

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»
(наименование кафедры)

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Модернизация переднеприводного легкового автомобиля 2-го кл.

Коробка передач

Студент

К.В. Мельникова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.С. Соломатин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Красновевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе на тему “Модернизация переднеприводного легкового автомобиля 2-го класса. Коробка передач” рассмотрена 6-ти ступенчатая коробка передач ВАЗ-2170 с улучшенной характеристикой топливной экономичности разработанная на базе 5-ти ступенчатой коробки передач ВАЗ-2170. Для оценки данной конструкции будет проведено технико-экономическое обоснование проекта, динамическое тяговое усилие и другие расчеты.

Чтобы лучше узнать возможности этого изменения, параметры ВСХ, баланс тягового, мощностной баланс, динамический фактор, время и ускорения, топливная экономичность определены.

В экономической части проводится оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка публичного значения проекта, а также определяются производственные затраты на внедрение в производство.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Состояние вопроса	6
1.1 Назначение и требования, предъявляемые к коробкам передач	6
1.2. Классификация конструкций коробок передач.	8
1.3. Обзор отечественных и зарубежных конструкций.	12
1.4. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции коробки передач.	16
2. Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено).....	17
3. Конструкторская часть	18
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	21
3.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач.....	31
4. Технологическая часть	42
4.1 Технологический процесс сборки коробки передач	41
4.2 Составление перечня сборочных работ	41
4.3 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций.....	44
5. Безопасность и экологичность объекта	50
6. Экономическая часть	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	76
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	78

ВВЕДЕНИЕ

В условиях перехода экономики России на рельсы рынка необходимо всемерное ускорение научно – технического прогресса на основе интеграции науки и производства, повышения качества изделий, сокращение сроков разработки и внедрение новой техники. Поэтому для настоящего времени является особо актуальной проблема обеспечения высококачественных проектов, выполняемых в короткое время, необходимых для создания конкурентно – способных автомобилей.

Применение ЭВМ позволяет ускорить проектные расчеты, осуществить математическое моделирование работы системы или агрегата автомобиля, обеспечить оптимизацию их конструктивных параметров.

Конструирование автомобиля – это сложный процесс, включающий методы, разработанные в различных научных трудах. Правильное использование этих методов, внедрение САПР в практику конструирования облегчает дальнейшее повышение технического уровня создаваемой автомобильной техники.

Целью данной бакалаврской работы является введение в стандартную пятиступенчатую коробку передач шестой передачи, сохраняя при этом общую компоновку и минимальное изменение технологии сборки модернизированной коробки передач. Эта модернизация позволяет снизить расход топлива на самой высокой передаче, что важно для всё растущих цен на топливо.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач

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

Общие требования, предъявляемые к коробкам передач.

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

2) обеспечение нейтральной «передачи».

Необходимость длительного по времени отсоединения двигателя и трансмиссии обусловлена требованием к работе двигателя на холостых оборотах при стоящем автомобиле. Это легко обеспечить для механических коробок передач.

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

4) обеспечение низкого уровня шума и вибраций.

Коробка передач является источником шума и вибраций вследствие своих функциональных назначений и особенностей конструкции, поэтому уровень излучаемого коробкой передач шума и вибраций всегда являются контролируемыми параметрами. Особенно важным данный критерий стал в последние годы, так как требования по снижению шума и вибраций со стороны потребителей неуклонно растут. Также необходимо учитывать, что уровень шума является законодательно ограниченной характеристикой автомобиля. [1], [3], [4]

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

б) обеспечение надежности в эксплуатации. Современный подход к процессу эксплуатации автомобиля заключается в минимизации вероятности выхода из строя какого-либо из узлов или деталей автомобиля в расчетный

период эксплуатации (обычно 150...300 тыс.км). То есть, коробка передач (как и другие узлы) должна обеспечить работу без поломок с высокой степенью вероятности.

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

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

Кроме общих требований, иногда, к коробкам передач применяются специальные требования, такие как: обеспечение возможности буксировки автомобиля, обеспечение возможности отбора мощности от коробки передач или наоборот – обеспечение возможности подвода дополнительной мощности.

1.2 Классификация коробок передач

По количеству передач редуктора, как и в классификационной работе, различаются три вида: бесступенчатая, вид которой на рисунках 1.1 и 1.2, бесступенчатая, изображенная на рисунке 1.3 расположенного ниже данного текста, и комбинационная, которая может включать параметры нескольких видов классификационных конструкций, вид данной конструкции который представлен на рисунке 1.4 также показанный ниже. И в качестве редуктоов без ступеней вообще – это редуктора наиболее часто повсеместно используются вариаторы: клиноременный, изображенное на Рисунок 1.1 и торový, изображенный на Рисунок 1.2.



Рисунок 1.1 - Бесступенчатый редуктор-вариатор с клиноременной передачей крутящего момента

Есть также различные варианты превращения вращательного-силового момента редуктора, применяются следующие типы:

- 1) механические-шестеренчатые, на Рисунок 1.3, и фрикционные на Рисунок 1.1 и 1.2;
- 2) гидравлические-гидрообъемные и гидродинамические;
- 3) гидромеханические - сокращенно ГМП, вариант которого изображен на Рисунок 1.4.

Из механических КП на легковых ставят ступенчатые, шестеренчатые, показан на Рисунок 1.3 и бесступенчатые в виде клиноременного вариатора, представлен на Рисунок 1.2.

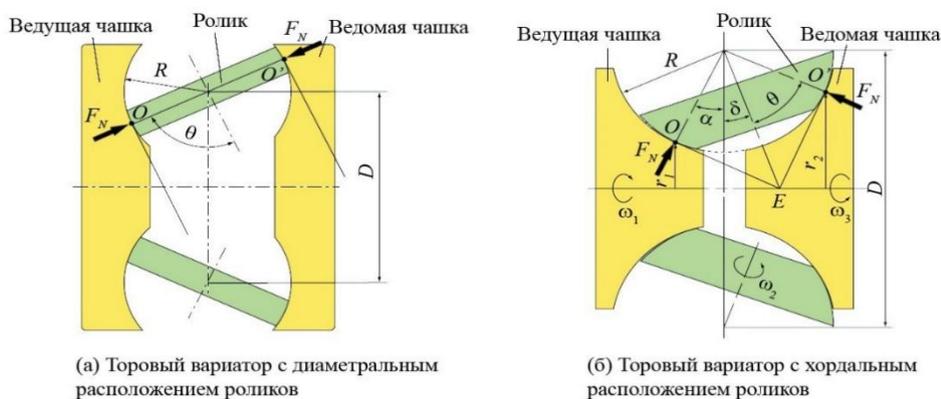


Рисунок 1.2 - Схема торового вариатора

Гидромеханическая передача на Рисунок 1.4 включает в себя гидродинамический редуктор-трансформатор (далее ГДТ).

При автоматическом управлении такие редукторы коротко называются АКП,

т.е. такие коробки в которых передачи переключаются автоматически в зависимости от скорости движения транспортного средства, они отличаются дороговизной и их преимуществом является это конечно это комфортная езда.

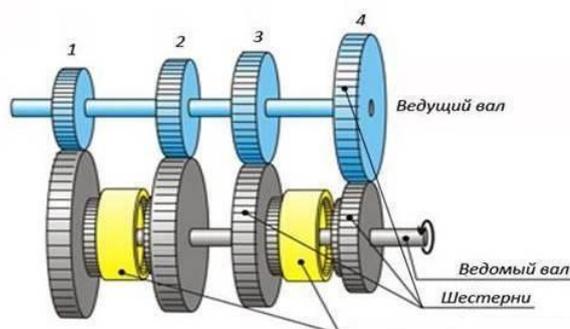


Рисунок 1.3 - Схема редуктора-коробки передач с механической передачей

Конкретно только данного типа конструкции редукторов очень мало используются в транспортных средствах во всем мире из-за того, что данная конструкция, т.е. эти гидродинамические передачи очень ограничены в передаче максимального коэффициента трансформации момента вращения от двигателя.

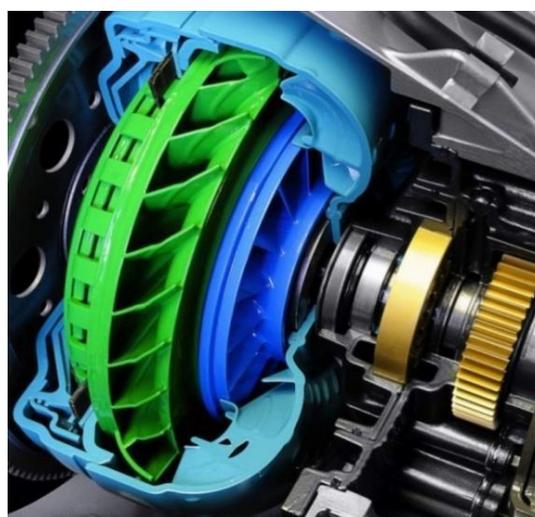


Рисунок 1.4 - Гидромеханическая КП

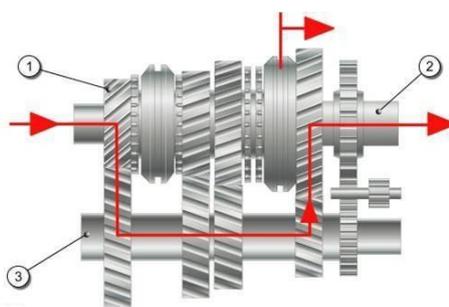
Гораздо чаще и более широкое распространение получили конструкции называемые сокращенно ГМП, т.е. гидро-механические передачи, так как они хорошо работают в динамике ускорения автомобиля. Самое главное достоинство данных конструкций такого типа редуктора являются: простота в эксплуатации и очень малая скорость передвижения транспортного средства, и так же то, что при

этой конструкции нельзя остановить мотор, т.е. ДВС при перегрузках вращательного момента, и конечно, то что переключение происходит довольно плавно и быстро.

К недостаткам можно отнести сложность конструкции и технического обслуживания и низкую эффективность ГДТ. Так как в автомобилях при применении гидротрансформатора мощность двигателя увеличилась, то она практически позволила обойтись без гидротрансформатора во всех режимах, кроме разгона.

При установке гидромеханической коробки передач в некоторых случаях это может иметь решающее значение, например, для автомобилей с высокой проходимостью и для грузовиков с высокой грузоподъемностью.

По числу валов автомобилей МКП являются трехвальными, соосными, показанные на Рисунок 1.5, и двухвальными, параллельные расположенные валы, показанных на Рисунок 1.3. В этом случае двигатели внутреннего сгорания можно расположить как угодно или поперечное расположение или продольное расположение, что конечно лучше и удобнее при конструировании транспортных средств, т.е. для компоновки узлов и агрегатов в автомобилях.



1 – первый вал, с которого начинается передача вращательного момента и, который также является шестерней одновременно; 2 – вал второй в коробке передач, который стоит на выходе вращательного момента из редуктора-коробки переключения передач; 3 – вал, который находится между первым валом и вторым параллельно, благодаря которому изменяется передаточное число редуктора-коробки передач

Рисунок 1.5 - Схема трехвальной ступенчатой КП

1.3 Обзор отечественных и зарубежных конструкций

Механические, ступенчатые коробки передач имеют, еще очень большое применение на автомобилях, в том числе с передним приводом колес.

По количеству передач эти КП бывают 4-х, 5-ти и имеющие много ступеней-передач. Конструкции упомянутых 5-ти и 6-ти КП сконструированы на основе четырехступенчатых, у которых самая высокая коробка передач является четвертой и самостоятельной. В таких КП максимальной ступени-передачи, двигаясь на этой передаче можно достигнуть максимальной скорости движения транспортного средства, также здесь может присутствовать как 5-ая или 6-ая ступень-передача редуктора.

Чтобы получить шестили больше передач, а также можно установить вспомогательный редуктор для коробки передач с двумя ступенями-передачами, изготовленные вместе комплексно с главной-основной коробкой передач позволяет иметь двойное количество передач, или добавить больше передач, тем самым увеличивая общий диапазон чисел коробки передач.

В положении осей механические редукторы делятся на три основных типа: с подвижными осями шестерен или планетарных, один из которых представляет собой ряд на Рисунок 1.6 и с неподвижными осями шестерен, изображенных на Рисунок 1.3 и 1.5, а также комбинированных.



Рисунок 1.6 - Планетарный ряд, как элемент планетарной АКП



Рисунок 1.7 - Гидромеханическая коробка передач с автоматическим управлением.

Использование трения в планетарных коробках, которые обеспечивают бесперебойную и безударную смену передач, что упрощает управление, в результате чего в гидромеханических редукторах для механической части, как правило, имеется 3-4 передачи, планетарные схемы, которые очень часто используются в АКПП, показана на Рисунок 1.7.

В МКП с неподвижными осями шестерен переключение, осуществляется движущимися шестернями в передаче заднего хода и зубчатые муфты или синхронизаторы переключают передачи переднего хода. В частности, базовая модель ВАЗ-2170 использует для переключения задней передачи, используется подвижная шестерня, а синхронизаторы используются для переключения вперед.

По принципу управления редукторы делятся на следующие типы: автоматические, полуавтоматические, преселекторные, командные и прямые.

Автоматическое управление применяется в бесступенчатой передачи. Гидротрансформатор автоматически изменяет скорость турбины, изменяя нагрузку или степень срабатывания педали дроссельной заслонки. В ГМП саморегулирование происходит только в области гидротрансформатора, а остальные передачи могут включаться автоматически либо специальным автоматом, либо водителем. В последнем случае коробка передач полуавтомат. При заданных настройках водитель выбирает нужную передачу, но включение происходит только после дополнительного нажатия на специальную педаль или после отпускания педали акселератора.

При управлении водитель перемещает рычаг на рулевой колонке, который

включает в себя соответствующий контакт, благодаря чему электродвигатель переключается на передачу. При прямом управлении рычаг переключения передач устанавливается либо рядом с коробкой передач на нижней стороне коробки передач, либо перемещается в другое место с приводом дистанционного управления. В автомобилях обычно используются четырех- и пятиступенчатые редукторы и мало используемые шести-ступенчатые. Редукторы с меньшим числом передач устанавливаются только на автомобили с двигателями с высоким коэффициентом приспособляемости.

Четырехступенчатые редукторы с постоянными зубчатыми колесами нашли широкое распространение. Наиболее применяемые в КП схемы на легковых автомобилях двухвальная и трехвальная соосные. Таким образом, на Рисунок 1.8 изображена двухвальная, полностью синхронизированный редуктор, которые использовались на первых переднеприводных автомобилях ВАЗ, особенно на автомобилях ВАЗ-2109.

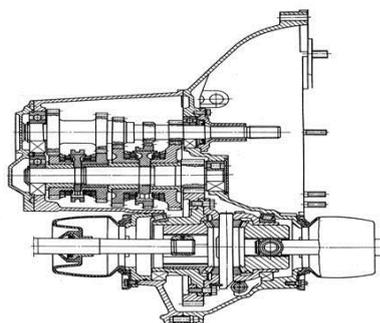


Рисунок 1.8 - Двухвальная четырехступенчатая КП автомобиля ВАЗ-2109.

На Рисунок 1.9 показана четырехступенчатая, трехступенчатая, синхронизированная КП, установленная на семействе автомобилей ВАЗ классического макета.

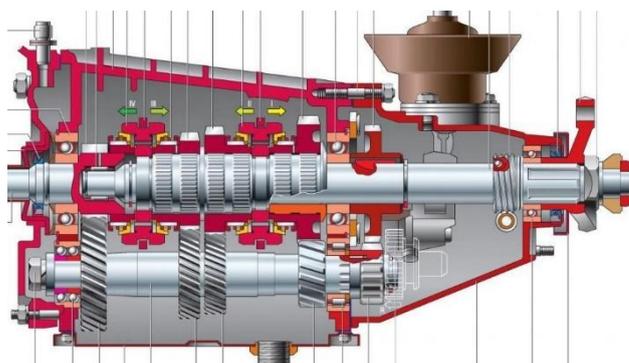


Рисунок 1.9 - Трехвальная четырехступенчатая КП автомобиля ВАЗ-2106.

В то же время, чем больше пар шестерен в постоянном зацеплении, тем больше момент инерции, когда шестерни должны быть изменены, т. е. тем больше нагрузка, которая действует на зубы или разрывные элементы синхронизаторов. Поэтому обратные передачи, которые мало используются в автомобиле, часто делают с переключением скользящими шестернями.

Пятиступенчатые коробки передач. Самая высокая, пятая передача либо ускоряется, либо делается прямой. Обе версии получают за счет построения коробки передач и изменения только передаточных отношений. Наибольшее возможное количество синхронизированных шестерен определяется количеством пар постоянного зацепления. Двухвальные пятиступенчатые КП, представленные на Рисунок 1.10, широко применяются к переднеприводным автомобилям ВАЗ. На Рисунок 1.11 показана трехвальная пятиступенчатая коробка передач, установленная на ВАЗ-автомобилях с задним приводом. Такие коробки передач имеют синхронизаторы на всех передачах вперед.

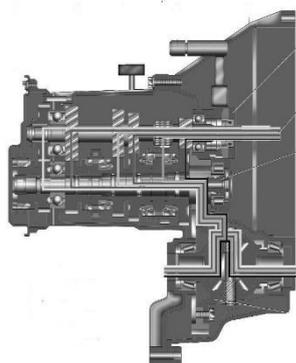


Рисунок 1.10 - Двухвальная пятиступенчатая КП автомобилей ВАЗ.

В пятиступенчатой МКП с ускорением хода приводного вала шестерня должна быть больше, чем ведомая шестерня, что сужает возможность роста отношения передачи зубчатой пары. В четырехступенчатых коробках с подвижными зубчатыми колесами это проще сделать, поэтому передаточное число зубчатых пар первой передачи относительно невелико, а передаточное число зубчатых колес промежуточного вала увеличивается. В свою очередь, на повышение прочности зубчатых колес положительно влияет уменьшение числа передач привода промежуточного вала. Это снижение вызвано увеличением начального радиуса редуктора выходного вала и уменьшением

круговой силы. [1], [3], [4]

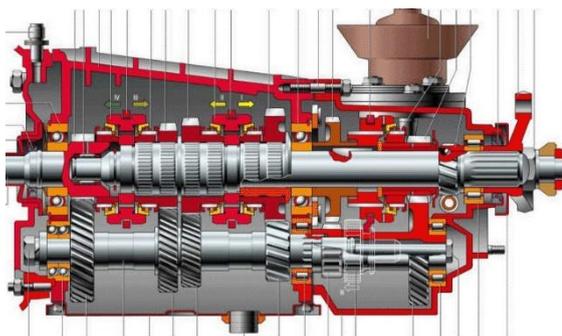


Рисунок 1.11 - Трехвальная пятиступенчатая КП автомобиля ВАЗ-21074

Валы коробки передач в картере регулируются таким образом, чтобы они находились в вертикальной плоскости. Это позволяет повысить жесткость картера даже при вертикальных нагрузках. Прочность и бесшумность редуктора сильно зависят от жесткости валов и расположения опор.

1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции коробки передач.

В условия высокой конкуренции на автомобильном рынке, необходимо максимально повышать качество автомобилей, также не маловажным фактором является экономичность автомобиля. В настоящее время на рынке автомобилей наблюдается тенденция покупательской способности автомобилей с меньшим расходом топлива. Поэтому главной целью данной бакалаврской работы – это уменьшить расход топлива автомобилем за счет добавления шестой передачи в коробке переключения передач, при минимальном изменении габаритных ее размеров и общей компоновки конструкции и также сохраняя при этом виброакустическую характеристику автомобиля. В основном она включает в себя вибрацию и шум, возникающие в результате работы различных агрегатов и узлов автомобиля, они являются основными показателями, которые характеризуют комфортабельность, качество, надёжность и конкурентоспособность автомобилей как на мировом рынке так и на внутреннем, поэтому одной из целей данной бакалаврской работы является снижение вибрации и шума.

Среди всех агрегатов и узлов являющихся источниками вибраций и шума,

выделяются главным образом коробка переключения передач и двигатель автомобиля. Шум коробки передач может оказывать существенное влияние на образование как внешнего так и внутреннего шума автомобиля, при этом чем более малошумен автомобиль, тем более выделяется шум коробки передач и других элементов трансмиссии. Сильное влияние на механический шум коробки передач оказывает нагрузка, при увеличении частоты вращения на каждые 1000 об/мин коленчатого вала двигателя шум трансмиссии возрастает на 5 дБА. Коробка передач служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса посредством зубчатых зацеплений. При использовании 6-ой передачи коробки передач, изменятся обороты коленчатого вала двигателя, а значит уменьшаются вибрации от двигателя автомобиля следовательно и снижается шум издаваемый двигателем, т.е. повышается комфортабельность езды. Еще один положительный эффект от использования в коробке передач 6-ой передачи состоит в том, что снижение оборотов коленчатого вала двигателя уменьшает в свою очередь расход топлива и как следствие этого уменьшается токсичность выхлопных газов, исходя из количественного признака.

Таким образом, в данной бакалаврской работе изменяются в лучшую сторону такие важные характеристики как шумность автомобиля как с наружи так и внутри автомобиля, виброакустические характеристики и токсичность автомобиля, что вне сомнения повышает покупательскую способность автомобиля и конкурентоспособность на мировом рынке.

2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

В условиях перехода экономики России на рельсы рынка необходимо всемерное ускорение научно – технического прогресса на основе интеграции науки и производства, повышения качества изделий, сокращение сроков разработки и внедрение новой техники. Поэтому для настоящего времени является особо актуальной проблема обеспечения высококачественных проектов, выполняемых в короткое время, необходимых для создания конкурентно – способных автомобилей.

Целью данной бакалаврской работы является введение в стандартную пятиступенчатую коробку передач шестой передачи, сохраняя при этом общую компоновку и минимальное изменение технологии сборки модернизированной коробки передач. Эта модернизация позволяет снизить расход топлива на самой высокой передаче, что важно для всё растущих цен на топливо.

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

Общие требования, предъявляемые к коробкам передач.

- обеспечение автомобилю требуемых динамических и экономических качеств. Динамические качества определяются низшими передачами в коробке передач, передаточные числа которых должны подбираться таким образом, чтобы с одной стороны обеспечить динамику разгона автомобиля, а с другой стороны не иметь разрыва с передачами обеспечивающими экономический режим движения автомобиля. Обычно динамические свойства автомобиля

оцениваются через время разгона в диапазоне 0-100 км/ч. В последнее время динамические свойства также оцениваются в виде времени разгона в диапазонах 40-100, 60-100, 80-120 км/ч и др. Это необходимо для оценки динамических свойств автомобиля для имитации обгона. Экономичность автомобиля оценивается для нескольких режимов движения. Чаще всего это: городской режим движения, загородный и смешанный. При этом в городском режиме движения влияние экономических высших передач минимально, так как в городских условиях высшие передачи используются редко. При этом для загородного движения именно высшие передачи будут формировать экономические свойства автомобиля, прежде всего.

- обеспечение нейтральной «передачи».

Необходимость длительного по времени отсоединения двигателя и трансмиссии обусловлена требованием к работе двигателя на холостых оборотах при стоящем автомобиле. Это легко обеспечить для механических коробок передач.

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

- обеспечение низкого уровня шума и вибраций.

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

автомобиля. [1], [3], [4]

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

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

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

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

Кроме общих требований, иногда, к коробкам передач применяются специальные требования, такие как: обеспечение возможности буксировки автомобиля, обеспечение возможности отбора мощности от коробки передач или наоборот – обеспечение возможности подвода дополнительной мощности.

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Кол-во приводных колес.....	$nk = 2$
Собст-й вес, кг.....	$m_o = 1088$
Места в автомобиле.....	5
Макс-я ск-ть, м/с.....	$V_{max} = 47,22$
Макс-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{max} = 630$
Мин-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэфф-т аэродин-го сопр-я.....	$C_x = 0,30$
Величина макс-й преод-й подъем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэфф-т полезного действ. трансм.....	$\eta_{TP} = 0,95$
Площ. попер-го сеч-я, м ²	$H = 2,39$
Коэфф-т сопр-я кач-ю.....	$f_{ko} = 0,010$
Кол-во пер. в КПП.....	6
Распр-е массы авто-ля, % :	
Передн. ось.....	49
Задн. ось.....	51
Плотн-ть возд, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотн-ть топл, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (3.1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$G_n = G_{n1} \cdot 5 = m_{n1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$G_b = G_{b1} \cdot 5 = m_{b1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (3.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (3.7)$$

б) Подбор шин

Шины 175/65 R14.

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.8)$$

где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 175$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,65$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 355,6$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м} \quad (3.9)$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.10)$$

где U_k - перед. число передачи КПП, при которой достигается V_{max} .

Высшка передача КП равна 0,692.

$$U_0 = (0,274 \cdot 630) / (0,692 \cdot 51,39) = 4,863 \quad (3.11)$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$\psi_v = 0,010 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,023 \quad (3.13)$$

Примем $N_{MAX} = 74$ кВт

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.14)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ – коэфф-ты хар-ие тип дв-ля.

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (3.15)$$

Таблица 3.1 – Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1000	105	14,8	141,1
1400	147	21,4	146,1
1800	188	28,3	149,9
2200	230	35,1	152,5
2600	272	41,9	153,9
3000	314	48,4	154,1
3400	356	54,5	153,1
3800	398	60,0	150,9
4200	440	64,9	147,5
4600	482	68,8	142,9
5000	524	71,8	137,0
5400	565	73,5	130,0
5800	607	74,0	121,8
6000	630	73,6	116,9

где n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (3.16)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (3.17)$$

где ψ_{MAX} - коэфф-т сопр-я дороги при макс-ой скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$$

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (3.18)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,323 \cdot 0,274 / (154,1 \cdot 0,95 \cdot 4,863) = 1,849 \quad (3.19)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{CЦ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0},$$

где $G_{CЦ}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{CЦ} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$ Н,

m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса,

φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (154,1 \cdot 0,95 \cdot 4,863) = 2,018 \quad (3.20)$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,000$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,000 / 0,856)^{1/4} = 1,236 \quad (3.21)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,000 / 1,236 = 1,618; \quad (3.22)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,618 / 1,236 = 1,308; \quad (3.23)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,308 / 1,236 = 1,058; \quad (3.24)$$

$$U_5 = 1,058 / 1,236 = 0,856. \quad (3.25)$$

$$U_6 = 0,692. \quad (3.26)$$

Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля LADA- PRIORA 2170:

$$U_{КП}: 3,63; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78; 0,692$$

$$U_{ГП}: 3,90.$$

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

Таблица 3.2 – Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с	Скор. на 6 пер, м/с
1000	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5	10,7
1400	2,8	5,3	7,6	11,0	13,2	14,9
1800	3,7	6,8	9,8	14,1	17,0	19,2
2200	4,5	8,3	11,9	17,3	20,8	23,4
2600	5,3	9,8	14,1	20,4	24,6	27,7
3000	6,1	11,3	16,3	23,5	28,3	32,0
3400	6,9	12,9	18,4	26,7	32,1	36,2
3800	7,7	14,4	20,6	29,8	35,9	40,5
4200	8,5	15,9	22,8	32,9	39,7	44,7
4600	9,3	17,4	24,9	36,1	43,5	49,0
5000	10,2	18,9	27,1	39,2	47,2	53,3
5400	11,0	20,4	29,3	42,3	51,0	57,5
5800	11,8	21,9	31,4	45,5	54,8	61,8
6000	12,2	22,7	32,6	47,2	56,8	64,1

3.1.7. Сила тяги на ведущих колёсах

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

Таблица 3.3 – Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н	F тяги на 6 пер, Н
1000	6915	3715	2591	1791	1486	1318
1400	7159	3846	2682	1854	1538	1365
1800	7345	3946	2752	1902	1578	1400
2200	7472	4014	2800	1935	1606	1424
2600	7541	4051	2825	1953	1620	1438
3000	7550	4056	2829	1955	1622	1439
3400	7501	4029	2810	1942	1612	1430
3800	7393	3971	2770	1914	1589	1409
4200	7226	3882	2707	1871	1553	1377
4600	6999	3760	2622	1813	1504	1334
5000	6715	3607	2516	1739	1443	1280
5400	6371	3422	2387	1650	1369	1214
5800	5968	3206	2236	1545	1282	1138
6000	5726	3076	2145	1483	1230	1092

3.1.8 Силы сопротивления движению

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

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

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

Таблица 3.4 – Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	148	148
5	12	150	162
10	46	156	202
15	104	165	269
20	185	178	363
25	290	195	484
30	417	215	632
35	568	239	807
40	742	267	1009
45	939	299	1237
50	1159	334	1493
55	1402	373	1775
60	1669	415	2084
65	1958	462	2420

3.1.9 Динамический фактор

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

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

Таблица 3.5 – Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер	Дин-й фактор на 6пер
1000	0,466	0,250	0,174	0,119	0,097	0,085
1400	0,482	0,258	0,179	0,121	0,098	0,085
1800	0,495	0,264	0,182	0,122	0,097	0,083
2200	0,503	0,268	0,184	0,121	0,095	0,079
2600	0,507	0,270	0,184	0,119	0,090	0,073
3000	0,508	0,269	0,182	0,114	0,084	0,065
3400	0,504	0,266	0,179	0,109	0,076	0,055
3800	0,496	0,261	0,173	0,101	0,067	0,044
4200	0,485	0,254	0,166	0,092	0,055	0,030
4600	0,469	0,244	0,157	0,082	0,042	0,015
5000	0,449	0,232	0,147	0,069	0,027	-0,002
5400	0,426	0,218	0,134	0,055	0,011	-0,021
5800	0,398	0,201	0,120	0,040	-0,007	-0,043
6000	0,381	0,191	0,111	0,030	-0,018	-0,055

3.1.10 Ускорения автомобиля

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

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

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

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

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

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя

$\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Таблица 3.6 – Коэффициент учета вращающихся масс

	U1	U2	U3	U4	U5	U6
δ_{BP}	1,425	1,144	1,085	1,057	1,048	1,044

Таблица 3.7 – Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²	Ускор. на 6 пер, м/с ²
1000	3,14	2,06	1,48	1,01	0,81	0,70
1400	3,25	2,13	1,52	1,03	0,82	0,69
1800	3,33	2,18	1,55	1,03	0,80	0,67
2200	3,39	2,21	1,57	1,02	0,77	0,62
2600	3,42	2,22	1,57	0,99	0,72	0,55
3000	3,42	2,22	1,55	0,94	0,66	0,47
3400	3,40	2,19	1,51	0,88	0,57	0,36
3800	3,35	2,14	1,46	0,81	0,47	0,24
4200	3,26	2,08	1,39	0,71	0,35	0,10
4600	3,16	1,99	1,30	0,60	0,21	-0,07
5000	3,02	1,89	1,20	0,48	0,06	-0,25
5400	2,86	1,76	1,08	0,34	-0,11	-0,45
5800	2,66	1,62	0,95	0,18	-0,30	-0,67
6000	2,55	1,53	0,87	0,09	-0,41	-0,80

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 – Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м	Обр.ускор. на 6пер, с2/м
1000	0,32	0,49	0,68	0,99	1,23	1,43
1400	0,31	0,47	0,66	0,97	1,22	1,44
1800	0,30	0,46	0,64	0,97	1,24	1,50
2200	0,29	0,45	0,64	0,98	1,29	1,61
2600	0,29	0,45	0,64	1,01	1,38	1,80
3000	0,29	0,45	0,65	1,06	1,52	2,13
3400	0,29	0,46	0,66	1,13	1,75	2,74
3800	0,30	0,47	0,69	1,24	2,12	4,16
4200	0,31	0,48	0,72	1,40	2,85	10,33
4600	0,32	0,50	0,77	1,66	4,67	-15,07
5000	0,33	0,53	0,83	2,09	16,86	-4,02
5400	0,35	0,57	0,92	2,97	-8,83	-2,22
5800	0,38	0,62	1,06	5,61	-3,30	-1,49
6000	0,39	0,65	1,15	11,60	-2,42	-1,25

3.1.12 Время и путь разгона

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

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

где k – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CPk}} \right) \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (3.39)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k \quad (3.40)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 3.9 – Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5,0	156,0	0,80
0-10,0	467,0	2,30
0-15,0	882,0	4,40
0-20,0	1402,0	7,00
0-25,0	2051,0	10,30
0-30,0	2895,0	14,50
0-35,0	3998,0	20,00
0-40,0	5427,0	27,10
0-45,0	7248,0	36,20

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

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Таблица 3.10 – Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	39	2
0-10	272	14
0-15	791	40
0-20	1701	85
0-25	3162	158
0-30	5481	274
0-35	9068	453
0-40	14428	721
0-45	22165	1108

3.1.13. Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.42)$$

N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} – мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ($N_{II} = 0$);

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

Таблица 3.11 – Мощностной баланс

Обор двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1000	14,1
1400	20,3
1800	26,8
2200	33,4
2600	39,8
3000	46,0
3400	51,8
3800	57,0
4200	61,6
4600	65,4
5000	68,2
5400	69,8
5800	70,3
6000	69,9

Таблица 3.12 – Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач- я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,8	0,8
10	0,5	1,6	2,0
15	1,6	2,5	4,0
20	3,7	3,6	7,3
25	7,2	4,9	12,1
30	12,5	6,5	19,0
35	19,9	8,4	28,2
40	29,7	10,7	40,3
45	42,2	13,4	55,7
50	57,9	16,7	74,6
55	77,1	20,5	97,6
60	100,1	24,9	125,1
65	127,3	30,0	157,3

3.1.14. Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.43)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (3.44)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.45)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (3.46)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.47)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Знач. И	Знач. E	Знач. K_{II}	Знач. K_E	Знач. Q_s
1000	9,5	0,132	0,175	1,314	1,161	3,9
1400	13,2	0,158	0,244	1,279	1,125	4,5
1800	17,0	0,193	0,314	1,233	1,093	5,3
2200	20,8	0,237	0,384	1,178	1,066	6,2
2600	24,6	0,292	0,454	1,117	1,044	7,1
3000	28,3	0,358	0,524	1,052	1,028	8,1
3400	32,1	0,436	0,593	0,988	1,017	9,2
3800	35,9	0,530	0,663	0,931	1,011	10,3
4200	39,7	0,641	0,733	0,889	1,010	11,6
4600	43,5	0,774	0,803	0,876	1,014	13,4

Таблица 3.13 – Путь расход топлива на пятой передаче

Таблица 3.14 – Путь расход топлива на шестой передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Знач. И	Знач. E	Знач. K_{II}	Знач. K_E	Знач. Q_s
1000	10,7	0,159	0,175	1,277	1,161	4,0
1400	14,9	0,196	0,244	1,228	1,125	4,8
1800	19,2	0,247	0,314	1,166	1,093	5,7
2200	23,4	0,311	0,384	1,097	1,066	6,7
2600	27,7	0,390	0,454	1,024	1,044	7,8
3000	32,0	0,485	0,524	0,956	1,028	8,9
3400	36,2	0,597	0,593	0,902	1,017	10,1
3800	40,5	0,730	0,663	0,875	1,011	11,8
4200	44,7	0,889	0,733	0,897	1,010	14,4

4600	49,0	1,079	0,803	0,999	1,014	18,9
------	------	-------	-------	-------	-------	------

3.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач

В связи с тем, что данный проект является модернизацией серийной передачи ВАЗ-2170, весь макет остается неизменным.

Улучшенная передача мощности ВАЗ-2170: механическая коробка передач, 6-ступенчатая, параллельная ось первичных и вторичных валов. Приводной вал выполнен в виде приводных колес, которые имеют постоянное зубчатое соединение с приводными колесами всех передач вперед. При этом шестерни пятой и шестой шестерен первичного вала изготавливаются через отдельный блок и закрепляются на валу с помощью шлицевого соединения и натяжного винта. На вторичном валу расположены ведущие колеса и синхронизаторы передач переднего хода. Коробка передач пятой вторичной волны, синхронизатор пятой и шестой передачи и коробка передач шестой передачи находятся на втулках пятой и шестой вторичной волны, а также втянуты через винт. Пятая втулка передачи и соединение шлица вторичного вала. Все цилиндрические редукторы имеют наклонную цилиндрическую структуру - эвольвентную. Глубокие шаровые подшипники паза, промежуточные и осевые шаровые подшипники. Коробка передач в сочетании с дифференциалом и главной передачей. Дифференциал конического колеса, Шестерня главная - цилиндрическая. Задняя крышка корпуса коробки передач заливается под давлением алюминиевого сплава и внешней части ригеля, чтобы увеличить жесткость.

3.2.1 Расчет деталей и выбор материала деталей

3.2.1.1 Расчет зубчатой передачи

Для передачи вращающего момента 6. коробка передач ($U_6=0,692$) выбирается шестерней с постоянным количеством шестерен, с внешним зацеплением и линейным прикосновением, т. е. наклонными эволюционными цилиндрами-колесами. Более гладкая производительность позволяет использовать наклонные колеса на более высоких скоростях окружности (более

7м / с). Недостатком наклонного зуба является то, что косая черта имеет осевую составляющую передаваемой силы, воспринимаемую одной из опор каждого вала, что отсутствует в прямых шестернях. Это решение хорошо зарекомендовало себя при применении на изготовленном редукторе.

3.2.1.2 Расчет на прочность, кинематический расчет и расчет геометрии цилиндрической эвольвентной зубчатой передачи.

Таблица 3.15

Передача: шестая					
N = 67,7 кВт при 3750 мин ⁻¹			Mкр = 134 Нм при 3750 мин ⁻¹		
Ведущее зубчатое колесо 2170-1701132		Aw	68	Ведомое зубчатое колесо 2170-1701185	
Z1	39	i	1,0455	Z2	27
b1	14,3	bw	14,2	b2	14,2
ha1*	1,0	mn	1,75	ha2*	1,0
hf1*	1,228	alfa	15	hf2*	1,228
rf1	1,5346	alfa tw	16,05	rf2	1,534
k1	0	beta	31	k2	0
alfa k1	0	Xсумм	1,906	alfa k2	0
X1	0,1	jt	0,070...0,209	X2	0,05
C1*	0,2632	E alfa	1,5074	C2*	0,2633
Sna1*	0,6791	E beta	3,0148	Sna2*	0,6951
Snk1	2,1331	E сумм	4,5222	Snk2	2,2068
Sn1	5,2184			Sn2	5,1028
da1	83,7563			da2	59,7804
df1	74,1303			df2	50,3304
p1	78,6695			dp2	53,7084
dl1max	77,0708			dl2max	52,9721
dl1min	76,7444			dl2min	52,2573
dl1обк.	76,9318			dl2обк.	52,5210
Расчет на прочность					
Ведущее зубчатое колесо 2170-1701132			Ведомое зубчатое колесо 2170-1701185		
радиус (мм)	напряжени е изгиба (Н*мм2)	контактное напряжени е (Н*мм2)	радиус (мм)	напряжени е изгиба (Н*мм2)	контактное напряжени е (Н*мм2)
41,88	366,0	1693,5	29,89	249,1	1008,2
39,21	241,6	1228,8	26,85	132,7	129,7
41,40	342,1	1563,0	29,41	212,3	982,4
40,92	318,8	1465,4	28,94	195,0	961,9

40,43	296,3	1390,2	28,47	178,6	946,1
39,95	274,8	1331,6	28,00	163,4	935,1
39,47	254,3	1286,1	27,52	149,5	928,8
38,99	235,3	1251,5	27,05	137,5	927,9

Продолжение таблицы 3.15

38,51	217,9	1226,9	26,58	127,4	933,6
38,03	202,4	1212,1	26,11	119,8	948,2
37,55	189,1	1208,3	25,63	114,7	976,6

Расчет кинематических параметров при 3750 мин-1 на ведущей шестерне

Радиус (мм)	скорость качения (м/сек)	скорость скольжения (м/сек)	удельное скольжение	удельное скольжение	Конт. напр.* скор. скольж. (10,9н/мсек)
41,88	2,71	3,99	0,60	1,47	4,11
39,21	4,49	0,37	0,06	0,09	0,37
41,40	3,03	3,39	0,53	1,12	3,39
40,92	3,33	2,77	0,45	0,83	2,70
40,43	3,66	2,12	0,37	0,58	2,03
39,95	4,01	1,44	0,26	0,36	1,36
39,47	4,37	0,73	0,14	0,17	0,68
38,99	4,73	-0,03	-0,01	-0,01	-0,03
38,51	4,33	-0,84	-0,19	-0,16	-0,78
38,03	3,89	-1,73	-0,44	-0,31	-1,63
37,55	3,40	-2,72	-0,80	-0,44	-2,62
37,07	2,84	-3,86	-1,36	-0,58	-3,89

Таблица зубчатого венца

	Ведущее З.К. 2170-1701132	Ведом. З.К. 2170-1701185
Нормальный модуль	1,75	1,75
Число зубьев	39	27
Угол наклона	31	31
Направление линии зуба	правое	левое
Нормальный угол профиля	15	15
Коэффициент смещения (мах)	0,0801	0,2315
Размер по двум шарикам (мин)	85,9998	61,712
Размер по двум шарикам (мах)	86,0874	61,792
Колебание размера по двум шарикам	0,03	0,03
Диаметр шарика	3,5	3,5
Длина общей нормали (мин)	29,0582	24,5176

Длина общей нормали (мах)	29,1087		24,5647
Колесание длины общей нормали	0,03		0,03
Число зубьев в длине общей нормали	3		3

Продолжение таблицы 3.15

Накопленная погрешность окружного шага	0,056		0,056
Разность соседних окружных шагов	0,016		0,016
Погрешность профиля зуба	0,016		0,016
Погрешность направления зуба	0,015		0,015
Окружной зазор (мин)	0,05		0,05
Окружной зазор (мах)	0,157		0,157
Делительный диаметр	79,6227		55,1234
Основной диаметр	75,9962		52,6127
Радиус кривизны профиля в гранич.точке(мах)	9,6852		5,1432
Диаметр впадин	74,1303		50,3304
Торцовый угол профиля	20		20
Нормальная толщина зуба (мин)	2,7935		2,935
Нормальная толщина зуба (мах)	2,8247		2,966
Основной угол наклона	29,8339		29,8339
Шаг зацепления	5,3105		5,3105
Ход	416,3065		288,2122
Толщина по хорде (мин)	3,2226		5,9491
Толщина по хорде (мах)	3,2749		5,9994
Высота до хорды при da мах	2,8455		3,421
Межосевое расстояние	68		68
Число зубьев сопряженного З.К.	27		39
Изображение зубчатого венца:			
Диаметр вершин	84,5502		60,7502
Ширина венца	14,3		14,2
Радиальное биение	0,06		0,06
Сечение зуба:			
Диаметр точек притупления	83,9543		60,1506
Допуск на диаметр точек притупления	0,2		0,2
Диаметр граничных точек (мах)	77,0703		52,9721
Нормальный исходный контур:			
Полная высота зуба	5,2131		5,2084
Высота от впадины до точки притупления	4,8134		4,7252
Высота ножки	2,8882		2,8225
Радиус переходной линии	1,5356		1,5356
Диаграмма контроля зубьев:			
Радиус кривизны в точке притупления (мин)	17,2441		13,9438

Радиус кривизны в точке модификации головки	13,6332		10,3423
Радиус кривизны в граничной точке (мах)	6,4124		3,0712

3.2.1.3 Выбор материала

Для изготовления наклонных колес evolvent-цилиндрических колес мы выбираем материал, который используется при изготовлении подобных шестерен редукторов, изготовленных АВТОВАЗ- 20ХГНМ-ТУ14-1-2252-90.

20ХГНМ - легированная сталь, содержание углерода 0,2%, содержание отдельных легирующих элементов хрома около 1%.

3.2.1.4 Расчет эвольвентного шлицевого соединения

Таблица 3.16

		Вал		Отв.		
Деталь		2170-		2170-		
		-1701030		-1701132		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/48			
Модуль	m		1,0583			
Число зубьев	z		21		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теорет.	x		-0,0011		инволют a	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	24,247		19,566	22,176	21,399
Размер по роликам мах.	Ma	24,298		19,621	22,227	21,454
Диаметр ролика	D	2,071		1,833	0,519813	0,45234
Мин. действ. окр. толщ. - ширина	s/e	0,906		1,669	0,523809	0,45759
Мах. действ. окр. толщ. - ширина	s/e	0,935		1,697	0,052500	0,03360
Делительный диаметр	d		22,2243		0,053821	0,03486
Основной диаметр	db		19,2468		1,819	2,504
Диаметр окр. граничных точек	dl	20,058		23,385	1,735	1,030
Диаметр впадин	df	20,53		24,13		
Допуск на диаметр впадин	f	0,2		0,1		
Диаметр вершин	da	22,225		20,11	0,905	2,440
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,1		
Эфф. окр. толщина-ширина	s/e	1,625		1,661		
Касание во впадине	dD	20,11		23,29		

	D					
Угол точки контакта	aM	0,439384		0,526469		
Диаметр точек контакта	dM	21,27		22,26		
Число зубьев в W	zn	4		4		
Длина общей нормали мин.	Wi	10,457		11,118		
Продолжение таблицы 3.16						
Длина общей нормали мах.	Wa	10,482		11,142		
Диаметр контакта мах.	dW	21,92		22,24		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,029		0,028		
Допуск погрешностей	qSE	0,690		0,008		
Расчетная толщина-ширина	S/E	1,265		1,679		
Окружной зазор вероятн.	j		0,414			
Расчетный допуск	del		0,346			
Мин окружной зазор	ji		0,068			
Мах.окружной зазор	ja		0,759			
Момент (Нм)	Mк р		140			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		10,584			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		629,90			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		1,06			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		25			
Напряжение смятия (Н/мм ²)	Pud		23,83			
Диаметр среза	dcp	20,11		22,225		
Сечение среза	Scp	1,724		1,628		
Напряжение среза (Н/мм ²)	Tau	14,62		15,47		
Толщина/ширина на dl	s/e	1,73		1,03		
Толщина/ширина на da	s/e	0,91		2,44		
		Вал		Отв.		
Деталь		2170-		2170-		
		-1701105		-1701133		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,05833			
Число зубьев	z		22		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теор.	x		0,0872		инволют a	0,05375

Размер по роликам мин.	Mi	29,900		20,140	27,90008	22,2677
Размер по роликам мах.	Ma	29,930		20,200	27,93016	22,3278
Диаметр ролика	D	2,071		2,071	0,763069	0,43819
Мин.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	4,181		1,847	0,764194	0,44390

Продолжение таблицы 3.16

Мах.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	4,205		1,877	0,193241	0,03038
Делительный диаметр	d		23,2833		0,194272	0,03165
Основной диаметр	db		20,1639		4,705	2,709
Диаметр окр.граничных точек	dl	25,787		27,57	2,815	-1,313
Диаметр впадин	df	25,417		24,77		
Допуск на диаметр впадин	f	-0,23		0,23		
Диаметр вершин	da	27,512		26	1,466	0,093
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,021		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,924		1,769		
Касание во впадине	dD D	25,83		24,40		
Угол точки контакта	aM	0,707828		0,519034		
Диаметр точек контакта	dM	26,54		23,22		
Число зубьев в W	zn	7		7		
Длина общей нормали мин.	Wi	21,981		19,960		
Длина общей нормали мах.	Wa	22,002		19,986		
Диаметр контакта мах.	dW	29,84		28,39		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,024		0,030		
Допуск погрешностей	qSE	-2,281		0,078		
Расчетная толщина-ширина	S/E	3,053		1,823		
Окружной вероятностный зазор	j		-1,230			
Расчетный допуск	del		1,141			
Мин окружной зазор	ji		-2,371			
Мах.окружной зазор	ja		-0,088			
Момент (Нм)	Mк р		1985,1			
Радиус приложения силы (мм)	Rср		13,378			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		6744,79			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		0,76			

Рабочая длина шлиц (мм)	l		14			
Напряжение смятия (Н/мм ²)	Pud		637,26			
Диаметр	dcp	24		27,512		
Сечение среза	Scp	2,666		5,185		
Напряжение среза (Н/мм ²)	Tau	180,70		92,91		
Толщина/ширина на dl	s/e	2,82		-1,31		

Продолжение таблицы 3.16

Толщина/ширина на da	s/e	1,47		0,09		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,0583			
Число зубьев	z		21		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теорет.	x		-0,0011		инволют a	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	24,247		19,566	22,176	21,399
Размер по роликам мах.	Ma	24,298		19,621	22,227	21,454
Диаметр ролика	D	2,071		1,833	0,519813	0,45234
Мин. действ. окр. толщ. - ширина	s/e	0,906		1,669	0,523809	0,45759
Мах. действ. окр. толщ. - ширина	s/e	0,935		1,697	0,052500	0,03360
Делительный диаметр	d		22,2243		0,053821	0,03486
Основной диаметр	db		19,2468		1,819	2,504
Диаметр окр. граничных точек	dl	20,058		23,385	1,735	1,030
Диаметр впадин	df	20,53		24,13		
Допуск на диаметр впадин	f	0,2		0,1		
Диаметр вершин	da	22,225		20,11	0,905	2,440
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,1		
Эфф. окр. толщина-ширина	s/e	1,625		1,661		
Касание во впадине	dD D	20,11		23,29		
Угол точки контакта	aM	0,439384		0,526469		
Диаметр точек контакта	dM	21,27		22,26		
Число зубьев в W	zn	4		4		
Длина общей нормали мин.	Wi	10,457		11,118		
Длина общей нормали мах.	Wa	10,482		11,142		
Диаметр контакта мах.	dW	21,92		22,24		
Допуск на толщину-ширину	mS	0,029		0,028		

	E					
Допуск погрешностей	qSE	0,690		0,008		
Расчетная толщина-ширина	S/E	1,265		1,679		
Окружной зазор вероятн.	j		0,414			
Расчетный допуск	del		0,346			
Мин окружной зазор	ji		0,068			
Мах.окружной зазор	ja		0,759			

Продолжение таблицы 3.16

Момент (Нм)	Mк р		140			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		10,584			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		629,90			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		1,06			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		25			
Напряжение смятия (Н/мм2)	Pud		23,83			
Диаметр среза	dcp	20,11		22,225		
Сечение среза	Scp	1,724		1,628		
Напряжение среза (Н/мм2)	Tau	14,62		15,47		
Толщина/ширина на dl	s/e	1,73		1,03		
Толщина/ширина на da	s/e	0,91		2,44		
		Вал		Отв.		
Деталь		2170-		2170-		
		-1701105		-1701133		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,05837			
Число зубьев	z		22		ПИ	3,14159
Угол профиля	a		30		радиан	0,52359
Коэффициент смещения теор.	x		0,0877		инволют a	0,05375
Размер по роликам мин.	Mi	29,954		20,147	27,90008	22,2677
Размер по роликам мах.	Ma	29,930		20,200	27,93016	22,3278
Диаметр ролика	D	2,072		2,071	0,763069	0,43819
Мин.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	4,181		1,847	0,764194	0,44390
Мах.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	4,205		1,877	0,193241	0,03038
Делительный диаметр	d		23,2833		0,194272	0,03165
Основной диаметр	db		20,1639		4,705	2,709

Диаметр окр. граничных точек	dl	25,787		27,57	2,815	-1,313
Диаметр впадин	df	25,417		24,77		
Допуск на диаметр впадин	f	-0,23		0,23		
Диаметр вершин	da	27,512		26	1,466	0,093
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,021		
Эфф. окр. толщина-ширина	s/e	1,924		1,769		
Касание во впадине	dD D	25,83		24,40		

Продолжение таблицы 3.16

Угол точки контакта	aM	0,707828		0,519034		
Диаметр точек контакта	dM	26,54		23,22		
Число зубьев в W	zn	7		7		
Длина общей нормали мин.	Wi	21,981		19,960		
Длина общей нормали мах.	Wa	22,002		19,986		
Диаметр контакта мах.	dW	29,84		28,39		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,025		0,029		
Допуск погрешностей	qSE	-2,281		0,078		
Расчетная толщина-ширина	S/E	3,053		1,823		
Окружной вероятностный зазор	j		-1,230			
Расчетный допуск	del		1,141			
Мин окружной зазор	ji		-2,371			
Мах. окружной зазор	ja		-0,088			
Момент (Нм)	Mк p		1985,1			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		13,378			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pок		6744,79			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		0,76			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		14			
Напряжение смятия (Н/мм ²)	Pud		637,26			
Диаметр среза	dcp	26		27,512		
Сечение среза	Scp	2,666		5,185		
Напряжение среза (Н/мм ²)	Tau	180,70		92,91		
Толщина/ширина на dl	s/e	2,82		-1,31		
Толщина/ширина на da	s/e	1,47		0,09		

3.2.1.5 Расчет винтовой пружины сжатия

Таблица 3.17

Деталь:	2170-1701170
---------	--------------

Исходные данные:							
Рабочее число витков:	6,5						
Полное число витков:	8,5						
Диаметр проволоки:	1	мм.					
Средний диаметр витка:	4,8	мм.	Модуль сдвига	78480	Н/мм ²		
Длина ненагруженной пружины:	13,7	мм.	материала пружины:				
Длина пружины в рабочих положениях:	L1	13,7	мм.	Ход пружины до:	L1	0	мм.
	L2	10	мм.		L2	3,7	мм.

Продолжение таблицы 3.17

	L3	11,7	мм.		L3	2	мм.
Коэффициент по DIN 2095 (x):	0,11	Н/мм ²	Диаметр контрольной гильзы:	6,1	мм.		
Допуск на диаметр проволоки:	0,03	мм.					
Допуск на средний диаметр витка	0,2	мм.					
Расчетные параметры:							
Индекс пружины (w):	4,80		Напряжение:	P1(L1)	0,0	Н	
Коэфф. концент. напряжений (k):	1,307			P2(L2)	50,5	Н	
Жесткость пружины (c):	13,647	Н/мм		P3(L3)	27,3	Н	
Допустимое напряжение сдвига [tk]:	830	Н/мм ²	Напряжения сдвига:	tk1(L1)	0,0	Н/мм ²	
				tk2(L2)	806,9	Н/мм ²	
				tk3(L3)	436,2	Н/мм ²	
Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков (L _{max}):	8,50	мм.					
Мах возможный ход пружины:	5,2	мм.					
Напряжение сдвига при L _{max} :	1134,1	Н/мм ²					
Сумма min зазоров:	0,72	мм.					
Min допустимая длина пружины:	9,22	мм.					
Min возможный ход пружины:	4,49	мм.					
Напряжение сдвига при L _{max} :	978,1	Н/мм ²					

Мах наруж. диаметр витков:	6,03	мм.				
Min наруж. диаметр витков:	3,57	мм.				
Максимальный наружный диаметр пружины с учетом ее искривления:	6,06	мм.				

4 Технологическая часть

4.1 Технологический процесс сборки коробки передач

Основные изменения конструкции 6-ти ступенчатой коробки передач ВАЗ-2170 от базовой 5-ти ступенчатой коробки передач ВАЗ-2170 заключаются в следующем:

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

Необходимо обеспечение простоты обслуживания. Современные коробки передач легковых автомобилей в своем большинстве имеет только одну периодическую операцию технического обслуживания – это замена масла (обычно один раз в 30...100 тыс км пробега автомобиля). Данное требование направлено на снижение стоимости обслуживания коробки передач в процессе эксплуатации. [6]

4.2 Составление перечня сборочных работ

Таблица 4.1 – Список работ по сборке

Номер п.пор.	Список основных и дополнительных переходов	Время операции, минуты
1. Узловая сборка блока шестерен 5-ой и 6-ой передач первичного вала		
1.	Установить в оснастку стенда вал первичный, смазать посадочные поверхности под блок шестерен 5-ой и 6-ой передач.	0,32
2.	Установить на вал блок-шестерен, закрепить узел зажимом и установить предварительно на вал. Наживить болт фиксирующий блок-шестерен.	0,38

Продолжение таблицы 4.1

3.	Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН.	0,21
Итого:		0,91
2. Общая сборка коробки передач.		
1.	Взять картер коробки передач с первичным и вторичным валами в сборе	0,19
2.	Установить картер коробки передач в сборе в приспособление	0,15
3.	Установить на вторичный вал втулку шестерни 5-ой передачи.	0,14
4.	Установить подшипник игольчатый на вал вторичный.	0,24
5.	Установить шестерню 5-ой передачи на вал вторичный.	0,18
6.	Взять синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе.	0,23
7.	Установить синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе на вал вторичный.	0,15
8.	Взять втулку шестерни 6-ой передачи вторичного вала.	0,22
9.	Установить втулку шестерни 6-ой передачи на вал вторичный.	0,14
10.	Взять подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи вторичного вала.	0,24
12.	Установить подшипник игольчатый шестерни 6-ой	0,22

13.	передачи на вал вторичный.	
14.	Взять шестерню 6-ой передачи вторичного вала.	0,15
	Установить шестерню 6-ой передачи на вал вторичный.	0,23
15.	Взять крепежные элементы шестерней вторичного вала,	0,12
16.	шайбу и болт.	0,18
	Установить шайбу и болт в торцевое отверстие вторичного вала.	
17.	Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН.	0,22
18.	Взять блок шестерен 5-ой и 6-ой передач в сборе с первичным валом в сборе.	0,19
		0,23

Продолжение таблицы 4.1

19.	Установить блок шестерен 5-ой и 6-ой передач в сборе с первичным валом в картер коробки передач.	0,19
20.	Взять крепежные элементы крышки задней коробки передач, шайба и болт.	0,17
21.	Взять крышку заднюю коробки передач.	0,15
22.	Наживить крепежные элементы крышки коробки, шайбу и болт.	0,21
23.	Затянуть крепежные болты крышки задней коробки передач с усилием не более 0,2 кН.	
	Итого:	4,26
$\sum t_{оп}$		5,17

4.2.1 Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 5.17 \text{ мин}$$

Хар-ка орг-ой формы сборки:

1. Год-й фонд раб-го вр.:

$$\Phi = D_p * c * T_{см} * \eta_p ; \quad (4.1)$$

где D_p – число рабочих дней в году; c - число рабочих смен за день;

$T_{см}$ – длит-ть раб. см.;

η_p - коэфф-т, учит-й потери вр. на ремонт

Обор-я ($\eta_p=0,98$ – при односменной работе и $\eta_p=0,97$ при двухсменной работе).

$$\Phi = 289 * 2 * 8 * 0,97 = 4485,28 \text{ ч.} \quad (4.2)$$

2. Период сборки:

$$r = \Phi * 60 / N_{\text{год}}, \quad (4.3)$$

где $N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска ($N_{\text{год}} = 50000$ шт.).

$$r = 4485,28 * 60 / 50000 = 5,38 \text{ мин/шт.} \quad (4.4)$$

4.3 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 4.2

№ и название операции	Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин., общее
-----------------------	------------------------------------------------	----------------------------------------	--------------------

005	<p>Подсборка: запрессовка блока шестерен 5-ой и 6-ой передач первичного вала</p> <p>Общая сборка коробки передач</p>	<p>Установить в оснастку стенда вал первичный, смазать посадочные поверхности под блок шестерен 5-ой и 6-ой передач.</p> <p>Установить на вал блок-шестерен, закрепить узел зажимом и установить предварительно на вал.</p> <p>Наживить болт фиксирующий блок-шестерен.</p> <p>Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН.</p>	<p>Стакан, втулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный, пуансон, конус, втулка, стакан.</p>	5.38
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

Продолжение таблицы 4.2

		<p>Взять картер коробки передач с первичным и вторичным валами в сборе</p> <p>Установить картер коробки передач в сборе в приспособление</p> <p>Установить на вторичный вал втулку шестерни 5-ой передачи.</p> <p>Взять подшипник игольчатый.</p> <p>Установить подшипник игольчатый на вал вторичный.</p> <p>Взять шестерню 5-ой передачи.</p> <p>Установить шестерню 5-ой передачи на вал вторичный.</p> <p>Взять синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе.</p>		
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.2

		<p>Установить синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе на вал вторичный.</p> <p>Взять втулку шестерни 6-ой передачи вторичного вала.</p> <p>Установить втулку шестерни 6-ой передачи на вал вторичный.</p> <p>Взять подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи вторичного вала.</p> <p>Установить подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи на вал вторичный.</p> <p>Взять шестерню 6-ой передачи вторичного вала.</p> <p>Установить шестерню 6-ой передачи на вал вторичный.</p>		
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.2

		<p>Взять крепежные элементы шестерней вторичного вала, шайбу и болт.</p> <p>Установить шайбу и болт в торцевое отверстие вторичного вала.</p> <p>Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН.</p> <p>Взять блок шестерен 5-ой и 6-ой передач в сборе с первичным валом в сборе.</p> <p>Установить блок шестерен 5-ой и 6-ой передач в сборе с первичным валом в картер.</p> <p>Взять крепежные элементы крышки задней коробки передач, шайба и болт.</p> <p>Взять крышку заднюю коробки передач.</p>		
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.2

		<p>Наживить крепежные элементы крышки коробки, шайбу и болт.</p> <p>Затянуть крепежные болты крышки задней коробки передач с усилием не более 0,2 кН.</p>		
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Анализ влияния применения 6-ой передачи коробки передач автомобиля на шум в салоне автомобиля и показатели токсичности.

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

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

Шум коробки передач может оказывать существенное влияние на образование как внешнего так и внутреннего шума автомобиля, при этом чем более малошумен автомобиль, тем более выделяется шум коробки передач и других элементов трансмиссии.

Сильное влияние на механический шум коробки передач оказывает нагрузка, при увеличении частоты вращения на каждые 1000 об/мин коленчатого вала двигателя шум трансмиссии возрастает на 5 дБА.

Коробка передач служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса посредством зубчатых зацеплений. При использовании 6-ой передачи коробки передач, изменяются обороты коленчатого вала двигателя, а значит уменьшаются вибрации от двигателя автомобиля следовательно и снижается шум издаваемый двигателем, т.е. повышается комфортабельность езды. Еще один положительный эффект от использования в коробке передач 6-ой передачи состоит в том, что снижение оборотов коленчатого вала двигателя

уменьшает в свою очередь расход топлива и как следствие этого уменьшается токсичность выхлопных газов, исходя из количественного признака.

Таким образом, в данной бакалаврской работе изменяются в лучшую сторону такие важные характеристики как шумность автомобиля как с наружи так и внутри автомобиля, виброакустические характеристики и токсичность автомобиля, что вне сомнения повышает покупательскую способность автомобиля и конкурентоспособность на мировом рынке. [7]

5.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций



Рисунок. 5.1 - Эскиз рабочего места.

Таблица 5.1 - Описание технологического оборудования.

№ поз. на схеме объекта	Название используемой техники и инвентаря	Работа, операция, выполняемая на этой технике или этим инвентарем
1.0	Сборочно-установочная установка	Подшипники из упаковки
2.0	Пресовая установка	Подшипник – запресовывается внутренняя обойма
3.0	Стендовая установка для сборки	Вал КПП подборка
4.0	Пресовая установка	Запрессовка подшипника
5.0	Электрический гайковёрт	Затягивание гайки и испытание на свободное вращение

5.3 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Таблица 5.2 - Опасные и вредные факторы

Опасные вредные условия присутствующие на производстве	Техника, рабочий инвентарь	Влияние на человека
1. Физические		
а) движ-е маш. и мех-ы	Поточн. Лин.	Запыл-ть возд., общ. Вибр., движ-е возд-а, наруш-е цел-ти орг.
б) подв-е части произв-го обор-я	Трансп-т пот-ой лин., вращ-ся части инстр-та	Шум, общая вибрация, повреждения частей тела
в) передв-ся изд-я	Дет. и сбор-е ед-ы в присп-ии	Поврежд. частей тела

Продолжение таблицы 5.2

г) Повыш-я запыл-ть и загрязн-ть возд.		Возд-ие на орг. Дых., утомл-ть
д) повыш. Ур. звука, вибр., ультрзв., ультразв. Кол-й	Электро-т,	Шум-е возд-е на орг. слуха, внутр-е расстр-а орг-ма, влиян. на сердце
е) Увел-й вольтаж в электр. сети	Электр-сети, электро-уст-и, техн. с прим.	Влиян. электр-го тока на чел.
ж) Отс-ие или недост. Естест-го осв-я, недост-я осв-ть раб.	Производств. помещ., осветит-ое	Влиян. на органы зрения, повыш-ая утомл-ть,
з) Остр. кр., заус-ы, шерох-ть поверх-ти заг-к, INSTR-а	Заг-ки, дет. и сбор-е ед., INSTR., контейн.	Поврежд-е частей тела, наруш-е целостн-и
2. Хим-ие		
Раздраж-е вещ-ва	Смазка, пыль	Раздраж. кожи, возд-ие на орг. Дых-я
3. Психофиз-ие		
б) нервно-психические		Утомл-е, уст-ть, эмоц-ое напр-ие

Планировочные мероприятия

1. Ширина основных проходов на рабочем месте должна определяться с учетом габаритов ремонтируемых агрегатов и обрабатываемых изделий.
2. Рабочие места, проезды, проходы и оборудование должны быть свободными и не загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой.
3. Рабочие места должны обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда.
4. Инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего: то, что

берется левой рукой - слева от него, правой рукой - справа; исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

5. Материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны укладываться на стеллажи способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при грузоподъемных механизмах.

Инструкция для слесаря МСР

Общие положения

1. К самостоятельной работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку усвоения его содержания.

5.4 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Все основные положения данного раздела в приложении Б.

6 Экономическая эффективность проекта

В условиях перехода экономики России на рельсы рынка необходимо всемерное ускорение научно – технического прогресса на основе интеграции науки и производства, повышения качества изделий, сокращение сроков разработки и внедрение новой техники. Поэтому для настоящего времени является особо актуальной проблема обеспечения высококачественных проектов, выполняемых в короткое время, необходимых для создания конкурентно – способных автомобилей.

Применение ЭВМ позволяет ускорить проектные расчеты, осуществить математическое моделирование работы системы или агрегата автомобиля, обеспечить оптимизацию их конструктивных параметров.

Конструирование автомобиля – это сложный процесс, включающий методы, разработанные в различных научных трудах. Правильное использование этих методов, внедрение САПР в практику конструирования облегчает дальнейшее повышение технического уровня создаваемой автомобильной техники.

Целью данной бакалаврской работы является введение в стандартную пятиступенчатую коробку передач шестой передачи, сохраняя при этом общую компоновку и минимальное изменение технологии сборки модернизированной коробки передач. Эта модернизация позволяет снизить расход топлива на самой высокой передаче, и ещё что важно для всё растущих цен на топливо, а также передается на колеса меньший крутящий момент, что увеличивает их ресурс ориентировочно на 50%.

6.1 Расчет себестоимости проектируемой конструкции коробки передач.

Таблица 6.1

Название показателя	Обозн-е	Е.изм ер.	Знач-е
Год-я прогр. Вып-а изд.	Vг.	Шт.	50000,0
Страх-е внесения в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.	%	30,0
Коэффициент общезаводских расходов.	Еобз.	%	215,0
Коэфф-т комм-х (внепроизв-ых) расх-в	Ек.	%	5,0
Коэфф. Расх. на содерж-е и экспл-ю оборуд-я	Еоб.	%	194,0
Коэфф-ы трансп. - загот-ых расх-в	Кт-зр.	%	1,450
Коэфф-т цех-х расх-в	Ецх	%	183,0
Коэфф-т расх-в на инст-т и осн-ку	Еин-р.	%	3,0
Коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й	Крт.	%	30,0
Коэфф-т допл. или выпл. не связ-х с раб-й на произв-ве	Квп.	%	12,0
Коэфф-т прем. и допл. за раб. на произв-ве	Кпрм.	%	23,0
Коэфф-т возвр-х отх.	Квт	%	1,0
Час-я тарифн. Став. 5-го разр.	Ср5	руб.	79,870
Час-я тарифн. став 6-го разр.	Ср6	руб.	93,810
Час-я тарифн. Став. 7-го разр.	Ср7	руб.	97,670
Коэфф-т капиталообр. инвест-й	Кинв	%	22,0

Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_{вот}}{100} \right) \quad (6.1)$$

где C_m – опт. цена мат-ла i -го вида, руб.;

Q_m – норм. Расх. Мат-ла i -го вида, кг., м.;

$K_{тр}$ – коэфф-т трансп.-заготов-х расх., %;

$K_{вот}$ – коэфф-т возвр-х отх., %;

Таблица 6.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Заготовки для литья Ст3	кг	35,4	3,8	134,52
Круг 180-20 ХГНМ ТУ 14-1-1648-76	кг	78,22	2,3	179,91
Круг 40-20-ХГНМ ТУ 14-1-2252-90	кг	53,4	3,2	170,88
Круг 40-19ХГН ТУ 14-1-2252-90	кг	49,85	2,2	109,67
Круг 50-19ХГН ТУ 14-1-2252-90	кг	65,8	3,4	223,72
Прочие черные металлы	кг	41,7	2,7	112,59
Итого				931,29
Кгз		3		27,94
Квот		2		18,63
Всего				940,60

$M := 940.60$

Расходы на "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} \right) \quad (6.2)$$

где C_i – опт-я цена покуп-х изд-й и полуф-ов i -го вида, руб.;

n_i – кол-во покуп-х изд-й и полуф-ов i -го вида, шт.;

Таблица 6.3 - Расчет затрат на покупные изделия

Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Подшипники роликовые	298,23	4	1192,92
Кольцо сторное	2,2	6	13,20
Подшипники шариковые	274,4	4	1097,60
Болт М12х1,25	3,5	8	28,00
Итого			2331,72
Ктз		3	69,95
Всего			2401,67

$$P_u := 2401.67$$

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

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{прем.}}{100} \right) \quad (6.3)$$

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

$$Z_m := C_{p.i} \cdot T_i \quad (6.4)$$

где $C_{p.i}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

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

Таблица 6.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Заготовительные	5	1,120	79,890	89,480
Токарные	6	1,20	93,810	112,570
Фрезерные	5	1,40	79,890	111,850
Термообработки	7	1,150	97,670	112,320
Шлифовальные	5	1,10	79,890	87,880
Сборочные	7	1,350	97,670	131,850
Всего				645,950
Премияльн. допл.			23	148,570
Осн. З.п.				794,520

$$Z_o := 794.52$$

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

$$K_{en} := 0.12$$

$$Z_d := Z_o \cdot K_{en} \quad (6.5)$$

$$Зд = 794.52 * 0,12 = 95.34$$

где $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

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

$$E_{с.н} := 0.3$$

$$C_{с.н} := (З_0 + З_д) \cdot E_{с.н} \quad (6.6)$$

$$C_{с.н} = (794.52 + 95.34) * 0,3 = 266.96$$

где $E_{соц.н}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

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

$$E_{об} := 1.94$$

$$C_{с.об} := З_0 \cdot E_{об} \quad (6.7)$$

$$C_{с.об} = 794.52 * 1.94 = 1541.37$$

где $E_{об}$ – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы на "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{ц} := 1.83$$

$$C_{ц} := З_0 \cdot E_{цех} \quad (6.8)$$

$$C_{ц} = 794.52 * 1.83 = 1453.97$$

где $E_{ц}$ – коэффициент цеховых расходов, %;

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

$$E_{инс} := 0.03$$

$$C_{инс} := 3o \cdot E_{инс} \quad (6.9)$$

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

где $E_{инс}$ – коэфф-т расходов на инструмент и оснастку, %;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{ц.с.с.} := M + Пи + 3o + C_{с.н} + 3\delta + C_{с.об} + C_{ц} + C_{инс}$$

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

Расходы на "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{о.зав} := 2.15$$

$$C_{о.зав} := 3o \cdot E_{о.зав} \quad (6.10)$$

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

где $E_{о.зав}$ – коэфф-т общ-х расходов, %;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{о.зав.с.с.} := C_{о.зав} + C_{ц.с.с.} \quad (6.11)$$

$$C_{о.зав.с.с.} = 1708.22 + 7518.27 = 9226.49$$

Расходы на "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{к} := 0.05$$

$$C_{к} := C_{о.зав.с.с.} \cdot E_{к} \quad (6.12)$$

$$C_{к} = 9226.49 \cdot 0.05 = 461.32$$

где $E_{к}$ - коэффициент коммерческих расходов, %;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{п.пр.} := C_{о.зав.с.с.} + C_{к} \quad (6.13)$$

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

Расчет отпускной цены для проектируемой кпп выполняется по формуле:

$$C_{n.б.} := 9538.27$$

$$K_{рнт} := 0.3$$

$$Цот.б. := C_{пол.б.} \cdot (1 + K_{рнт}) \quad (6.14)$$

где Крнт - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

$$Цот.б. = 12399.75$$

Таблица 6.5 – Сравнение себестоимостей стандартной и проектной КПП.

Названия критериев	Обозн-е	Расх. на е.из.(станд.)	Расх. на е.из.(пр-т)
Стоим-ь осн-х мат-в	М	900,220	940,600
Стоим-ть компл-х изд-й	Пи	2305,700	2401,670
Осн.зар.п. пр.раб.	Зо	793,700	794,520
Доп.зар.плата пр.раб.	Здоп	95,240	95,340
Страхе взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Ссоц.н.	266,680	266,960
Расх. на содерж.и эксл-ю оборуд-я	Ссод.обор	1539,780	1541,370
Цех. Расх-ы	Сцех	1452,470	1453,970
Расх-ы на инстр. и осн-ку	Синстр	23,810	23,840
Цех-ая себест-ть	Сцех.с.с.	7377,610	7518,270
Общезав-ие расх.	Собщ.зав	1706,460	1708,220
Общезав-ая себест-ть	Собщ.зав.с.с.	9084,060	9226,490
Коммер-ие расх-ы	Ском	454,200	461,320
Полн. Себест-ть	Сполн	9538,270	9687,810
Отп-ая ц.	Цотп	12399,750	12399,750

$$Цот. := 12399.75$$

6.2 Расчет точки безубыточности

Опред-е перемен-х затрат на единицу изделия:

$$Зперуд := M + Пи + Зо + Здоп + C_{соц.н} \quad (6.15)$$

$$Зперуд = 940.6 + 2401.67 + 794.52 + 95.34 + 266.96 = 4499.09$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$V_2 := 50000$$

$$Зпер := Зперуд \cdot V_{2од} \quad (6.16)$$

$$Зпер = 4499.09 \cdot 50000 = 224954556$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$НА := 13$$

$$A_{м.у.} = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot H_A}{100} \quad (6.17)$$

$$Ам.у. = ((1541.37 + 23.84) \cdot 13) / 100 = 203.48$$

где H_A - доля амортизационных отчислений, %;

$$Зпостуд := \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot (100 - НА)}{100} + C_{ц} + C_{о.зад} \dots \\ + C_{к} + A_{м.у}$$

$$Зпостуд = ((1541.37 + 23.84) \cdot (100 - 13)) / 100 + 1453.97 + 1708.22 + 461.32 + 203.48 = 5188.72$$

на годовую программу выпуска:

$$Зпост := Зпостуд \cdot V_{2од} \quad (6.18)$$

$$Зпост = 5188.72 \cdot 50000 = 259435912.8$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{н.з.} := C_{н.пр.} \cdot V_2 \quad (6.19)$$

$$\text{Сп.г.} = 9687.81 \cdot 50000 = 484390468.8$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выр} := \text{Цот.} \cdot V_2 \quad (6.20)$$

$$\text{Выр} = 12399.75 \cdot 50000 = 619987500$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмрж} := \text{Выр} - \text{Зпер} \quad (6.21)$$

$$\text{Дмрж} = 619987500 - 224954556 = 395032944$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{\text{крт.}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{\text{Ц}_{\text{от.пр.}} - Z_{\text{перуд}}} \quad (6.22)$$

$$A_{\text{крт.}} = 259435912.8 / (12399.75 - 4499.09) = 32837.25 \sim 32840$$

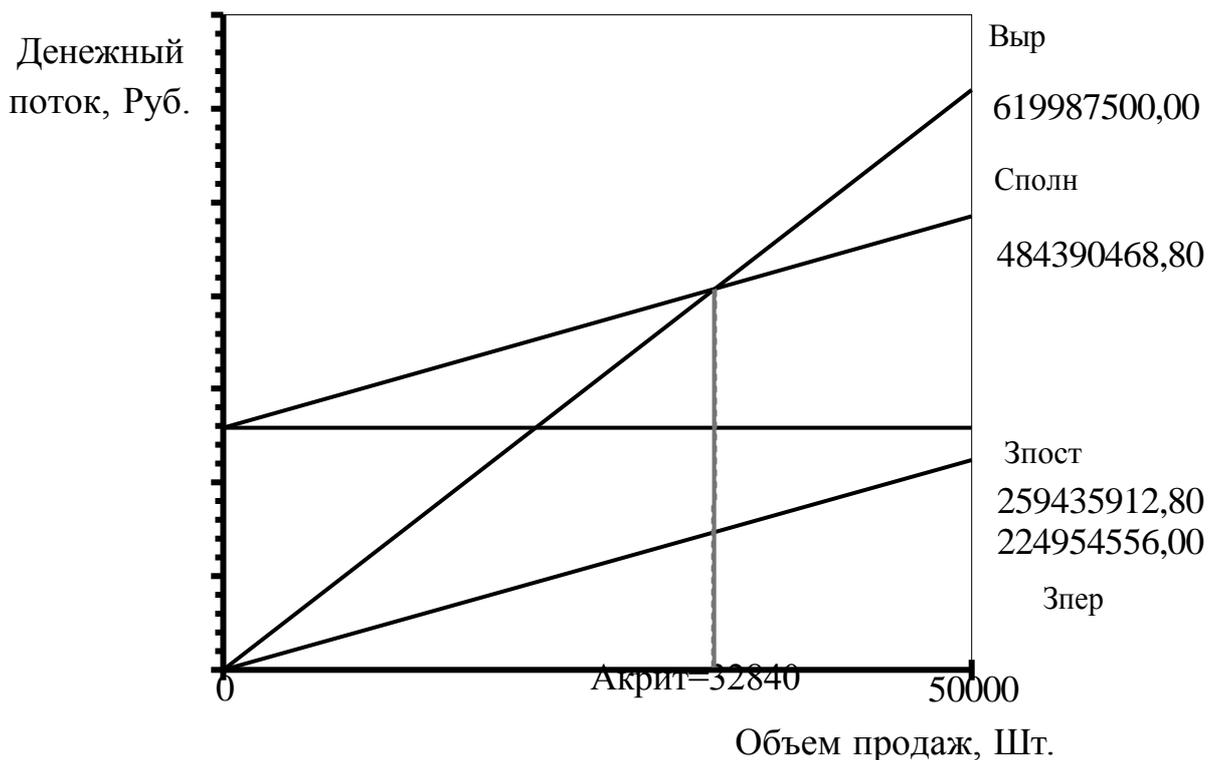


Рисунок 6.1 – График точки
безубыточности

6.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$A_{крт} := 32840$$

$$V_2 := 50000$$

$$V_{МК} := V_{200}$$

$$n := 6$$

$$\Delta = \frac{V_{МК} - A_{крт}}{n - 1} \quad (6.23)$$

$$\Delta = 3432$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{от} := Ц_{от}$$

$$Ц_{от} = 12399.75$$

$$V_{np1} := A_{крт} + \Delta \quad (6.24)$$

$$V_{np1} := 32840 + 3432 = 36272$$

$$V_{np2} := A_{крт} + 2\Delta \quad (6.25)$$

$$V_{np2} = 39704$$

$$V_{np3} := A_{крт} + 3\Delta \quad (6.26)$$

$$V_{np3} = 43136$$

$$V_{np4} := A_{крт} + 4\Delta \quad (6.27)$$

$$V_{np4} = 46568$$

$$V_{np5} := A_{крт} + 5\Delta \quad (6.28)$$

$$V_{np5} = 50000$$

Выручка по годам:

$$Выр_1 := Ц_{от} \cdot V_{пр1} \quad (6.29)$$

$$Выр_1 := 12399.75 \cdot 36272 = 449763732.00 \quad (6.30)$$

$$Выр_2 := Ц_{от} \cdot V_{пр2} \quad Выр_3$$

$$Выр_3 := Ц_{от} \cdot V_{пр3} \quad Выр_2 = 492319674.00 \quad (6.31)$$

$$Выр_4 := Ц_{от} \cdot V_{пр4} \quad Выр_5 \quad Выр_3 = 534875616.00 \quad (6.32)$$

$$Выр_5 := Ц_{от} \cdot V_{пр5} \quad Выр_4 = 577431558.00 \quad (6.33)$$

$$Выр_5 = 619987500.00$$

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

для базового варианта:

$$M := 900.22 \quad П_u := 2305.70 \quad З_о := 793.70 \quad З_д := 95.24 \quad C_c := 266.68$$

$$З_{нерудб} := M + П_u + З_о + З_д + C_c \quad З_{нерудб} = 4361.54 \quad (6.34)$$

$$З_{нерб1} := З_{нерудб} \cdot V_{пр1} \quad (6.35)$$

$$З_{нерб1} := 4361.54 \cdot 36272 = 158201778.88 \quad (6.36)$$

$$З_{нерб2} := З_{нерудб} \cdot V_{пр2} \quad З_{нерб3} \quad З_{нерб2} = 173170584.16$$

$$З_{нерб3} := З_{нерудб} \cdot V_{пр3} \quad З_{нерб3} = 188139389.44 \quad (6.37)$$

$$З_{нерб4} := З_{нерудб} \cdot V_{пр4} \quad З_{нерб5} \quad З_{нерб4} = 203108194.72 \quad (6.38)$$

$$З_{нерб5} := З_{нерудб} \cdot V_{пр5} \quad З_{нерб5} = 218077000.00 \quad (6.39)$$

для проектного варианта:

$$Z_{перудпр} := Z_{перуд}$$

$$Z_{перудпр} = 4499.09$$

$$Z_{перпр1} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр1}$$

(6.40)

$$Z_{перпр1} := 4499.09 \cdot 36272 = 163191033.10$$

$$Z_{перпр2} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр2}$$

(6.41)

$$Z_{перпр2} = 178631913.83$$

$$Z_{перпр3} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр3}$$

(6.42)

$$Z_{перпр3} = 194072794.55$$

$$Z_{перпр4} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр4}$$

(6.43)

$$Z_{перпр4} = 209513675.28$$

$$Z_{перпр5} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр5}$$

(6.44)

$$Z_{перпр5} = 224954556.00$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} := 1539.78$$

$$C_{ц.} := 1452.47$$

$$C_{инс.} := 23.81$$

$$C_{об.з.} := 1706.46$$

$$C_{к.} := 454.20$$

$$Z_{постудб} := C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{ц.} + C_{об.з.} + C_{к.}$$

(6.45)

$$Z_{постудб} = 5176.72$$

$$Z_{постб} := Z_{постудб} \cdot V_2$$

$$Z_{постб} = 258836000$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Z_{постпр} := Z_{пост}$$

$$Z_{постпр} = 259435912.8$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 203.48$$

$$A_{м.} := A_{м.у} \cdot V_2 \quad A_{м.} = 10173828.6 \quad (6.46)$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$Z_{пол.п.1} := Z_{постпр} + Z_{перпр1} \quad (6.47)$$

$$Z_{пол.п.1} := 259435912.8 + 163191033.1 = 422626945.9$$

$$Z_{пол.п.2} := Z_{постпр} + Z_{перпр2} \quad Z_{пол.п.2} = 438067826.63 \quad (6.48)$$

$$Z_{пол.п.3} := Z_{постпр} + Z_{перпр3} \quad Z_{пол.п.3} = 453508707.35 \quad (6.49)$$

$$Z_{пол.п.4} := Z_{постпр} + Z_{перпр4} \quad Z_{пол.п.4} = 468949588.08 \quad (6.50)$$

$$Z_{пол.п.5} := Z_{постпр} + Z_{перпр5} \quad Z_{пол.п.5} = 484390468.8 \quad (6.51)$$

для базового варианта:

$$Z_{пол.б.1} := Z_{постб} + Z_{перб1} \quad (6.52)$$

$$Z_{пол.б.1} := 258836000 + 158201778.88 = 417037778.88$$

$$Z_{пол.б.2} := Z_{постб} + Z_{перб2} \quad Z_{пол.б.2} = 432006584.16 \quad (6.53)$$

$$Z_{пол.б.3} := Z_{постб} + Z_{перб3} \quad Z_{пол.б.3} = 446975389.44 \quad (6.54)$$

$$Z_{пол.б.4} := Z_{постб} + Z_{перб4} \quad Z_{пол.б.4} = 461944194.72 \quad (6.55)$$

$$Z_{пол.б.5} := Z_{постб} + Z_{перб5} \quad Z_{пол.б.5} = 476913000 \quad (6.56)$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зпол.н.1} \quad (6.57)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} := 449763732 - 422626945.9 = 27136786.1$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зпол.н.2} \quad (6.58)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = 54251847.37 \quad (6.59)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зпол.н.3}$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = 81366908.65$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зпол.н.4} \quad (6.60)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = 108481969.92$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зпол.н.5} \quad (6.61)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = 135597031.2$$

для базового варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зпол.б.1}$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} := 449763732 - 417037778.88 = 32725953.12 \quad (6.62)$$

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

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = 60313089.84 \quad (6.63)$$

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

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = 87900226.56 \quad (6.64)$$

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

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = 115487363.28 \quad (6.65)$$

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

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = 143074500 \quad (6.66)$$

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

для проектного варианта:

$$\text{Нп1} := \text{Проб.}_{\text{пр.1}} \cdot 0.20 \quad (6.67)$$

$$Hn1 := 27136786.1 \cdot 0.20 = 5427357.22 \quad (6.68)$$

$$Hn2 := Проб.нр.2 \cdot 0.20 \quad Hn2 = 10850369.47 \quad (6.69)$$

$$Hn3 := Проб.нр.3 \cdot 0.20 \quad Hn3 = 16273381.73 \quad (6.70)$$

$$Hn4 := Проб.нр.4 \cdot 0.20 \quad Hn4 = 21696393.98 \quad (6.71)$$

$$Hn5 := Проб.нр.5 \cdot 0.20 \quad Hn5 = 27119406.24 \quad (6.71)$$

для базового варианта:

$$Hб1 := Проб.б.1 \cdot 0.20 \quad (6.72)$$

$$Hб1 := 32725953.12 \cdot 0.20 = 6545190.62$$

$$Hб2 := Проб.б.2 \cdot 0.20 \quad Hб2 = 12062617.97 \quad (6.73)$$

$$Hб3 := Проб.б.3 \cdot 0.20 \quad Hб3 = 17580045.31 \quad (6.74)$$

$$Hб4 := Проб.б.4 \cdot 0.20 \quad Hб4 = 23097472.66 \quad (6.75)$$

$$Hб5 := Проб.б.5 \cdot 0.20 \quad Hб5 = 28614900 \quad (6.76)$$

Прибыль чистая по годам. $Hб5 = 28614900$

для проектного варианта:

$$Прч.н.1 := Проб.нр.1 - Hn1 \quad (6.77)$$

$$Прч.н.1 := 27136786.1 - 5427357.22 = 21709428.88 \quad (6.78)$$

$$Прч.н.2 := Проб.нр.2 - Hn2 \quad Прч.н.2 = 43401477.9 \quad (6.79)$$

$$Прч.н.3 := Проб.нр.3 - Hn3 \quad Прч.н.3 = 65093526.92 \quad (6.79)$$

$$\text{Прч.н.4} := \text{Проб.нр.4} - \text{Нн4} \qquad \text{Прч.н.4} = 86785575.94 \qquad (6.80)$$

$$\text{Прч.н.5} := \text{Проб.нр.5} - \text{Нн5} \qquad \text{Прч.н.5} = 108477624.96 \qquad (6.81)$$

для базового варианта:

$$\text{Прч.б.1} := \text{Проб.б.1} - \text{Нб1} \qquad (6.82)$$

$$\text{Прч.б.1} := 32725953.12 - 6545190.62 = 26180762.5 \qquad (6.83)$$

$$\text{Прч.б.2} := \text{Проб.б.2} - \text{Нб2} \qquad \text{Прч.б.2} = 48250471.87 \qquad (6.84)$$

$$\text{Прч.б.3} := \text{Проб.б.3} - \text{Нб3} \qquad \text{Прч.б.3} = 70320181.25 \qquad (6.85)$$

$$\text{Прч.б.4} := \text{Проб.б.4} - \text{Нб4} \qquad \text{Прч.б.4} = 92389890.62 \qquad (6.86)$$

$$\text{Прч.б.5} := \text{Проб.б.5} - \text{Нб5} \qquad \text{Прч.б.5} = 114459600 \qquad (6.87)$$

Расчет общественного эффекта.

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\text{Цот.б.} = 12399.75 \qquad \text{D 1} := 100000 \qquad \text{D 2} := 150000$$

$$\text{Пр}_{\text{оэж.д.}} := \text{Цот.б.} \cdot \frac{\text{D 2}}{\text{D 1}} - \text{Цот.} \qquad \text{Пр}_{\text{оэж.д.}} = 6199.88 \qquad (6.87)$$

где D₁ - долговечность базовой конструкции,(тыс.км.)

D₂ - долговечность новой конструкции,(тыс.км.)

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

$$\text{ЧД1} := \text{Прч.н.1} - \text{Прч.б.1} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{оэж.д.}} \cdot V_{\text{нр1}}) \qquad (6.88)$$

$$\text{ЧД1} := 21709428.88 - 26180762.5 + 10173828.6 + (6199.88 \cdot 36272) = 230584415.39$$

$$ЧД2 := Прч.н.2 - Прч.б.2 + A_{м.} + (Пр_{ож.д.} \cdot Vnp_2) \quad (6.89)$$

$$ЧД2 = 251484731.18 \quad (6.90)$$

$$ЧД3 := Прч.н.3 - Прч.б.3 + A_{м.} + (Пр_{ож.д.} \cdot Vnp_3)$$

$$ЧД3 = 272385046.97$$

$$ЧД4 := Прч.н.4 - Прч.б.4 + A_{м.} + (Пр_{ож.д.} \cdot Vnp_4) \quad (6.91)$$

$$ЧД4 = 293285362.77$$

$$ЧД5 := Прч.н.5 - Прч.б.5 + A_{м.} + (Пр_{ож.д.} \cdot Vnp_5) \quad (6.92)$$

$$ЧД5 = 314185678.56$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{cm} := 10$$

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{cmi})^t} \quad (6.93)$$

где E_{cmi} – проц-я став.;

t – год привед-я затр. и результ-в;

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

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$Ч.П.Д.1 := ЧД1 \cdot \alpha_1 \quad Ч.П.Д.1 := 230584415.39 \cdot 0.90 = 209601233.59 \quad (6.94)$$

$$Ч.П.Д.2 := ЧД2 \cdot \alpha_2 \quad Ч.П.Д.2 = 207726387.96 \quad (6.95)$$

$$Ч.П.Д.3 := ЧД3 \cdot \alpha_3 \quad Ч.П.Д.3 = 205105940.37 \quad (6.96)$$

$$Ч.П.Д.4 := ЧД4 \cdot \alpha_4 \quad Ч.П.Д.4 = 253105268.07$$

$$Ч.П.Д.5 := ЧД5 \cdot \alpha_5 \quad Ч.П.Д.5 = 195109306.39 \quad (6.97)$$

Сумм-й Ч.Д.Д. за расч-й пер. расч-ся по формуле:

$$\Sigma ЧПД := Ч.П.Д.1 + Ч.П.Д.2 + Ч.П.Д.3 + Ч.П.Д.4 + Ч.П.Д.5 \quad (6.99)$$

$$\Sigma ЧПД := 209601233.59 + 207726387.96 + 205105940.37 + 253105268.07 + 95109306.39 = 1070648136.37$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma C_{пол.н.} := Зпол.н.1 + Зпол.н.2 + Зпол.н.3 + Зпол.н.4 + Зпол.н.5 K_u := 0.22 \quad (6.100)$$

$$I := K_u \cdot \Sigma C_{пол.н.} \quad I = 498859578.09 \quad (6.101)$$

Чистый дисконтированный доход.

$$ЧДД := \Sigma ЧПД - I \quad ЧДД = 571788558.28 \quad (6.102)$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{ЧДД}{I} \quad ID = 1.15 \quad (6.103)$$

Срок окупаемости проекта.

$$Ток := \frac{I}{ЧДД} \quad Ток = 0.87 \quad (6.104)$$

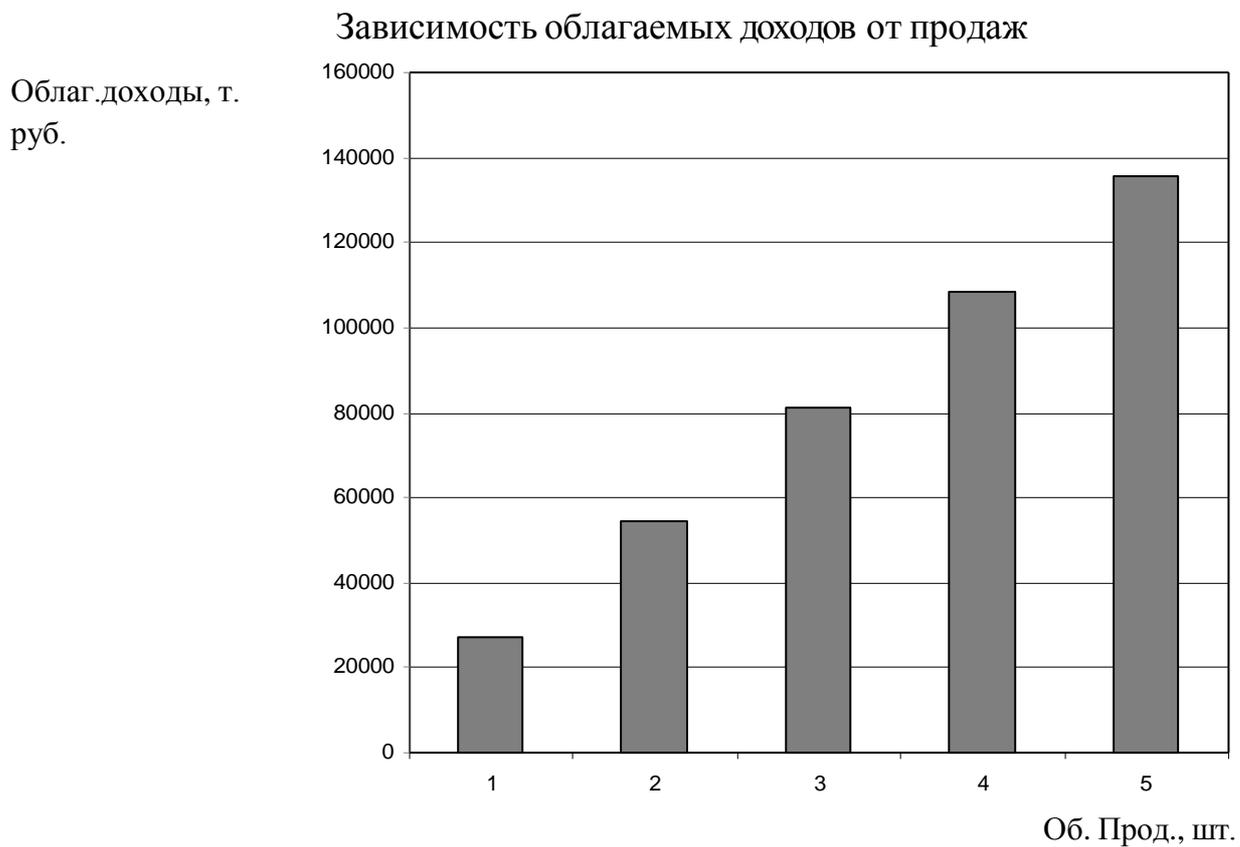


Рисунок 6.2 – Зависимость облагаемых доходов от продаж

6.4 Выводы и рекомендации

В результате проведения совокупности конструкторско - технологических мероприятий увеличился ресурс коробки передач и автомобиля в целом приблизительно в 1,5 раза при одновременном положительном экономическом эффекте $ID=1,15$.

При расчете экономических показателей по внедрению проектируемой конструкции коробки передач для автомобиля ВАЗ-2170 в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта выше по отношению к себестоимости базового проекта, но в результате увеличения ресурса проектируемого узла ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общественную эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения проекта в производство составляет 571788558.28 руб. Срок окупаемости данного проекта равен 0,87 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом работы является модернизация коробки передач ВАЗ-2170, которая в настоящее время работает на серийных автомобилях с передним приводом 2-го класса. Особенностью проекта является применение 6 передачи при сохранении всей компоновки и числа передач первых пяти передач. Это техническое решение позволяет снизить производственные затраты и избежать трудностей в обеспечении запасных частей транспортных средств с более ранним временем выпуска (однородность производства), а также с использованием 6-го поколения двигателей. передача снижает расход топлива на максимальной скорости (~500 мл на 100 км).

Представленная работа соответствует современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области автомобильной промышленности. В частности, данный проект наиболее актуален в связи с ужесточением международных норм по токсичности и топливной экономичности. Кроме того, дополнительные преимущества обеспечиваются за счет престижности 6-ти ступенчатой коробки передач, что ведет к повышению конкурентоспособности.

Дальнейшее улучшение потребительских качеств автомобиля по данному направлению может быть достигнуто применением полностью автоматической 6-ти ступенчатой коробки передач с электрическим, гидравлическим или комбинированным управлением переключением передач, что позволило бы переключать передачи без разрыва потока мощности. Данная модернизация позволила существенно повысить конкурентно способность автомобилей отечественной автомобильной промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Общие характеристики автомобиля

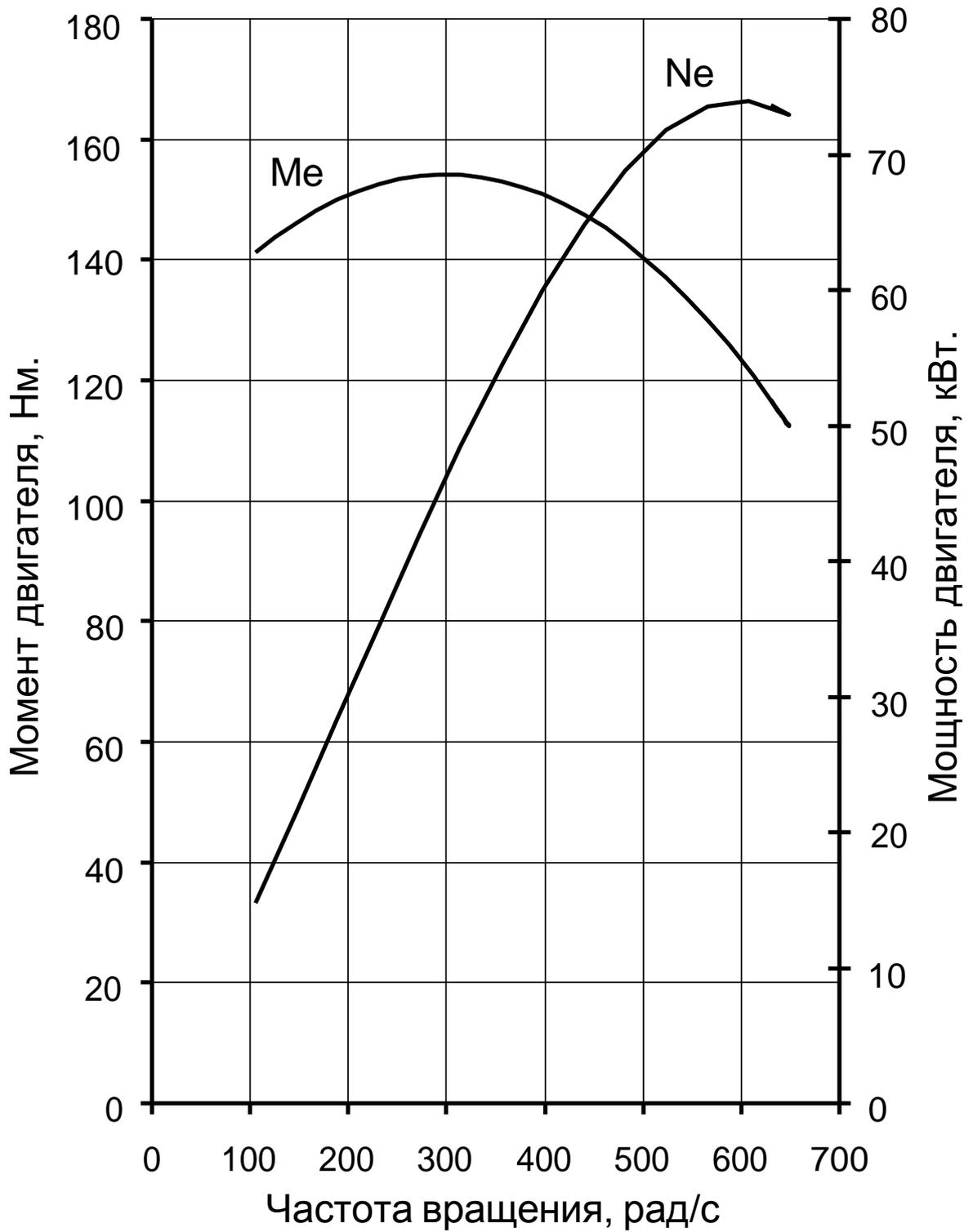


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

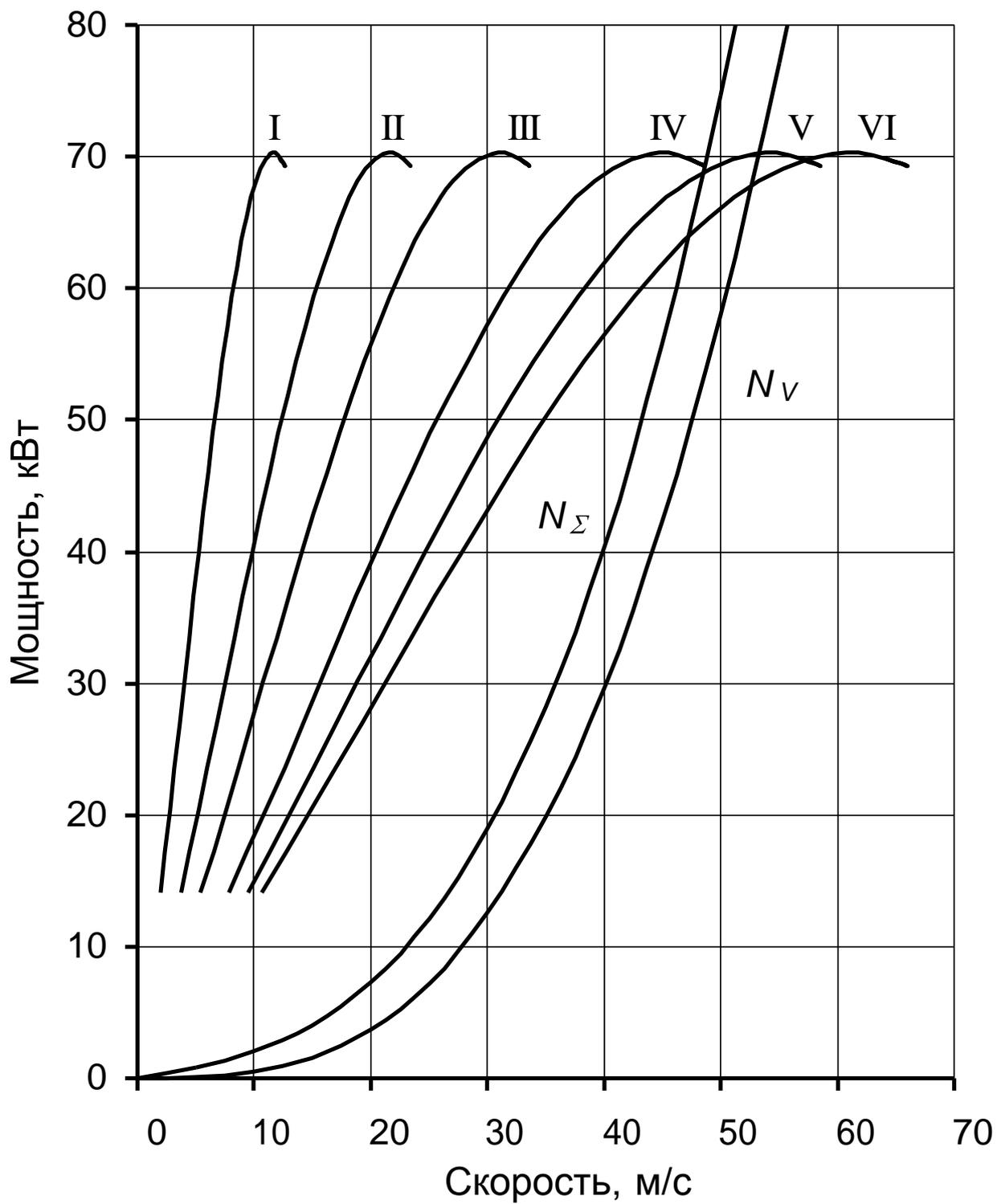


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

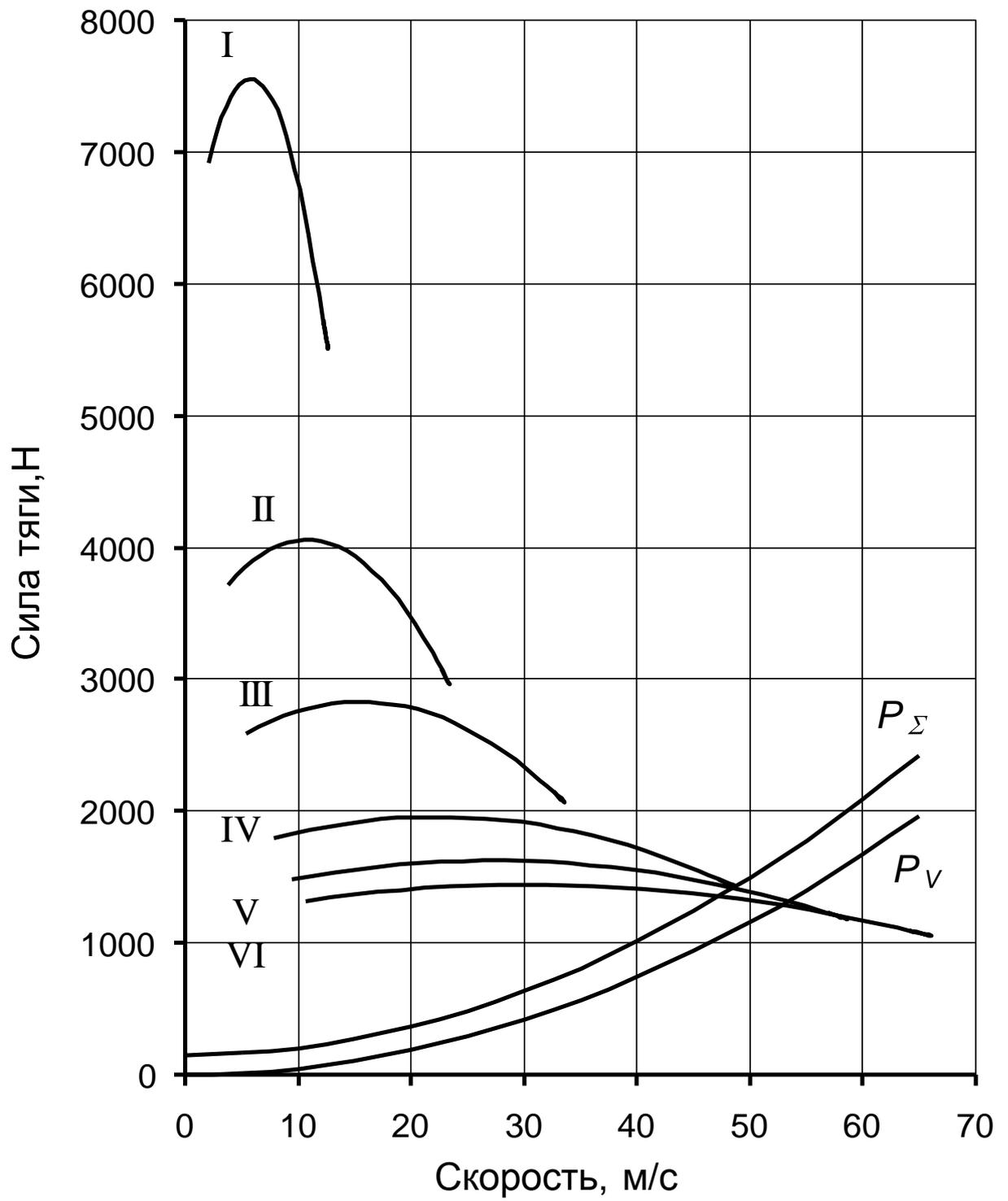


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

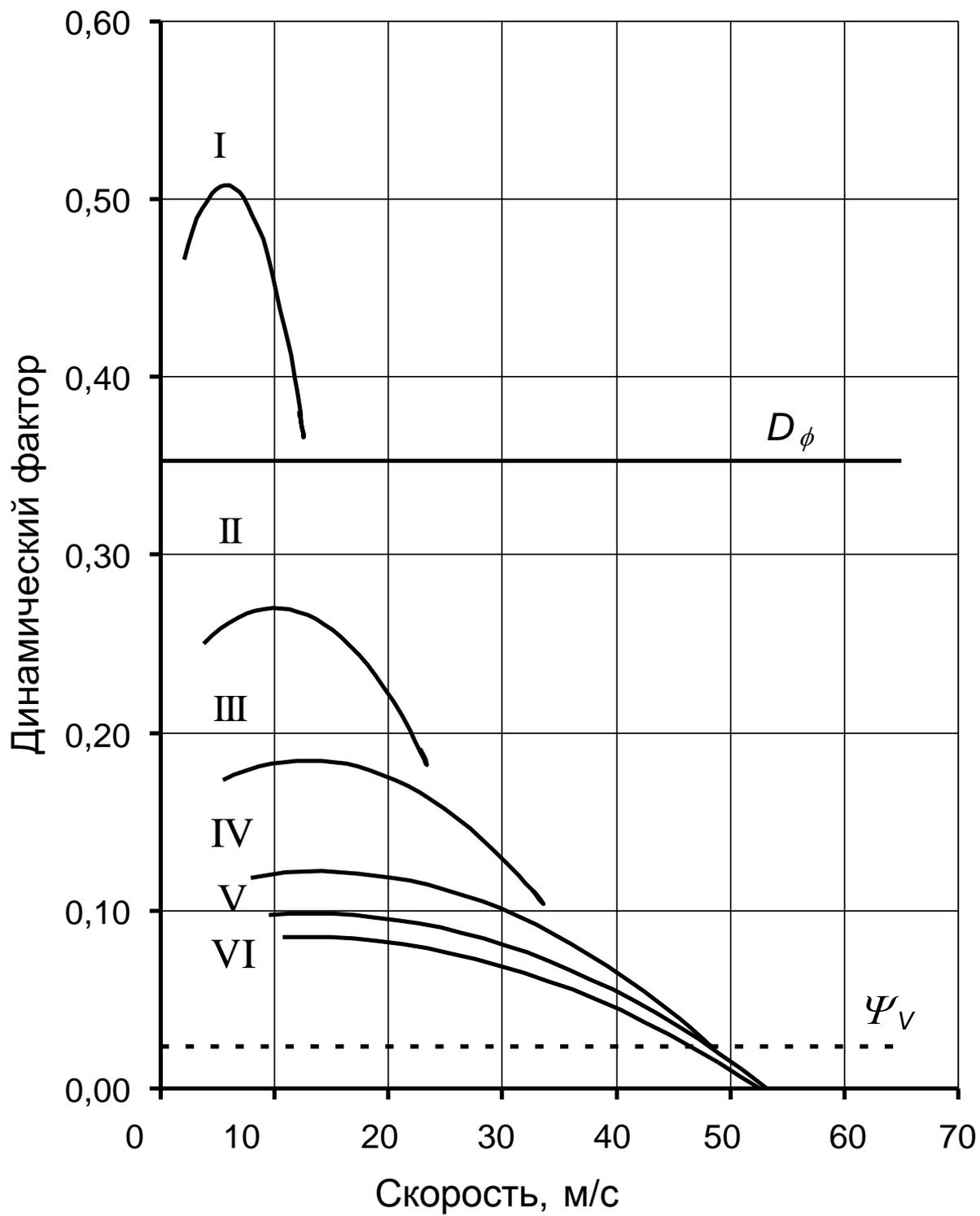


Рисунок А.4 – Динамический баланс

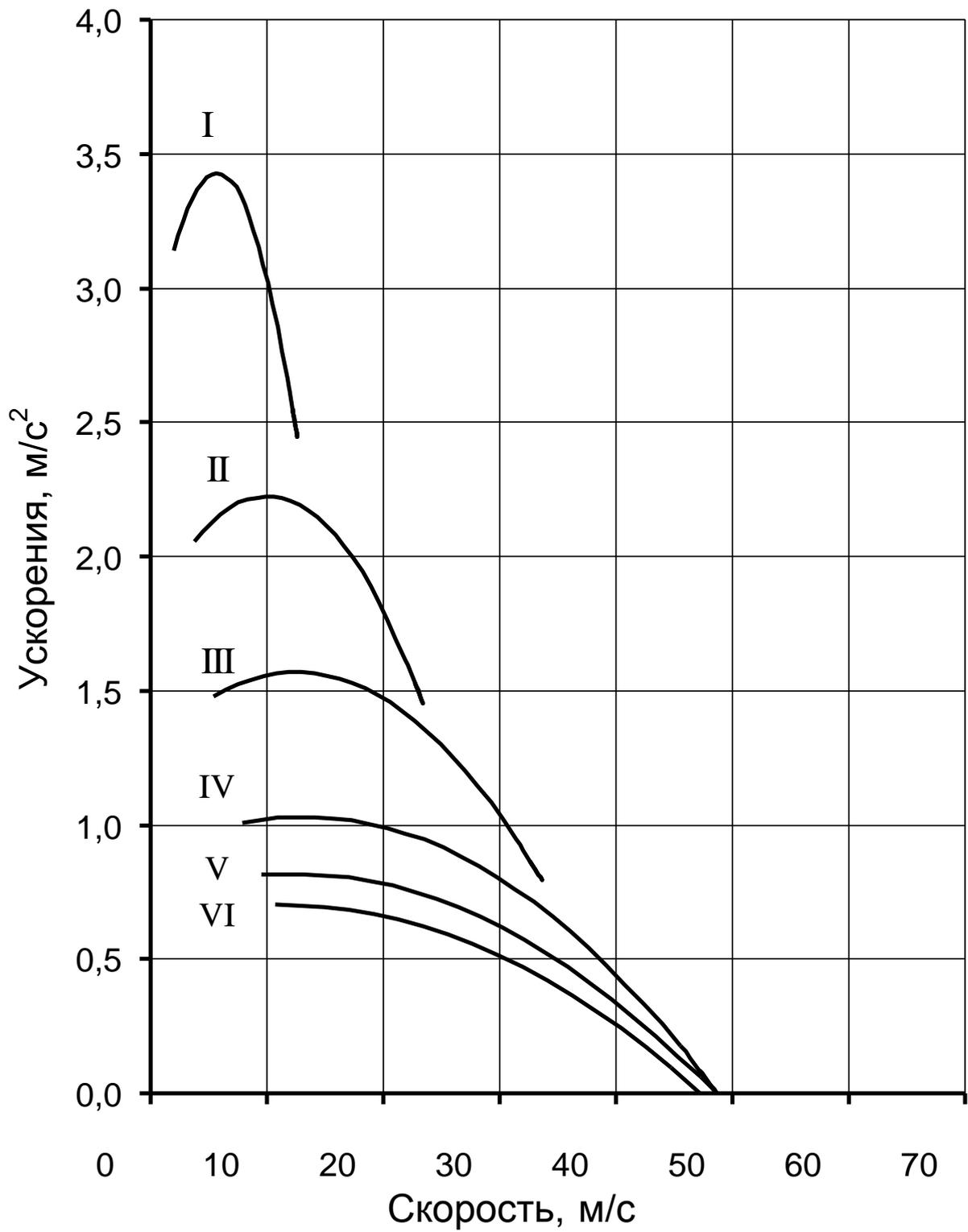


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

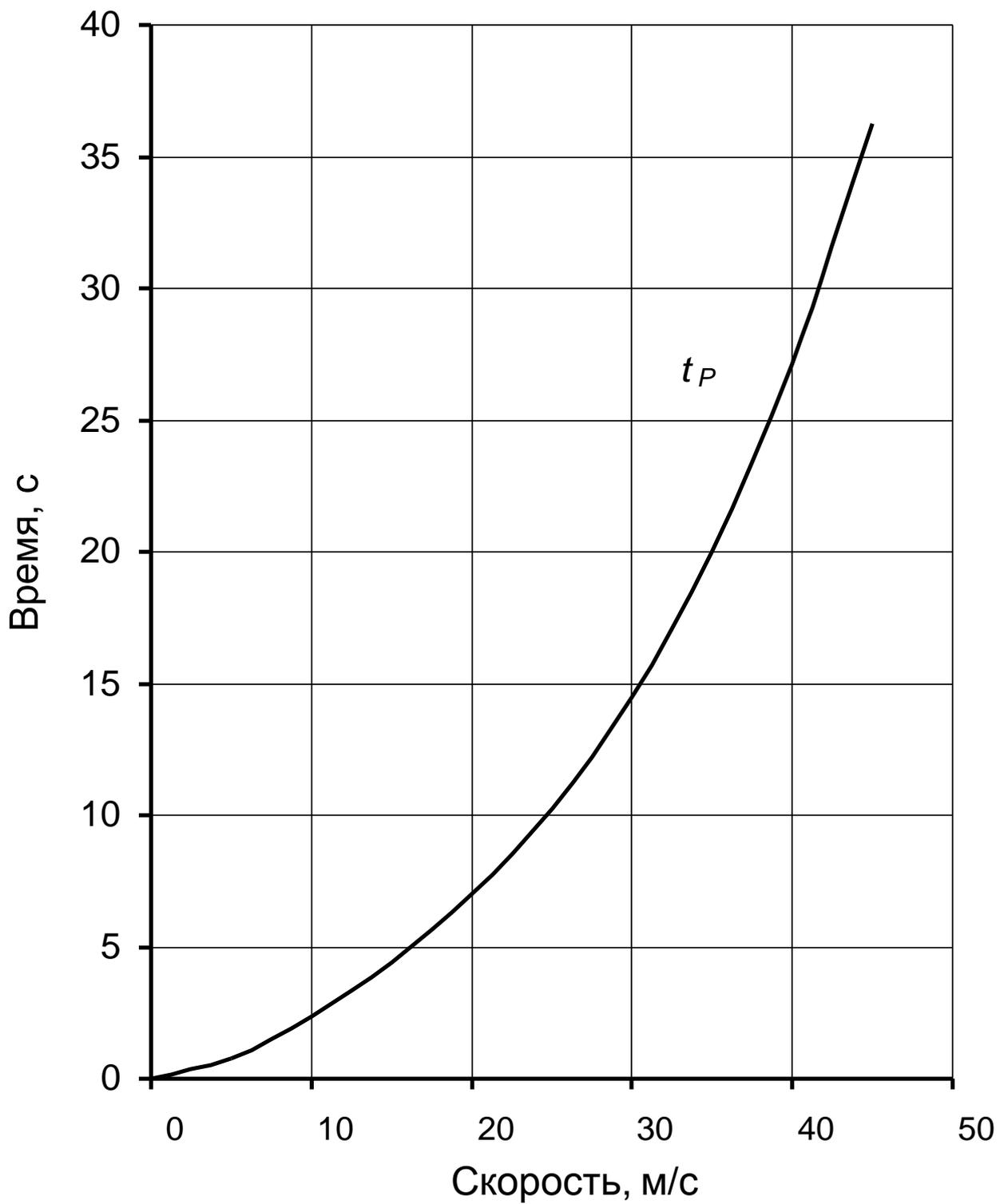


Рисунок А.6 – Время разгона

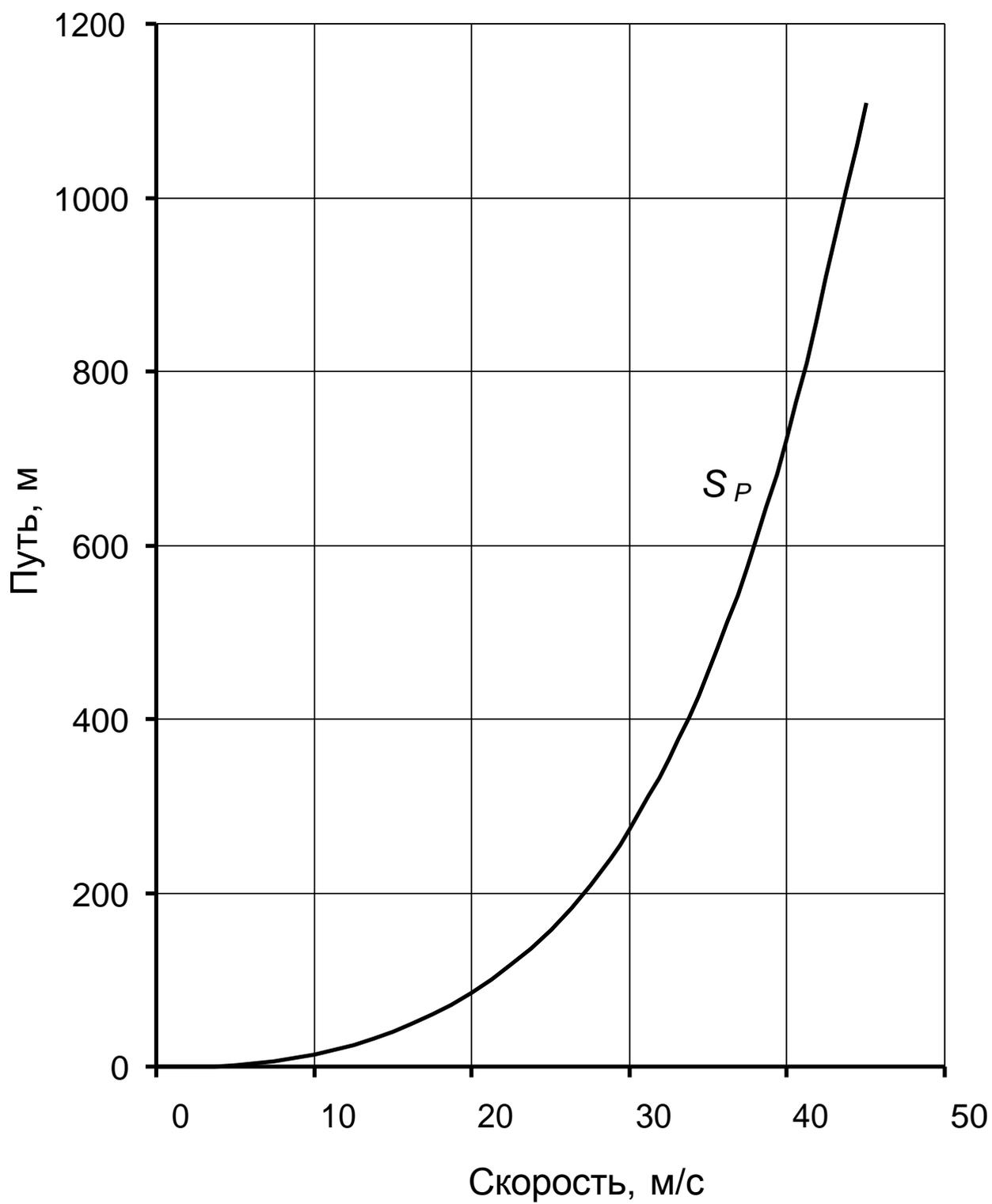


Рисунок А.7 – Путь разгона

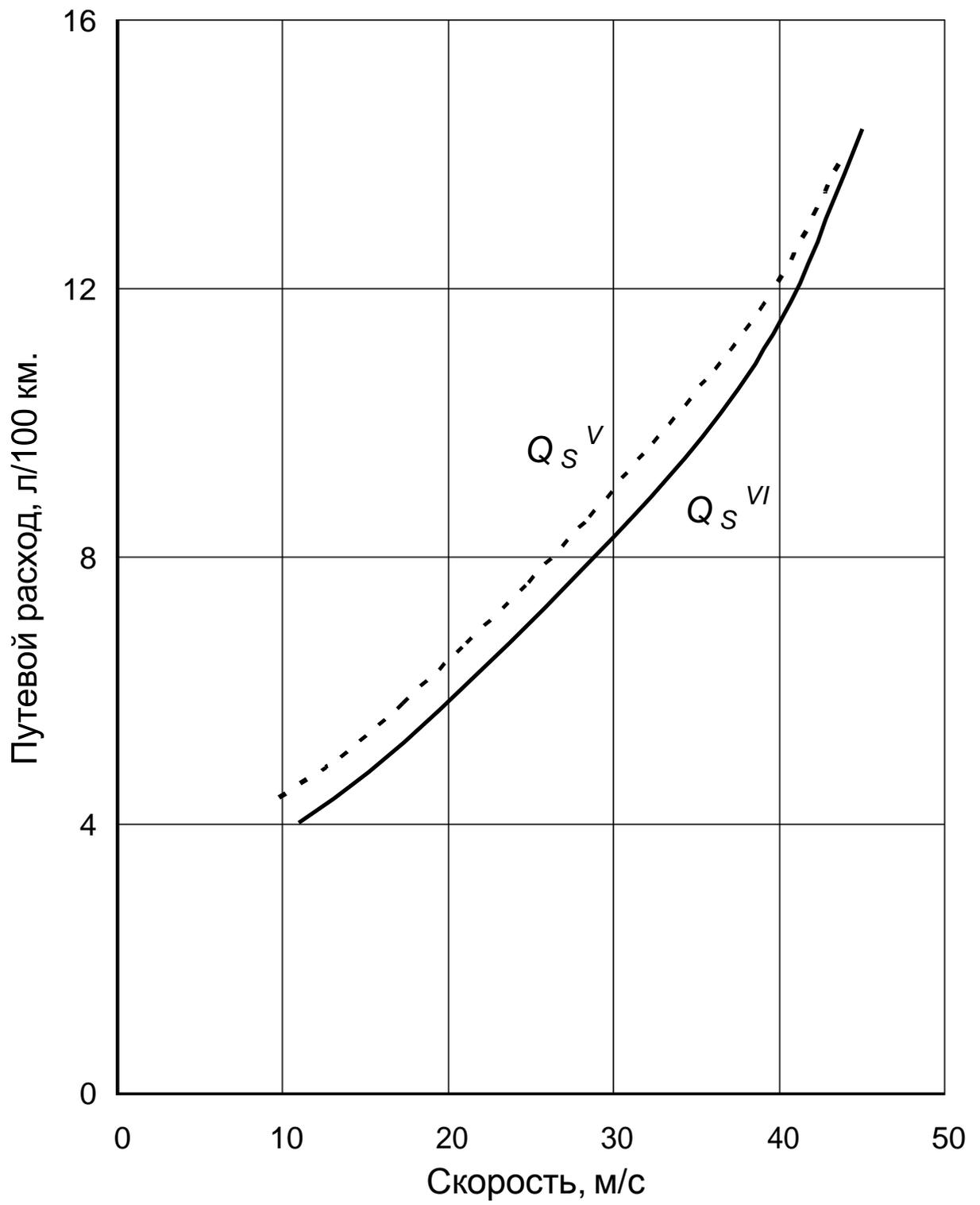


Рисунок А.8 – Путь расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

1 «Настоящие Правила устанавливают основные государственные нормативные требования охраны труда и обязательны для исполнения всеми работодателями (юридическими или физическими лицами) независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности при осуществлении ими любых видов деятельности в» автомобильной «промышленности (эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда).»[16]

2 Требования охраны труда, содержащиеся в производственно-отраслевых нормативных документах организаций»[16] автомобильной «промышленности, не должны противоречить положениям настоящих Правил, норм технологического проектирования, типовых инструкций по охране труда, инструкций заводов-изготовителей по эксплуатации производственного оборудования и технических средств, нормативных документов федеральных органов исполнительной власти.»[16]

3 «В соответствии со статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан обеспечить разработку и утверждение с учетом мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа инструкций по охране труда для работников в дополнение (на основе) настоящих Правил.»[16]

4 «При осуществлении производственной деятельности, разработке новых технологических процессов и видов оборудования автомобильной промышленности должны быть предусмотрены меры, исключающие или уменьшающие до допустимых пределов воздействие на работников следующих возможных опасных и вредных производственных факторов:

а) физические факторы:

- движущиеся транспортные средства, машины, механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;

- повышенные запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная подвижность воздуха;
- повышенный уровень шума на рабочих местах;
- повышенный уровень вибрационной нагрузки на оператора;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный уровень статического электричества;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

б) химические факторы:

- токсическое и раздражающее воздействие химических веществ, моющих и дезинфицирующих средств на органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки человека;

в) психофизиологические факторы:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки (монотонность труда).»[16]

5 «Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны организаций»[16] автомобильной промышленности не должно превышать предельно допустимые концентрации, установленные соответствующими нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

6 «Температура, влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений, уровни звукового давления (шума) и вибрационной нагрузки на рабочих местах, обеспечение безопасных условий труда работников, использующих видеодисплейные терминалы и персональные электронно-вычислительные машины, а также освещенность производственных помещений, сооружений и площадок организаций»[16]

автомобильной «промышленности должны удовлетворять требованиям соответствующих нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.»[16]

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

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

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

10 В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет»[16] соответственно.

11 «При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться

установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 «[16]О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную»[16] и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную»[16] (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.»[16]

12 «Все работники, занятые в производственных процессах»[16] автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[16]

13 «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.»[16]

14 «В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда,

осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[16]

15 «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[16]

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

17 «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и

санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[16]

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

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

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

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

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

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

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

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

«Термины и определения» [16]

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

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

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

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

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

31 «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм

человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата»

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

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

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

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

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

«Оптимальные условия микроклимата»

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

36 «Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо

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

37 «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [16]

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