – передаточное число промежуточной передачи;

$m$  – номер произвольной промежуточной передачи;

$n$  – номер расчетной высшей передачи;

Принимаем:  $i_1=3,38$ ;  $i_2=2,65$ ;  $i_3=2,07$ ;  $i_4=1,63$ ;  $i_5=1,27$ ;  $i_6=1$ .

### 1.5.5 Тяговая и динамическая характеристика автомобиля.

Тяговая и динамическая характеристика представляют собой графики зависимостей  $P_k = f(V)$  и  $D = f(V)$  на всех передачах, а также  $P_w = f(V)$ ;  $P_{\psi} = f(V)$ ;  $\psi = f(V)$  на горизонтальной дороге, которые рассчитываются:

а) сила тяги на колесе

$$P_k = \frac{M_m i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}}}{r_d} \quad (6)$$

где  $P_k$  – сила тяги на колесе, Н;

$i_{тр}$  – передаточное число трансмиссии при наличии коробки передач, дополнительной коробки и главной передачи,  $i_{тр} = i_k i_d i_0$ ;

$\eta_{тр}$  – КПД трансмиссии;

$M_m$  – текущее значение крутящего момента, Н·м;

$r_d$  – радиус качения колеса ( $r_d \approx r_k$  при движении без пробуксовывания), м;

б) скорость движения

$$V = 0,376 \frac{r_k n_m}{i_{тр}} \quad (7)$$

где  $V$  – скорость движения, км/ч;

$n_m$  – текущее значение числа оборотов вала двигателя, об/мин;

в) сила сопротивления дороги

$$P_{\psi} = \Psi G_a \quad (8)$$

где  $P_{\psi}$  – сила сопротивления дороги, Н;

$G_a$  – полный вес автомобиля, Н;

$\Psi$  – коэффициент сопротивления дороги;

$$\Psi = f = f_0 (1 + k_1 V^2) \text{ при } \alpha = 0 \quad (9)$$

где  $f_0$  – табличное значение коэффициента сопротивления дороги;

$$f_0 = 0,007 - 0,015$$

$V$  – текущая скорость движения, км/ч;

$$k_1 = (4 \dots 5) 10^{-5}$$

г) сила сопротивления воздуха

$$P_w = \frac{k F V^2}{13} (1 + k_3 \Pi) \quad (10)$$

где  $P_w$  – сила сопротивления воздуха, Н;

$V$  – текущая скорость движения, км/ч;

$\Pi$  – количество прицепов или полуприцепов,  $\Pi = 0$ ;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий влияние прицепа или полуприцепа на сопротивление воздуха;

$$k_3 = 0,4 \dots 0,5$$

$kF$  – фактор обтекаемости,  $\text{H} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ ;  $kF = 0,6 \dots 0,7$ ;

д) Динамический фактор

$$D = \frac{P_k - P_w}{G_a} \quad (11)$$

где  $D$  – динамический фактор;

$P_k$  – сила тяги на колесе,  $\text{H}$ ;

$P_w$  – сила сопротивления воздуха,  $\text{H}$ ;

$G_a$  – полный вес автомобиля,  $\text{H}$ ;

Угол подъема, который преодолевает автомобиль на каждой передаче при разных значениях равномерной скорости и заданном коэффициенте сопротивления качению определяется по уравнению:

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{D - f \sqrt{1 - D^2 + f^2}}{1 + f^2} \right) \quad (12)$$

Вычисленные значения внесем в таблицу 1.5.2.

Строим графики зависимостей  $P_{\hat{e}} = f(V)$ ;  $P_w = f(V)$  (см. рис. 1.15);  
 $\psi = f(V)$  и  $D = f(V)$  (см. рис. 1.16).

Таблица 1.5.2 – Тяговая и динамическая характеристика автомобиля

Движение на 1 передаче								
поб/мин	V м/с	V км/ч	Pк Н	Pw Н	D	ψ	α°	Pψ Н
800	1,477901	5,35	9400,736	1,3210385	0,274035	0,013519	15,12961	463,7127
1000	1,847376	6,6875	9623,598	2,0641226	0,280511	0,01353	15,51515	464,0854
1250	2,30922	8,359375	9845,194	3,2251916	0,286938	0,013547	15,89817	464,6679
1500	2,771064	10,03125	10003,48	4,6442758	0,291511	0,013568	16,1707	465,3797
1750	3,232907	11,70313	10098,45	6,3213755	0,294231	0,013592	16,33227	466,221
2000	3,694751	13,375	10130,1	8,2564904	0,295098	0,013621	16,38259	467,1918
2250	4,156595	15,04688	10098,45	10,449621	0,294111	0,013653	16,32158	468,2919
2500	4,618439	16,71875	10003,48	12,900766	0,29127	0,013689	16,14933	469,5215
2750	5,080283	18,39063	9845,194	15,609927	0,286577	0,013728	15,86615	470,8805
3000	5,542127	20,0625	9623,598	18,577103	0,28003	0,013772	15,47253	472,369
3250	6,003971	21,73438	9338,689	21,802295	0,271629	0,013819	14,96909	473,9868
3500	6,465815	23,40625	8990,467	25,285502	0,261376	0,01387	14,35663	475,7342
3750	6,927659	25,07813	8578,931	29,026724	0,249268	0,013925	13,63603	477,6109
4000	7,389503	26,75	8104,083	33,025962	0,235308	0,013983	12,80824	479,6171
4250	7,851347	28,42188	7565,921	37,283214	0,219494	0,014045	11,87423	481,7527
4500	8,313191	30,09375	6964,446	41,798483	0,201826	0,014111	10,83494	484,0177

Движение на 2 передаче								
поб/мин	V м/с	V км/ч	Pк Н	Pw Н	D	ψ	α°	Pψ Н
800	1,885832	6,826711	7367,228	2,150953	0,214725	0,013531	11,62387	464,129
1000	2,35729	8,533389	7541,882	3,3608641	0,219782	0,013549	11,91966	464,7359
1250	2,946612	10,66674	7715,544	5,2513501	0,22479	0,013577	12,21236	465,6843
1500	3,535935	12,80008	7839,588	7,5619442	0,228339	0,013611	12,41919	466,8434
1750	4,125257	14,93343	7914,015	10,292646	0,230429	0,013651	12,53993	468,2132
2000	4,714579	17,06678	7938,824	13,443456	0,231061	0,013697	12,57447	469,7937
2250	5,303902	19,20012	7914,015	17,014374	0,230233	0,013749	12,52275	471,585
2500	5,893224	21,33347	7839,588	21,005401	0,227947	0,013807	12,38482	473,5871
2750	6,482547	23,46682	7715,544	25,416535	0,224202	0,013872	12,16084	475,7999
3000	7,071869	25,60017	7541,882	30,247777	0,218998	0,013942	11,85103	478,2234
3250	7,661191	27,73351	7318,603	35,499127	0,212335	0,014019	11,45568	480,8577
3500	8,250514	29,86686	7045,706	41,170585	0,204214	0,014102	10,97516	483,7027
3750	8,839836	32,00021	6723,191	47,262151	0,194634	0,014191	10,40989	486,7585
4000	9,429159	34,13355	6351,059	53,773826	0,183594	0,014286	9,760319	490,025
4250	10,01848	36,2669	5929,309	60,705608	0,171096	0,014388	9,026897	493,5022
4500	10,6078	38,40025	5457,941	68,057498	0,157139	0,014495	8,210083	497,1902
4600	10,84353	39,25359	5255,501	71,115884	0,151148	0,01454	7,860103	498,7244

599

### Движение на 3 передаче

поб/мин	V м/с	V км/ч	Pк Н	Pw Н	D	ψ	α°	Pψ Н
800	2,40636	8,711025	5773,596	3,5022439	0,168224	0,013551	8,907971	464,8069
1000	3,007951	10,88878	5910,47	5,4722561	0,172157	0,01358	9,134996	465,7951
1250	3,759938	13,61098	6046,566	8,5504002	0,176035	0,013625	9,35805	467,3392
1500	4,511926	16,33317	6143,778	12,312576	0,17876	0,01368	9,513503	469,2264
1750	5,263913	19,05537	6202,105	16,758784	0,180331	0,013745	9,601257	471,4568
2000	6,015901	21,77756	6221,547	21,889024	0,180748	0,01382	9,621254	474,0304
2250	6,767889	24,49976	6202,105	27,703297	0,180012	0,013905	9,573478	476,947
2500	7,519876	27,22195	6143,778	34,201601	0,178122	0,014	9,457957	480,2068
2750	8,271864	29,94415	6046,566	41,383937	0,175078	0,014105	9,274762	483,8097
3000	9,023852	32,66634	5910,47	49,250305	0,170881	0,01422	9,024001	487,7558
3250	9,775839	35,38854	5735,489	57,800705	0,16553	0,014345	8,705822	492,045
3500	10,52783	38,11073	5521,623	67,035137	0,159026	0,01448	8,320399	496,6773
3750	11,27981	40,83293	5268,873	76,953601	0,151368	0,014625	7,867932	501,6528
4000	12,0318	43,55512	4977,238	87,556098	0,142556	0,014781	7,348638	506,9714
4250	12,78379	46,27732	4646,718	98,842626	0,132591	0,014946	6,762737	512,6332
4500	13,53578	48,99951	4277,314	110,81319	0,121472	0,015121	6,110448	518,638
4600	13,83657	50,08839	4118,664	115,79294	0,116702	0,015193	5,830989	521,1361

### Движение на 4 передаче

поб/мин	V м/с	V км/ч	Pк Н	Pw Н	D	ψ	α°	Pψ Н
800	3,070566	11,11545	4524,688	5,7024548	0,131749	0,013583	6,792238	465,9106
1000	3,838207	13,89431	4631,955	8,9100856	0,134783	0,01363	6,964929	467,5196
1250	4,797759	17,36789	4738,611	13,922009	0,137746	0,013704	7,132108	470,0338
1500	5,757311	20,84147	4814,795	20,047693	0,139789	0,013793	7,245133	473,1067
1750	6,716863	24,31504	4860,505	27,287137	0,14091	0,013899	7,303959	476,7383
2000	7,676414	27,78862	4875,742	35,640342	0,141111	0,014021	7,30856	480,9285
2250	8,635966	31,2622	4860,505	45,107308	0,140391	0,01416	7,258933	485,6775
2500	9,595518	34,73578	4814,795	55,688035	0,138749	0,014314	7,155094	490,9852
2750	10,55507	38,20935	4738,611	67,382522	0,136187	0,014485	6,99708	496,8516
3000	11,51462	41,68293	4631,955	80,19077	0,132704	0,014673	6,784948	503,2767
3250	12,47417	45,15651	4494,824	94,112779	0,128301	0,014876	6,518771	510,2605
3500	13,43373	48,63009	4327,221	109,14855	0,122976	0,015096	6,198639	517,803
3750	14,39328	52,10366	4129,144	125,29808	0,11673	0,015332	5,82465	525,9042
4000	15,35283	55,57724	3900,593	142,56137	0,109564	0,015585	5,396911	534,5641
4250	16,31238	59,05082	3641,57	160,93842	0,101476	0,015854	4,915531	543,7827
4500	17,27193	62,5244	3352,072	180,42923	0,092468	0,016139	4,380616	553,5601
4600	17,65575	63,91383	3227,741	188,53741	0,088607	0,016257	4,151683	557,6274

### Движение на 5 передаче

поб/мин	V м/с	V км/ч	Pк Н	Pw Н	D	ψ	α°	Pψ Н
800	3,918106	14,18354	3545,936	9,284902	0,103109	0,013636	5,136852	467,7077
1000	4,897632	17,72943	3629,999	14,50766	0,105408	0,013712	5,264886	470,3276
1250	6,12204	22,16178	3713,585	22,66822	0,107607	0,013832	5,384748	474,4212
1500	7,346448	26,59414	3773,289	32,64223	0,109057	0,013977	5,459939	479,4246
1750	8,570856	31,0265	3809,111	44,42971	0,109757	0,01415	5,490438	485,3376
2000	9,795264	35,45886	3821,052	58,03064	0,109709	0,014349	5,476235	492,1603
2250	11,01967	39,89121	3809,111	73,44502	0,108912	0,014574	5,41733	499,8928
2500	12,24408	44,32357	3773,289	90,67287	0,107365	0,014826	5,313737	508,5349
2750	13,46849	48,75593	3713,585	109,7142	0,105069	0,015105	5,165477	518,0867
3000	14,6929	53,18828	3629,999	130,5689	0,102024	0,01541	4,972581	528,5483
3250	15,9173	57,62064	3522,532	153,2371	0,09823	0,015741	4,73509	539,9195
3500	17,14171	62,053	3391,184	177,7188	0,093687	0,016099	4,453051	552,2004
3750	18,36612	66,48535	3235,953	204,014	0,088395	0,016484	4,126516	565,3911
4000	19,59053	70,91771	3056,842	232,1225	0,082353	0,016895	3,755541	579,4914
4250	20,81494	75,35007	2853,848	262,0446	0,075563	0,017332	3,340179	594,5014
4500	22,03934	79,78243	2626,973	293,7801	0,068023	0,017797	2,880485	610,4211
4600	22,52911	81,55537	2529,536	306,9821	0,064798	0,01799	2,684205	617,0437

### Движение на 6 передаче

поб/мин	V м/с	V км/ч	Pк Н	Pw Н	D	ψ	α°	Pψ Н
800	4,999584	18,09849	2778,902	15,11795	0,080577	0,013721	3,835455	470,6337
1000	6,24948	22,62312	2844,781	23,62179	0,08225	0,013845	3,924481	474,8996
1250	7,81185	28,2789	2910,286	36,90905	0,083772	0,01404	4,000861	481,565
1500	9,37422	33,93468	2957,075	53,14903	0,084663	0,014277	4,038449	489,7115
1750	10,93659	39,59046	2985,148	72,34173	0,084921	0,014558	4,037237	499,3393
2000	12,49896	45,24624	2994,506	94,48716	0,084549	0,014882	3,997222	510,4483
2250	14,06133	50,90201	2985,148	119,5853	0,083544	0,015249	3,918409	523,0385
2500	15,6237	56,55779	2957,075	147,6362	0,081908	0,015659	3,800808	537,1098
2750	17,18607	62,21357	2910,286	178,6398	0,07964	0,016113	3,644433	552,6624
3000	18,74844	67,86935	2844,781	212,5961	0,07674	0,016609	3,449305	569,6962
3250	20,31081	73,52513	2760,56	249,5052	0,073209	0,017149	3,215449	588,2111
3500	21,87318	79,18091	2657,624	289,3669	0,069045	0,017732	2,942892	608,2073
3750	23,43555	84,83669	2535,972	332,1814	0,06425	0,018358	2,631664	629,6847
4000	24,99792	90,49247	2395,605	377,9486	0,058824	0,019027	2,281795	652,6432
4250	26,56029	96,14825	2236,522	426,6686	0,052765	0,01974	1,893316	677,083
4500	28,12266	101,804	2058,723	478,3412	0,046075	0,020496	1,466252	703,0039
4600	28,74761	104,0663	1982,363	499,8371	0,043222	0,02081	1,284627	713,787

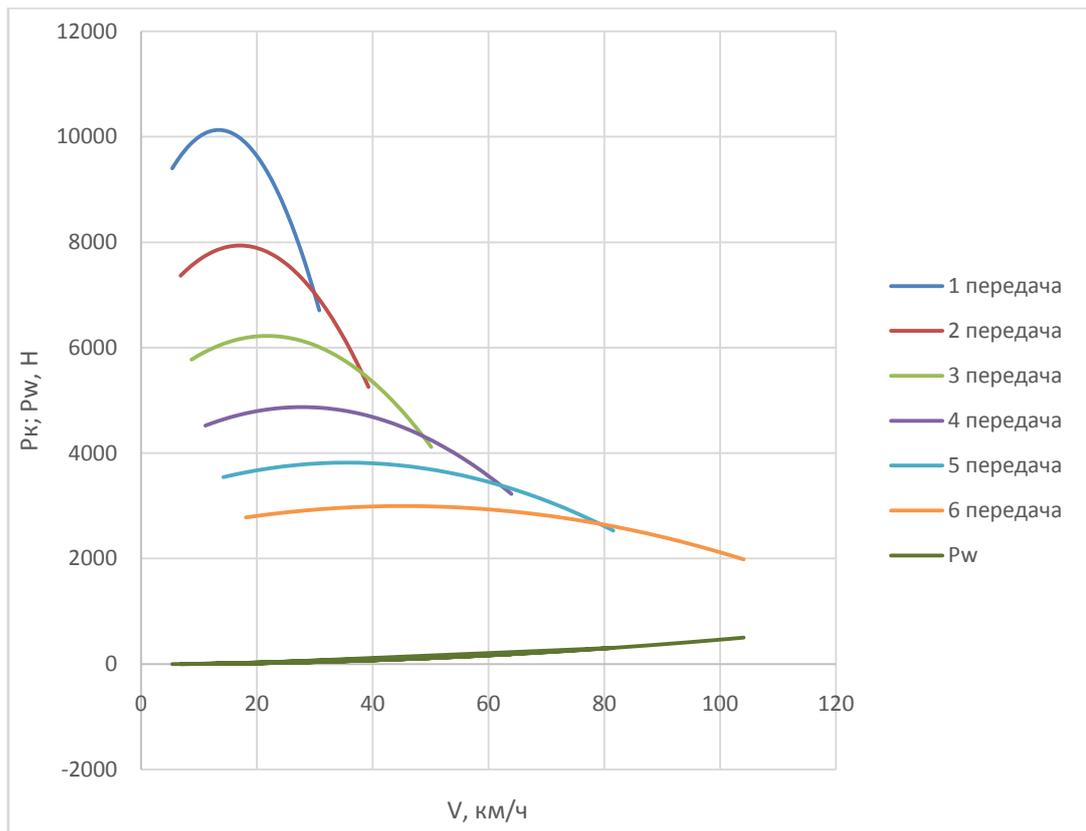


Рисунок 1.15–Тяговый баланс автомобиля.

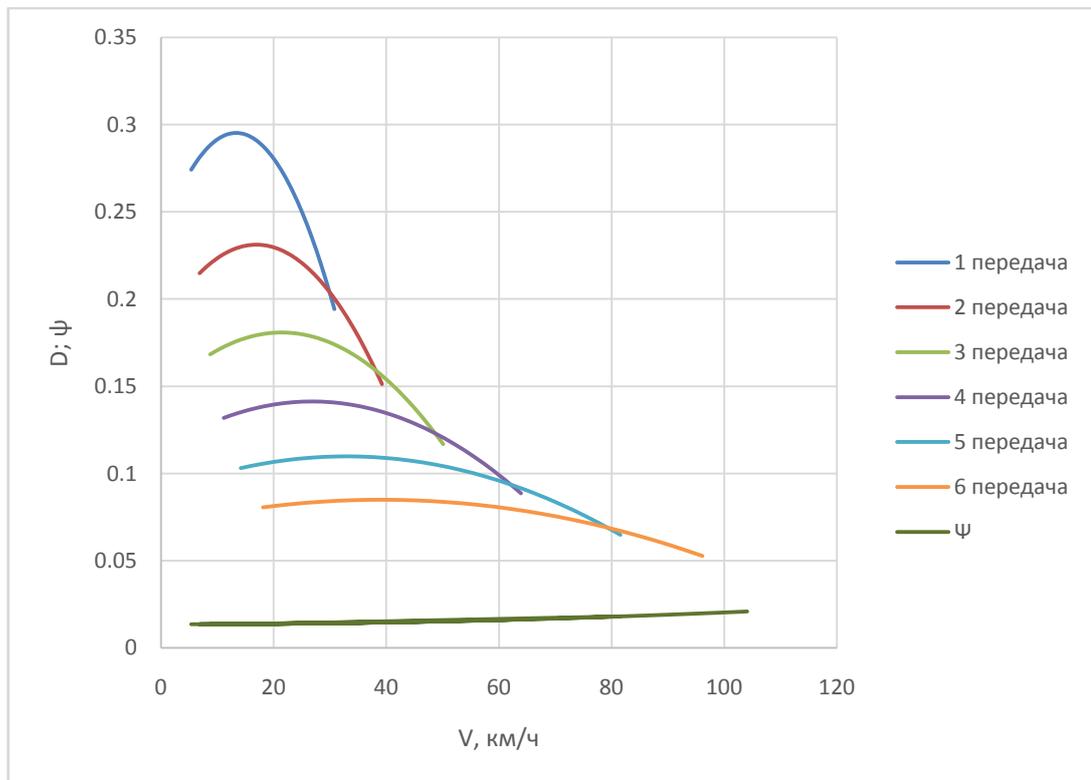


Рисунок 1.16– Динамический баланс автомобиля.

## 1.6 Разработка расчетной кинематической схемы.

На основании кинематической схемы коробки передач описанной в патенте(Рисунок 1.17) и проведенному обзору существующих конструкций коробок передач необходимо разработать индивидуальную расчетную кинематическую схему.

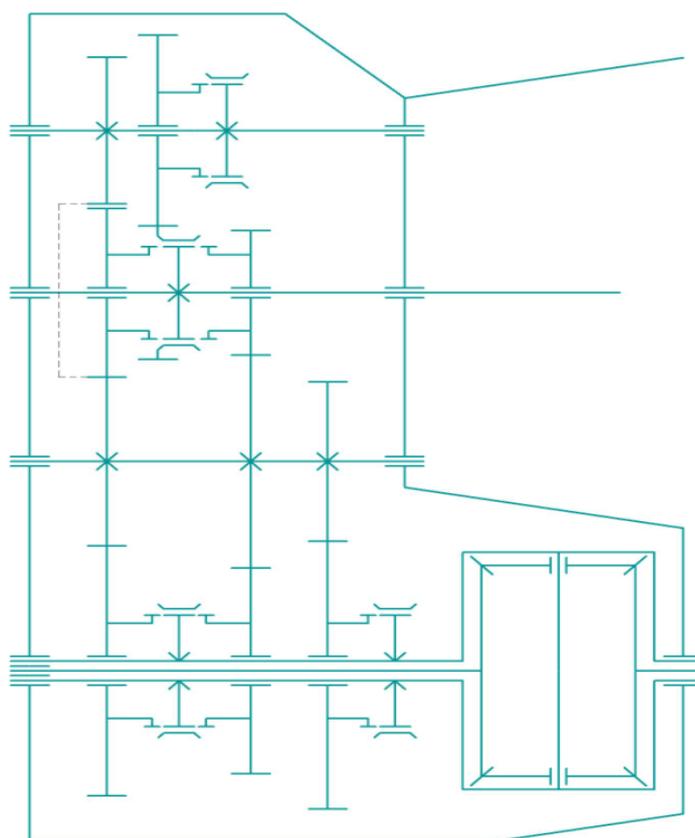


Рисунок 1.17 – Исходная кинематическая схема согласно патенту

Автомобиль ГАЗ – 27057, полноприводный, грузовой, имеет пятиступенчатую трехвальную коробку передач в связке с раздаточной коробкой, в которой, поток мощности расходится на переднюю и заднюю оси. В следствии такой компоновки, имеют место потери на трение, по мимо потерь в самой коробке передач, возникают еще потери в раздаточной коробке. Разрабатываемая коробка передач позволяет исключить раздаточную коробку из трансмиссии, так как сама коробка имеет выход потока мощности в две стороны.

В тяговом расчете посчитанном по данным автомобиля ГАЗ – 27057 были определены количество и значения передаточных чисел коробки передач.

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	190109.2016.921.00.00.ПЗ				

Исходная кинематическая схема позволяет реализовать до девяти передач, а так же три передачи заднего хода. Но исходя из назначения автомобиля в дальнейшем в расчете будем считать шесть передач. Поэтому разработанная кинематическая схема будет отличаться от исходной(Рисунок 1.18).

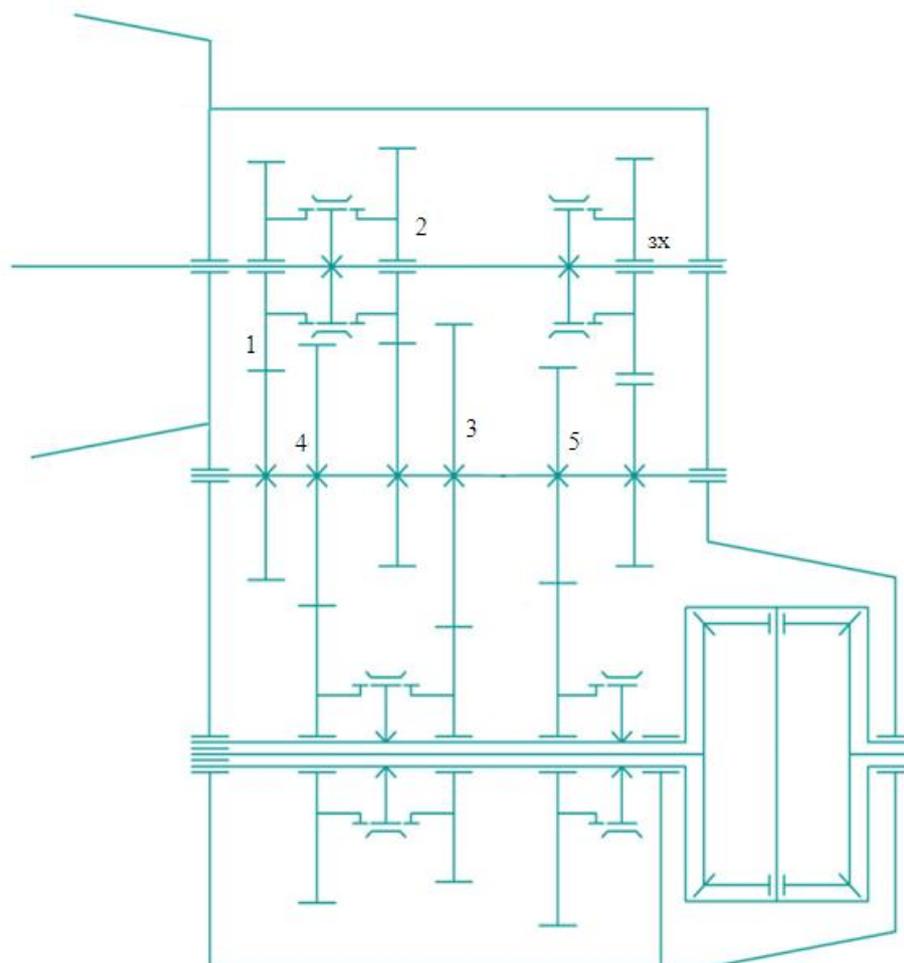


Рисунок 1.18 – Разработанная кинематическая схема.

Принцип работы разработанной коробки передач:

- 1 передача – зацепление 1 и зацепление 3, передаточное число 3,38;
- 2 передача – зацепление 1 и зацепление 4, передаточное число 2,66;
- 3 передача – зацепление 1 и зацепление 5, передаточное число 2,07;

- 4 передача – зацепление 2 и зацепление 3, передаточное число 1,66;
- 5 передача – зацепление 2 и зацепление 4, передаточное число 1,27;
- 6 передача – зацепление 2 и зацепление 5, передаточное число 1;
- Задний ход – зацепление зх и зацепление 3, передаточное число 3,95;

### 1.7 Разработка компоновочной схемы

Целью данной итоговой квалификационной работы является установка экспериментальной коробки передач на автомобиль ГАЗ-27057. Для этого требуется анализ габаритных размеров автомобиля-прототипа и разработанной коробки передач, разработка компоновочной схемы автомобиля.

Размеры коробки передач определяются межосевыми расстояниями, размерами валов, шестерен и синхронизаторов, размерами корпуса, размерами дифференциала, углом между межосевыми расстояниями.

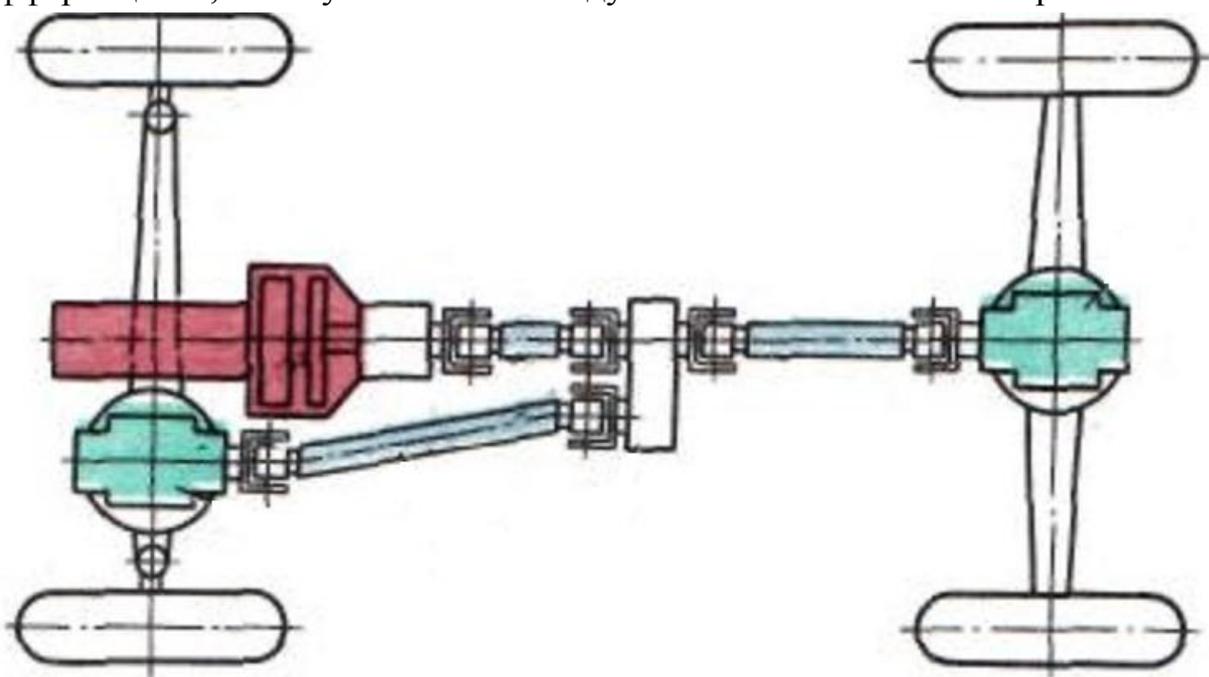


Рисунок 1.19 – Компоновочная схема автомобиля-прототипа

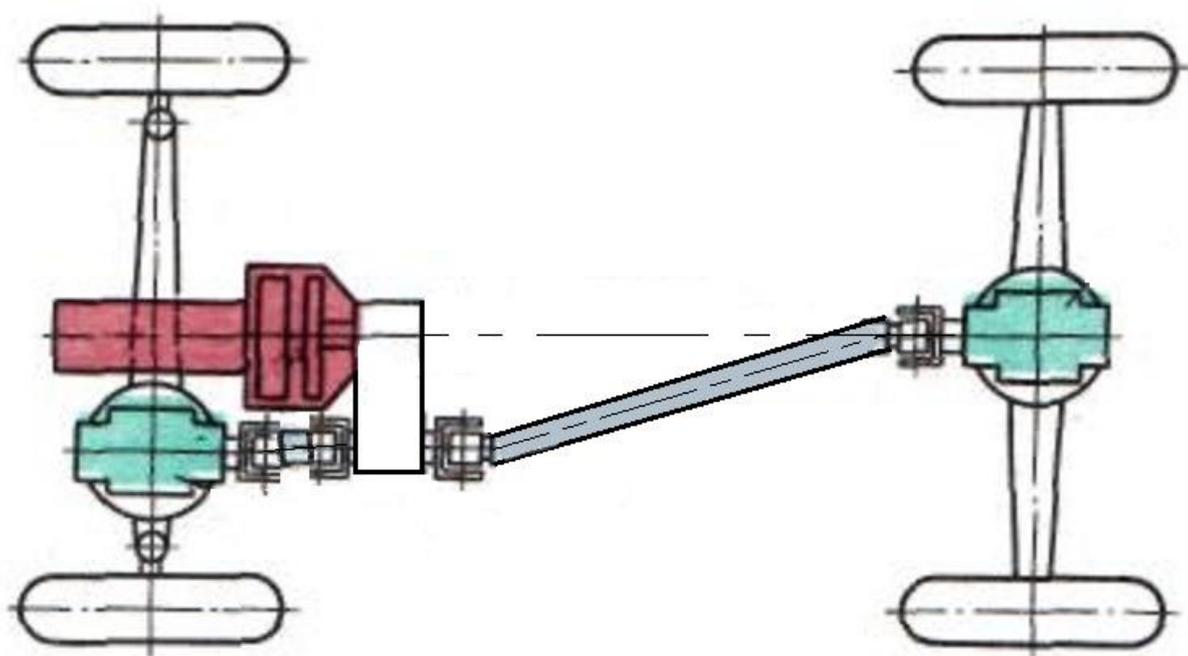


Рисунок 1.20 – Разработанная компоновочная схема

Размеры кинематической части коробки передач определяются на основе предыдущих расчетов данной комплексной работы.

Размеры корпуса определяются толщиной и размерами посадочных мест под подшипники.

Размеры дифференциала определяются на основе аналогичных агрегатов автомобилей, близких по техническим характеристикам и назначению.

Межосевое расстояние входного и выходного валов определяется углом между межосевыми расстояниями входного-промежуточного и промежуточного-выходного валов.

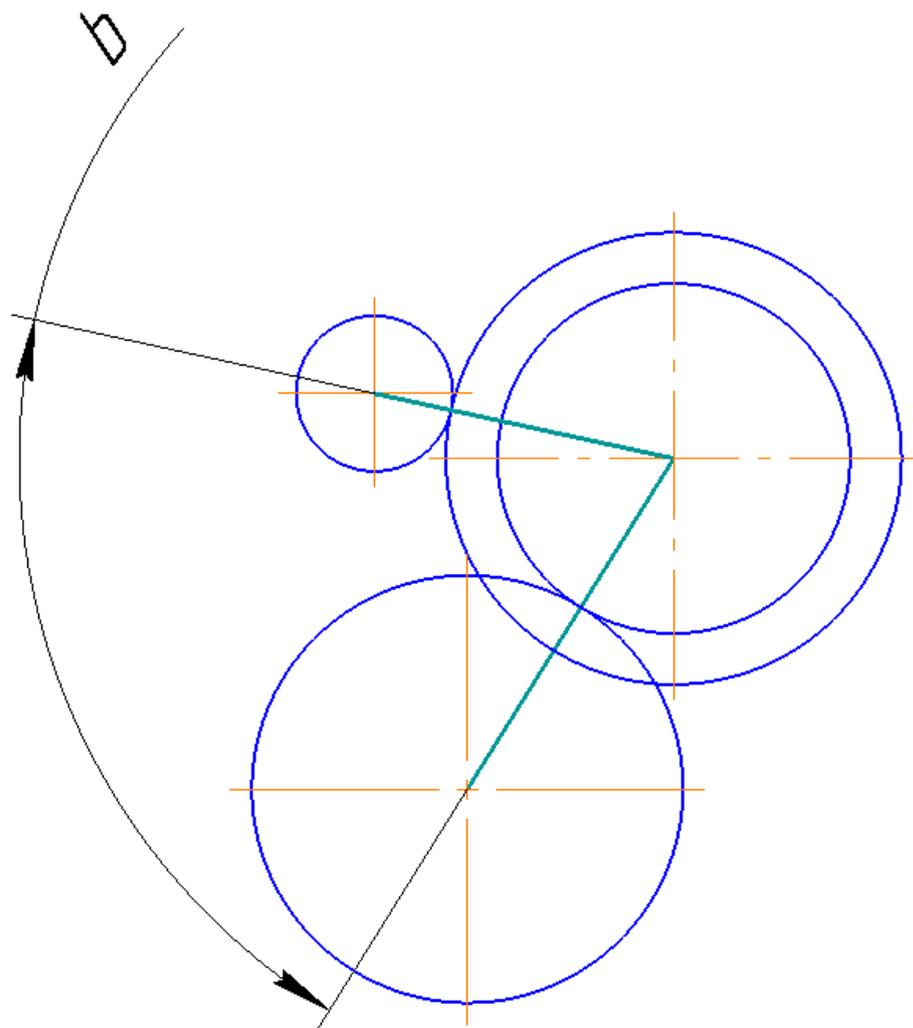


Рисунок 1.21 – Изменяемый угол

Место для установки коробки передач ограничивается внутренними размерами автомобиля, расположением двигателя, мостов и клиренсом автомобиля.

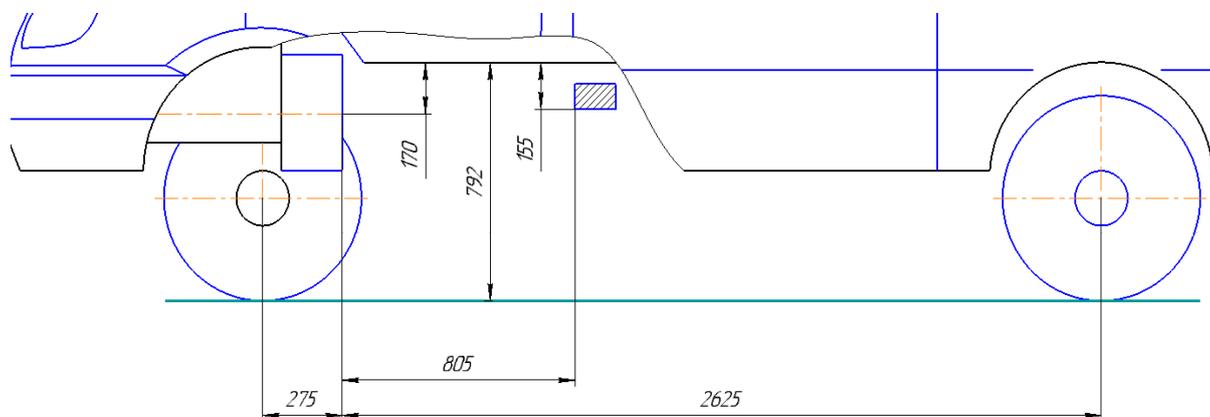


Рисунок 1.22 – Размеры автомобиля в продольном сечении

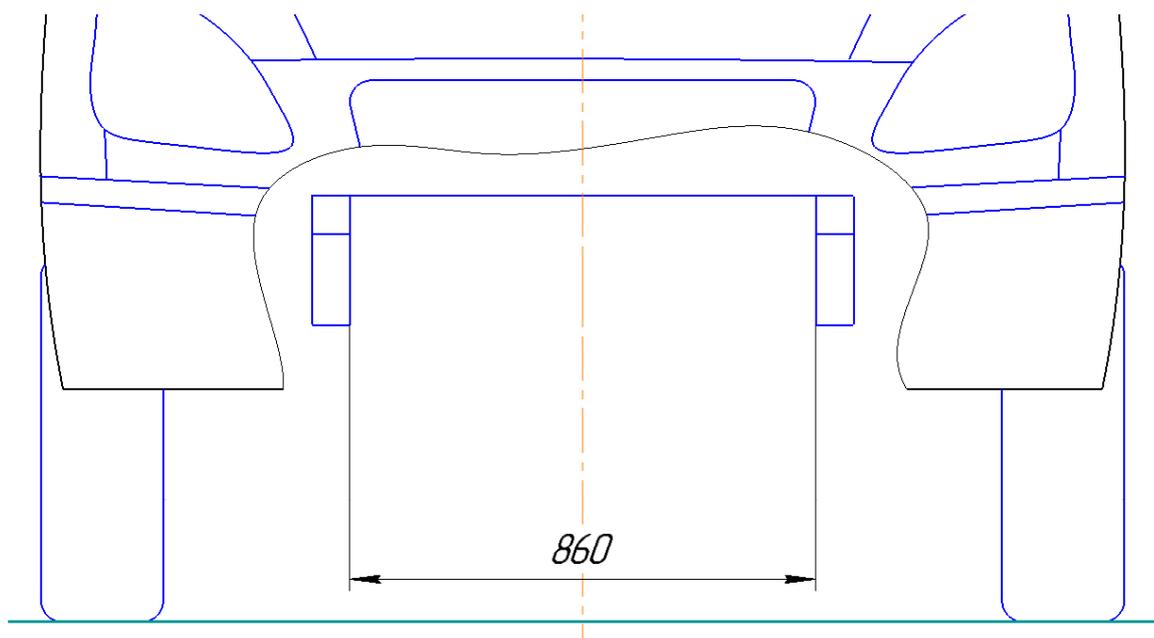


Рисунок 1.23 - Размеры автомобиля в поперечном сечении

При разработке компоновки автомобиля имеется возможность поворачивать коробку передач вокруг оси входного вала.

Данная коробка передач имеет множество вариантов исполнения, в зависимости от межосевого расстояния входного и выходного вала, длины корпуса.

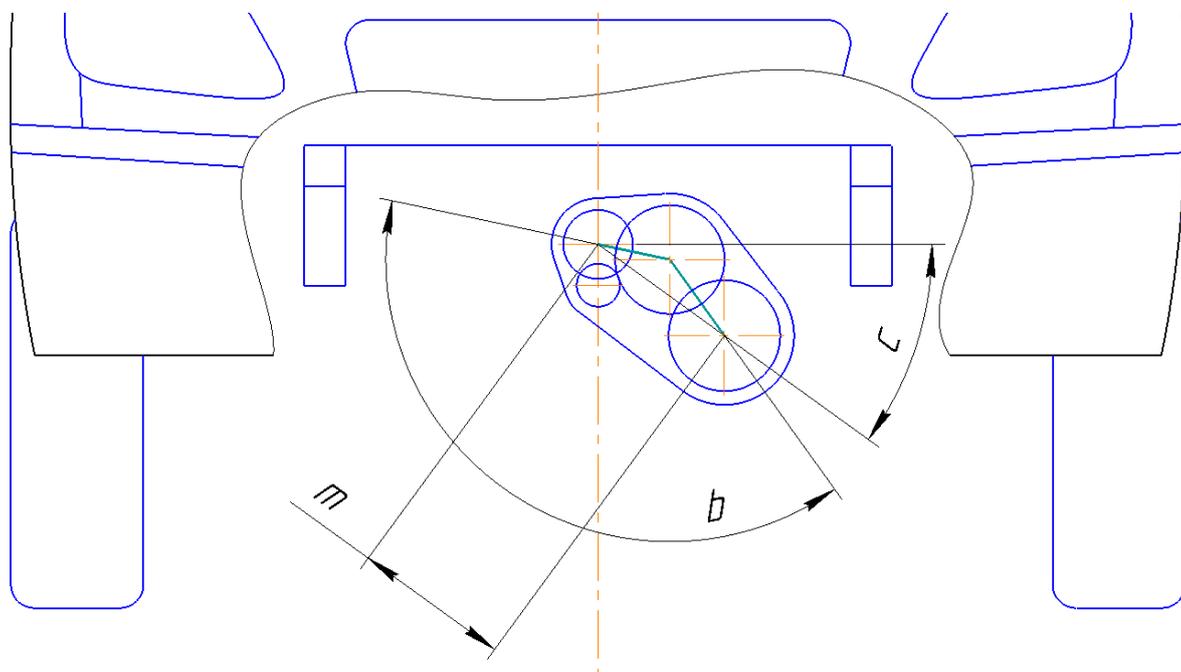


Рисунок 1.24 – Изменяемые размеры в поперечном сечении

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

190109.2016.921.00.00.ПЗ

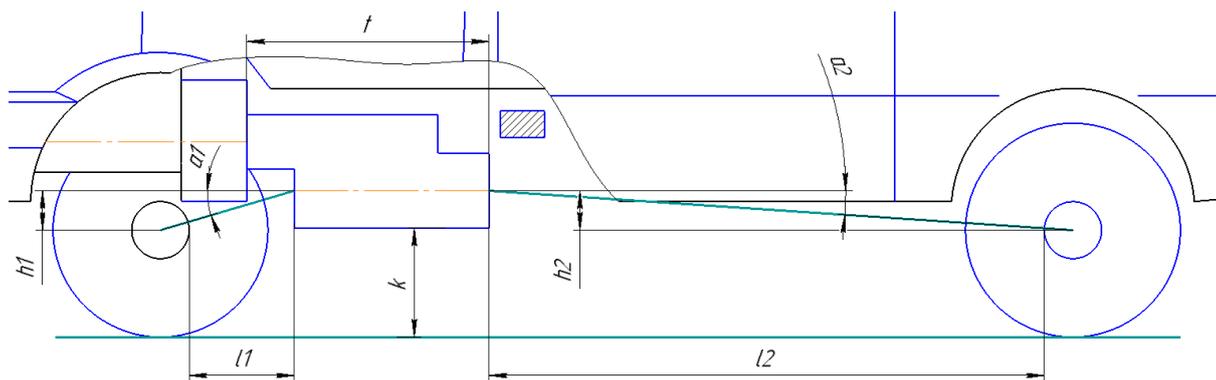


Рисунок 1.25 – изменяемые размеры в продольном сечении

Для данного автомобиля наилучшим вариантом является межосевое расстояние 285 мм и угол наклона корпуса к горизонту  $41^\circ$ . Данный вариант обеспечивает наименьший угол наклона передней карданной передачи.

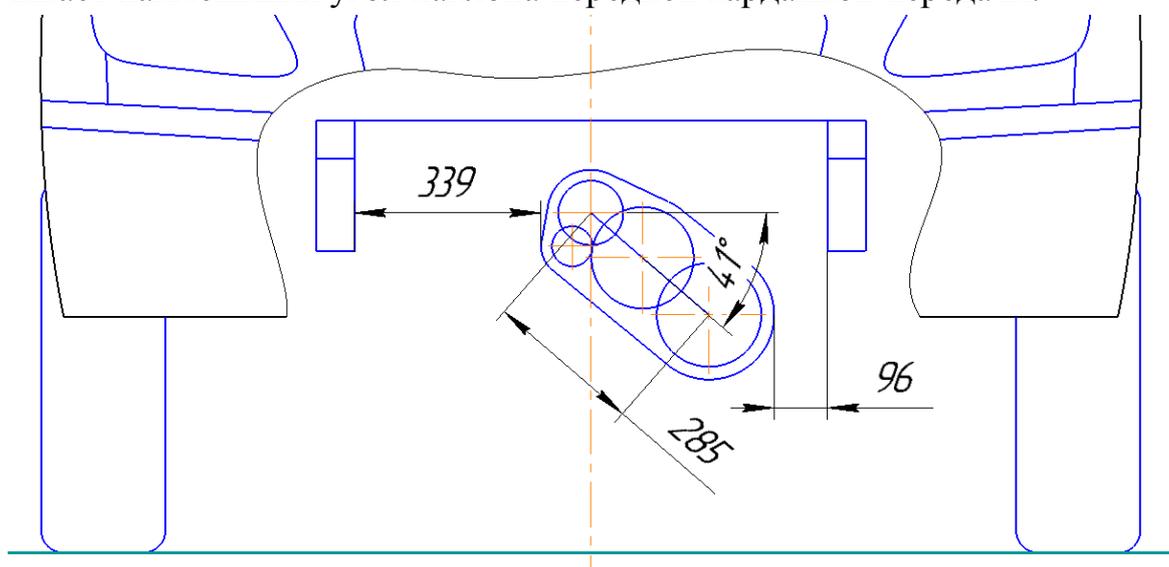


Рисунок 1.26 – Выбранное исполнение в поперечном сечении

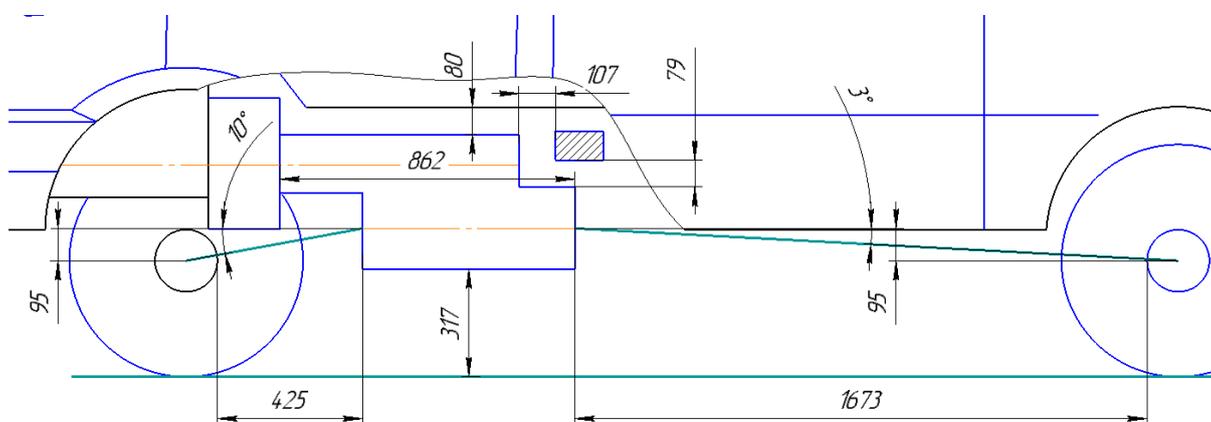


Рисунок 1.27 – Выбранное исполнение в продольном сечении

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

190109.2016.921.00.00.ПЗ

Лист

58

Вывод по разделу один:

В разделе один был приведен обзор существующих конструкций коробок передач, даны характеристики рассчитываемой коробки передач. На основании тягового расчета определены передаточные числа трансмиссии. На основе расчетов кинематической части коробки передач разработана компоновочная схема.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Требования к поверхности деталей

Деталь изготавливается из стали 20Х. Данная сталь в сыром состоянии хорошо обрабатывается лезвийным инструментом, в закаленном хорошо шлифуется.

Чертеж детали содержит необходимую информацию о конструкции детали. Указываются размеры с допусками, допустимые отклонения форм, шероховатость.

### 2.2 Технологичность конструкции детали

Размеры и форма вала позволяют использовать при обработке относительно простые средства технического оснащения – станки, режущий инструмент, приспособления и средства контроля.

Ко всем обрабатываемым поверхностям обеспечивается свободный доступ инструмента.

Использование стандартных унифицированных размеров детали позволяет повысить технологичность, а также унифицировать инструменты и приспособления.

### 2.3 Технологичность базирования и закрепления

Для обеспечения высокой технологичности детали необходимо совпадение технологической и измерительной базы. Базовые поверхности должны обладать высокой точностью и низкой шероховатостью. Поверхности должны иметь достаточные размеры для устойчивого положения заготовки при установке.

### 2.4 Технологичность обрабатываемых деталей

Поверхности детали различного назначения разделены по точности и шероховатости. Заданные требования к поверхности детали обеспечиваются при обработке на станках нормальной точности.

### 2.5 Способы получения заготовки

Заготовку данной детали можно получить отрезкой из прутка или горячей штамповкой. При обработке заготовка из отрезного прутка будет иметь большие припуски на механическую обработку, чем штампованная заготовка.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

## 2.6 Маршрут изготовления выходного вала экспериментальной коробки передач

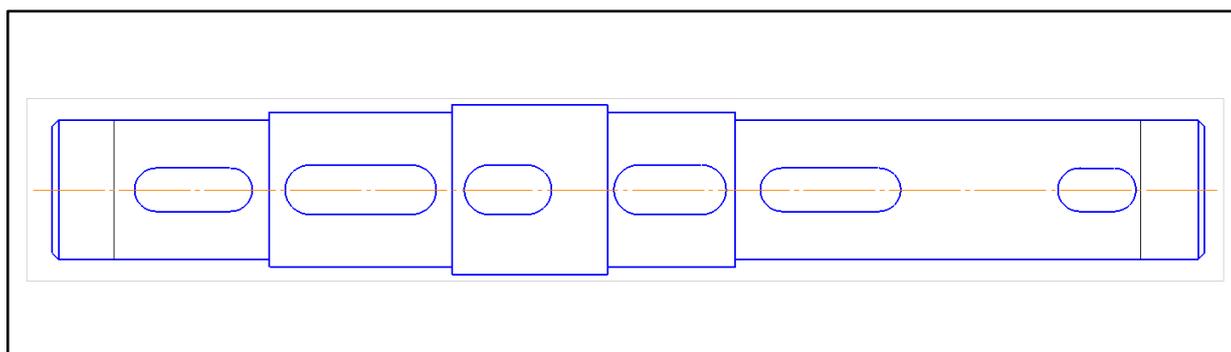


Рисунок 2.1 – Изготавливаемая деталь

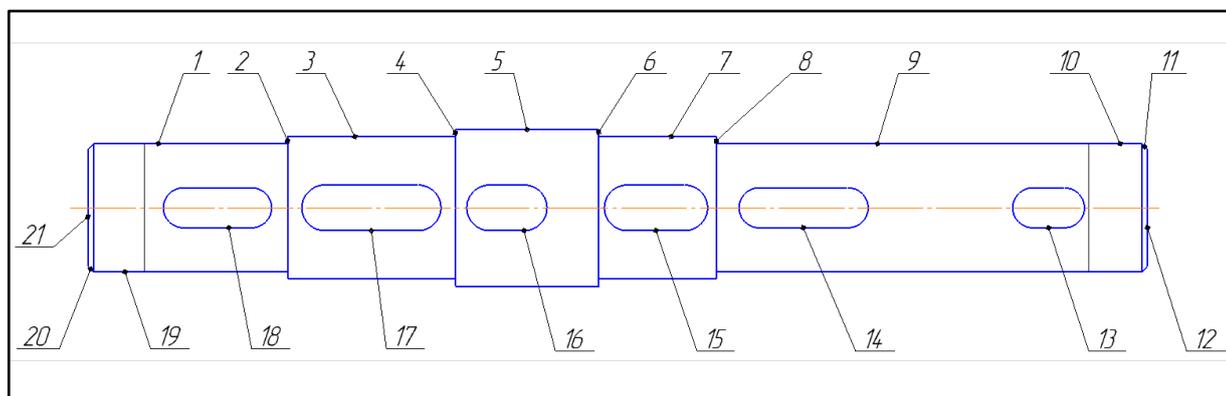


Рисунок 2.2 – Обрабатываемые поверхности

000 Заготовительная

Штамповка

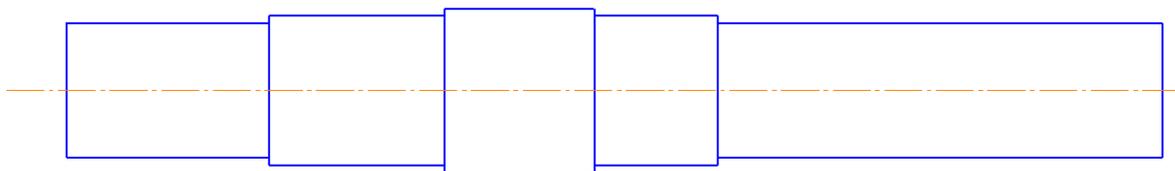


Рисунок 2.3 – Операция 000

005 Центровально-подрезная

Обработать торцы 12, 21, сверлить 2 центровых отверстия.

010 Токарная

Точить поверхности 1, 2, 3, 4, 5, 19. Снять фаску 20. Переустановить заготовку. Точить предварительно поверхности 6, 7, 8, 9, 10. Снять фаску 11.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

190109.2016.921.00.00.ПЗ

Лист

61

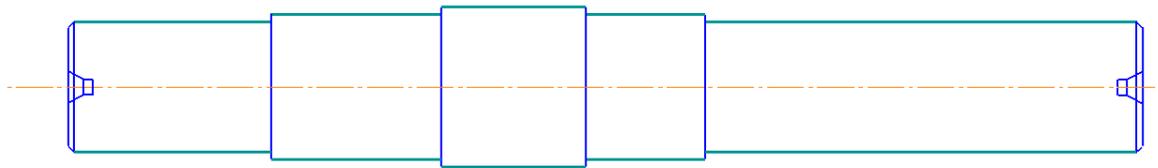


Рисунок 2.4 – операции 005 и 010

015 Фрезерная

Фрезеровать шпоночные пазы 13, 14, 15, 16, 17, 18.

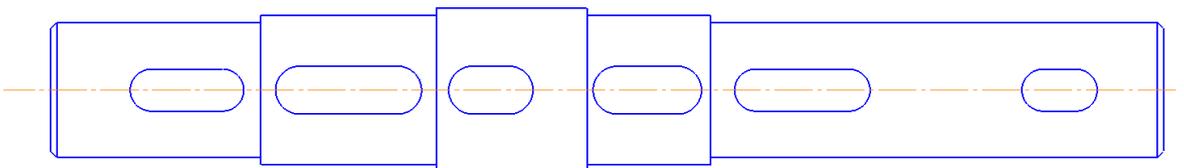


Рисунок 2.5 – операция 015

020 Термическая

025 Правильная

030 Центрошлифовальная

Шлифовать центровые фаски.

035 Торцекруглошлифовальная

Шлифовать поверхности 1, 3, 5, 7, 9, 19 и прилегающие торцы 2, 4, 6, 8.

040 Шлифовальная

Шлифовать шпоночные пазы 13, 14, 15, 16, 17, 18.

045 Моечная

Мойка детали.

050 Контрольная

Контроль качества детали.

Вывод по разделу два

В разделе два были рассмотрены требования к технологичности валов и приведен порядок изготовления промежуточного вала экспериментальной коробки передач.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

### 3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Организационная часть

ООО Европэк

Уставный капитал 10 000р.

Учредители:

Ибрагимов И.М.

Нестеренко А.Е.

Пашнин Е.Д.

Таблица 3.1.1 – Сравнительная таблица ИП и ООО

ИП	ООО
По всем обязательствам даже после закрытия предприятия отвечает всем имуществом.	По обязательствам отвечают в рамках уставного капитала. После ликвидации организации обязательства прекращаются.
Не требует открытие счета и изготовления печати.	Обязательно открытие счета и изготовление печати.
Упрощенная госрегистрация. Госпошлина составляет 800 р.	Госрегистрация требует больших сроков, и более объемного пакета документов. Для регистрации ООО госпошлина – 4 000 р.
Регистрация предпринимателя производится по месту жительства.	Регистрация компании производится по адресу учредителя, по адресу арендованного офиса, по юридическому адресу головного офиса.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

190109.2016.912.00.00.ПЗ

Лист

64

Не обязан вести бухгалтерский и налоговый учет.	Обязаны вести бухучет и сдавать отчетность независимо от выбранной формы налогообложения.
Не требуется составления устава, внесения уставного капитала.	Обязателен устав и уставный капитал (минимальная сумма 10 000 рублей).
За располагаемое для производственных целей оборудование отчитывается не нужно.	Оборудование, необходимое для ведения бизнеса, необходимо вносить в уставный капитал.
Любые хозяйственные решения можно принимать без протоколирования.	Любые хозяйственные решения принимаются решением общего собрания и протоколируются.
По административной ответственности приравнен к должностному лицу. Максимальный штраф 50000 рублей.	Высокие штрафные санкции. Максимальный штраф – 1 000 000 р.
Ответственное лицо – ИП.	Дела ведет директор компании.
Предприятие этой ОПФ возможно только закрыть, но не продать или переоформить.	Продажа или переоформление на других лиц возможна.

### 3.2 Основные производственные фонды

Таблица 3.1.2 – Основные производственные фонды

Наименование	Количество	Срок полезного использования	Цена первоначальная
Автомобиль ГАЗ – 27057	1	10 лет	900 тыс. р.
Подъемник	1	10 лет	250 тыс. р.
Компрессор	2	10 лет	175 тыс. р.
Набор инструментов	2	7 лет	7 тыс. р.
Пневматический гайковерт	1	5 лет	8,5 тыс р.

### 3.3 Амортизация основных производственных фондов

Расчет амортизации линейным способом:

$$A_0 = \frac{\Phi_0 - \Phi_{л}}{T_{сл}} \quad (18)$$

Где  $A_0$ – годовая сумма амортизационных отчислений;

$\Phi_0$ – первоначальная (балансовая) стоимость основных фондов;

$\Phi_{л}$ – ликвидационная стоимость основных фондов;

$T_{сл}$ – срок службы основного средства (период амортизации) или срок полезного использования.

Норма амортизации  $H_a$  показывает, какой процент от стоимости основного средства амортизируется за определенный период (чаще всего за год). При равномерно начисляемой амортизации ее величина определяется как обратная сроку службы основного средства:

$$H_a = \frac{100\%}{T_{сл}} \quad (19)$$

Годовая сумма амортизации:

$$\text{Для автомобиля } A_0 = \frac{550000 - 200000}{10} = 35000 \text{ р.},$$

$$\text{Для инструмента } A_0 = \frac{40000 - 15000}{5} = 5000 \text{ р.},$$

$$\text{Для компрессоров } A_0 = \frac{35000 - 10000}{10} = 2500 \text{ р.},$$

$$\text{Для подъемника } A_0 = \frac{250000 - 90000}{10} = 16000 \text{ р.},$$

Норма амортизации:

$$\text{Для автомобиля } H_a = \frac{100\%}{10} = 10\%,$$

$$\text{Для инструмента } H_a = \frac{100\%}{5} = 20\%,$$

$$\text{Для компрессоров } H_a = \frac{100\%}{10} = 10\%,$$

$$\text{Для подъемника } H_a = \frac{100\%}{10} = 10\%,$$

Источники финансирования

Собственный капитал – 1,5 млн. р.

Заемный капитал – 500 тыс. р.

### 3.4 Организационная структура предприятия

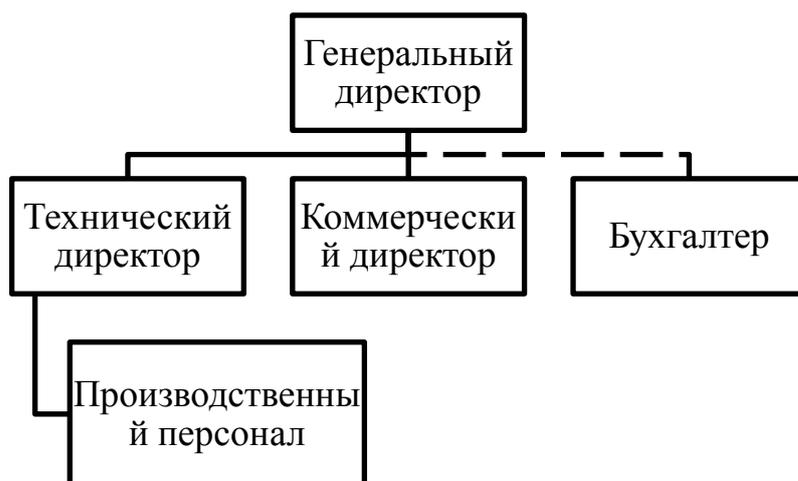


Рисунок 3.1.1 - Организационная структура предприятия

### 3.5 Фонд заработной платы

Таблица 3.1.3 – Фонд заработной платы

Должность	Заработная плата	
	Месяц	Год
Генеральный директор	70 000 р.	840 000 р.
Технический директор	70 000 р.	840 000 р.
Коммерческий директор	70 000 р.	840 000 р.
Механик	20 000 р.	480 000 р.
Уборщица	10 000 р.	120 000 р.
Итого	260 000 р.	3 120 000 р.

Отчисления во внебюджетные фонды. Данные отчисления регламентируются Федеральным законом России «О тарифах страховых взносов в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Государственный фонд занятости населения Российской Федерации и в фонды обязательного медицинского страхования» от 20 ноября 1999 г. № 197-ФЗ

Начисляется в размере 30% от всей суммы заработных плат.

Отчисления =  $\sum$  Заработная плата  $\cdot$  30% = 3 120 000  $\cdot$  0,3 = 936 000 р.

### 3.6 Налогообложение предприятия

– Налог на прибыль (доход) предприятий

Это прямой налог, начисляется на прибыль, которую получила организация, то есть на разницу между доходами и расходами. Прибыль – результат вычитания суммы расходов из суммы доходов организации – является объектом налогообложения.

– Подоходный налог с физических лиц.

Сумма НДФЛ = Налоговая база  $\cdot$  Налоговая ставка

где налоговая база представляет собой все доходы налогоплательщика;  
налоговая ставка составляет 13%.

### 3.7 Себестоимость готовой продукции

Расходы на покупку готовых деталей для сборки одной коробки передач:

- стоимость затрат на изготовление корпуса – 8000 р.
- стоимость затрат на изготовление шестерен в количестве 13 штук – 20000 р.
- стоимость затрат на изготовление валов – 7000 р.
- стоимость затрат на изготовление дополнительных деталей (шайбы, гайки, шплинты, подшипники) – 3000 р.

Таблица 3.1.3 – Калькуляция расходов

Основные расходы	Стоимость в месяц
Покупка готовых деталей	38000 р.
Аренда производственного помещения Площадь 100 м <sup>2</sup> , отапливаемое помещение, горячая и холодная вода, электричество	30000 р.
Затраты на оплату заработной платы	26000 р.
Дополнительная заработная плата бухгалтера	5000 р.
Внебюджетные отчисления на социальные нужды	78000 р.
Амортизация	4875 р.
Прочее	12000 р.
Итого	193875 р.

Розничную свободную (рыночную) цену коробки передач определяют с учетом торгово-закупочной надбавки, принять – 20 %.

Цена с возмещением издержек производства:

$$Ц = C + P \quad (20)$$

Где  $C$  – фактические издержки производства изделия;

$З$  – административные расходы и расходы по реализации;

$P$  – средняя норма прибыли на данном рынке;

$$Ц = 38000 + (38000 \cdot 0,2) = 45600 \text{ р.}$$

Рассматривая реальные инвестиции, при этом учитывая только прямые капитальные вложения:

$$K_{\text{пр}} = (0,5 \dots 0,9) C_{\text{пол}} A_{\text{г}} \quad (21)$$

Где  $C_{\text{пол}}$  - полная себестоимость;

$A_{\text{г}}$  – первая партия выпуска продукции, которая равна 3 шт.

$$K_{\text{пр}} = 0,7 \cdot 45600 \cdot 3 = 95760 \text{ р.}$$

### 3.8 Расчет периода окупаемости.

Рассчитаем период окупаемости проекта, то есть минимальный временной интервал (от начала осуществления инвестиционного проекта), за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остается в дальнейшем положительным.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{P_{\text{р}}} \quad (22)$$

Где  $T_{\text{ок}}$  - период окупаемости;

$K_{\text{сум}}$  - ежегодные капитальные вложения;

$P_{\text{р}}$  - проектная прибыль;

$$P_{\text{р}} = P_{\text{ч}} k_{\text{ип}} \quad (23)$$

Где  $P_{\text{ч}}$  – чистая прибыль;

					190109.2016.912.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

$k_{ин}$  - коэффициент, учитывающий налог на прибыль,

$k_{н.п.} = 0,8$ .

$$П_p = 7600 \cdot 0,8 = 6080 \text{ р.}$$

Чистая прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ( $Ц_{отп}$ ) и плановой ее полной себестоимости ( $С_{отп}$ ) с учетом годовой программы выпуска:

$$T_{ок} = \frac{193875}{6080} = 2 \text{ года } 7 \text{ месяцев}$$

Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства ( $A_{кр}$ ), при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Определим точку безубыточности проекта по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{Ц_{отп} - a},$$

Где  $B$ -условно-постоянные издержки на весь выпуск р./год;

$Ц_{отп}$ - отпускная цена предприятия р./шт;

$a$  - условно-переменные издержки на единицу продукции р./шт;

$$A_{кр} = \frac{193875}{45600 - 4850} = 3 \text{ шт./год}$$

Графически «точка безубыточности» рассчитывается по формулам, учитывающим зависимость объемов реализации ( $V_p$ ) и общих издержек от объемов выпуска и реализации ( $C$ ):

$$V_p = Ц_{отп} A_r \quad (24)$$

$$C = a A_r \quad (25)$$

$$V_p = 45600 \cdot 3 = 136800 \text{ р./год}$$

					190109.2016.912.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$C = (4850 \cdot 3) + 193875 = 208425 \text{ р./год}$$

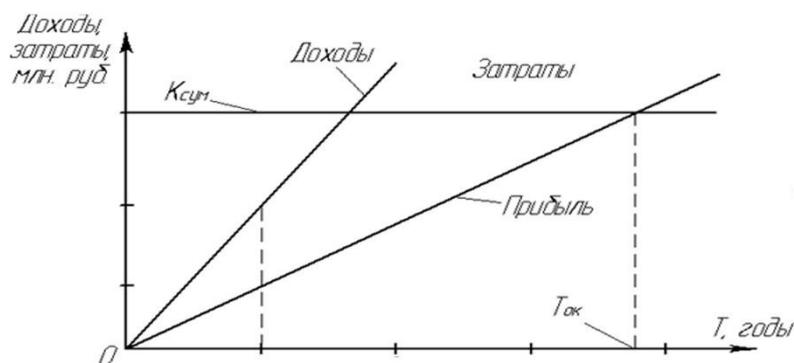


Рисунок 3.1.2 – График денежных потоков (Cash Flow – Кэш Фло).

График безубыточности представлен на рисунке 3.1.3

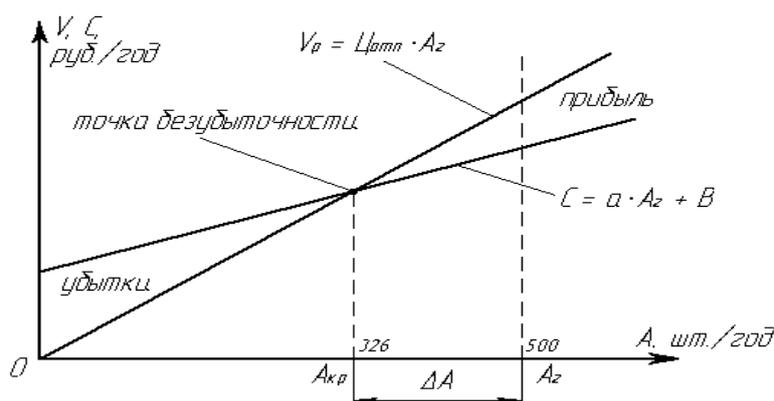


Рис. 3.1.3 – Анализ безубыточности производства

Вывод по разделу три

В данном разделе выполнен расчет затрат на приобретение деталей для сборки и определена себестоимость экспериментальной коробки передач. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Инструкция по охране труда автослесаря

Слесарь должен соблюдать требования инструкции по охране труда, разработанной на основе данной, и инструкций, разработанных с учетом требований, изложенных в типовых инструкциях по охране труда:

- при вывешивании автомобиля и работе под ним;
- при снятии и установке колес автомобиля;
- при передвижении по территории и производственным помещениям автотранспортного предприятия;
- по предупреждению пожаров и предотвращению ожогов.

Заметив нарушение требований безопасности другим работником, слесарь должен предупредить его о необходимости их соблюдения.

Слесарь должен выполнять также указания представителя совместного комитета (комиссии) по охране труда или уполномоченного (доверенного) лица по охране труда профсоюзного комитета.

Слесарь должен знать и уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшему в соответствии с типовой инструкцией № 22 по оказанию доврачебной помощи при несчастных случаях.

Слесарь не должен приступать к выполнению разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности, без получения целевого инструктажа.

### 4.2 Общие требования безопасности

К самостоятельной работе по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, получившие вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда, прошедшие проверку знаний по управлению грузоподъемными механизмами.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Слесарь, не прошедший своевременно повторный инструктаж по охране труда (не реже одного раза в 3 месяца), не должен приступать к работе.

Слесарь обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, утвержденные на предприятии.

Продолжительность рабочего времени слесаря не должна превышать 40 ч в неделю.

Продолжительность ежедневной работы (смены) определяется правилами внутреннего трудового распорядка или графиками сменности, утверждаемыми работодателем по согласованию с профсоюзным комитетом.

Слесарь должен знать, что опасными и вредными производственными факторами, действующими на него при проведении технического обслуживания и ремонта транспортных средств, являются:

- автомобиль, его узлы и детали;
- оборудование, инструмент и приспособления;
- электрический ток;
- этилированный бензин;
- освещенность рабочего места;

Автомобиль, его узлы и детали - в процессе ремонта возможно падение вывешенного автомобиля или снимаемых с него узлов и деталей, что приводит к травмированию.

Гаражно-ремонтное и технологическое оборудование, инструмент, приспособления - применение неисправного оборудования, инструмента и приспособлений приводит к травмированию.

Слесарю запрещается пользоваться инструментом, приспособлениями, оборудованием, обращению с которыми он не обучен и не проинструктирован.

Электрический ток - при несоблюдении правил и мер предосторожности может оказывать на людей опасное и вредное воздействие, проявляющееся в виде электротравм (ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи), электроударов.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Бензин, особенно этилированный - действует отравляюще на организм человека при вдыхании его паров, загрязнении им тела, одежды, попадании его в организм с пищей или питьевой водой.

Освещенность рабочего места и обслуживаемого (ремонтируемого) узла, агрегата - недостаточная (избыточная) освещенность вызывает ухудшение (перенапряжение) зрения, усталость.

Слесарь должен работать в специальной одежде и в случае необходимости использовать другие средства индивидуальной защиты.

В соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты при выполнении работ по разборке, ремонту и техническому обслуживанию автомобилей и агрегатов слесарю выдаются:

костюм вискозно-лавсановый; рукавицы комбинированные. При работе с этилированным бензином дополнительно: фартук прорезиненный; перчатки резиновые.

На наружных работах зимой дополнительно: куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке; брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке.

Слесарь должен соблюдать правила пожарной безопасности, уметь пользоваться средствами пожаротушения. Курить разрешается только в специально отведенных местах.

Слесарь во время работы должен быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры.

О замеченных нарушениях требований безопасности на своем рабочем месте, а также о неисправностях приспособлений, инструмента и средств индивидуальной защиты слесарь должен сообщить своему непосредственному руководителю и не приступать к работе до устранения замеченных нарушений и неисправностей.

Слесарь должен соблюдать правила личной гигиены. Перед приемом пищи или курением необходимо мыть руки с мылом, а при работе с деталями

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

автомобиля, работавшего на этилированном бензине, предварительно обмыть руки керосином.

Для питья пользоваться водой из специально предназначенных для этой цели устройств (сатураторы, питьевые баки, фонтанчики и т.п.).

За невыполнение требований инструкции, разработанной на основе данной и указанных в п. 1.2, слесарь несет ответственность согласно действующему законодательству.

#### 4.3 Требования безопасности перед началом работ

Перед началом работы слесарь должен:

- Одеть специальную одежду и застегнуть манжеты рукавов.
- Осмотреть и подготовить свое рабочее место, убрать все лишние предметы, не загромождая при этом проходы.
- Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений, при этом:
  - гаечные ключи не должны иметь трещин и забоин;
  - губки ключей должны быть параллельны и не закатаны;
  - раздвижные ключи не должны быть ослаблены в подвижных частях;
  - слесарные молотки и кувалды должны иметь слегка выпуклую, не косую и не сбитую, без трещин и наклепа поверхность бойка, должны быть надежно укреплены на рукоятках путем расклинивания заершенными клиньями;
  - рукоятки молотков и кувалд должны иметь гладкую поверхность;
  - ударные инструменты (зубила, крейцмейсели, бородки, керны и пр.) не должны иметь трещин, заусенцев и наклепа. Зубила должны иметь длину не менее 150 мм;
  - напильники, стамески и прочие инструменты не должны иметь заостренную нерабочую поверхность, должны быть надежно закреплены на деревянной ручке с металлическим кольцом на ней;
  - электроинструмент должен иметь исправную изоляцию токоведущих частей и надежное заземление.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Проверить состояние пола на рабочем месте. Пол должен быть сухим и чистым. Если пол мокрый или скользкий, потребовать, чтобы его вытерли или посыпали опилками, или сделать это самому.

Перед использованием переносного светильника проверить, есть ли на лампе защитная сетка, исправны ли шнур и изоляционная резиновая трубка. Переносные светильники должны включаться в электросеть с напряжением не выше 42 В.

#### 4.4 Требования безопасности во время работы

Во время работы слесарь должен:

Все виды технического обслуживания и ремонта автомобилей на территории предприятия выполнять только на специально предназначенных для этой цели местах (постах).

Приступать к техническому обслуживанию и ремонту автомобиля только после того, как он будет очищен от грязи, снега и вымыт.

После постановки автомобиля на пост технического обслуживания или ремонта обязательно проверить, заторможен ли он стояночным тормозом, выключено ли зажигание (перекрыта ли подача топлива в автомобиле с дизельным двигателем), установлен ли рычаг переключения передач (контроллера) в нейтральное положение, перекрыты ли расходные и магистральные вентили на газобаллонных автомобилях, подложены ли специальные противооткатные упоры (башмаки) (не менее двух) под колеса. В случае невыполнения указанных мер безопасности сделать это самому.

На рулевое колесо повесить табличку «Двигатель не пускать - работают люди!». На автомобиле, имеющем дублирующее устройство для пуска двигателя, повесить аналогичную табличку у этого устройства.

После подъема автомобиля подъемником на пульте управления подъемником повесить табличку «Не трогать - под автомобилем работают

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

люди!», а при подъеме гидравлическим подъемником после его поднятия зафиксировать подъемник упором от самопроизвольного опускания.

Ремонт автомобиля снизу вне осмотровой канавы, эстакады или подъемника производить только на лежке.

Для безопасного перехода через осмотровые канавы, а также для работы спереди и сзади автомобиля пользоваться переходными мостиками, а для спуска в осмотровую канаву - специально установленными для этой цели лестницами.

Снимать или ставить колесо вместе с тормозным барабаном при помощи специальной тележки. Если снятие ступиц затруднено, применять для их снятия специальные съемники.

Все работы по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля производить при неработающем двигателе, за исключением работ, технология проведения которых требует пуска двигателя. Такие работы проводить на специальных постах, где предусмотрен отсос отработавших газов.

Для пуска двигателя и передвижения автомобиля обратиться к водителю, перегонщику, бригадиру или слесарю, назначенным приказом по предприятию для выполнения этой работы.

Перед пуском двигателя убедиться, что рычаг переключения передач (контроллера), находится в нейтральном положении и что под автомобилем и вблизи вращающихся частей двигателя нет людей.

Осмотр автомобиля снизу производить только при неработающем двигателе.

Перед проворачиванием карданного вала проверить, выключено ли зажигание, а для дизельного двигателя - отсутствие подачи топлива. Рычаг переключения передач установить в нейтральное положение, а стояночный тормоз освободить. После выполнения необходимых работ снова затянуть стояночный тормоз.

Проворачивать карданный вал только с помощью специального приспособления.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Снимать двигатель с автомобиля и устанавливать на него только тогда, когда автомобиль находится на колесах или на специальных подставках - козелках.

Перед снятием колес подставить под вывешенную часть автомобиля, прицепа, полуприцепа козелки соответствующей грузоподъемности и опустить на них вывешенную часть, а под не поднимаемые колеса установить специальные противооткатные упоры (башмаки) в количестве не менее двух.

Для перегонки автомобиля на стоянку внутри предприятия и проверки тормозов на ходу вызвать дежурного или закрепленного водителя.

При разборочно-сборочных и других крепежных операциях, требующих больших физических усилий, применять съемники, гайковерты и т.п. Трудно отворачиваемые гайки при необходимости предварительно смачивать керосином или специальным составом («Унисма», ВТВ и т.п.).

Перед началом работы с грузоподъемным механизмом убедиться в его исправности и соответствии веса поднимаемого агрегата грузоподъемности, указанной на трафарете грузоподъемного механизма, не просрочен ли срок его испытания, а на съемных грузозахватных приспособлениях проверить наличие бирок с указанием допустимой массы поднимаемого груза.

Для снятия и установки узлов и агрегатов весом 20 кг и более пользоваться подъемными механизмами, оборудованными специальными приспособлениями (захватами), другими вспомогательными средствами механизации.

При перемещении деталей вручную соблюдать осторожность, так как деталь (агрегат) может мешать обзору пути движения, отвлекать от наблюдения за движением и создавать неустойчивое положение тела.

Перед снятием узлов и агрегатов, связанных с системами питания, охлаждения и смазки, когда возможно вытекание жидкости, сначала слить из них топливо, масло или охлаждающую жидкость в специальную тару.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Перед снятием газовой аппаратуры, баллонов или подтягиванием гаек соединений убедиться в отсутствии в них газа.

Перед снятием рессоры обязательно разгрузить ее от веса автомобиля путем поднятия передней или задней части автомобиля с последующей установкой рамы на козелки.

При работе на поворотном стенде-опрокидывателе надежно укрепить автомобиль, предварительно слив топливо и охлаждающую жидкость, закрыть плотно маслозаливную горловину и снять аккумуляторную батарею.

При ремонте и обслуживании автобусов и грузовых автомобилей с высокими кузовами пользоваться подмостями или лестницами-стремянками.

Для проведения работ под поднятым кузовом автомобиля-самосвала или самосвального прицепа и при работах по замене или ремонту подъемного механизма или его агрегатов предварительно освободить кузов от груза, обязательно установить дополнительное инвентарное приспособление (упор, фиксатор, штангу).

Перед проведением работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, работающих на газовом топливе, предварительно поднять капот для проветривания подкапотного пространства.

Работы по снятию, установке и ремонту газовой аппаратуры выполнять только с помощью специальных приспособлений, инструмента и оборудования.

Проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом, азотом или иными инертными газами при закрытых расходных и открытом магистральном вентилях.

Шланги на штуцерах крепить хомутиками.

Удалять разлитое масло или топливо с помощью песка или опилок, которые после использования следует сыпать в металлические ящики с крышками, устанавливаемые вне помещения.

Во время работы располагать инструмент так, чтобы не возникала необходимость тянуться за ним.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Правильно подбирать размер гаечного ключа, преимущественно пользоваться накидными и торцевыми ключами, а в труднодоступных местах - ключами с трещотками или с шарнирной головкой.

Правильно накладывать ключ на гайку, не поджимать гайку рывком.

При работе зубилом или другим рубящим инструментом пользоваться защитными очками для предохранения глаз от поражения металлическими частицами, а также надевать на зубило защитную шайбу для защиты рук.

Выпрессовывать туго сидящие пальцы и втулки только с помощью специальных приспособлений.

Снятые с автомобиля узлы и агрегаты складывать на специальные устойчивые подставки, а длинные детали класть только горизонтально.

Проверять соосность отверстий конусной оправкой.

При работе на сверлильных станках устанавливать мелкие детали в тиски или специальные приспособления.

Удалять стружку из просверленных отверстий только после отвода инструмента и остановки станка.

При работе на заточном станке следует стоять сбоку, а не против вращающегося абразивного круга, при этом использовать защитные очки или экраны. Зазор между подручником и абразивным кругом не должен превышать 3 мм.

При работе электроинструментом напряжением более 42 В пользоваться защитными средствами (диэлектрическими резиновыми перчатками, калошами, ковриками), выдаваемыми совместно с электроинструментом.

Подключать электроинструмент к сети только при наличии исправного штепсельного разъема.

При прекращении подачи электроэнергии или перерыве в работе отсоединять электроинструмент от электросети.

Удалять пыль и стружку с верстака, оборудования или детали щеткой-сметкой или металлическим крючком.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Использованный обтирочный материал убирать в специально установленные для этой цели металлические ящики и закрывать крышкой.

Если на тело и средства индивидуальной защиты попал бензин или другая легковоспламеняющаяся жидкость, не подходить к источнику открытого огня, не курить и не зажигать спички.

Перемещать вывешенные на подъемно-транспортных механизмах агрегаты с помощью крюков и расчалок.

#### 4.5 Слесарю запрещается

- выполнять работы под автомобилем или агрегатом, вывешенным только на подъемном механизме (кроме стационарных электроподъемников) без подставки козлов или других страхующих устройств;
- поднимать агрегаты при косом натяжении троса или цепи подъемного механизма, а также зачаливать агрегаты стропом, проволокой и т.п.;
- работать под поднятым кузовом автомобиля-самосвала, самосвального прицепа без специального инвентарного фиксирующего приспособления;
- использовать случайные подставки и подкладки вместо специального дополнительного упора;
- работать с поврежденными или неправильно установленными упорами;
- выполнять какие-либо работы на газовой аппаратуре или баллонах, находящихся под давлением;
- переносить электрический инструмент, держа его за кабель, а также касаться рукой вращающихся частей до их остановки;
- сдувать пыль и стружку сжатым воздухом, направлять струю воздуха на стоящих рядом людей или на себя;
- хранить на рабочем месте промасленные обтирочные материалы и хранить чистые обтирочные материалы вместе с использованными;
- применять этилированный бензин для мытья деталей, рук и т.д.;
- засасывать бензин ртом через шланг;

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

- мыть агрегаты, узлы и детали и тому подобное легковоспламеняющимися жидкостями;
- загромождать проходы между стеллажами и выходы из помещений материалами, оборудованием, тарой, снятыми агрегатами и т.п.;
- хранить отработанное масло, порожнюю тару из-под топлива и смазочных материалов;
- выносить специальную одежду, загрязненную этилированным бензином, с предприятия, а также входить в ней в столовую и служебные помещения;
- применять приставные лестницы;
- выпускать сжатый газ в атмосферу или сливать сжиженный газ на землю;
- при открывании и закрывании магистрального и расходного вентилей применять дополнительные рычаги;
- использовать для крепления шлангов проволоку или иные предметы;
- скручивать, сплющивать и перегибать шланги и трубки, использовать замасленные шланги;
- использовать гайки и болты со смятыми гранями;
- держать мелкие детали руками при их сверлении;
- устанавливать прокладки между зевом ключа и гранями гаек, болтов, а также наращивать ключи трубами или другими предметами;
- применять сухую хлорную известь для обезвреживания листа, облитого этилированным бензином;
- вывешенные на подъемных механизмах агрегаты толкать или тянуть руками;
- работать при получении сигнала о перемещении конвейера.

#### 4.6 Требования безопасности в аварийных ситуациях

О каждом несчастном случае, очевидцем которого он был, слесарь должен немедленно сообщить работодателю, а пострадавшему оказать доврачебную помощь, вызвать врача или помочь доставить пострадавшего в здравпункт или ближайшее медицинское учреждение.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Если несчастный случай произошел с самим слесарем, он должен по возможности обратиться в здравпункт, сообщить о случившемся работодателю или попросить сделать это кого-либо из окружающих.

В случае возникновения пожара немедленно сообщить в пожарную охрану, работодателю и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

#### 4.7 Требования безопасности по окончании работы

По окончании работы слесарь обязан:

- Отключить от электросети электрооборудование, выключить местную вентиляцию.
- Привести в порядок рабочее место. Убрать приспособления, инструмент в отведенное для них место.
- Если автомобиль остается на специальных подставках (козелках), проверить надежность его установки. Запрещается оставлять автомобиль, агрегат вывешенным только подъемным механизмом.
- Снять средства индивидуальной защиты и убрать их в предназначенное для них место. Своевременно сдавать специальную одежду и другие средства индивидуальной защиты в химчистку (стирку) и ремонт.
- Вымыть руки с мылом, а после работы с деталями и узлами двигателя, работающего на этилированном бензине, необходимо предварительно мыть руки керосином.
- Обо всех недостатках, обнаруженных во время работы, известить своего непосредственного руководителя.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

#### Вывод по разделу четыре

В разделе четыре приведена типовая инструкция по безопасности для автослесаря, рассмотрены основные травмоопасные ситуации и правила поведения при них. В конце приведены требования по освещенности СНИП 23 – 05 – 95, и шуму ГОСТ 12.1.003 – 83.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 4.1.1 – Требования к уровню шума на рабочем месте

№ пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни	
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	звук а (в дБА)		
Автобусы, грузовые, легковые и специальные автомобили													
1	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100			87	79	72	68	65	63	61	59	70
2	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей и автобусов	93			79	70	63	58	55	52	50	49	60

Таблица 4.1.2 – Требования к освещенности рабочего места

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		Освещенность, лк	Сочетание нормируемых	КЕО, $e_n$ , %	Естественное освещение	Совмещенное освещение		
						при системе комбинированного освещения	величина показателя ослепленности и коэффициента пульсации							
								все го	в том числе от общего	при системе общего освещения	$P$	$K_n$ , %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						7	8							
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20	4	1,5	2,4	0,9

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте были рассмотрены конструкции коробок передач отечественного и зарубежного производства, спроектирована конструкция экспериментальной коробки передач, рассчитаны геометрические размеры и межосевые расстояния валов, разработана компоновочная схема, посчитан экономический эффект.

Рассмотрен автомобиль «ГАЗ-27057» для экспериментальной коробки передач.

В ходе расчёта были определены размеры валов, что позволило спроектировать данную коробку передач.

Срок окупаемости проекта составляет 2,7 лет.

Принят комплекс мер по обеспечению безопасности при работе автослесаря.

Конструкция экспериментальной коробки передач совмещает в себе следующие преимущества: простота конструкции, функциональность, универсальность, надёжность, лёгкость в эксплуатации, технологичность, безопасность, эстетические качества и др.

Данная коробка передач будет пользоваться спросом для установки на автомобиль «ГАЗ-27057».

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3х-т. Т.1-2/ В.И.Анурьев – М.: Машиностроение, 1982. – 435 с.
- 2 Барский, И. Б. Конструирование и расчет автомобилей: Учебник для вузов/ И.Б.Барский – М.: Машиностроение, 1980. – 457 с.
- 3 Вариаторы. – <http://systemsauto.ru/box/variator.html>
- 4 Галимзянов, Р. К. Теория автомобиля: Учебное пособие/ Р.К.Галимзянов – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 220 с.
- 5 ГОСТ 1050-74 Прокат сортовой калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой стали – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1974. – 24с.
- 6 ГОСТ 12.2.009-99 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 37 с.
- 7 ГОСТ 18885-73. Резцы токарные резьбовые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 10 с.
- 8 ГОСТ 21354-87 (СТ СЭВ 5744-86) Передатки зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность – Издательство стандартов, 1988. – 129 с.
- 9 ГОСТ 30893.2 –2002 Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально – М.: Межгосударственный совет по стандартизации метрологии и сертификации, 2002. – 10с.
- 10 ГОСТ 4345-71 Прокат из легированной конструкционной стали – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 41 с.
- 11 ГОСТ 6033-80 (СТ СЭВ 6505-88) Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

град. Размеры, допуски и измеряемые величины – М.: Издательство стандартов, 1993. – 86 с.

12 ГОСТ 6636-69. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 – 7 с.

13 ГОСТ 9726-89 (СТ СЭВ 5939-87) Станки фрезерные вертикальные с крестовым столом. Терминология. Размеры. Нормы точности и жесткости – М.: Издательство стандартов, 1989. – 41 с.

14 ГОСТ 9886-73 Станки-полуавтоматы горизонтальные двухсторонние для обработки торцов и центрирования основные размеры – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1982. – 5 с.

15 Дымшиц, И.И. Коробки передач / И. И. Дымшиц. – М: Машгиз, 1960. – 361 с.

16 Заслонов, В. Г. Организационно-экономическая часть дипломного проекта: Учебное пособие/ В.Г.Заслонов – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 145 с.

17 Иванов, М.Н. Детали машин. Учебник для вузов. Изд 3-е доп. и перераб./ М.Н.Иванов. М., Высш. школа, 1976. – 399 с.

18 Клиноцепной вариатор. – [http://systemsauto.ru/box/shema\\_multitronic.html](http://systemsauto.ru/box/shema_multitronic.html)

19 Коробки передач Лиаз и БелАЗ. – <http://www.autoplazma.ru/?p=80>

20 Коробки передач DSG. – <http://wiki.zr.ru/>

21 Лутовинов, П.П. Экономическая часть дипломных проектов: учебное пособие / П.П. Лутовинов, А.С. Хромов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 89 с.

22 Макаров, Ю.Ф. Материаловедение и термическая обработка. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Материаловедение»/ Ю.Ф. Макаров, О.А. Дробышева. – Иваново, 2000, –20 с.

23 Механическая коробка передач. – <http://systemsauto.ru/box/mkpp>

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

24 ГОСТ 100092-73 Шлицевые соединения треугольные  
<http://skmash.ru/str383.php>

25 Панов, А.А., Обработка металлов резанием: Справочник технолога/  
Панов А.А., В.В. Аникин. – М.: Машиностроение, 1988. – 463 с.

26 Правила пользования коробками передач. –  
[http://avtomotospec.ru/poleznoe mexanicheskaya-korobka-peredach-instrukciya-po-primeneniyu](http://avtomotospec.ru/poleznoe_mexanicheskaya-korobka-peredach-instrukciya-po-primeneniyu)

27 Преселективная коробка передач. – <https://ru.wikipedia.org/wiki>

28 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова.. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

29 Суханов, Б.Н., Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие/ Б.Н. Суханов, И. О. Борзых, Ю. Ф. Бедарев – М.: Машиностроение, 1985. – 205 с.

30 Схемы планетарных коробок передач. –  
<http://www.avtonov.svoi.info/akpp.html>

31 Тороидный вариатор. – [http://systemsauto.ru/box/shema\\_extroid.html](http://systemsauto.ru/box/shema_extroid.html)

32 Устиновский, Е.П. Проектирование передач зацеплением с применением ЭВМ: Учебное пособие/ Е.П. Устиновский, Ю.А. Шевцов, Е.В. Вайчулис. – Челябинск.: Издательство ЮУрГУ, 2002. – 193 с.

33 Цитович, И. С. Трансмиссии автомобилей/ И.С. Цитович. – Минск.: Издательство «Наука и техника», 1979. – 235 с.

34 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности М.: ИПК Издательство стандартов, 2014 – 11 с.

35 Пат.2235238 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 16 Н 3/093, 37/08, В 60 К 17/08. Коробка передач / В.М. Сергеев. – №2003105428/11. заявл. 25.02.03; опубл. 27.08.04, Бюл. №24. – 4 с.

					190109.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91