

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему «Переднеприводный легковой автомобиль 2кл. Модернизация
рулевого механизма»

Студент

Бурков К.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Лата В.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Лата В.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Фесина М.И.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Капрова В.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Егоров А.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Ященко В.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте на тему «Переднеприводный легковой автомобиль второго класса. Модернизация рулевого управления» были рассмотрены современные конструкции рулевых реек, требования, которые предъявляются к данному узлу, классификация конструкций рулевого управления и тенденции развития. По результатам анализа был выбран и обоснован вариант модернизации рулевого управления. Произведен тягово-динамический расчет переднеприводного легкового автомобиля второго класса, по результатам которого был составлен ряд графиков. Был произведен расчет модернизируемого узла автомобиля включающий в себя расчет зубчатого зацепления. Составлен технологический процесс сборки рулевой рейки, представленный в виде таблицы. Произведен анализ безопасности и экологичности данного проекта. Произведено организационно-экономическое обоснование эффективности и общественной эффективности данной модернизации.

Дипломный проект содержит пояснительную записку объемом 106 страниц, а также приложения в виде графической части, включающей в себя: графики тягово-динамического расчета, технологический процесс сборки узла, графики экономической эффективности проекта, общий вид автомобиля, сборочные чертежи, спецификации к ним и детализировку.

The title of the diploma project is "Front wheels drive car of the second class. Modernization of the steering system". In the diploma project was described review and detailed modern design of the steering system, the technical requirements of the steering system, the classification of the steering structures and development trends. Based on the results of the analysis, the option of improvements the steering system was selected and justified. Traction-dynamic calculation of the front-wheel drive car of the second class was made, according to the results of

which a number of graphs were compiled. A calculation of the steering system of a car including the calculation of the gear. The technological process of assembling the racks of the steering system was presented in the form of a table. The active and passive safety and ecological compatibility of this project was analyzed. The organizational and economic feasibility of this modernization was made.

The diploma project consists of an explanation note on 106 pages, and the graphic part, including: graphs of the traction-dynamic calculation, the technological process of assembling the unit, the graphs of the economic, safety and social efficiency of the project, the general view of the car, assembly drawings, specifications and detailing.

СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	6
<u>1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА</u>	7
<u>1.1 Рулевое управление. Назначение</u>	7
<u>1.2. Требования, предъявляемые к рулевому управлению</u>	8
<u>1.3 Конструкция рулевого управления. Классификация</u>	10
<u>1.4 Рулевое управление. Обзор и тенденции</u> Ошибка! Закладка не определена.	6
<u>1.5 Описание выбранного варианта конструкции</u>	29
<u>3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</u>	31
<u>3.1 Анализ тягово – динамических характеристик автомобиля</u>	31
<u>3.2 Расчет параметров зацепления механизма «шестерня-рейка»</u>	48
<u>4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</u>	67
<u>4.1 Освоение изменения конструкции рулевого управления</u>	67
<u>4.2. Критерии технологического процесса к конструкции рулевого управления</u>	67
<u>4.3. Разработка технологических операций сборки рулевого управления</u> .	68
<u>4.4 Составления перечня сборочных операций</u>	69
<u>4.5 Вывод</u>	70
<u>5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОДЕРНИЗИРУЕМОГО ОБЪЕКТА</u>	71
<u>5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла</u>	72
<u>5.2 Расчет коммерческого эффективности проекта</u>	81
<u>5.4 Анализ проведенных расчетов и вывод</u>	89
<u>6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА</u>	90
<u>6.1 Анализ конструктивной и утилизационной безопасности проектируемой рулевого управления</u>	90
<u>6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта</u>	94

<u>6.2 Идентификация профессиональных рисков</u>	<u>95</u>
<u>6.3 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта</u>	<u>96</u>
<u>6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта</u>	<u>97</u>
<u>6.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта</u>	<u>100</u>
<u>6.6. Заключение</u>	<u>100</u>
<u>7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ</u>	<u>101</u>
<u>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</u>	<u>102</u>
<u>Приложение А</u>	<u>106</u>

Введение

При конструировании узлов и деталей автомобиля необходимо учитывать различные требования по надежности, топливной экономичности, ремонтпригодности, требованиям безопасности, а также обеспечение максимальной технологичности каждого узла и детали автомобиля. Анализ аварийных ситуаций становится все более важным, если учесть, что за последние 20 лет количество транспортных средств увеличилось в 6 раз, и требования к их безопасности постоянно возрастают.

Исследования показали, что основная причина получения тяжелых и смертельных травм - удары о передний щиток и рулевую колонку. Таким образом рулевая колонка является основным источником травм водителя при лобовых столкновениях.

Для уменьшения количества несчастных случаев на автомобильных дорогах необходимо дальнейшее совершенствование активных и пассивных средств, повышение безопасности как автомобиля, так и дорожного движения.

К средствам пассивной безопасности относятся те элементы конструкции автомобиля и дорог, которые снижают тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий без активных действий со стороны участников движения. К такому средству относится травмобезопасная рулевая колонка, которая при столкновении автомобиля, поглощает кинетическую энергию удара. В качестве энергопоглощающих устройств в рулевых колонках применяют металлические, резиновые, пластмассовые деформирующиеся, разрушающиеся или смещающиеся детали. Используются энергопоглощающие устройства с жидкостью и газом.

1. Состояние вопроса

1.1 Рулевое управление. Назначение

Рулевое управление создано для изменения и поддержания направления движения автомобиля, включает в себя все части элементы от рулевого колеса до рычага рулевой тяги.

Рулевое управление есть совокупность узлов и деталей, осуществляющих поворачивание управляемых колес автомобиля. В классическом случае управление состоит из трех основных частей:

- 1) рулевого механизма;
- 2) рулевого привода;
- 3) усилителя.

За последнее время инженеры-автомобилестроители внесли значительные усовершенствования в конструкцию автомобиля, стало появляться большее число совершенно новых конструктивных решений.

На автомобилях изменяется направление движения осуществлением поворота передних колес различными типами рулевых управлений.

В зависимости от принятого в стране направления движения автомобилей различают левое (Россия, США и др.) или правое (Япония, Великобритания) рулевое управление.

Для облегчения управления все чаще применяют различные усилители рулевого управления.

Рулевые механизмы без усилителя обычно устанавливаются на самых малых классах и грузовых малой грузоподъемности. Однако, в последнее время, в целях повышения комфорта на такие автомобили устанавливаются усилители рулевого управления. При этом ощутимо облегчается их

управление, улучшаются показатели маневренности и повышается безопасность — при разрыве шины автомобиль можно постараться удержать на нужной траектории движения.

Главной задачей рулевого управления есть вероятно более однозначное преобразование угла при поворот рулевого колеса в угол при поворот колес и обратная передача водителю через рулевое колесо информацию о направлении движения автомобиля.

1.2. Требования, предъявляемые к рулевому управлению

Между поворотами рулевого колеса и желаемым изменением направления движения автомобиля прямая функциональная связь не существует, так как цепь «поворот руля — изменение угла передних колес — происхождение боковых сил — изменение направления движения» не постоянна, в следствие ограниченной жесткости частей рулевого управления. Поэтому, во время езды связь между углом поворота руля, и вызванной им сменой направления движения при случае меняется. В результате водитель должен перерабатывать огромный объем информации, которая далеко выходит за рамки визуальной (сход автомобиля с нужной траектории). Сюда можно также отнести, к примеру, вынужденный наклон водителя под действием поперечного ускорения автомобиля и стабилизирующий момент на рулевом колесе, ощутимый водителем.

Также задачей рулевого управления имеется ввиду возможно более прямое преобразование угла поворота руля в угол поворота колес и передача водителю через руль информации о положении движения автомобиля. Для обеспечения данной важной функции к рулевому управлению предъявляются требования:

1) обеспечение большой маневренности автомобилей, при которой осуществляются быстрые и крутые повороты на сравнительно ограниченных.

2) легкость управления автомобилем, оцениваемая величиной усилия, прикладываемого к рулевому колесу;

3) огромная степень надежности воздействия, поскольку в отличие от многих других узлов агрегатов и механизмов автомобиля выдох рулевого управления из строя в большем количестве случаев оканчивается аварией или катастрофой;

4) также правильная кинематика поворота, с которой все колеса автомобиля катятся по концентрическим окружностям (не выполнение данного условия приводит к скольжению шин или заносу автомобиля по дороге, быстрому их износу, наибольшему нарастанию оборотов двигателя и расходу топлива);

5) хорошее ощущение толчков и воздействий от дороги на рулевом колесе при проезде по плохим дорогам (при ощущениях на руле толчков водитель быстрее утомляется и снижается безопасность и безаварийность движения);

6) точность отслеживаемого действия, а главное кинематическое, в котором любому заданному положению руля будет соответствовать всегда определенная ранее рассчитанная крутость поворота;

7) отсутствие в самом рулевом управлении недопустимых люфтов, приводящих к ухудшению связи автомобиля с дорогой, к его вилянию, в том числе при движении на больших скоростях или даже при движении по ухабистым дорогам;

8) экономические требования: сокращение числа деталей рулевого управления без уменьшения безопасности использования, унификация производимых деталей, упрощение технологии его изготовления без ущерба

надежности, уменьшение габаритов, исключение необходимости в частой регулировке во время эксплуатации и в уходе за всеми подвижными деталями.

1.3 Конструкция рулевого управления. Классификация

Рулевое колесо через карданный вал передает на рулевой механизм вращающий момент, осуществляемый руками водителя, и переводит его в силы растяжения, и силы сжатия соответственно, которые через боковые тяги воздействуют на поворотные рычаги рулевой трапеции автомобиля. Рычаги закреплены на поворотных цапфах и поворачивают их на определенный угол.

Рулевые механизмы делятся на механизмы с вращательным и возвратно поступательным движениями в итоге. Обычно устанавливаются рулевые механизмы трех типов: "червяк 2 гребневый ролик", "винт гайка с циркулирующими шариками" – с вращательным движением в итоге, и "шестерня-рейка" – с вращательно поступательным.

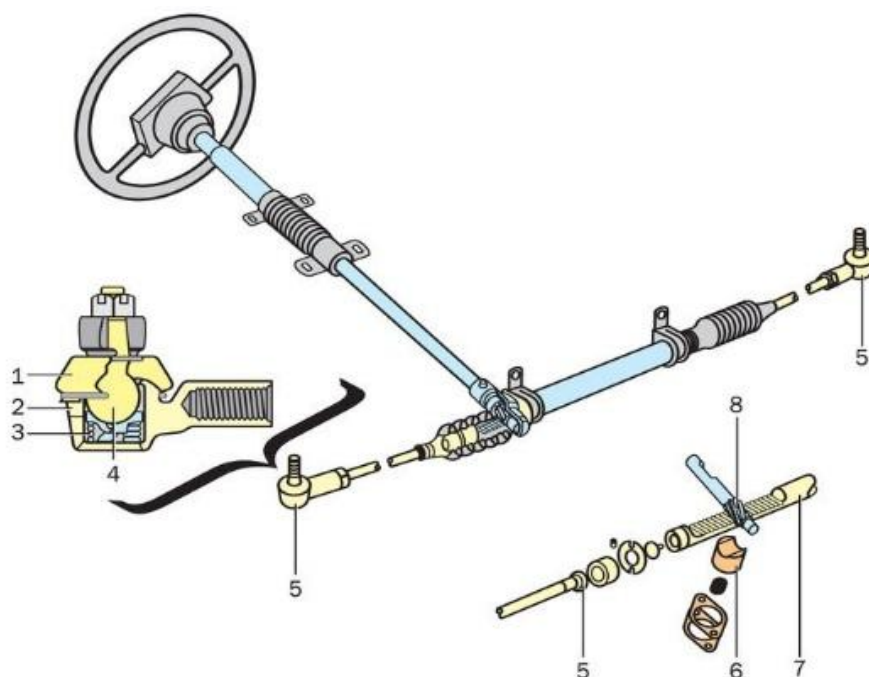
Но, в свою очередь, является очень дорогим из всех типов рулевых механизмов. В винтовой паре всех этих механизмов действует не трение скольжения, а трение качения. Гайка, являясь одновременно и рейкой, находится в зацеплении с зубчатым сектором винта. Ввиду маленького угла поворота сектора, у этого механизма достаточно легко реализовать переменное передаточное число, с повышением оно по мере увеличения угла поворота руля, за счет установки сектора в положении эксцентриситета, либо применением переменного шага зубчатого зацепления. Высокий КПД, надежность, стабильность характеристик во время больших нагрузок, высокая износостойкость, возможность получения без зазорного соединения, обусловили также практическое исключительное использование этих механизмов на почти всех автомобилях большего и высшего классов, и части и среднего класса.

На легковых автомобилях малых и особо малых классов устанавливаются рулевые механизмы вида "червяк ролик" и "шестерня рейка". При зависимой подвеске передних колес, которая в настоящее время почти не применяется или применяется только для высокой проходимости, необходим к установке рулевой механизм только с вращательным движением на выходе. "Червяк ролик" хуже механизма "шестерня рейка" и по причине удобства компоновки узлов на переднеприводных автомобилях последние механизмы получили крайне широкое применение.

Реечный рулевой механизм есть самый распространенный тип механизма, применяемым на легковых автомобилях. Реечный рулевой механизм включает в свою конструкцию шестерню и рулевую рейку. Шестерня соединяется с помощью карданов с валом рулевого колеса и находится в постоянном зацеплении с рулевой (зубчатой) рейкой.

Работа реечного рулевого механизма осуществляется по следующему алгоритму. При вращении рулевого колеса рейка перемещается в стороны. При движении рейки перемещаются соединенные с ней тяги рулевого привода и поворачивают управляемые колеса.

Реечный рулевой механизм простой по своей конструкции, соответственно имеет высокий КПД, а также высокую надежность.

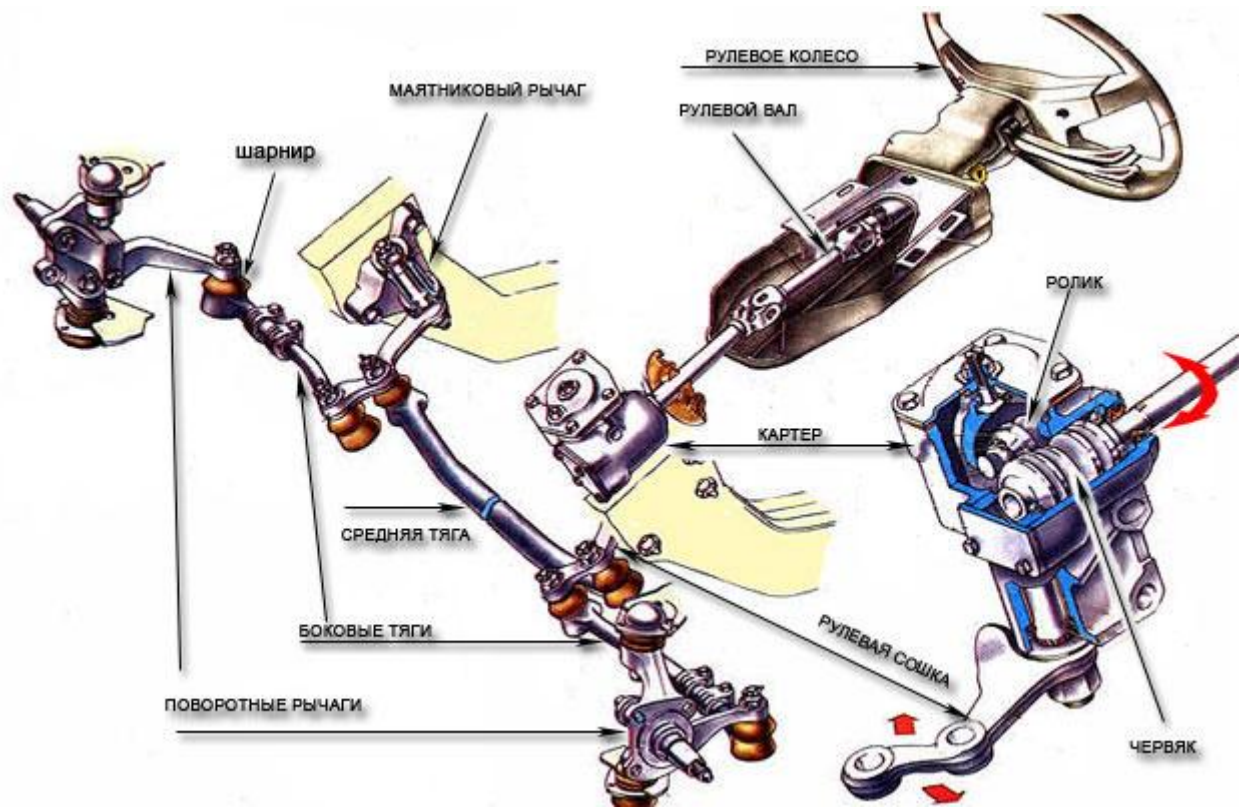


Реечный рулевой механизм:

- 1 — чехол; 2 — вкладыш;
 3 — пружина; 4 — шаровой палец;
 5 — шаровой шарнир; 6 — упор;
 7 — рулевая рейка; 8 — шестерня

Червячный рулевой механизм состоит из глобоидного червяка (червяка с непостоянным диаметром), также соединенного с рулевым валом, и ролика. На валу ролика вне корпуса рулевого механизма установлен рычаг - сошка, связанная с тягами рулевого редуктора.

Червячный рулевой механизм обладает сравнительно меньшей чувствительностью к ударным нагрузкам, обеспечивает гораздо большие углы поворота управляемых колес и также лучшую маневренность автомобиля. А с другой стороны червячный механизм сложен в изготовлении, и по этой причине дорог.

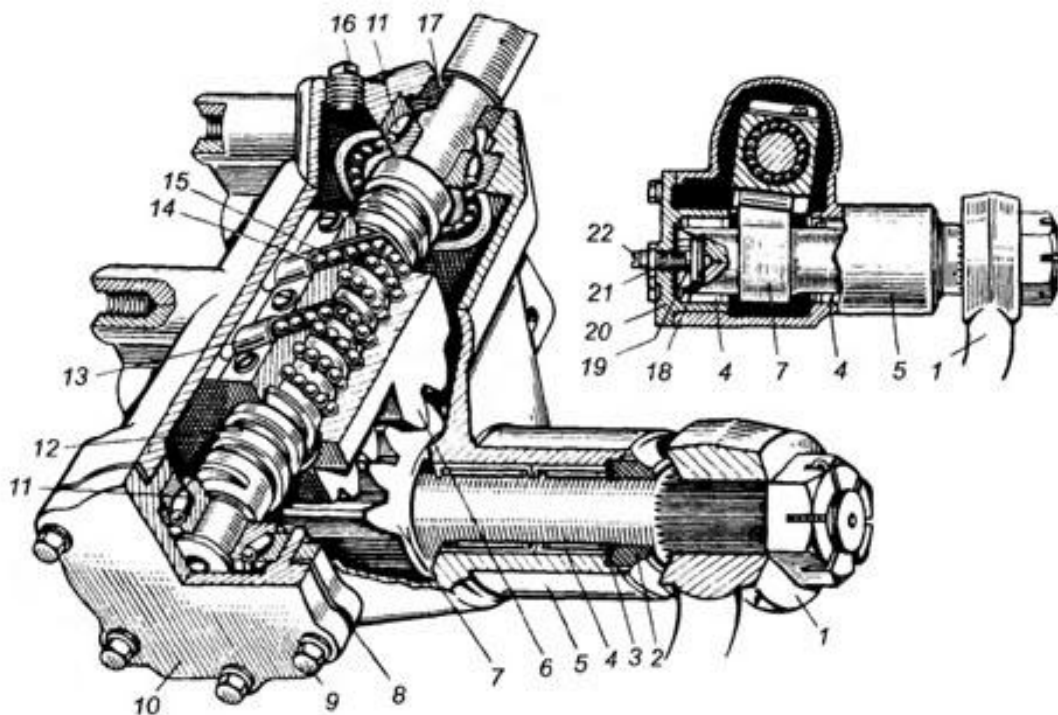


Рулевое управление с таким механизмом имеет большое число соединений и деталей, поэтому требуется периодическая регулировка. Червячный рулевой механизм применяется почти на всех легковых автомобилях высокой проходимости с зависимой подвеской управляемых колес, легких грузовых автомобилях и автобусах. Ранее такой тип рулевого механизма устанавливался на отечественных «жигулях».

Винтовой рулевой механизм вбирает в себя следующие конструктивные элементы: винт, иногда соединенный карданом с валом рулевого колеса; гайку, перемещающуюся по винту; зубчатую рейку, вырезанную по гайке; зубчатый сектор, соединенный с рейкой; рулевую сошку, расположенную на валу сектора.

Особенностями винтового рулевого механизма являются соединения винта и гайки с помощью шариков, вследствие чего достигается меньшее трение и износ механизма.

По своей сути работа винтового рулевого механизма почти схожа с работой червячного механизма. Поворот руля сопровождается вращением винта, который перемещает насаженную на него гайку. При этом происходит круговое движение шариков. Гайка с помощью зубчатой рейки перемещает зубчатый сектор и с ним рулевую сошку.



- 1 — сошка;
- 2 и 17 — уплотнительные манжеты;
- 3 — упорное кольцо;
- 4 — подшипник вала сектора;
- 5 — картер;
- 6 — гайка-рейка;
- 7 — зубчатый сектор;
- 8 — регулировочные прокладки;
- 9 — болт крепления крышки;
- 10 — нижняя крышка;
- 11 — подшипник винта;
- 12 — винт;
- 13 и 15 — направляющие шариков;
- 14 — шарики;
- 16 — пробка отверстия для заливки масла;
- 18 — опорная пластина;
- 19 — гайка регулировочного винта;

- 20 — боковая крышка картера;
- 21 — контргайка;
- 22 — регулировочный винт.

1.4 Рулевое управление. Обзор и тенденции

Не так давно существовали два варианта рулевых механизмов с дискретными гидроусилителями: реечные и «винт шариковая гайка сектор». Последние ставили на большие автомобили и автомобили повышенной проходимости. А сегодня и на тяжелых машинах все чаще и чаще появляются облегченные реечные рулевые механизмы.

Делать управление комфортным почти во всех случаях, помогают редукторы рулевых механизмов с переменным передаточным отношением: в центральной части рейки зубья нарезаны с малыми шагами, на концах - шаг больше. При небольших углах поворота машина не так остро и резко реагирует на действия рулем, что в свою очередь крайне важно на высоких скоростях, зато, разворачиваясь, крутить руль на месте приходится меньше. Еще больше комфорта и безопасности привнесли системы изменяющие усилие водителя на руле в зависимости от скорости движения. Пример - система «Сервотроник».

В верхней части распределителя находится полость обратного действия. В ней и движется поршень, связан с золотником.

Такое устройство работает эффективно и надежно, однако гидравлический насос потребляет мощность двигателя, увеличивая расход топлива. Такое решение недопустимо для автомобилей с маломощными двигателями. Конструкторы нашли иное решение: давление рабочей жидкости нагнетает вспомогательный электрический насос. Блок управления считывает информацию от датчиков вращения руля, а также скорости автомобиля.

Производители знают, что благодаря электрогидравлическим усилителям автомобиль способен экономить около 0,2 л/100 км. Также

известно, что инженерам намного проще подбирать характеристики, настраивать устройство для конкретной модели автомобиля.

Испытания рулевого механизма входят в состав дорожных испытаний на надежность и всех валидационных испытаний автомобиля. Ниже представлены части оригинальных методик альянса AVTOVAZ-Renault-NISSAN в оригинале:

This standard has for purpose the definition of the functional characteristics defining the tests of synthesis reliability – durability of type E.D.A.U (Durability test of Aspect and Usage); that is to describe the types and the quantities of stresses which constitutes it.

This document describes only the stresses for passenger cars and applies as well for the vehicles of the Renault group (serial life and prototypes), and competitors.

The tests of type EDAU are tests of synthesis of the perimeter reliability – durability. They have for objective to perform an artificial aging, representative of a natural ageing bound to the driving and in usage of vehicles by our customers.

They are constituted by the big families of stresses which the customers meet by using normally their vehicle. The acceleration of the ageing is obtained by condensing the stresses in the time and not by increasing their levels. Their specificity is to combine the stresses and thus to be representative, as much as possible, of a real use.

The types of stresses are characterized by reference sections of the CTA, the types of maneuver and by their quantity performed in every test category. The present document makes a physical description of the stresses and the quantities.

The families of stresses are:

Vibratory stresses

Represented by various sections of road bringing levels and frequencies of vibration varied.

Environmental conditions

Represented by accesses in fords, tunnel of dust, sequences in climatic chambers, fords corrosion.

Customer usage

Represented by orders of use of the gear box or the equipment of the vehicle, the orders of loading.

EDAU is an ageing test the main component of which is the customer use. In the test, the main stresses are the numbers of maneuver and the accesses in climatic chamber.

EDAU is representative of the customer 80 % in number of maneuver only.

There are 2 categories for the customer counting of the occurrences:

There are data customers (DEFIPRO, other) available : implementation of a maneuver by sequence is $1 \times 13 \text{ seq.} \times 120 \text{ cycles} = 1560$ occurrences

In that case, it is possible that the value of 1560 occurrences is superior to the parts requirements (Practicable Minimum Value).

There are data customers (DEFIPRO, other) available : calculation of the number of occurrence with for horizon 3 years customer (rate of 80 % coverage).

Gravel Steering

At 10 km/h, accelerate carefully with wheel steering slightly to the right to obtain a start of stone projections, then it's made the same maneuver with wheel steering lightly to the left.

Put the hand brake and gear lever into P or N. Stop the engine, extract the key and check the steering column lock.

Locking of the doors

Vehicles keys

- Drop the key from a height of 1 meter onto hard ground (not to throw it).
- Using the key to lock the vehicle (button "Locking") and check the flickering of signal lamp.
- Check the driver's door lock immediately.
- Unlock the vehicle, press the button "Unlocking" only the doors must be unlocked, the trunk should remain closed.
- Get the electric window glass down.
- Get the electric window glass up.
- Get out of vehicle and stand in front of the Trunk Lid, open the trunk with button "Trunk(Unlocking)". Put key into
the inside of trunk and close the trunk. (Trunk should not be closed if the key is not sufficiently far away from the
inside of trunk)
- Extract the help key from the main key body by support on the small button.
- Make 1 test of unlocking/locking of the door with the help key.

- 1 Lock the doors by button of handle of door.
- Make 1 test of lighting of the navigation lights by pressing the button on the key.

Driver side

Starting motor:

- Start engine ON and activate the heating seat on the driver side and check the lighting on the cluster.

- Activation of the de-icing (deforest) of the rear glass (tail glass) and the windshield.

- A/C (according to equipment) ON

- Maximize Front Ventilation.

- Set up the temperature to the maximum.

- Turn on the position lamp and fog lamp Front / Rear.

- Verify the seat is heated.

Door:

- 1 Up / down of the driver window glass. Testing the anti-pinch window driver by inserting the element provided for

this purpose between the glass and the amount rising above the door.

- 1 Opening/closing the door with half open window glass.

- 1 Opening/closing the door with the button on door.

- 2 Operation high/low and left/right of electronic side mirror, LH. (if not equipped, manually)

- 2 Operation high/low and left/right of electronic side mirror, RH. (if not equipped, manually)

- 1 Operation of side mirror folding & unfolding.

- 2 Openings/closing the door at outside of vehicle.

- Turn off the heating seat.

- Adjust the temperature if too hot in the cockpit.

Seat:

- 1 Rise/descent of the head-rest (support on button).

- 2 adjust seat position to maximum/minimum.

- 1 Unfolding of the seat belt to the maximum and to let it only be rolled up.

- 1 Height adjustment of seat belt.

- 2 Opening/closing of the central console.

- 1 adjustment of lumbar support to mini/maximum.

Air-conditioning/ventilation:

- 2 Opening/closing of each of the ventilator.

- 2 Operation high/low and left/right of ventilator.

- 2 Operation of all position of air mode.

- 2 Air recycling ON/OFF

Miscellaneous:

- Disable de-icing (defrost) of the rear glass (tail glass) and the windshield.

- Turn ON the Front Lighting.
- 1 Operation high lighting.
- Turn off the lighting.
- Check all screen of trip computer.
- 1 operation of door handle or sunglass case.
- 2 ON/OFF the ceiling light and inside lighting of driver & passenger.
- 2 Operation of sunvisor and 2 operation of sunvisor mirror.
- 2 Operation of child minder mirror (if not, sunglasses holder).
- 1 Operation of tilt & telescopic function of steering wheel.
- 1 Operation of Side turn signal and verify its sound and lighting
- 1 Operation of emergency button and verify its sound and lighting.
- 1 Open of Fuel Lid.

Passenger side

- Activate the heating seat on the passenger side.

Door:

- 1 Rise/descent of the passenger window glass.
- 1 Opening/closing the door with half open window glass.
- 1 Opening/closing the door with the button on door.
- 2 Opening/closing the door by outside door handle.

Manual retro (side rear-view mirror):

- 2 Operation high/low and left/right of side mirror, RH (if manual side mirror case)

* Verify the heating seat works properly and deactivate the heating seat all.

Seat:

- 1 Rise/descent of the head-rest.

- 2 adjust seat position to maximum/minimum. (Do not operate if seat with weight).

- 1 Unfolding of the seat belt to the maximum and to let it only be rolled up.

- 1 Height adjustment of seat belt.

- 2 opening/closing of the additional storage door in the floor. (If equipped)

Sun roof:

- 2 Opening/closing of sliding sunroof.

- 1 Operation of all the positions (Open, Close, Half open)

Miscellaneous:

- 2 Opening/closing of glove box.

- 1 operation of door handle.

- 2 Operation of sunvisor and room mirror and 2 Operation of sunvisor mirror.

- 2 opening/closing of the additional storage door in the floor. (If equipped)

Air-conditioning/ventilation:

- 2 Opening/closing of each of the ventilator.

- 2 Operation high/low and left/right of ventilator.

Back Doors

RR RH and RR LH:

- 1 Openings/closing the door at outside of vehicle.
- 1 Opening/closing the door with the button on door. (Do not operate if weight in there)

- 1 Rise/descent of the driver window glass.

* Check the Child Lock function

- Descend the electric window glass
- Close the door after locking of child lock.
- Check the door does not open at inside
- Open the door and unlock the child lock.
- Close the window.
- Lock rear windows electrically by a support on the button “judgment of the rear windows” located on the door of driver.
- Check the prohibition of rear window opening by the rear door catch button at inside.

- Unlock the “judgment of the rear windows”.

RR Seats(Headquarters): to operate for each rear place (if no weight):

- 1 Unfolding of the seat belt to the maximum and to let it only be rolled up.

- 1 Wrapping an unwinding of the central belt.
- 1 Rise/descent of the head-rests.
- 1 adjustment of seat position to maximum/minimum.
- 1 fully folding of the seat and unfolding for each seat (if equipped)

RR Miscellaneous:

- 1 ON/OFF left and right lighting on the ceiling.
 - 1 Operation of centre armrest.
 - 1 operation of door handle.
 - 1 Operation of cigar jack and check the its light (12V)
 - 1 Opening/closing of each of the ventilator.
 - 2 Operation high/low and left/right of ventilator.
- * After completion of S.M. close the Fuel Lid and stop the engine.

AIM

The aim of this test procedure is to determine the resistance of vehicles and materials to gravel on roads, for the purpose of:

- Vehicle development
- Material research (metallic and composite)
- Coating research (metallic and organic)

VEHICLE DEVELOPMENT

This test enables identification of the areas hit by gravel. These areas may be subject to appearance defects and/or corrosion or operational failures or may be the

source of noise. A map of the damaged areas and evaluation of the levels of damage may be drawn up on the basis of the test results.

Graveled area on the work road

This area, 300m long, is part of the so-called "work road", which is 1,600m long.

The surface of this area is made up of a gravel layer consisting of:

- Two thirds 10-14mm gravel
- One third 2-6mm gravel

PRINCIPLE

A vehicle runs on roads featuring damaging areas covered with gravel, sand and stones. Depending on the expected result, this vehicle may be preceded by another vehicle so as to increase the level of damage.

This vehicle may be:

- Either a research vehicle for which technical solutions shall be validated after tryout
- Or a vehicle fitted with:
 - Mock-up or prototype parts (body side, for example) for which an analysis of the gravel-affected areas is required
 - Definitive parts installed in the vehicle configuration for which an inspection of the gravel-affected areas (location and/or density) is required
 - Test pieces made of a material or covered with a coating that requires research.

GOAL

This procedure is intended to describe a test to assess the holding in vibration and climatic endurance (sunshine) of the various components of a vehicle (car body accessories, components port type roof rails).

The DIEC Parts are listed.

The vibratory solicitations are introduced at the wheel to reproduce the passage on the vehicle and is driven on the endurance circuit reference (circuit h6-12-2 of the Technical Center Lardy and corrugated sheet-pitch at Aubevoye). The goal of most DIEC parts is 1660 km and 1080 km for roof bars.

The climatic solicitations are generated by solar type infrared ramps as well as a climatic chamber.

PRINCIPLE

The test is conducted on a complete rolling vehicle. For the vibratory part: Each wheel of the vehicle is based on a plateau moving vertically. The vehicle is subjected to vertical solicitations: travel versions of the wheel and accelerations at the rocket. The test bench is an endurance simulator that allows temporal reproduction 'real' of measured solicitations. Results are expressed in kilometers from the circuit reference. For climatic Part: The vehicle is placed in a climatic chamber equipped with infrared radiation panels. The climatic chamber helps regulate the temperature and humidity in the chamber. Regarding climate bench each of the 4 DIEC cylinders is specific. See Annex 3 for technical characteristics.

Следующий шаг — активное управление (Active Steering). Главное его преимущество — возможность менять передаточное число между рулем и управляемыми колесами. На отрезке пути от рулевого колеса к рулевому механизму с гидроусилителем внедрена планетарная передача с дополнительным электромотором.

Когда автомобиль отъезжает от места остановки, передаточное отношение соответственно минимально, а количество полных оборотов руля получается не более двух. С ростом скорости транспортного средства управление также становится менее чувствительным, а стоит немного увеличить скорость — как электромотор, ускоряя водило планетарного редуктора, увеличивает передаточное число в нем.

В свою очередь активное рулевое управление, работая совместно с другими системами автомобиля, способно помочь и в сложных ситуациях. Например, в случае, когда автомобиль заносит, блок управления, опросив датчики угла поворота рулевого колеса и скорости, подаст питание на электромотор, который непременно уменьшит передаточное число, чтобы водителю было намного легче удержать автомобиль на дороге. Также активный руль несомненно полезен и при экстренном торможении с антиблокировочной системой тормозов (ABS): если совершить остановку вовремя не удастся, то водителю будет проще уйти от столкновения.

Подобная система впервые была установлена на серийные модели автомобилей BMW пятой серии. Возможно, в скором времени такие системы будут устанавливаться на множестве автомобилей, пока им на смену не придет не прямое управление, или управление по проводам.

Принцип действия электро и гидроусилителя во многом схож. Поворачивая рулевое колесо, водитель закручивает торсион — чувствительный элемент, посылающий блоку управления или компьютеру, который команду электромотору, который подкручивает рулевой вал, снижая усилие на руде,

Широкое распространение электро и гидроусилителей придерживает нынешний 12-вольтовый тип электрооборудования. Поэтому пока их немного и они встречаются лишь на небольших автомобилях.

Может быть, будущее не за хитрой механикой или гидравликой, а усложненными электроникой. Крупнейшие автомобильные компании интенсивно работают над системами без механической связи между рулем и колесами — так называемым управлением по проводам («steering by wire»). В этом случае вращательное движение руля отслеживает специальный датчик. Электронный блок управления, получая информацию о скорости, боковых и вертикальных ускорениях, посылает сигнал на приводы актуаторы — электромоторы, поворачивающие колеса.

Достоинства такой системы весьма очевидны. В критической ситуации на дороге автомобиль сможет самостоятельно (причем намного быстрее человека) повернуть колеса на достаточный угол.

Самостоятельность автомобиля определено упростит жизнь водителю: например, компьютер сможет легко припарковать автомобиль.

Такие системы выгодны и технологически: протянуть провода куда надо намного проще, чем валы и тяги с шарнирами. Рулевая трапеция уходит в прошлое - разность углов поворота колес теперь задают сами электромоторы. Кстати, и если рассматривать пассивную безопасность данная конструкция отнюдь лучше. Однако, пока не будет решена проблема надежности таких систем, серийного распространения они не получат в целях обеспечения безопасности движения.

1.5 Описание выбранного варианта конструкции

Самое широкое применение в производстве нашли следующие типы реечного рулевого управления:

Тип 1 – боковое расположение ведущей шестерни (слева или справа в зависимости от расположении рулевого колеса) также при креплении боковых тяг к концу зубчатой рейки (см. Рис. 1);

Тип 2 – боковое расположение ведущей шестерни при креплении боковых тяг почти к середине зубчатой рейки (см. Рис. 2);

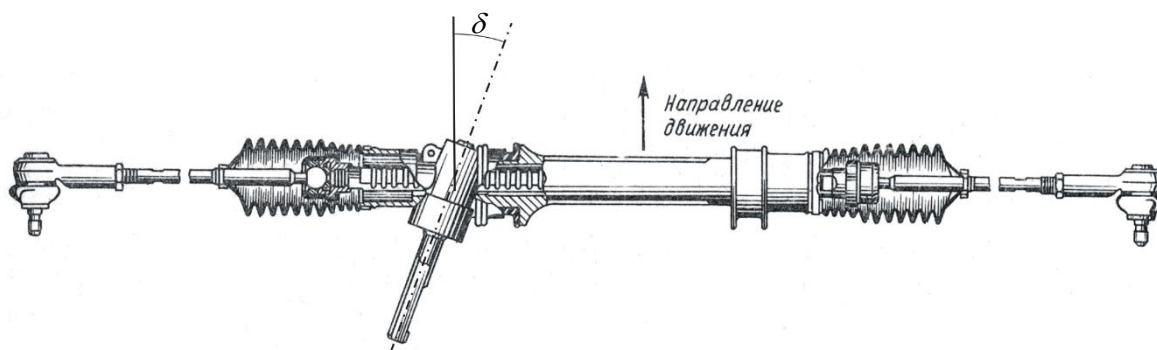


Рис. 1. Исполнение реечного рулевого управления. Тип 1

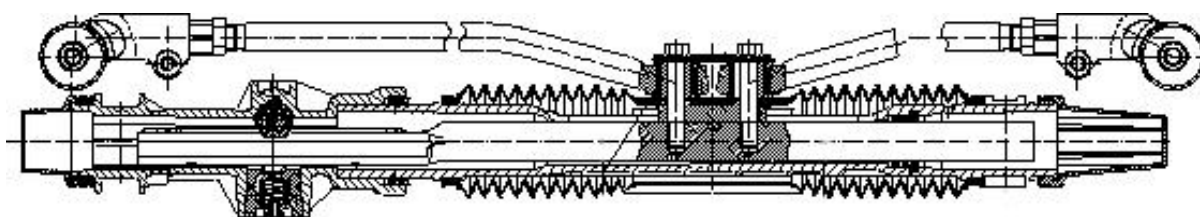


Рис. 2. Исполнение реечного рулевого управления. Тип 2

Выбираем *Тип 2*.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрена заданием на выпускную квалификационную работу специалиста.

3. Конструкторская часть

3.1. Анализ тягово – динамических характеристик автомобиля

3.1.1 Утверждение исходных данных

Тип автомобиля – переднеприводный легковой автомобиль 2 класса

Колесная формула – 4x2

Количество человек – $n = 1$ (чел.)

Длина = 4260 мм.

Ширина (B_r) = 1700 мм.

Высота (H_r) = 1500 мм.

Масса в снаряженном состоянии – $m_0 = 1160$ кг.

Шины: 175/65 R 14

Коэфф аэродин сопротивления - $C_x = 0.37$

Коэфф сопротивления качению - $f_0 = 0.010$

Коэфф преодолеваемого уклона - $\alpha_{MAX} = 0.30$

Максимальная скорость - $V_{MAX} = 168 \text{ км/ч} (46,6 \text{ м/с})$

Максимальная частота вращения коленчатого вала –

$$\omega_{e \max} = 6000 \text{ об/мин} (630 \text{ с}^{-1})$$

КПД трансмиссии – $\eta_{TP} = 0,92$

Число передач – 5

Передаточное число гп - $U_0 = 3.7$

Передаточные числа КПП - $U_1 = 3.63$ $U_2 = 1.95$ $U_3 = 1.36$ $U_4 = 0.94$ $U_5 = 0.78$

3.1.2 Определение мощности и момента двигателя

3.1.3. Определение полной массы автомобиля.

$$M_a = M_0 + M_{ч} \cdot n + M_B \quad (3.1)$$

M_0 – снаряженная масса автомобиля

$M_{ч}$ – масса одного человека (75кг.)

M_B – масса багажа из расчета на одного человека (10 кг.)

n – количество пассажиров, включая водителя

$$M_a = 1160 + 75 \cdot 5 + 50 = 1585 \text{ кг}$$

3.1.4. Определение статистического радиуса колеса.

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

$d = 14$ – посадочный диаметр, дюймы (= 0.356 м)

$\lambda_z = 0.86$ – коэфф верт деформации, зависящий непосредственно от типа шин и профиля

$H/B = 65$ – соотношение высоты профиля шины к ее ширине, %

$B = 0.175$ – ширина профиля шины, м

$H = 65 \cdot 0.175 = 0.113$ – высота профиля шины, м

$$r_{CT} = 0,5 \cdot 0.356 + 0.86 \cdot 0.113 = 0.275 \text{ м}$$

$$r_{CT} \approx r_D \approx r_K = 0,28 \text{ м}$$

r_K – радиус качения шины

3.1.5. Определение коэффициента обтекаемости

$$k = C_x \cdot \rho / 2 \quad (3.3)$$

C_x - коэфф аэродин сопротивления, где

$\rho = 1.239$ – плотность воздуха в н у

$$k = 0.418 \cdot 1.293 / 2 = 0.27$$

Расчет лобовой площади автомобиля

$$F = 0.8 \cdot B_r \cdot H_r \quad (3.4)$$

$$F = 0.8 \cdot 1.7 \cdot 1.5 = 2.04 \text{ м}^2$$

3.1.6. Расчет коэфф сопротивления качению при малой скорости

$$f = f_0 \cdot (1 + V^2/2000) \quad (3.5)$$

$$f = f_0 \cdot (1 + 46.6^2/2000) = 0.021$$

3.1.7. Внешняя скоростная характеристики двигателя.

Определим мощность двигателя при макс скорости автомобиля Для этого используем баланс мощности с учетом коэфф полезного действия (КПД) трансмиссии:

$$N_y \frac{1}{\eta_{mp}} (G_a \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{MAX}^3) \quad (3.6)$$

ψ_v - коэфф. дорожного сопротивления при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей коэфф. суммарного дорожного сопротивления назначают равным коэфф. сопротивления качению при макс скорости.

$$\psi_v = f = 0.021$$

$G_a = m_a \cdot g$ - полный вес автомобиля, Н

$\rho = 1.293$ -плотность воздуха в нормальных условия (760 мм. рт. ст.)

$$N_y = \frac{1}{0.92} \cdot (1585 \cdot 9.81 \cdot 0.021 \cdot 46.6 + 0.209 \cdot 2.04 \cdot 46.6^3) = 77177 \text{ Вт} \approx 77.17 \text{ кВт}$$

Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа:

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

$a = b = c = 1$ -эмпирическое коэффициенты для карбюраторного двигателя.

$\lambda = \omega_V / \omega_N$ - отношение частот вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности.

Принимаем $\lambda = 1.11$

$$\text{Тогда, } \omega_N = \frac{\omega_V}{\lambda} = \frac{630}{1.11} = 568 \text{ c}^{-1}$$

$$N_{\max} = \frac{77177}{1.11 + 1.232 - 1.367} = 79199 \text{ Вт} \approx 79.19 \text{ кВт}$$

Эффективная мощность двигателя:

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

ω_e - частота вращения коленчатого вала, текущая

N_e - эффективная мощность двигателя текущая, кВт

Эффективный момент двигателя:

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

Принимаем минимальную частоту вращения коленчатого вала

$$\omega_{\min} = 100 \text{ c}^{-1}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 1.

Таблица 1.

ω_e, c^{-1}	100	153	206	259	312	365	418	471	524	577	630
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$N_e, \text{кВт}$	15,97	25,53	35,36	45,07	54,27	62,58	69,61	74,97	78,29	79,16	77,21
$M_e, \text{Нм}$	159,6 6	166,88	171,66	174,02	173,95	171,46	166,53	159,18	149,40	137,19	122,55

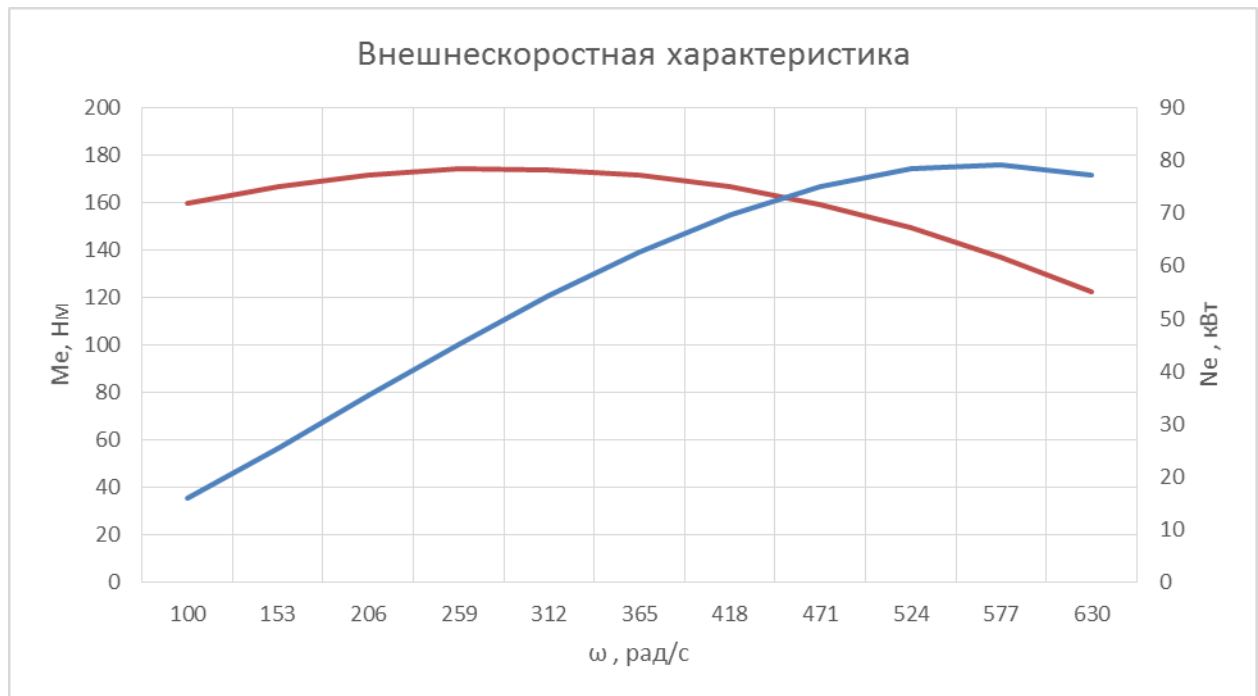


Рис.1

3.1.8. Определение скоростей автомобиля на передачах

В соответствии с принятыми числами я провёл расчет скоростных характеристик автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_a}{U_0 \cdot U_k} \quad (3.10)$$

Результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2.

$n, \text{с}^{-1}$	Скорость на передаче, м/с
--------------------	---------------------------

	1	2	3	4	5
100	1,73	3,22	4,62	6,68	8,05
153	2,65	4,93	7,06	10,22	12,31
206	3,56	6,63	9,51	13,76	16,58
259	4,48	8,34	11,96	17,30	20,85
312	5,40	10,04	14,40	20,84	25,11
365	6,31	11,75	16,85	24,38	29,38
418	7,23	13,46	19,30	27,92	33,64
471	8,15	15,16	21,74	31,46	37,91
524	9,06	16,87	24,19	35,00	42,18
577	9,98	18,58	26,64	38,54	46,44
630	10,90	20,28	29,08	42,08	50,71

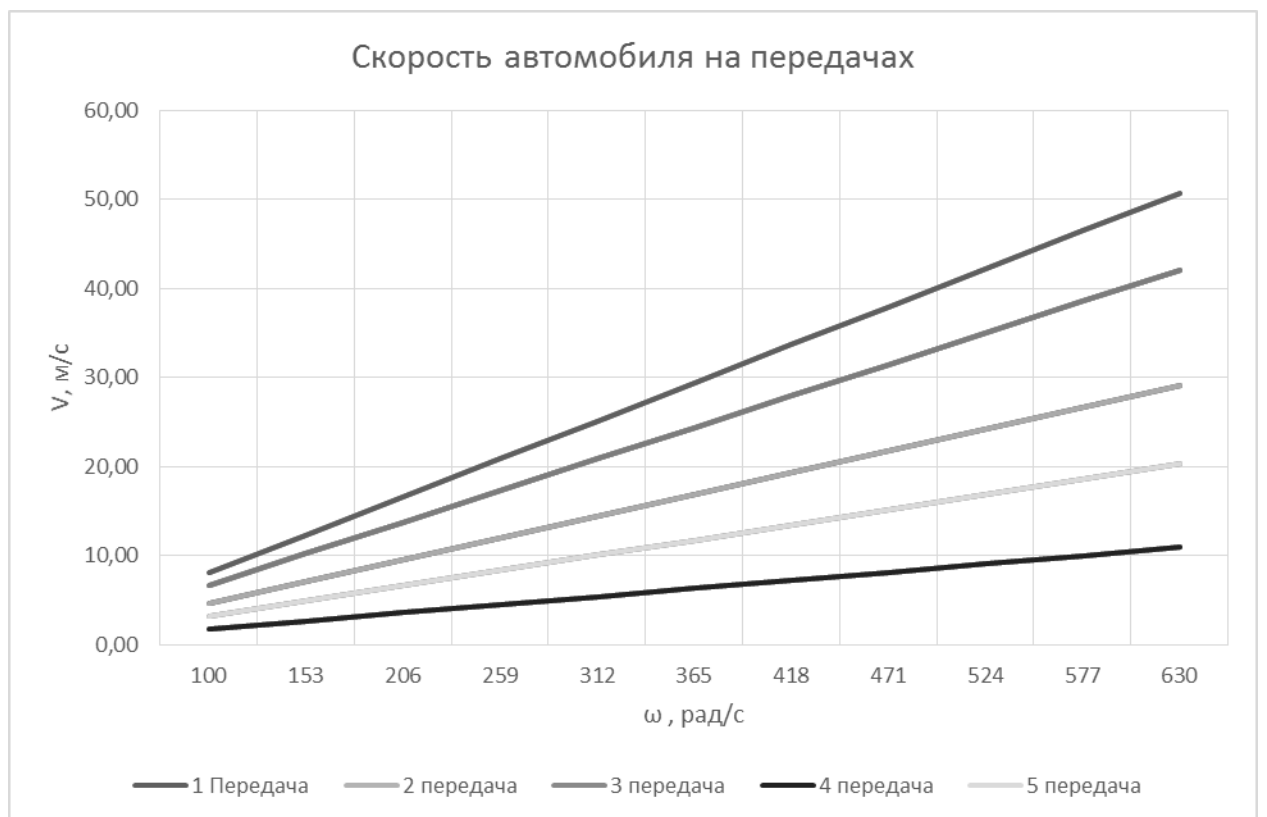


Рис.2

3.1.9. Анализ тяговой динамики

3.1.9.1. Тяговый баланс автомобиля

Сила тяги на ведущих колесах автомобилей, в зависимости от его скорости автомобиля, при движении на выбранный передаче:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (3.11)$$

При движении на автомобиль действует сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$P_B = \frac{1}{2} C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2 \quad (3.12)$$

Сила сопротивления качению автомобиля:

$$P_D = G_a \cdot \psi, \text{ где } \psi = f \quad (3.13)$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_D \quad (3.14)$$

Результаты расчетов тяговых сил на ведущих колесах, на соответствующей передаче и сил сопротивления на высшей передаче, сведем в таблицу 3. Результаты расчетов сил сопротивления воздуха в зависимости от скорости на определенной передаче сведем в таблицу 4.

Таблица 3.

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на V передаче, Н		
	1	2	3	4	5	P _B	P _D	P _Σ
1000	7045,86	3784,97	2639,77	1824,55	1513,99	35,71	160,36	196,07
1500	7364,49	3956,13	2759,15	1907,06	1582,45	83,50	167,10	250,60
2000	7575,43	4069,45	2838,18	1961,68	1627,78	151,47	176,68	328,15
2500	7679,58	4125,39	2877,20	1988,65	1650,16	239,53	189,09	428,62
3000	7676,49	4123,73	2876,04	1987,85	1649,49	347,41	204,30	551,71
3500	7566,60	4064,70	2834,87	1959,40	1625,88	475,61	222,37	697,98

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на V передаче, Н		
	1	2	3	4	5	P _B	P _Д	P _Σ
4000	7349,04	3947,83	2753,36	1903,06	1579,13	623,54	243,22	866,76
4500	7024,68	3773,59	2631,84	1819,06	1509,44	791,88	266,95	1058,83
5000	6593,09	3541,74	2470,14	1707,30	1416,70	980,31	293,51	1273,82
5500	6054,25	3252,28	2268,26	1567,77	1300,91	1188,33	322,83	1511,16
6000	5408,18	2905,22	2026,21	1400,47	1162,09	1416,90	355,05	1771,94

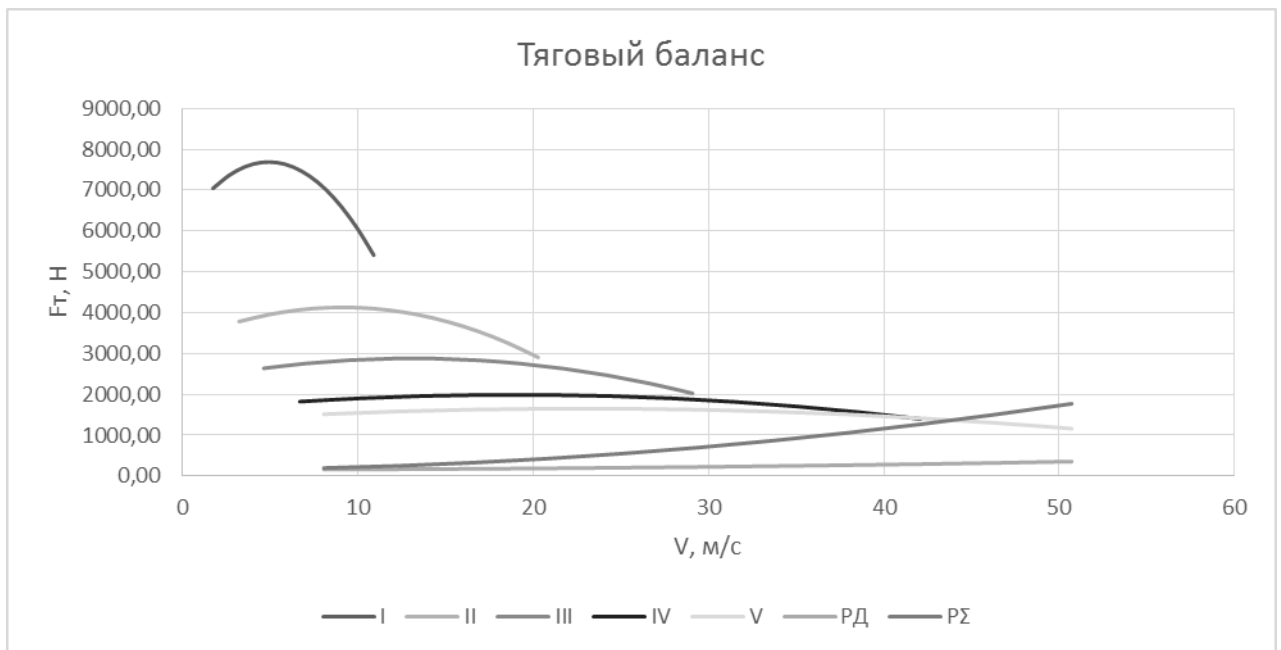


Рис.3

Таблица 4.

1		2		3		4		5	
V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B
1,73	1,65	3,22	5,71	4,62	11,76	6,68	24,59	8,05	35,71
2,65	3,87	4,93	13,39	7,06	27,46	10,22	57,55	12,31	83,50
3,56	6,98	6,63	24,22	9,51	49,83	13,76	104,33	16,58	151,47
4,48	11,06	8,34	38,33	11,96	78,82	17,3	164,91	20,85	239,53
5,4	16,07	10,04	55,54	14,4	114,26	20,84	239,30	25,11	347,41
6,31	21,94	11,75	76,07	16,85	156,44	24,38	327,51	29,38	475,61

1		2		3		4		5	
V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B
7,23	28,80	13,46	99,83	19,3	205,24	27,92	429,52	33,64	623,54
8,15	36,60	15,16	126,63	21,74	260,42	31,46	545,34	37,91	791,88
9,06	45,23	16,87	156,81	24,19	322,42	35	674,98	42,18	980,31
9,98	54,88	18,58	190,21	26,64	391,04	38,54	818,42	46,44	1188,33
10,9	65,46	20,28	226,61	29,08	465,95	42,08	975,67	50,71	1416,90

3.1.9.2 Динамические характеристики автомобиля

Динамический фактор автомобиля, D - это отношение разности сил тяги и сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_T - P_e}{Ga} \quad (3.15)$$

Результаты расчетов динамического фактора и коэфф сопротивления качению сведены в таблицу 5.

Таблица 5.

n, об/мин	Динамический фактор D на передаче					Коэфф сопротивления f				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1000	0,4535	0,2433	0,1692	0,1159	0,0952	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
1500	0,4739	0,2538	0,1759	0,1191	0,0965	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011
2000	0,4872	0,2604	0,1795	0,1196	0,0950	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011
2500	0,4937	0,2631	0,1802	0,1174	0,0908	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012
3000	0,4932	0,2619	0,1778	0,1126	0,0838	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013
3500	0,4857	0,2568	0,1724	0,1051	0,0741	0,010	0,011	0,011	0,013	0,014
4000	0,4713	0,2477	0,1640	0,0949	0,0615	0,010	0,011	0,012	0,014	0,016
4500	0,4499	0,2348	0,1527	0,0820	0,0462	0,010	0,011	0,012	0,015	0,017
5000	0,4215	0,2179	0,1383	0,0665	0,0281	0,010	0,011	0,013	0,016	0,019
5500	0,3862	0,1971	0,1209	0,0482	0,0072	0,010	0,012	0,014	0,017	0,021
6000	0,3440	0,1724	0,1004	0,0273	-0,0164	0,011	0,012	0,014	0,019	0,023

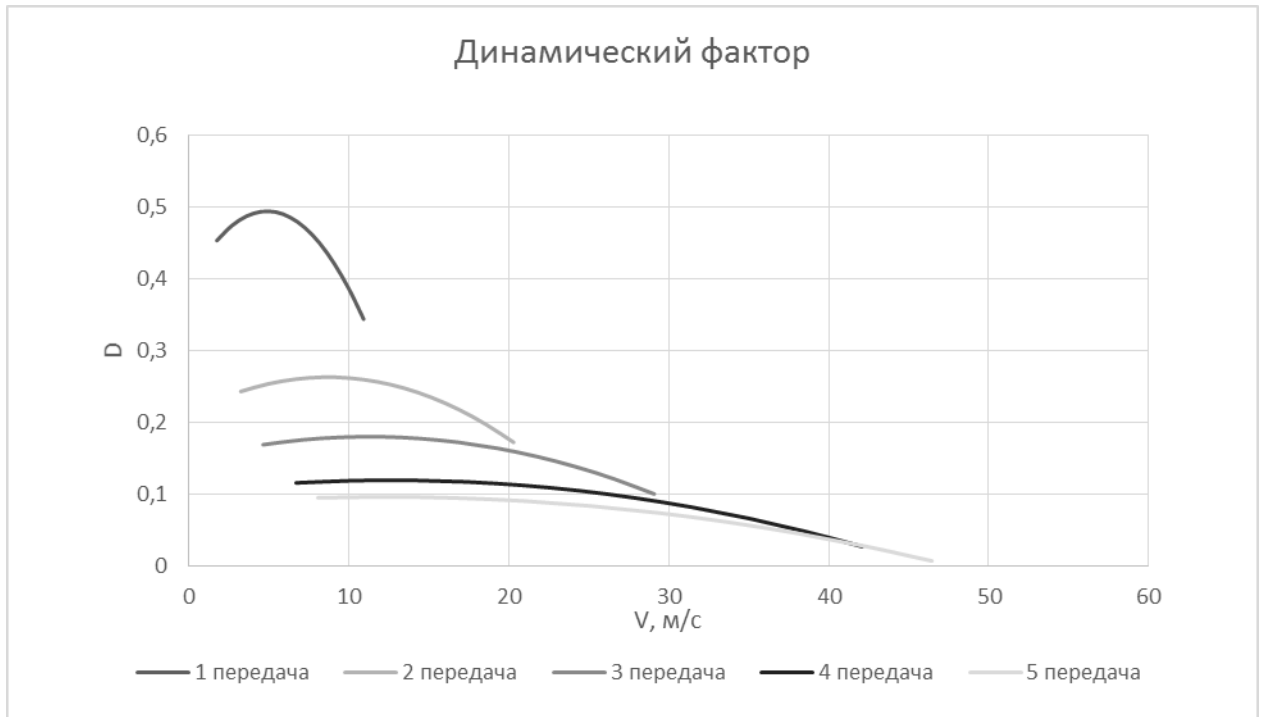


Рис. 4

3.1.10. Анализ динамики разгона

3.1.10.1 Разгон автомобиля

Порядок проведения испытания. Условие проведения испытаний:

- 1) Автомобиль движется по дорожному покрытию хорошего качества,
- 2) Максимальная мощность двигателя - максимальная,
- 3) Коэфф сцепления обеспечивает отсутствие буксования колес,
- 4) При разгоне находят ускорение без пробуксовывания колес.

Ускорение находят:

$$J = \frac{(D-f) \cdot g}{\delta_{вр}}, \text{ где} \quad (3.16)$$

$$\delta_{ep} = 1 + \frac{(I_M \cdot \eta_{TP} \cdot U_{TP} + I_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2}, \text{ где} \quad (3.17)$$

I_M - момент инерции вращающихся деталей двигателя;

$$U_{TP} = U_0 \cdot U_k \text{ - передаточное число трансмиссии;} \quad (3.18)$$

I_k - суммарный момент инерции ведущих колес.

Если точное значение I_M и I_k неизвестно то, δ_{ep} определяют по формуле:

$$\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \text{ где} \quad (3.19)$$

U_k - передаточное число коробки передач на данной передаче

δ_1 - коэфф учета вращающихся масс колес

δ_2 – коэфф учета вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0.03 - 0.05 \quad (3.20)$$

Результаты расчетов на каждой передаче коэфф учета вращающихся масс:

первая передача - $\delta_{ep} = 1.70$

вторая передача - $\delta_{ep} = 1.24$

третья передача - $\delta_{ep} = 1.14$

четвертая передача - $\delta_{ep} = 1.09$

пятая передача - $\delta_{ep} = 1.08$

Результаты расчета ускорений на соответствующих передачах и величин обратных ускорениям $1/j$ сведены в таблицу 6.

Таблица 6.

N, об/мин	Ускорение на передаче м/с ² :					Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м :				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1000	2,56	1,84	1,37	0,95	0,77	0,39	0,54	0,73	1,05	1,29
1500	2,67	1,93	1,43	0,97	0,78	0,37	0,52	0,70	1,03	1,29
2000	2,75	1,98	1,46	0,98	0,76	0,36	0,51	0,69	1,02	1,31
2500	2,79	2,00	1,45	0,96	0,72	0,36	0,50	0,69	1,05	1,40
3000	2,79	1,98	1,43	0,90	0,64	0,36	0,50	0,70	1,11	1,56
3500	2,74	1,94	1,39	0,83	0,55	0,36	0,51	0,72	1,21	1,83
4000	2,66	1,87	1,31	0,73	0,41	0,38	0,53	0,77	1,37	2,42
4500	2,54	1,77	1,21	0,60	0,26	0,39	0,57	0,83	1,66	3,77
5000	2,37	1,64	1,08	0,45	0,08	0,42	0,61	0,93	2,20	12,11
5500	2,17	1,46	0,92	0,28	-0,13	0,46	0,68	1,09	3,56	-7,99
6000	1,92	1,27	0,74	0,07	-0,36	0,52	0,79	1,35	13,40	-2,80

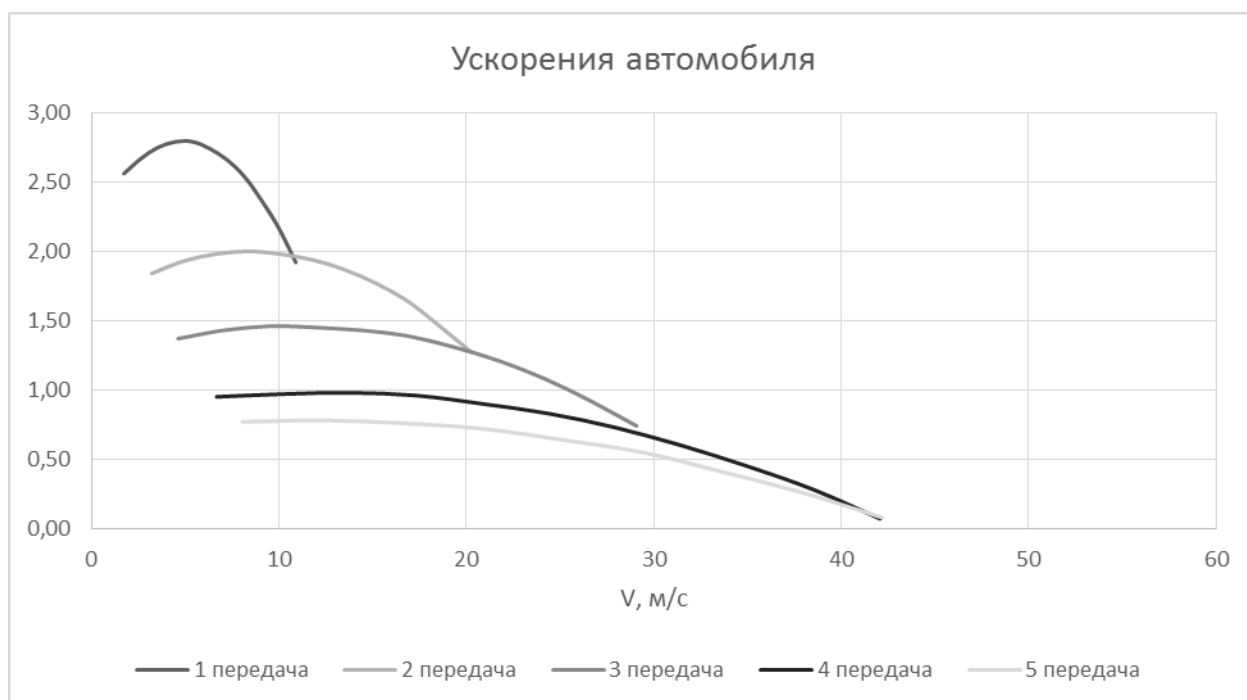


Рис.5

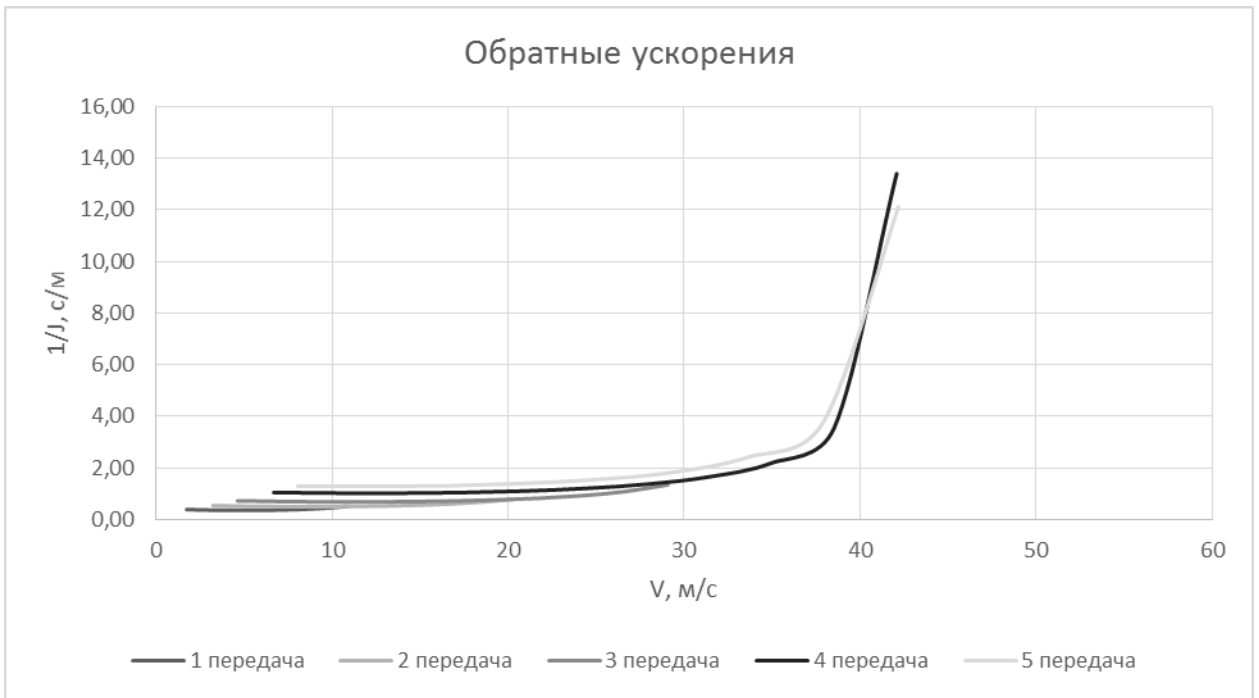


Рис.6

Время и путь разгона автомобиля определяется графо аналитическим способом. Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \cdot dV \approx \left(\frac{1}{j_{cp}} \right)^2 \cdot (V_2 - V_1) \quad (3.21)$$

Результаты расчетов приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7.

$V, м/с$	0	1,73	6,31	10,9	20,28	29,08	31,46	35
$1/J_{CP}$	0	0,62	0,43	0,53	0,79	1,24	1,91	3,18
$t, с$	0	0,5363	2,9408	5,144	11,335	20,267	24,0153	33,025

Таблица 8.

$t, с$	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
$V, м/с$	0	13,76	17,3	20,84	24,38	27,92	31,46	35	38,54	42,08
ΔS	0	41,28	93,18	114,42	135,66	156,9	178,14	199,38	220,62	241,86
S	0	41,28	134,46	248,88	384,54	541,44	719,58	918,96	1139,58	1381,4



Рис.7



Рис.8

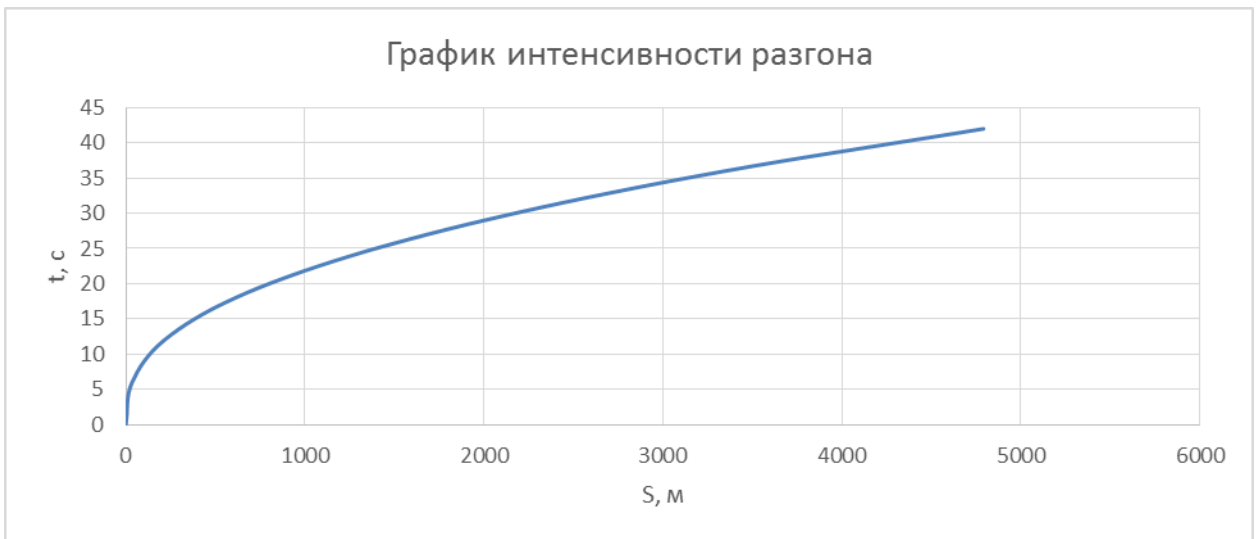


Рис. 9

3.1.11. Мощностной баланс автомобиля.

$$N_T = N_e - N_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_{II}, \text{ где} \quad (3.22)$$

$$N_T = N_e \cdot \eta_{TP}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 9.

Таблица 9.

V_{MAX}	8,05	12,31	16,58	20,85	25,11	29,38	33,64	37,91	42,18	46,44	50,71
N_e	15,97	25,53	35,36	45,07	54,27	62,58	69,61	74,97	78,29	79,16	77,21
N_T	14,69	23,49	32,53	41,46	49,93	57,57	64,04	68,97	72,03	72,83	71,03
N_B	0,22	0,78	1,91	3,81	6,65	10,65	16,00	22,89	31,52	42,08	54,78
N_D	1,29	2,06	2,93	3,94	5,13	6,53	8,18	10,12	12,38	14,99	18,00
$N_B + N_D$	1,51	2,84	4,84	7,75	11,78	17,19	24,18	33,01	43,90	57,07	72,78

$(N_B + N_D)/N_T$	0,10	0,12	0,15	0,19	0,24	0,30	0,38	0,48	0,61	0,78	1,02
-------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

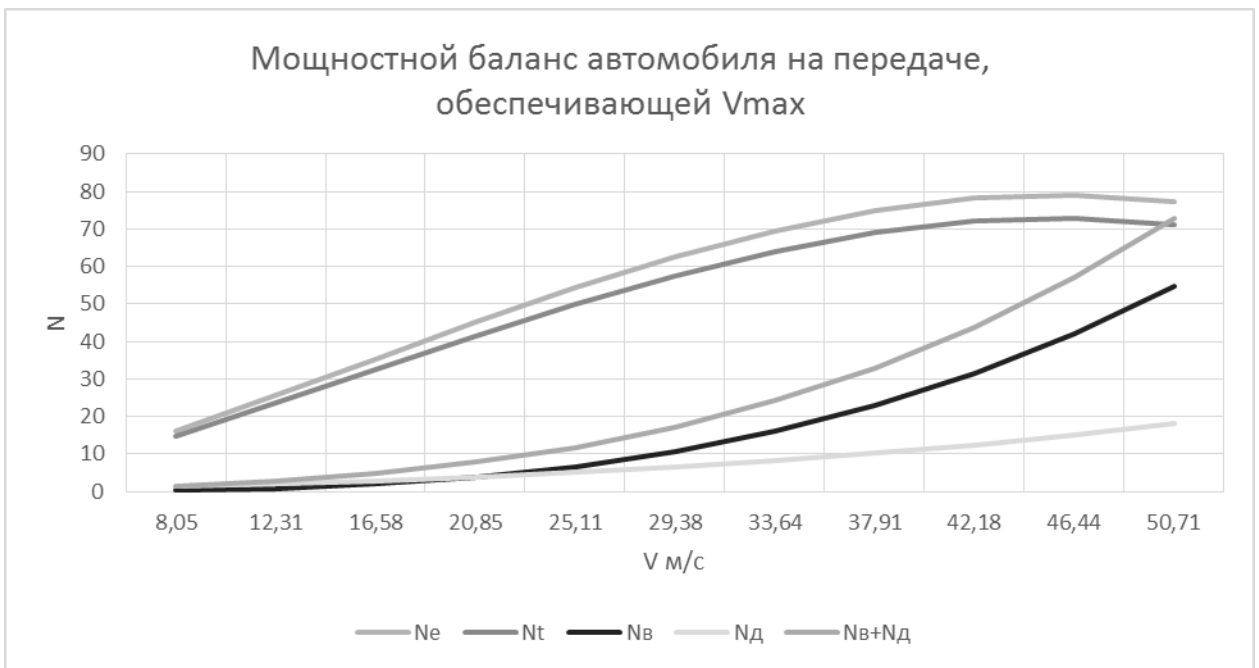


Рис.10

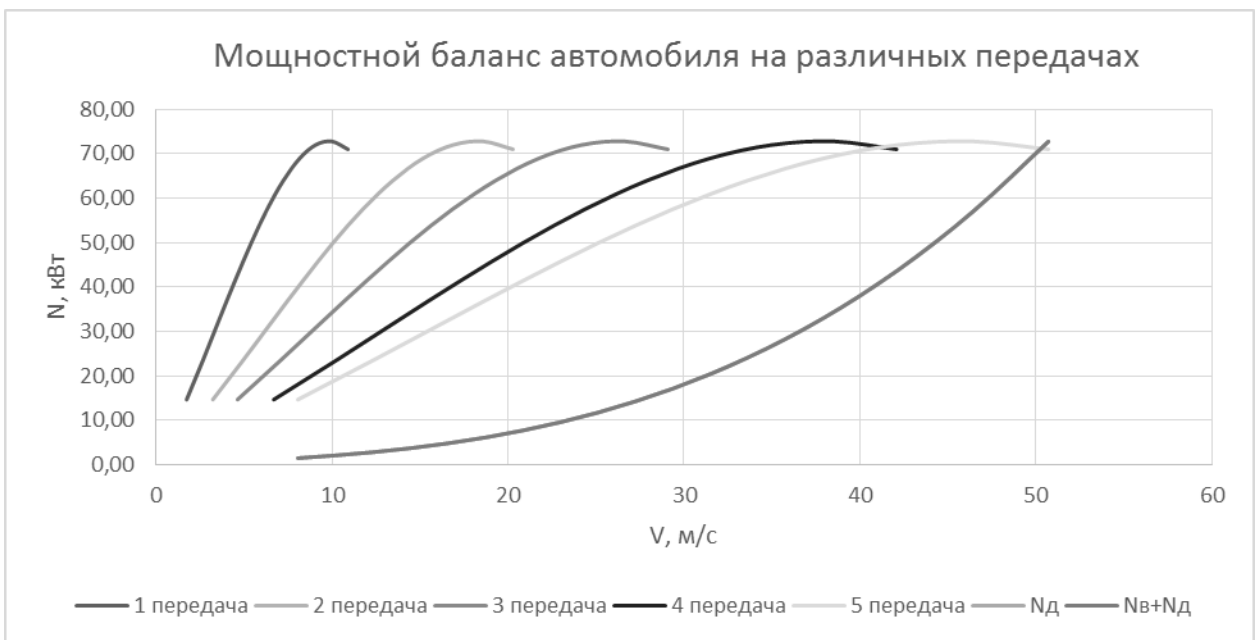


Рис. 11

3.1.12. Топливо-экономическая характеристика автомобиля

Для её необходимо рассчитывать расход топлива автомобиля при движении на высшей передаче по гориз дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.

Путевой расход топлива:

$$q_{II} = \frac{k_{ck} \cdot k_{II} \cdot (N_D + N_B) \cdot g_{e \min} \cdot 1.1}{3600 \cdot \rho_{\tau} \cdot \eta_{TP}}, \text{ где} \quad (3.23)$$

k_{ck} – коэффициент, учитыв соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от ω_e ;

k_{II} – коэффициент, учитыв соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от N двигателя;

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

$\rho_{\tau} = 0,73 \text{ кг} / \text{л}$ – плотность топлива.

Рассчитанные данные вводим в таблицу 10.

Таблица 10.

V	17,30	20,84	24,38	27,92	31,46	38,54	42,08
k_{II}	1,35	1,30	1,20	1,12	1,00	0,98	0,80
$И$	0,15	0,18	0,23	0,28	0,36	0,45	0,57
k_{ck}	1,10	0,95	0,88	0,80	0,79	0,80	0,90
ω_e / ω_N	0,36	0,46	0,55	0,64	0,74	0,83	0,92
g_n	7,54	8,19	9,01	9,67	10,59	12,84	14,19

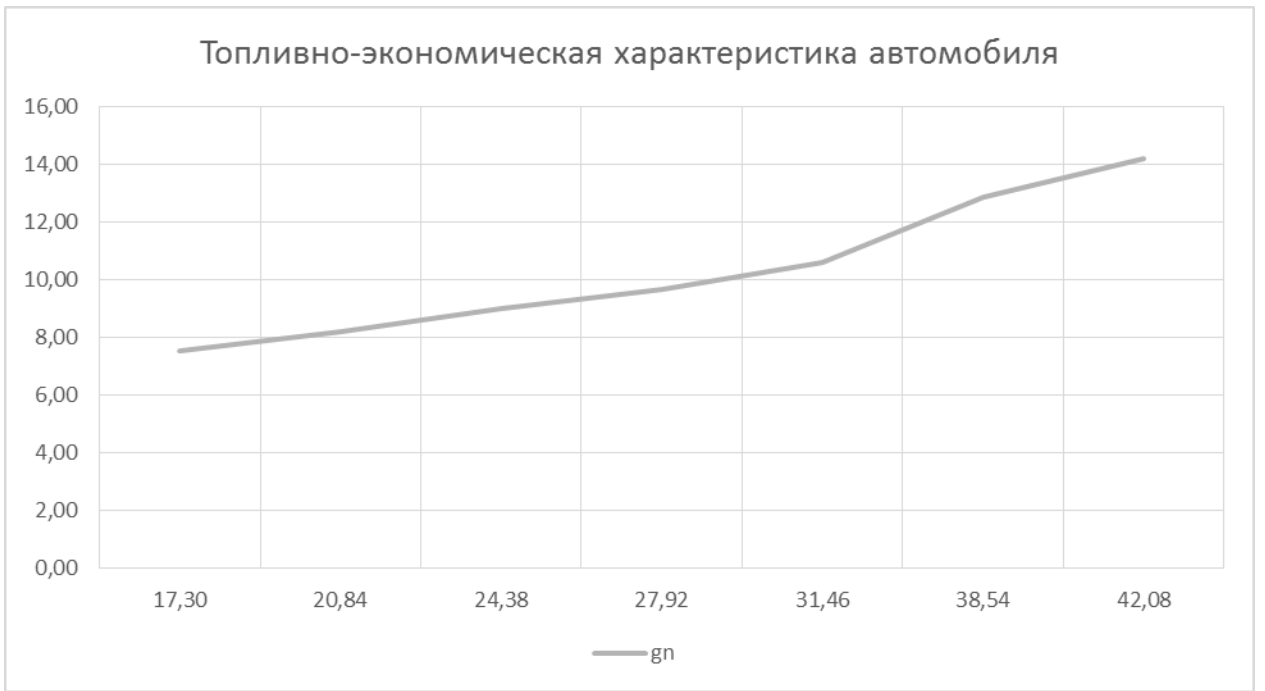


Рис.12

3.2 Расчет параметров зацепления механизма «шестерня-рейка»

К плавности работы рулевого механизма предъявляются высокие требования. Ввиду того, что число зубьев шестерни обычно мало, расчеты на прочность существенно усложняются и обычные формулы для расчета прочности зубьев в этом случае применимы лишь отчасти; по крайней мере, требуется осторожный, основанный на имеющемся опыте проектирования подход к назначению допускаемых напряжений и запаса прочности.

Исходные данные для проверки существования зубчатого зацепления:

1. Угол картера рулевого механизма $\delta = 0$ – угол между плоскостью, перпендикулярной к оси рейки и осью вала-шестерни
2. Межосевое расстояние $a = 14.5$ мм
3. Диаметр рейки $d_z = 26$ мм
4. Ход рейки $l_p = 151$ мм;
5. Коэфф высоты головки зуба инструмента для изготовления шестерни $h_{aP01}^* = 1.25$ - фактически, он определяет высоту ножки зуба шестерни;
6. Коэфф высоты головки зуба инструмента для изготовления рейки $h_{aP02}^* = 0.575$ - фактически, он определяет высоту ножки зуба рейки;
7. Коэфф радиального зазора зуба шестерни $C_1^* = 0.125$ - вместе с коэфф h_{aP02}^* он определяет высоту головки зуба шестерни;
8. Коэфф радиального зазора зуба рейки $C_2^* = 0.25$ - вместе с коэфф h_{aP01}^* он определяет высоту головки зуба рейки.

Остальные параметры принимаем по следующим соображениям:

9. Наклон зуба шестерни $\beta_{1-20^\circ} = 20^\circ$
10. Модуль зубьев шестерни $m_n = 2$ мм
11. Профиль зубьев рейки принимаем $\alpha = 42^\circ$
12. Передаточное число рулевого механизма $H = 151/3.1 = 48.7$ [мм/об]

Для расчетов нам даны углы наклона зубьев и дано число зубьев шестерни

$$\beta_1 = 25^\circ$$

$$z_1 = 7 \quad \text{мы берем для расчёта} \quad z_1 = 8$$

Определяется максимальное передаточное число рулевого механизма Н

$$H_{\max} = \frac{\pi \cdot m_n \cdot z_1 \cdot \cos 20^\circ}{\cos \beta_1 \cdot \cos \alpha} = 59$$

Определяется минимальный коэфф смещения исходного контура шестерни $x_{n1-\min}$

Вычисляется, исходя из обеспечения максимального профильного перекрытия в зацеплении:

$$\begin{cases} x_{n1-\min}^{(1)} = h_{aP01}^* - \frac{\left[1 - \frac{1}{1 + (\operatorname{tg} 20^\circ / \cos \beta_{1-20^\circ})^2} \right] \cdot z_1}{2 \cdot \cos \beta_{1-20^\circ}} - C_2^* \\ x_{n1-\min}^{(2)} = h_{aP01}^* - 0,2 \cdot (1 - \sin 20^\circ) - \frac{\sin^2 \alpha_{wt} \cdot z_1}{2 \cdot \cos \beta_{1-20^\circ}} \end{cases}$$

$$x_{n1-\min}^{(1)} = 0.52$$

$$x_{n1-\min}^{(2)} = 0.64$$

где α_{wt} - угол зацепления в торцовом сечении на начальной окружности

$$\alpha_{wt} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos \beta_{1-20^\circ}} = 21^\circ$$

Минимальный коэфф смещения исходного контура шестерни выбирается как максимальный из $x_{n1-\min}^{(1)}$ и $x_{n1-\min}^{(2)}$, берем 0.64

Определяется максимальный коэфф смещения исходного контура шестерни

x_{n1-max}

Диаметр основной окружности шестерни, мм

$$d_{b1} = \frac{m_{n-20^\circ} \cdot z_1}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 20^\circ + \cos^2 \beta_{1-20^\circ}}} = 14.335$$

Угол наклона зуба шестерни на основной окружности

$$\beta_{b1} = \arcsin(\cos \alpha_0 \cdot \sin \beta_{1-20^\circ}) = 25^\circ$$

Диаметр начальной окружности шестерни, мм

$$d_{01} = \frac{z_1 \cdot m_{n-20^\circ}}{\cos \beta_{1-20^\circ}} = 16.834$$

Параметры зубьев шестерни

- толщина зуба на основной окружности в торцовом сечении:

$$S_{b1} = \frac{m_n \cdot \cos \alpha_{wt} \cdot (2 \cdot x_{n1-max} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 0.5 \cdot \pi)}{\cos \beta_{1-20^\circ}} + d_{b1} \cdot \operatorname{inv} \alpha_{wt} = 4.66$$

- диаметр вершин зубьев шестерни:

$$d_{a1} = 2 \cdot m_{n-20^\circ} \cdot (h_{aP02}^* - C_1^* + x_{n1-max}) + d_{01} = 21.25$$

- угол наклона зуба на диаметре головки зуба шестерни:

$$\beta_{a1} = \arctan \frac{\operatorname{tg} \beta_b \cdot d_{a1}}{d_{b1}} = 35^\circ$$

- угол зацепления в торцовом сечении на окружности головки зуба шестерни:

$$\alpha_{ia} = \arccos \frac{d_{b1}}{d_{a1}} = 48^\circ$$

- толщина головки зуба шестерни в нормальном сечении:

$$S_{an1} = \left(\frac{S_{br1}}{d_{b1}} - \text{inv}\alpha_{ta} \right) \cdot d_{a1} \cdot \cos\beta_a = 1.1$$

Определяется диаметр впадин зубьев шестерни d_{f1}

$$d_{f1} = \left(2 \cdot x_{n1} \cdot \cos\beta_{1-20^\circ} + z_1 \right) \cdot \frac{m_{n-20^\circ}}{\cos\beta_{1-20^\circ}} - 2 \cdot h_{aP01}^* \cdot m_{n-20^\circ} = 14.45$$

3.2.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1

	Параметр	Обозн.
1	Число зубьев шестерни	z_1
2	Модуль зубьев шестерни, мм	m_n
3	Угол наклона зубьев шестерни	β_1
4	Коэфф головки зуба инструмента шестерни	h_{aP01}^*
5	Коэфф головки зуба инструмента рейки	h_{aP02}^*
6	Коэфф радиального зазора шестерни	C_1^*
7	Коэфф радиального зазора рейки	C_2^*
8	Коэфф смещения исходного контура	$x_{n1=0.96}$

9	Диаметр основной окружности, мм	d_{b1}
10	Диаметр начальной окружности, мм	d_{o1}
11	Диаметр окружности ножки зуба, мм	d_{f1}
12	Угол профиля линии притупления	$35^{\circ}00'00''$

Коэфф высоты головки зуба шестерни

$$h_{a1}^* = h_{ap02}^* - C_1^* = 0.45$$

Угол зацепления в торцовом сечении (торцовый угол)

$$\alpha_{wt} = \arctg(\operatorname{tg} 20^{\circ} / \cos \beta_1) = 22^{\circ}$$

Диаметр окружности головки зуба шестерни d_{a1} при выбранном x_{n1}

$$d_{a1} = d_{o1} + 2 \cdot m_n \cdot (h_{a1}^* + x_{n1}) = 22.5$$

Диаметр активной окружности ножки зуба шестерни d_{nf1} определяется в зависимости от коэфф В:

$$B = 0,5 \cdot d_{o1} \cdot \sin \alpha_{wt} - \frac{m_n}{\sin \alpha_{wt}} \cdot (h_{ap01}^* - x_{n1} - C_2^*) = 2.81$$

$$d_{nf1} = 2 \cdot \sqrt{B^2 + (0,5 \cdot d_{b1})^2} = 15.4$$

Высота зуба шестерни

$$h_1 = \frac{d_{a1} - d_{f1}}{2} = 4$$

Угол α_{ta} при принятом коэфф смещения исходного контура x_{n1} :

$$\alpha_{ta} = \arccos \frac{d_{b1}}{d_{a1}} = 48^{\circ}$$

Торцовый модуль

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta_1} = 2.22$$

Радиальный зазор шестерни

$$C_1 = m_n \cdot C_1^* = 0.25$$

Шаг на основной окружности

$$P_b = \pi \cdot m_n \cdot \cos 20^\circ = 5.9$$

Коэфф смещения исходного контура в торцовом сечении

$$x_{t1} = x_{n1} \cdot \cos \beta_1 = 0.9$$

Толщина зуба на основной окружности в торцовом сечении

$$S_{bt1} = (2 \cdot x_{n1} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 0.5 \cdot \pi) \cdot m_{t1} \cdot \cos \alpha_{wt} + d_{b1} \cdot \operatorname{inv} \alpha_{wt} = 4.66$$

Угол наклона зуба шестерни на окружности головки зуба

$$\beta_{a1} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \beta_b \cdot d_{a1}}{d_{b1}} = 55^\circ$$

Толщина головки зуба шестерни в нормальном сечении

$$S_{an1} = \left(\frac{S_{bt1}}{d_{b1}} - \operatorname{inv} \alpha_{ta} \right) d_{a1} \cos \beta_{a1} = 0.99$$

Толщина зуба шестерни на начальной окружности в нормальном сечении

$$S_{n01} = (0.5 \cdot \pi + 2 \cdot x_{n1} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ) \cdot m_n = 4.2$$

Толщина зуба шестерни на начальной окружности в торцовом сечении

$$S_{t01} = \frac{S_{n01}}{\cos \beta_1} = 4.67$$

Измеряемое число зубьев шестерни при измерении общей нормали

$$z' = \frac{\sqrt{0,25 \cdot (d_{Nf1} + d_{a1})^2 - d_{b1}^2} - S_{bt1} \cos^2 \beta_{b1}}{P_b \cos \beta_{b1}} + 1 = 2$$

Полученное значение числа зубьев округляется в меньшую сторону.

Длина общей нормали

$$W = (z' - 1) \cdot P_b + S_{bt1} \cdot \cos \beta_{b1} = 10.1$$

Минимальная активная ширина шестерни

$$b_{N1} = \frac{2 \cdot \sqrt{(0,5 \cdot d_z)^2 - [a - 0,5 \cdot d_{a1} \cos(\alpha_{ta} - \alpha_{wt})]^2}}{\cos \delta} + d_{a1} \cdot \sin(\alpha_{ta} - \alpha_{wt}) \cdot |\operatorname{tg} \delta| =$$

$$= 21.35$$

3.2.2 Расчет основных параметров рулевой рейки

Расчет параметров рейки рулевого механизма ведется отдельно для середины зубчатой части, в зоне прямолинейного движения автомобиля, и по краям зубчатой части, в крайних положениях шестерни. Формулы используются одни и те же, однако исходные данные для расчета отличаются.

В зависимости от наличия или отсутствия усилителя в рулевом управлении параметры зацепления по длине рейки распределяются следующим образом:

Параметр	Рулевое управление с усилителем (индекс $k_z > 0$)		Рулевое управление без усилителя (индекс $k_z < 0$)	
	в середине рейки	по краям рейки	в середине рейки	по краям рейки
H_{in}, H_{out}	H_{min}	H_{max}	H_{max}	H_{min}
m_{in}, m_{out}	m_{min}	m_{max}	m_{max}	m_{min}
$\alpha_{in}, \alpha_{out}$	α_{min}	α_{max}	α_{max}	α_{min}
β_{in}, β_{out}	β_{min}	β_{max}	β_{max}	β_{min}

3.2.3 Расчёт параметров зубьев шестерни

Воспользуемся некоторыми параметрами, которые были определены на стадии расчета. (Таблица 2.).

Таблица 2.

N	Параметр	Обозн.
1	Число зубьев шестерни	z_1
2	Модуль зубьев шестерни для $\alpha=20^\circ$, мм	m_{n-20°
3	Наклон зубьев шестерни для $\alpha=20^\circ$	β_{1-20°
4	Коэфф головки зуба инструмента шестерни для $\alpha=20^\circ$	$h_{aP01-20^\circ}^*$
5	Коэфф головки зуба инструмента рейки для $\alpha=20^\circ$	$h_{aP02-20^\circ}^*$

N	Параметр	Обозн.
6	Коэфф радиального зазора шестерни для $\alpha=20^\circ$	C_{1-20}^*
7	Коэфф радиального зазора рейки для $\alpha=20^\circ$	C_{2-20}^*
8	Коэфф смещения исходного контура шестерни для $\alpha=20^\circ$	x_{n1-20}
9	Диаметр основной окружности, мм	d_{b1}
10	Диаметр начальной окружности, мм	d_{01-20}
11	Диаметр окружности ножки зуба, мм	d_{f1}
12	Угол зацепления, град.	α
13	Наклон зуба шестерни для угла зацепления $\alpha_{\min}=18^\circ$	β_1
14	Спад диаграммы, мм по краям рейки	$\Delta h=0,065$
15	Спад диаграммы, мм в середине рейки	$\Delta h=0$

Уточненное передаточное число рулевого механизма, мм/об

$$H = \frac{z_1 \cdot \pi \cdot m_{n-20} \cdot \cos 20^\circ}{\cos \alpha \cdot \cos(\delta - \beta_1)} = 48.33$$

Модуль зуба шестерни для угла зацепления α_{\min} , мм

$$m_n = m_{n-20} \cdot \frac{\cos 20^\circ}{\cos \alpha} = 1.98$$

Делительный диаметр шестерни для угла зацепления α_{\min} , мм

$$d_{01} = \frac{m_n \cdot z_1}{\cos \beta_1} = 15.4$$

Торцовый модуль шестерни для угла зацепления α_{\min} , мм

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta_1} = 2.2$$

Угол зацепления шестерни в торцовом сечении

$$\alpha_{wt} = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta_1}\right) = 20^\circ$$

Коэфф смещения исходного контура шестерни для угла зацепления α_{\min} , мм

$$x_{n1} = \frac{\frac{S_{b1} - \operatorname{inv} \alpha_{wt} \cdot d_{b1}}{m_t \cdot \cos \alpha_{wt}} - 0,5 \cdot \pi}{2 \cdot \tan \alpha} = 0.51$$

Размер от оси рейки до делительной линии, мм

$$r_{02} = a - 0,5 \cdot d_{01} - m_n \cdot x_{n1} - \Delta h = 5.53$$

Размер от оси рейки до линии головки зуба рейки, мм

$$r_{a2} = a - 0,5 \cdot d_{01-20^\circ} - m_{n-20^\circ} \cdot (x_{n1-20^\circ} - h_{aP01-20^\circ}^* + C_{2-20^\circ}^*) + 0,1 = 6.88$$

Размер от оси рейки до обработанной линии ножки зуба, мм

Из $\operatorname{inv} \alpha_{MI} = \frac{S_{b1} \cdot \cos \beta_b - 2S_{an1}}{d_{b1} \cdot \cos \beta_b}$ определяем α_{MI} ,

$$r_i = \frac{d_{b1}}{2 \cdot \cos \alpha_{MI}}$$

$$d_{aNi} = \sqrt{(d_{b1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{MI} + 2 \cdot S_{an1} \cdot \cos \beta_b)^2 + d_{b1}^2}$$

$$d_{Ri} = 2 \cdot S_{an1} - d_{a1} + d_{aNi}$$

$$r_{f2s} = a - r_i - 0,5 \cdot d_{Ri} = 3.63$$

Окончательно, $r_{f2s} = r_{f2s} - \Delta h = 3.565$

Коэфф высоты головки зуба инструмента рейки

$$h_{aP02}^* = \frac{r_{02} - r_{f2s}}{m_n} = 1$$

Коэфф радиального зазора шестерни

$$C_{1n}^* = \left(C_1^* + \frac{a - 0,5d_{01-20^\circ} - m_{n-20^\circ} \cdot (x_{n1-20^\circ} + h_{aP02-20^\circ}^*) - r_{f2s}}{m_{n-20^\circ}} \right) \cdot \frac{m_{n-20^\circ}}{m_n} = 0.23$$

Коэфф радиального зазора рейки

$$C_2^* = C_2^* \cdot \frac{m_{n-20^\circ}}{m_n} + \Delta h = 0.46$$

Коэфф высоты головки зуба инструмента шестерни

$$h_{aP01}^* = \frac{r_{a2} - r_{02} - 0,1}{m_{n1}} + C_2^* = 1.25$$

Диаметр активной окружности ножки зуба шестерни, мм

$$A = 0,5 \cdot d_{01} \cdot \sin \alpha_{wt} - m_n \cdot \frac{h_{aP01}^* - x_{n1} - C_2^*}{\sin \alpha_{wt}} = 1.75$$

$$\text{При } A \geq 0 \quad d_{Nf1} = 2 \cdot \sqrt{A^2 + 0,25 \cdot d_{b1}^2} = 14.75$$

$$\text{При } A < 0 \quad d_{Nf1} = d_{b1}$$

Минимальная активная ширина зуба шестерни, мм

$$b_{N1\min} = \frac{2\sqrt{(0,5d_z)^2 - [a - 0,5d_{a1} \cos(\alpha_{ta} - \alpha_{wt})]^2}}{\cos \delta} + d_{a1} \sin(\alpha_{ta} - \alpha_{wt}) \cdot |\operatorname{tg} \delta| = 23.87$$

Угол наклона зуба рейки

$$\beta_2 = \delta - \beta_1 = 25^\circ$$

Размер от оси рейки до активной линии ножки зуба рейки, мм

$$r_{Nf2} = a - 0,5 \cdot d_{a1} \cdot \cos(\alpha_{ia} - \alpha_{vt}) - \Delta h = 5.09$$

Шаг рейки в нормальном сечении, мм

$$P_2 = m_n \cdot \pi = 6.22$$

Диаметр измерительного ролика, мм

$$d_{ИЗМ}^{(1)} = \frac{2 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot m_n - (r_{02} - r_{Nf2}) \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\cos \alpha} = 1.92$$

$$d_{ИЗМ}^{(2)} = \frac{2 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot m_n + (r_{Na2} - r_{02}) \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\cos \alpha} = 4.19$$

Диаметр измерительного ролика

Выбираем диаметр измерительного ролика из стандартного ряда, но

близко к
$$\frac{d_{ИЗМ}^{(1)} + d_{ИЗМ}^{(2)}}{2} = 4.5$$

Размер по ролику от средней линии рейки, мм

$$pp = r_{02} + 0,5 \cdot d_{ИЗМ} + \frac{0,5 \cdot d_{ИЗМ}}{\sin \alpha} - \frac{\pi \cdot m_n}{4 \cdot \tan \alpha} = 4.81$$

Размер по ролику от головки зуба рейки, мм

$$pp_a = pp - r_{a2} = 2.07$$

Размер по ролику от ножки зуба рейки, мм

$$pp_f = pp - r_{f2s} + \Delta h = 1.25$$

Высота зуба рейки, мм

$$h_2 = r_{a2} - r_{f2} = 3.25$$

Толщина зуба рейки у ножки, мм

$$S_{nf2} = 2 \cdot (r_{02} - r_{fs2} + \Delta h) \cdot \tan \alpha + 0,5 \cdot \pi \cdot m_n = 4.38$$

Ширина впадины у ножки, мм

$$S_{Lf2} = m_n \cdot \pi - S_{Nf2} = 1.84$$

Толщина головки зуба рейки, мм

$$S_{an2} = 0,5 \cdot \pi \cdot m_n - 2 \cdot (r_{a2} - r_{02}) \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2.22$$

Радиус выкружки ножки зуба рейки, мм

$$\rho_{f2} = 0,5 \cdot S_{Lf2} \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + \alpha) = 1.8$$

Коэфф профильного перекрытия пары шестерня-рейка

$$A = a - r_{a2} + 0,1 - 0,5 \cdot d_{b1} \cdot \cos \alpha_{wt} = 0.96$$

$$\varepsilon_{\alpha-\min} = \frac{z_1 \cdot (\operatorname{tg} \alpha_{ta} - \operatorname{tg} \alpha_{wt})}{2 \cdot \pi} + \frac{m_n \cdot (h_{aP01}^* - C_2^* - x_{n1})}{\pi \cdot \sin \alpha_{wt}} \cdot m_i \cdot \cos \alpha_{wt} = 1.81$$

Коэфф осевого перекрытия пары "шестерня-рейка"

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{|\sin \beta_1|}{\pi \cdot m_n} \cdot \frac{\sqrt{d_z^2 - (r_{f2s} + r_{a2} - 0,1)^2}}{\cos \delta} = 0.54$$

Желательно, чтобы суммарный коэфф перекрытия $\varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_{\beta}$ был не ниже

2...2,2

3.2.4 Расчёт ходов зубчатой рейки

Ход рейки

$$l = \frac{\pi \cdot z_1 \cdot m \cdot \omega}{360 \cdot \cos(\delta - \beta_1)} = 151.125$$

Радиус начальной окружности шестерни во внутренней зоне

$$R_{\text{ROC}} = \frac{\pi \cdot m \cdot z_1}{2 \cdot \cos \beta_1} = 27.911$$

Угол поворота шестерни (от упора до упора)

$$\omega = 975^\circ$$

Число оборотов рулевого колеса

$$n = \frac{\omega_G}{360} = 2.708$$

4. Технологическая часть

4.1. Освоение изменения конструкции рулевого управления.
Технологический процесс сборки.

ГОСТ 3.1109-82 устанавливает правила и понятия в сфере технологических процессов производства и ремонта в машиностроении. Данный документ показывает, что технологический процесс есть часть производственного процесса, включающая определенные действия по изменению составляющей предмета труда. Относится к изделию и сборочным конструкциям. Так же определяет методы эксплуатации. Существует единичный технологический процесс, который включается в себя процессы изготовления одноименных изделий, а группы изделий с общими параметрами конструкции, называются типовыми.

Технологический процесс состоит из функций и операций. Технологическая операция – это процесс, при котором непрерывно выполняется на одном рабочем месте проводится работа с одним или несколькими деталями. Маркировочные, транспортные, измерительные и т.д. работы называют вспомогательными.

Данный проект модернизации рулевого управления не предусматривает изменения технологического процесса и сборки. Так же измененный агрегат позволяет сохранять экономическую эффективность производства.

4.2. Критерии технологического процесса к конструкции рулевого управления

Технологичностью называют общие показатели детали, которые предоставляют оценку удобства производства, сборки и эксплуатации. Определенной численной оценки и единиц измерения не имеет. Определяют эту оценку путем сравнения аналогичных изделий или современным уровнем прогресса техники. Данный критерий закладывается на стадии разработки специалистами. Корнем этого является унификация и стандартизация.

Главная функция унификации состоит в том, чтобы привести к однообразию технологические и технические свойства, такие как уменьшение различных конструкторских решений, применимость одного и того же объекта на разных узлах и платформах, что позволяет сократить трудоемкость и сроки на разработку новых идей. [Конгломераты](#) автомобилестроения создают платформы, в последствии которых применяются на различных моделях и марках, а так же их продажа между концернами.

Стандартизация – это сосредоточение знаний и будущее их применение в разработке, обслуживании и производстве, чтобы создать

изделия нужного качества, безопасность для потребителя и окружающей среды.

В современном мире автомобильного производства, изготовление и сборка мелких узлов, предоставляется поставщикам. Крупные узлы всегда прерогатива сборочных заводов.

Данный проект по модернизации рулевого механизма соответствует вышеуказанным требованиям.

4.3. Разработка технологических операций сборки рулевого управления

Окончательным результатом сборки является рулевой механизм переднеприводного легкового автомобиля 2кл.

Технологическая операция сборки агрегата должна быть создана с учетом следующих требований:

- габариты, масса, число сборочных единиц должно соответствовать нормам по трудоёмкости;
- избегать частичного и полного демонтажа уже установленных деталей
- проведение специализированной валидации или дополнительную обработку нескольких деталей. Эти процессы проводятся по необходимости.

Разработка технологических операций сборки основывается на конструкторской документации осуществляется силами инженеров технологических служб производства.

4.4. Составления перечня сборочных операций

Операция №20

1. Установить картер рулевого механизма в сборе в приспособление стенда.
2. Установить шестерню в сборе и рейку рулевого механизма в устройство смазки.
3. Автоматически одновременно зажать картер, нанести смазку* на зубчатую часть шестерни.
4. Установить в картер смазанную рейку с помощью технологической оправки и смазанную шестерню.
5. Автоматически запрессовать до упора шестерню в картер.
6. Ориентировать шестерню по пазу, с помощью технологической оправки ввести рейку в зацепление шестерней.
7. Установить рейку в среднее положение и положение паза шестерни.
8. Автоматически разжать рулевой механизм.
9. Снять с приспособления собранный узел и установить его на спутник межоперационного транспорта.

*Смазка пластичная. Общее количество смазки 20...25г.

Операция №30

Распаковать сепаратор с роликами в сборе

Операция №40

Фаза1

1. Произвести сборку рулевого механизма в сборе с операции 20 на спутнике межоперационного транспорта.

2. Установить в картер рулевого механизма, предварительно смазанное уплотнительное кольцо

3. Установить на шестерню сепаратор с роликами в сборе

Фаза

1. Взять механизм рулевой в сборе со спутника межоперационного транспорта и установить в приспособление стенда.

2. Установить на шестерню технологическую оправку.

3. Установить на картер ориентированную крышку картера и наживить два болта, предварительно подсобрав их с шайбами.

4. Снять с шестерни технологическую оправку.

5. Автоматически зажать механизм рулевой, завернуть два болта и нанести смазку на поверхность.

Операция №50

1. Распаковать упор рейки рулевого механизма.

2. Установить на упор рейки рулевого механизма предварительно смазанное, уплотнительное кольцо

3. Установить на упор вкладыш упора.

Операция №60

Выполнить последовательно 2 фазы операции.

Фаза 1

1. Произвести сборку рулевого механизма в сборе с операции 40 на спутнике межоперационного транспорта.

2. Установить в картер рулевого механизма упор рейки в сборе с операции 50.

Фаза 2

1. Взять механизм рулевой в сборе со спутника межоперационного транспорта и установить в приспособление стенда. Распаковать гайку упора рейки рулевого механизма.

2. Установить в картер рулевого механизма предварительно смазанное уплотнительное кольцо.

3. Установить на упор пружину и наживить гайку упора.

4. Автоматически зажать механизм рулевой, установить рейку в среднее положение, завернуть гайку упора и раскернить гайку в трех точках.

5. Снять с приспособления собранный узел и установить его на спутник межоперационного транспорта.

Операция №70

1. Снять узел с операции 60 с транспорта и уложить на подвеску конвейера.

2. Установить стопорную пластину в ложемент запрессовочного устройства.

3. Автоматически позиционировать спутник, подвести поры под механизм рулевой в сборе с операции 150 и запрессовать стопорную пластину на головки болтов до упора. Отвести опоры. Контролировать визуально комплектность сборки и нанести личное клеймо исполнителя операции.

4. Разжать узел и уложить механизм рулевой на подвеску грузонесущего конвейера.

5. Взять механизм рулевой в сборе с операции 60 со спутника межоперационного транспорта, установить его в установочное приспособление спутника автоматической линии и зажать.

Операция №80

Установить на рейку ориентированного согласно эскизу, упор технологический центрирующий и завернуть два болта технологических.

Операция №90

Переместить рейку по всему диапазону хода 4 раза посредством вращения шестерни.

Операция № 110

1. Заблокировать рейку в среднем положении.

2. Контролировать момент отворачивания* гайки упора.

3. Отвернуть гайку упора на угол 60 градусов, что соответствует 5 делениям на торце гайку, а затем затянуть на угол 12 градусов, что соответствует 1 делению на торце гайку.

4. При заблокированной рейке в среднем положении приложить к шестерне крутящий момент $\pm 15H/m(1.5кгс \cdot м)$ и определить фактическую величину зазора.

5. При необходимости провести корректировку и повторный контроль зазора.

6. Контролировать момент отворачивания** гайки упора.

$$* M_{отв.} = 15H \cdot m(1,53кгс \cdot м) \min$$

$$** M_{отв.} = 2H \cdot m(0,2кгс \cdot м) \min$$

Операция №130

1. Распаковать опору тяг рулевой трапеции

2. Отвернуть два болта технологических крепления упора технологического.

3. Снять с механизма рулевого упор технологический и установить его в ложемент спутника.

4. Установить на рейку механизма рулевого опору тяг рулевой трапеции, предварительно подсобрал ее со скобой.

5. Опустить опору поддерживающую трубку картера.

Операция №140

1. Установить на трубу картера рулевого механизма чехол защитный.

2. Установить на чехол два хомута, произвести их затяжку и отрезку свободного конца.

3. Поднять опору, поддерживающую трубу картера.

4. Выставить опору тяг с помощью пальца центрирующего.

Операция №150

1. Установить в ложементы приспособления установочного пластину соединительную тяги рулевой трапеции правую и левую, вторую соединительную пластину и два болта.

2. Закрывать защитное ограждение.

3. Автоматически взять из ложементов приспособления установочный пакет, установить его на рулевой механизм и завернуть тарировано два болта крепления тяг рулевой трапеции.

Далее приведена таблица 4.1 в которой показано время расчетное для каждой операции:

Таблица 4.1.

Время произв. мин	Время вспом. мин	Время потерь мин	Общее время цикла. мин	Кол. Деталей за цикл	Время штуч. мин	Расчет час произв.
Операция №20						
0,25	0,47	0,09	0,81	1	0,81	74
Операция №30						
-	4,5/100	0,5/100	0,05	1	0,05	1200
Операция №40						
0,2	0,65	0,12	0,97	1	0,97	62
Операция №50						
-	0,24	0,03	0,27	1	0,27	222
Операция №60						
0,25	0,4519	0,0891	0,791	1	0,791	75
Операция №70						
0,1	0,39	0,06	0,55	1	0,55	109
Операция №80						
0,1	0,46	0,07	0,63	1	0,63	95
Операция №90,110						
0,56	-	-	0,56	1	0,56	107
Операция №130						
0,1	0,55	0,05	0,7	1	0,7	86

Время произв. мин	Время вспом. мин	Время потерь мин	Общее время цикла. мин	Кол. Деталей за цикл	Время штуч. мин	Расчет час произв.
Операция №130						
0,1	0,55	0,05	0,7	1	0,7	86
Операция №140						
0,1	0,25	0,05	0,4	1	0,4	150
Операция №150						
0,3	0,29	0,08	0,67	1	0,67	90
Σ						
2,06	4,3019	0,6891	7,101	12	7,101	2356

4.5 Вывод

Данная модернизация рулевого механизма не несет изменения технологического процесса серийного аналога на производстве ПАО «АВТОВАЗ». Таким образом запуск в производстве данного узла не повлечет понижения безопасности и изменения технологического процесса.

5 Технико-экономическая оценка модернизируемого объекта

Объектом модернизации в данной дипломной работе является рулевой механизм легкового переднеприводного автомобиля 2ого класса Лада Гранта 2190. Данная конструкция позволяет обеспечить меньшее усилие при повороте рулевого колеса.

Автомобиль, в котором используется данный рулевой механизм, является бюджетным. Поэтому особенно важно, чтобы данная модернизация не повлекла за собой существенное увеличение конечной стоимости транспортного средства.

В данной части дипломной работы будут рассчитаны затраты на производство и реализацию рулевого механизма, а также определена коммерческая эффективность, и общественная эффективность ввиду повышения надежности данной модернизации.

5.1. Расчет себестоимости проектируемого узла

Исходные данные о себестоимости были получены в ходе преддипломной практики на ПАО «АВТОВАЗ», а также от руководителя дипломной работы и консультанта кафедры «ИФЭиУ». Занесем эти данные в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Расчёт себестоимости проектируемого узла.

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Источник
А	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска изделия	Vгод. 150000	шт.	Руководитель проекта
2	Коэффициент страховых взносов в пенсионные фонды и фонды социального страхования	Кс.в. 30	%	Консультант «ИФЭиУ»
3	Коэфф общезаводских расх.	Еобзав. 125	%	ПЭО цеха
4	Коэфф коммерческих (внепроизводственных) расх.	Еком. 5	%	ПЭО цеха
5	Коэфф расх. на содержание и эксплуатацию оборудования.	Еобор. 200	%	ПЭО цеха
6	Коэфф-ы транспортно – заготовительных расходов	Ктзр. 3	%	ПЭО цеха
7	Коэфф цеховых расх.	Ецех 175	%	ПЭО цеха
8	Коэфф расх. на инструмент и оснастку	Еинс. 3	%	ПЭО цеха

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Источник
9	Коэфф рентабельности и плановых накоплений	Крент. 40	%	Консультант «ИФЭиУ»
10	Коэфф доплат или выплат не связанных с работой на производстве	Квып. 10	%	ПЭО цеха
11	Коэфф премий и доплат за работу на производстве	Кпрем. 30	%	ПЭО цеха
12	Коэфф возвратных отходов	Квот 1	%	ПЭО цеха
13	Коэфф капиталообразующих инвестиций	Кинв 1	%	Консультант «ИФЭиУ»

Расчет статьи затрат “Покупные изделия и полуфабрикаты”

выполняется по формуле:

$$П_{и} = Ц_{i} \cdot n_{i} \cdot (1 + K_{ТЗ} / 100)$$

(6.1.)

Где - $Ц_{i}$ – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб.

n_{i} – количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.

Расчет рекомендуется выполнять в табличной форме.

Таблица 3.3.

Затраты на покупные изделия, их расчет.

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт, руб.	Сумма, руб.
1.	Картер механизма	1	260	260
2.	Рейка	1	360	360
3.	Шестерня в сборе	1	420	420

4.	Остальные комплектующие	30	40	1200
	ИТОГО:			2240
	Транспортно-заготовительные расх.		3%	69
	ВСЕГО:			2307

Расчет покупных изделий для проекта:

Основная з/плата рабочих на производстве рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_o = Z_m(1 + K_{\text{прем}} / 100),$$

где Z_m – тариф. з/плата в рублях. Она определяется по следующей формуле:

$$Z_m = C_{p_i} \cdot T_i$$

где C_{p_i} – часовая тариф. ставка, руб.

T_i - коэфф премирования и доплат, связанных с работой на производстве

$K_{\text{прем}}$ - коэфф премирования и доплат, связанных с работой на производстве, %

Таблица 6.3. – Основная з/плата производственных рабочих

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	Сборочные	4	0,17	72,44	12,32
2	Контрольные	5	0,03	79,99	2,4
	ИТОГО:				14,72
	Премииальные доплаты	30%			4,4
	Основная з/п				19,12

Дополнительная з/плата рабочих в производстве рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{доп.}} = З_0 \cdot K_{\text{вып.}};$$

где $K_{\text{вып.}}$ – коэфф доплат и выплат не связанных с работой на производстве, %

В данной дипломной работе принимает $K_{\text{вып.}} = 10\%$

$$З_{\text{доп.}} = 19,12 \cdot 0,1 = 1,91 \text{руб}$$

Определение величины страховых взносов производится по следующей формуле:

$$C_{\text{св.}} = (З_0 + З_{\text{доп.}}) \cdot E_{\text{св.}}$$

где $E_{\text{соц.}}$ - коэфф отчислений в страховые взносы, %

В данной работе принимаем $E_{\text{св.}} = 30\%$

$$C_{\text{св.}} = (19,12 + 1,91) \cdot 0,3 = 6,31 \text{руб.}$$

Величина расходов на содержание и эксплуатацию оборудования определяется по формуле:

$$C_{\text{сод.обор.}} = З_0 \cdot E_{\text{обор.}}$$

где $E_{\text{обор.}}$ - коэфф отчислений на содержание и эксплуатацию оборудования, %

В данной работе принимаем $E_{\text{обор.}} = 200\%$

$$C_{\text{сод.обор.}} = 19,12 \cdot 2 = 38,24 \text{руб}$$

Определяем цеховые расходы по формуле:

$$C_{\text{цех.}} = З_0 \cdot E_{\text{цех.}}$$

где $E_{\text{цех.}}$ - коэфф цеховых расходов, %

Принимаем $E_{ЦЕХ.} = 175\%$

$$C_{ЦЕХ.} = 19,12 \cdot 1,75 = 33,46$$

Расходы на инструмент и оснастку определяются по следующей формуле:

$$C_{ИНСТР.} = 3o \cdot E_{ИНСТР.}$$

где $E_{ИНСТР.}$ - коэфф расходов на инструмент и оснастку, %

Принимаем для данных расчетов $E_{ИНСТР.} = 3\%$

$$C_{ИНСТР.} = 19,12 \cdot 0,03 = 0,57$$

Цеховая себестоимость изделия равна сумме рассчитанных выше затрат:

$$C_{ЦЕХ.С/С} = ПИ + 3o + C_{СВ.} + C_{СОД.ОБОР.} + C_{ЦЕХ.} + C_{ИНСТР.}$$

$$C_{ЦЕХ.С/С} = 2307 + 19,12 + 6,31 + 38,24 + 33,46 + 0,57 = 2406,62 \text{ руб.}$$

Расчет величины общезаводских расходов выполняется по формуле:

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = 3o \cdot E_{ОБ.ЗАВОД}$$

где $E_{ОБ.ЗАВОД}$ - коэфф общезаводских расходов, %

Принимаем для данного расчета $E_{ОБ.ЗАВОД} = 125\%$

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = 19,12 \cdot 1,25 = 23,9 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости изделия производится по следующей формуле:

$$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} = C_{ОБ.ЗАВОД} + C_{ЦЕХ.С/С}$$

$$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} = 23,9 + 2406,62 = 2430,52 \text{ руб.}$$

Величина коммерческих расходов определяется следующим образом:

$$C_{КОМ.} = C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} \cdot E_{КОМ.}$$

где $E_{КОМ.}$ - коэфф коммерческих расходов, %

Для данной работы принимаем $E_{КОМ.} = 5\%$

$$C_{КОМ.} = 2430,52 \cdot 0,05 = 121,53 \text{ руб.}$$

Полной себестоимости изделия определяется по формуле:

$$C_{\text{ПОЛ.}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} + C_{\text{КОМ.}}$$

$$C_{\text{ПОЛ.}} = 2430,52 + 121,53 = 2552,04 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены будет производиться как для базового, так и для модернизированного изделия:

$$C_{\text{ОТП.}} = C_{\text{ПОЛ.}} (1 + K_{\text{РЕНТ.}})$$

где $K_{\text{РЕНТ.}}$ - коэфф рентабельности и плановых накоплений, %

В данной работе принимаем $K_{\text{РЕНТ.}} = 40\%$

$$C_{\text{ОТП.Б.}} = 2552,04(1 + 0,4) = 3572,86 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ОТП.П.}} = C_{\text{ОТП.Б.}}$$

Полученные значения затрат на производство модернизируемого рулевого механизма заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Себестоимость базового и проектируемого изделия.
Сравнительная калькуляция

Таблица 6.4

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Стоимость комплектующих изделий	$P_{\text{и}}$	2307	2360
3	Основная з/плата производственных рабочих	$З_{\text{о}}$	19,12	19,12
4	Дополнительная з/плата производственных рабочих	$З_{\text{доп.}}$	1,91	1,91
5	Страховые взносы	$C_{\text{с.в.}}$	6,31	6,31
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{\text{СОД.ОБОР.}}$	38,24	38,24
7	Цеховые расходы	$C_{\text{ЦЕХ.}}$	33,46	33,46
8	Расходы на инструмент и	$C_{\text{ИНСТР.}}$	0,57	0,57

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
A	1	2	3	4
	оснастку			
9	Цеховая себестоимость	$C_{ЦЕХ.С/С}$	2406,62	2459,62
	Общезаводские расходы	$C_{ОБ.ЗАВОД.}$	23,9	23,9
10	Общезаводская себестоимость	$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С.}$	2430,52	2483,52
11	Коммерческие расходы	$C_{КОМ.}$	121,53	124,18
12	Полная себестоимость	$C_{ПОЛ.}$	2552,04	2607,69
13	Отпускная цена	$Ц_{ОПТ.}$	3572,86	3572,86

Далее необходимо найти точку безубыточности, в нашем случае рассчитать аналитически и в дальнейшем мы подтвердим правильность найденной точки графически.

Рассчитать точку безубыточности можно по следующей формуле:

$$V_{КР} = \frac{З_{ПОСТ.УД.} \cdot V_{МАХ}}{Ц_{ОПТ} - З_{ПЕР.УД.}}$$

где $V_{МАХ}$ - макс. объем выпуска данной продукции, шт

$Ц_{ОПТ}$ - отпускная цена изделия, руб

$З_{ПОСТ.УД.}$ - удельные постоянные издержки на производство, руб

$З_{ПЕР.УД.}$ - удельные переменные издержки на производство, руб

Величина переменных затрат на единицу изделия вычисляется по следующей формуле:

Рулевой базовый механизм

$$З_{ПЕР.УД.Б.} = ПИ + З_0 + З_{ДОП.} + C_{СОЦ.Н.} = 2307 + 19,12 + 1,91 + 6,31 = 2334,34$$

Рулевой проектируемый механизм

$$З_{ПЕР.УД.П.} = ПИ + З_0 + З_{ДОП.} + C_{СОЦ.Н.} = 2360 + 19,12 + 1,91 + 6,31 = 2387,34$$

Переменные издержки на производство определяются следующим

образом:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Н.}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.}} \cdot V_{\text{ГОД}}$$

Рулевой базовый механизм

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Н.Б.}} = 2334,34 \cdot 150000 = 350151240 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Н.П.}} = 2387,34 \cdot 150000 = 358101240 \text{руб}$$

Величина амортизационных отчислений рассчитывается по формуле:

$$A_{\text{М.УД.}} = (C_{\text{СОД.ОБОР.}} + C_{\text{ИНСТР.}}) \cdot H_A / 100$$

где H_A - доля амортизационных отчислений, 15%

$$A_{\text{М.УД.}} = (38,24 + 0,57) \cdot 15 / 100 = 5,82 \text{руб}$$

Постоянные издержки на производство:

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.Н.}} = (C_{\text{СОД.ОБОР.}} + C_{\text{ИНСТР.}}) \cdot (100 - H_A) / 100 + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ОБ.ЗАВОД.}} + C_{\text{КОМ}} + A_{\text{М.УД.}}$$

Рулевой базовый механизм

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.Н.}} = (38,24 + 0,57) \cdot (100 - 15) / 100 + 33,46 + 23,9 + 121,53 + 5,82 = 217,7 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.Н.}} = (38,24 + 0,57) \cdot (100 - 15) / 100 + 33,46 + 23,9 + 124,18 + 5,82 = 220,35 \text{руб}$$

Постоянные издержки для годовой программы рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{ПОСТ.}} = Z_{\text{ПОСТ.УД.}} \cdot V_{\text{ГОД}}$$

Рулевой базовый механизм

$$Z_{\text{ПОСТ.Б.}} = 217,7 \cdot 150000 = 32654904 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Z_{\text{ПОСТ.П.}} = 220,35 \cdot 150000 = 33052404 \text{руб}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия производится по формуле:

$$C_{\text{ПОЛ.Г.}} = C_{\text{ПОЛ.Н.}} \cdot V_{\text{ГОД}}$$

Рулевой базовый механизм

$$C_{\text{пол.г.б.}} = 2552,4 \cdot 150000 = 382806144 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$C_{\text{пол.г.п.}} = 2607,69 \cdot 150000 = 391153644 \text{руб}$$

Расчет величины выручки от реализации изделия производится по формуле:

$$\text{Выручка}_{\text{н.}} = C_{\text{опт.н.}} \cdot V_{\text{год}}$$

Рулевой базовый механизм

$$\text{Выручка}_{\text{н.}} = 3572,86 \cdot 150000 = 5359286016 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$\text{Выручка}_{\text{н.}} = 3572,86 \cdot 150000 = 5359286016 \text{руб}$$

Маржинальный доход рассчитывается по следующей формуле:

$$D_{\text{марж}} = \text{Выручка} - Z_{\text{перем.н.}}$$

Рулевой базовый механизм

$$D_{\text{марж}} = 5359286016 - 350151240 = 1857773616$$

Рулевой проектируемый механизм

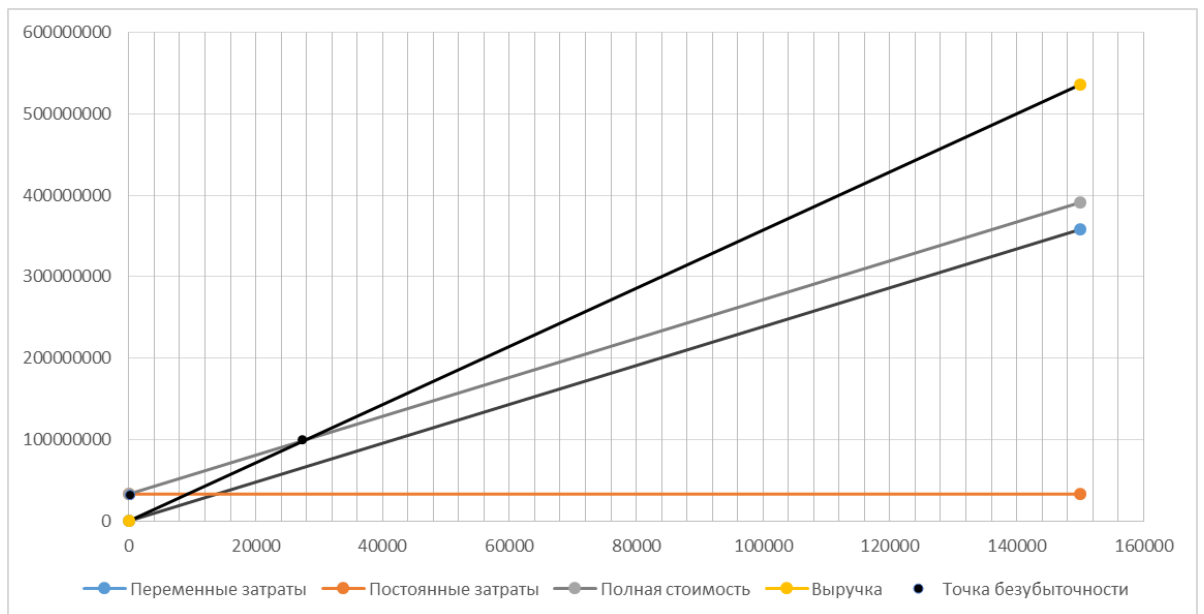
$$D_{\text{марж}} = 5359286016 - 358101240 = 1778273616$$

Формула расчет крит. объема продаж имеет следующий вид:

$$A_{\text{крит.}} = Z_{\text{пост.н.}} / (C_{\text{оп}} - Z_{\text{перем.н.}}) = 33052404 / (3572,86 - 2387,34) = 27880,19$$

Значение объема продаж округлим до 27885 штук. Обеспечивается покрытие всех расходов на изготовление при годовой программе 150 000 единиц при проаже такого количества.

Подтвердим полученное значение точки безубыточности графическим методом:



5.2 Расчет коммерческого эффективности проекта

Коммерческой эффективностью называют соотношение затрат и доходов, обеспечивающих необходимую норму доходности проекта. Для определения коммерческой эффективности рассчитаем чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности, индексы доходности затрат и инвестиций, окупаемость.

Определим величину наращивания объема продаж по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{V_{MAX} - A_{КРИТ}}{n - 1}$$

где V_{MAX} - максимальный объем продукции, шт.

$A_{КРИТ}$ - критический объем продаж проектируемого изделия, шт

n – количество лет, с учетом подготовки производства

$$\Delta = \frac{150000 - 27885}{6 - 1} = 24423$$

Выручка для базового проекта не рассчитывается.

Рассчитываем выручку от продаж, по каждому году.

$$B_i = C_{\text{ОПТ}} \cdot V_{\text{ПРОД.}i.}$$

где $V_{\text{ПРОД.}i.}$ - объем продаж в i -году.

Объем продаж в первый год производства рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{ПРОД.}i.} = V_{\text{КРИТ.}} + \Delta$$

Для определения объема продаж в последующих годах в формуле необходимо заменить $V_{\text{КРИТ.}}$ на объем продаж предыдущего года.

Таким образом объем продаж для первого и последующих годов будет равен:

$$V_{\text{ПРОД.}1.} = 27885 + 24423 = 52308$$

$$V_{\text{ПРОД.}2.} = 76731$$

$$V_{\text{ПРОД.}3.} = 101154$$

$$V_{\text{ПРОД.}4.} = 125577$$

$$V_{\text{ПРОД.}5.} = 150000$$

Соответственно величина выручки:

$$B_1 = 357286 \cdot 52308 = 186889021,49 \text{ руб}$$

$$B_2 = 274148916,52 \text{ руб}$$

$$B_3 = 361408811,55 \text{ руб}$$

$$B_4 = 448668706,57 \text{ руб}$$

$$B_5 = 535928601,60 \text{ руб}$$

Определяем переменные затраты по годам для базовой и проектной конструкции по формуле:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ПРОД.}}$$

Рулевой базовый механизм

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б.1.}} = 2334,34 \cdot 52308 = 122104740,11 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б.2.}} = 17911636508 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б.3.}} = 23612799006 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б.4.}} = 29966188348 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б.5.}} = 350151240 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П.1.}} = 2387,34 \cdot 52308 = 12487706411 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П.2.}} = 18318310808 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П.3.}} = 24148915205 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П.4.}} = 29979519603 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П.1.}} = 358101240 \text{руб}$$

Определяем постоянные затраты по годам для базовой и для проектной конструкции рулевого механизма по формуле:

$$Z_{\text{ПОСТ}} = Z_{\text{ПОСТ.УД}} \cdot V_{\text{МАХ}}$$

Рулевой базовый механизм

$$Z_{\text{ПОСТ.Б.}} = 217,7 \cdot 150000 = 32654904 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Z_{\text{ПОСТ.П.}} = 220,35 \cdot 150000 = 33052404 \text{руб}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта)

$$A_M = A_{M.УД} \cdot V_{\text{МАХ}}$$

$$A_M = 5,82 \cdot 150000 = 873306 \text{руб}$$

Полная себестоимость по годам (Определяется для базового и проектного варианта)

$$C_{\text{ПОЛ.и.}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.и.}} + Z_{\text{ПОСТ}}$$

Рулевой базовый механизм

$$C_{\text{ПОЛ.1.}} = 12210474011 + 32654904 = 15475964411 \text{руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.2.}} = 21177126908 \text{руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.3.}} = 26878289406 \text{руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.4.}} = 33231678748 \text{руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.5.}} = 382806144 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$C_{\text{пол.1.}} = 12487706411 + 33052404 = 15792946811 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пол.2.}} = 21623551208 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пол.3.}} = 27454155605 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пол.4.}} = 33284760003 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пол.5.}} = 391153644 \text{ руб}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам определяется и для базового и для проектного варианта отдельно:

$$Pr_{\text{обл.i}} = B_i - C_{\text{пол.i}}$$

Рулевой базовый механизм

$$Pr_{\text{обл.1.}} = 18688902149 - 15475964411 = 3212937738 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.2.}} = 6237764743 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.3.}} = 9262591749 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.4.}} = 11635191909 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.5.}} = 1531224576 \text{ руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Pr_{\text{обл.1.}} = 18688902149 - 15792946811 = 2895955338 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.2.}} = 5791340444 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.3.}} = 8686725549 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.4.}} = 11582110655 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{обл.5.}} = 1447749576 \text{ руб}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам определяется для базового и для проектного вариантов отдельно:

$$H_{\text{пр.i}} = Pr_{\text{обл.i}} \cdot 0.2$$

Рулевой базовый механизм

$$H_{\text{пр.1.}} = 0,2 * 3212937738 = 642587548 \text{ руб}$$

$$H_{\text{пр.2.}} = 1247552949 \text{ руб}$$

$$H_{\text{пр.3.}} = 185251835 \text{ руб}$$

$$H_{\text{пр.4.}} = 2327038382 \text{ руб}$$

$$H_{\text{пр.5.}} = 3062449152 \text{ руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$H_{\text{пр.1.}} = 0,2 \cdot 2895955338 = 579191068 \text{руб}$$

$$H_{\text{пр.2.}} = 1158268089 \text{руб}$$

$$H_{\text{пр.3.}} = 173734511 \text{руб}$$

$$H_{\text{пр.4.}} = 2316422131 \text{руб}$$

$$H_{\text{пр.5.}} = 2895499152 \text{руб}$$

Прибыль чистая по годам определяется для базового и для проектного варианта отдельно:

$$Pr_{\text{ч.}i} = Pr_{\text{обл.}i} - H_{\text{пр.}i}$$

Рулевой базовый механизм

$$Pr_{\text{ч.1.}} = 3212937738 - 642587548 = 257035019 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.2.}} = 4990211795 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.3.}} = 7410073399 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.4.}} = 9308153527 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.5.}} = 12249796608 \text{руб}$$

Рулевой проектируемый механизм

$$Pr_{\text{ч.1.}} = 2895955338 - 579191068 = 2316764271 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.2.}} = 4633072355 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.3.}} = 6949380439 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.4.}} = 9265688524 \text{руб}$$

$$Pr_{\text{ч.5.}} = 11581996608 \text{руб}$$

5.3. Расчет экономии от повышения надежности проектируемого узла

Предлагаемый проект модернизации повысит долговечность шестерни и рейки ориентировочно на 20 процентов. Таким образом можно рассчитывать на получение прибыли от уменьшения затрат в эксплуатации.

Прибыль рассчитывается по формуле:

$$Pr_{\text{ож.д.}i} = \left(C_{\text{отп}} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{\text{отп}} \right) \cdot V_{\Gamma}$$

Где D_1 и D_2 - долговечность шестерни и рейки соответственно по базовому и проектируемому варианту. $D_1 = 100000$; $D_2 = 120000$. Для расчетов будем использовать сумму цен зубчатой рейки и шестерни: $C_{отп} = 780 \text{руб}$

$$Pr_{ож.д.1} = (780 \cdot 120000 / 100000 - 780) \cdot 52308 = 8160047,98 \text{руб}$$

$$Pr_{ож.д.2} = 4987514,994 \text{руб}$$

$$Pr_{ож.д.3} = 6575009,996 \text{руб}$$

$$Pr_{ож.д.4} = 8162504,998 \text{руб}$$

$$Pr_{ож.д.5} = 97500000 \text{руб}$$

Ожидаемая прибыль от повышения надежности узла определяется по формуле:

$$Pr_{ож.н} = (N_{рем.б} \cdot Z_{рем.б} - N_{рем.п} \cdot Z_{рем.п}) + (T_{пр.б} - T_{пр.п.}) \cdot C_{отп}$$

где $N_{рем.б}$ и $N_{рем.п}$ - число отказов рулевого механизма в год по базовому и проектируемому вариантам;

$Z_{рем.б}$ и $Z_{рем.п}$ пр.- затраты на ремонт по базовой и проектируемой конструкции;

$T_{пр.б}$ и $T_{пр.п.}$ - количество часов простоя в ремонте в год при базовой и проектируемой конструкции.

$$Pr_{ож.н} = (70 \cdot 780 - 10 \cdot 780) + (140 - 20) \cdot 780 = 136800$$

Общественно значимая экономия определяется суммированием полученных эффектов.

$$\mathcal{E}_{общ.и} = Pr_{ож.д} + Pr_{ож.н}$$

$$\mathcal{E}_{общ.1} = 8160047,98 + 136800 = 8296847,98 \text{руб}$$

$$\mathcal{E}_{общ.2} = 5001194,994 \text{руб}$$

$$\mathcal{E}_{общ.3} = 6588689,996 \text{руб}$$

$$\mathcal{E}_{общ.4} = 8176184,998 \text{руб}$$

$$\mathcal{E}_{общ.5} = 97636800 \text{руб}$$

Тогда текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$ЧД_i = Pr_{ч.и.п} - Pr_{ч.и.б} + A_M + \mathcal{E}_{общ}$$

$$ЧД_1 = 2316764271 - 257035019 + 873306 + 8296847,98 = 663429479 \text{руб}$$

$$ЧД_2 = 4731386154 \text{руб}$$

$$ЧД_3 = 6215327636 \text{руб}$$

$$ЧД_4 = 8221050594 \text{руб}$$

$$ЧД_5 = 91832106 \text{руб}$$

Дисконтирование денежного потока производится умножением коэффициента дисконтирования α_i на значение денежного потока:

$$E_{CT} = 10\%$$

$$\alpha_i = 1/(1 + E)^t$$

$$\alpha_1 = 0.909$$

$$\alpha_2 = 0.826$$

$$\alpha_3 = 0.753$$

$$\alpha_4 = 0.683$$

$$\alpha_5 = 0.621$$

$$ЧДД(i) = ЧД(i) \cdot \alpha_i$$

$$ЧДД(1) = 663429479 \cdot 0,909 = 603057396 \text{руб}$$

$$ЧДД(2) = 3908124963 \text{руб}$$

$$ЧДД(3) = 468014171 \text{руб}$$

$$ЧДД(4) = 5614977556 \text{руб}$$

$$ЧДД(5) = 5702773783 \text{руб}$$

Расчёт суммарного ЧДД:

$$\sum ЧДД(i) = 20509075408 \text{руб}$$

Потребность в капиталобразующих инвестициях вычисляется по следующей формуле:

$$J_0 = K_{ИНВ} \cdot \sum C_{ПОЛ}$$

где $K_{ИНВ}$ - коэфф капиталобразующих инвестиций. Для данной работы принимаем $K_{ИНВ} = 7\%$

$$J_0 = 0.07 \cdot 137270778026 = 9608954462 \text{руб}$$

Чистый дисконтированный доход рассчитываем по следующей формуле:

$$ЧДД = \sum_{i=0}^T ЧДД(i) - J_0$$

$$ЧДД = 20509075408 - 9608954462 \text{ руб} = 109001209 \text{ руб}$$

Рассчитываем индекс доходности инвестиций

$$JD = ЧДД / J_0$$

$$JD = 1,13$$

Срок окупаемости проекта

$$T_{ОКУП} = J_0 / ЧДД$$

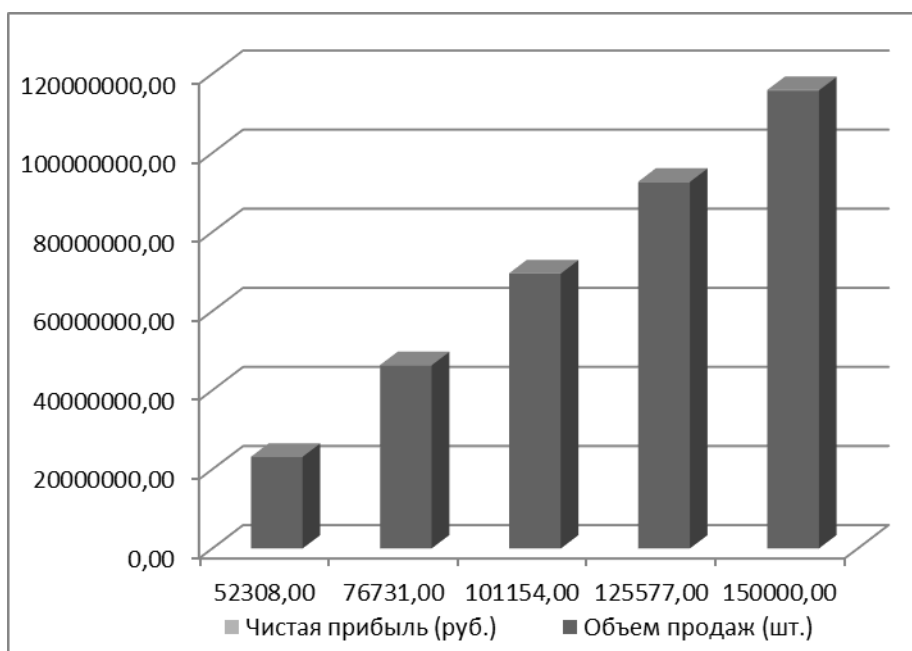
$$T_{ОКУП} = 0,88$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемого изделия сводится в таблицу 5.4.

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование показателей	ГО ДЫ					
		0	1	2	3	4	5
A	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж $V_{ПРОД.i}$ (шт.)		52308	76731	101154	125577	150000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб.) $C_{ОПТ}$		3572,86				
3	Выручка (тыс.руб.)		186889	274149	361409	448669	535929
4	Переменные затраты (тыс. руб.) $Z_{ПЕРЕМ.Б.}$		122105	179116	236128	299662	350151
	$Z_{ПЕРЕМ.П.}$		124877	183183	241489	299795	358101
5	Амортизация A_M (тыс.руб.)		873				
6	Постоянные затраты, (тыс. руб.) $Z_{ПОСТ.Б.}$		32655				
	$Z_{ПОСТ.П.}$		33052				
7	Полная себестоимость, (тыс. руб.) $C_{ПОЛ.Б.}$		154760	211771	268783	332317	382806
	$C_{ПОЛ.П.}$		157930	216236	274542	332848	391154
8	Общественная эффективность (тыс.руб.)		8297	50012	65887	81762	97637
9	Чистый поток реальных денег $ЧД$ (тыс.руб.)		6634	47314	62153	82211	91832
10	Коэфф дисконтирования α_{e1} при E		0,909	0,826	0,753	0,683	0,621

№ п/п	Наименование показателей	ГО ДЫ					
		0	1	2	3	4	5
A	1	2	3	4	5	6	7
11	Чистый дисконтированный доход <i>ЧДД (тыс.руб.)</i>		6031	39081	46801	56150	57028
12	Капиталообразующие инвестиции <i>J₀ (тыс.руб.)</i>	96090					
13	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег (с учетом капиталообразующих инвестиций) <i>Σ ЧДД(i)_t (тыс.руб.)</i>						109001
14	Индекс доходности, <i>JD</i>						1,13
16	Срок окупаемости проекта, Токуп., год						0,88



5.4 Анализ проведенных расчетов и вывод

На основании проведенных расчетов можно утверждать об эффективности данного проекта рулевого управления. Значение индекса доходности равен 1.13, т.е. проект является коммерчески эффективным, а срок окупаемости составляет 0.88 года, что показывает малорискованность проекта в условиях современной экономической ситуации и в рамках жизненного цикла проекта. Величина чистого дисконтированного дохода (ЧДД) характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами. Расчеты показали, что ЧДД = 109001 тыс. руб., следовательно, проект

принесет прибыль в течение заданного периода времени, несмотря на потерю средств от инфляции и других изменений на рынке.

6 «Безопасность и экологичность технического объекта»

Анализ конструктивной и утилизационной безопасности проектируемой рулевого управления.

В данном проекте представлен вариант модернизированной конструкции рулевого управления. Изменения включают себя рулевой механизм, рейку. Данная конструкция позволит улучшить ее прочность и долговечность. Предлагаемая конструкция аналогична, по всем требованиям безопасности, серийному образцу производства ПАО «АВТОВАЗ». Узел применяется в автомобилях семейства на платформе LADA GRANTA 2190.

Рулевое управление данной конструкции успешно применяется уже много времени, так как удовлетворяет всем требованиям. Исходя из расчетов, проведенных в конструкторской части, удовлетворяет всем требованиям по усилиям и стандартам ГОСТ Р 52302 стандартов ЕЭК ООН и УТАС R 79-10 и R 12-03. Данные правила регламентируют поведение системы рулевого управления и его привода, работающего на высоком напряжении, а также высоковольтных компонентов и систем транспортных средств с допустимой массой менее 1500 кг. Численное значение усилия на рулевое колесо не превышает 7 Н для данной модели автомобиля.

Утилизация этого рулевого управления безопасна, так как основные материалы – это металл и резина. Металлические детали отправляются на переплавку, а резиновые на переработку, для дальнейшего использования в различных отраслях.

ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ

- для автомобилей, оборудованных роботизированной КП, автоматической КП: этап ускорения / замедления должен осуществляться в ручном режиме, а оставшийся путь – по выбору водителя.

- на время остановок двигатель должен выключаться. Автомобиль должен закрываться на ключ.

- обкатка должна осуществляться при работающем кондиционировании воздуха.

- любые вспомогательные системы должны использоваться в автоматическом режиме (датчик дождя, фары ближнего света, блокировка дверей, кнопка для открытия дверей, торможение при автоматической парковке и т.д.).

- после 5000 км (автомобиль с 1 манекеном + 40 кг в багажнике) при помощи средств автомобиля:

- поднять колесо от земли, затем опустить.

При помощи ключа автомобиля развинтить на 4 оборота болт этого колеса, а затем затянуть его.

- поднять заднее колесо от земли, затем опустить.

При помощи ключа автомобиля развинтить на 4 оборота болт этого колеса, а затем затянуть его.

- демонтировать запасное колесо, а затем установить обратно.

Данный цикл испытаний позволяет выполнить глобальные ресурсные испытания автомобилей на служебном треке с условиями, соответствующими вождению в городских условиях с малой средней скоростью.

Стандарт предназначен для определения функциональных характеристики, определяющих испытания, объединяющие долговечность и надежность типа E.D.A.U (проверка и применение аспекта срока службы); в нем описываются типы и количество нагрузок, из которых состоит этот аспект.

В документе описаны нагрузки только для легковых автомобилей, применяемых как для автомобилей группы Рено (срок службы серийных а/м и прототипов), так и конкурентов.

Испытания по типу EDAU представляют собой испытания, объединяющие периметр долговечность - надежность. Их цель – проведение искусственного старения, замещающего естественное старение, связанное с вождением и эксплуатацией автомобилей потребителями.

Они состоят из нескольких семейств нагрузок, которые потребители обычно встречают, используя свой автомобиль. Ускорение старения достигается за счет сжатия нагрузок по времени, а не путем увеличения их уровня. Их специфика заключается в том, чтобы объединить нагрузки таким образом, чтобы они были максимально характерными и показательными для реального использования.

Типы нагрузок характеризуются расчетными сечениями СТА, типами маневром и их количеством, выполняемом в каждой категории испытаний. Настоящий документ дает физическое описание синтеза нагрузок и их количества.

Представленные семейства нагрузок:

Вибрационные нагрузки

Представленные различными участками дороги разного уровня и регулируемой частотой вибраций.

Условия окружающей среды

Представленные прохождением бродов, пылевых туннелей, чередующихся рядов в климатических камерах, коррозией, вызванной прохождением препятствий .

Эксплуатация потребителем

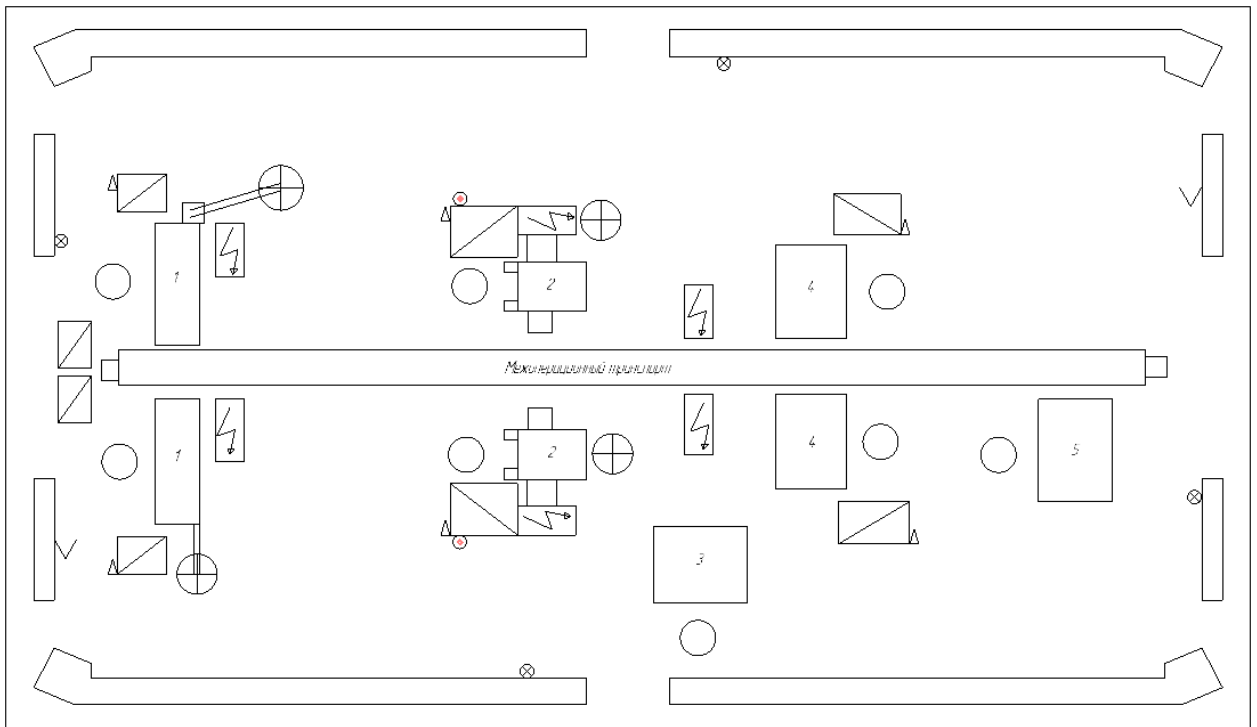
Представленная порядком применения коробки передач или оборудования автомобиля, вариантами загрузки.

EDAУ представляет собой испытания на старение, основным компонентом которых является использование потребителем. Основными нагрузками при испытаниях являются количество маневров и проходов климатической камеры.

Описание производственного участка.

Участок производственный по сборке рулевого механизма с тягами представлен на рисунке 6.1 На участке используются насосы для подачи смазки, стенды с зажимами, система для перемещения узла по линии “Спутник” между постами операций. Детали и комплектующие поставляются на участок в коробках электропогрузчиками. Упаковочная тара впоследствии утилизируется. Отправка готовых узлов так же осуществляется при помощи электропогрузчиков. Детали, перемещаемые операторами, имеют массу до 10 кг., что соответствует ГОСТ 12.3.020-80. ССБТ. «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

Рисунок 6.1 – Схема производственного участка сборки рулевого механизма.



1 - сборочный стенд с двуручным управлением, для установки и смазки рулевого механизма в картер; 2 – сборочный стенд с двуручным управлением, для установки на шестерню сепаратора с роликами; 3 – стол рабочий, для распаковки деталей; 4 – сборочный стенд с двуручным управлением, установки рейки в картер; 5 – Распаковка рулевой рейки и комплектующих к ней; Δ – огнетушитель; ⊗ - пожарная сигнализация; ⊕ - пожарный инструмент; v - пожарный гидрант.

Выполнение операций работником выполняются стоя, потому рабочий процесс регламентируется ГОСТ 12.2.033-78. Безопасность прессов и конвейеров обеспечивается конструкцией данных механизмов, СИЗ для работников, и регламентируется ГОСТ 12.1.019 – 79 и ГОСТ 12.1.030 – 81. Перемещение грузов регламентируется ГОСТ 12.3.020-80.

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

6.1.1 Технический объект характеризуется прилагаемым технологическим паспортом (см. табл. 6.1.1).

Таблица 6.1.1 - Технологический паспорт технического объекта

№ П/П	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Установка рулевого картера	Закрепить рейку в сборе	Слесарь механосборочных работ	Межоперационный транспорт "спутник"	Металл, смазка пластичная
2	Установка рулевого механизма	Смазать шестерню и запрессовать в картер	Слесарь механосборочных работ	Электромеханический пресс Kistler 2151a	Металл, смазка пластичная
3	Установка рулевой рейки	Смазать рейку и установить в картер	Слесарь механосборочных работ	Электромеханический пресс Kistler 2151a	Металл, смазка пластичная

6.2 Идентификация профессиональных рисков

Список выявленных профессиональных рисков сведен в таблицу (см. табл. 6.2).

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Установка узла на стенд и его транспортировка	Подвижные части производственного оборудования; повышенный уровень шума на рабочем месте, монотонность труда, напряжение в электрической сети	Межоперационный транспорт “спутник”
2	Установка шестерни и рейки в картер	Подвижные части производственного оборудования; повышенный уровень шума на рабочем месте; монотонность труда, напряжения в электрической сети	Пресс Kistler 2151a

6.3 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 6.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных.

№ п/п	Опасный и /или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и /или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Передвигающиеся детали	Соблюдение техники безопасности	Спецодежда, перчатки, очки защитные, спецобувь
2	Острые кромки, заусенцы и	Применение индивидуальных	Спецодежда,

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
	шероховатость на поверхностях заготовок	средств защиты	перчатки, очки защитные, спецобувь
3	Подвижные части производственного оборудования	Проведение техники безопасности	Спецодежда, спецобувь, перчатки, очки защитные
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Применение индивидуальных средств защиты от шума	Применение беруш, наушников
5	Монотонность труда	Выделение времени для отдыха, перерывов.	
6	Напряжение в электрической сети	Соблюдение техники безопасности	Перчатки резиновые, спецодежда, спецобувь

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок установки рулевого механизма в картер	Пресс Kistler 2151a	Д	пламя и искры, снижение видимости в дыму повышенная концентрация токсичных	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части
2		Сборочные стенды с двуручным управлением	Д	продуктов горения и термического разложения,	технологических установок,
3		Межоперационный транспорт Спутник	Д	повышенная температура окружающей среды.	оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 6.4.2 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	5	6	7	8
Огнетушитель ОП-5	Пожарные машины	Гидрант пожарный	Противогазы	Топор, лом	Звуковые и световые системы оповещения

В соответствии с требованиями Федерального закона № 69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности» (ст. ст. 25, 37) руководители организаций обязаны проводить противопожарную пропаганду, а также обучать своих работников мерам пожарной безопасности. Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций проводится по программам противопожарного инструктажа и (или) пожарно-технического минимума.

В зависимости от вида реализуемой программы обучение мерам пожарной безопасности работников организаций проводится непосредственно по месту работы и (или) в организациях, осуществляющих образовательную деятельность.

Требования пожарной безопасности процессов транспортирования твердых материалов:

- конвейеры должны иметь предохраняющие устройства, отключающие приводы при перегрузке;
- конвейеры, транспортирующие порошкообразные пылящие материалы, а также материалы, выделяющие пары и газы, или материалы с высокой температурой, должны оборудоваться системами пылеподавления, вентиляции или аспирации и тепловой защитой в зависимости от физико-

химических свойств материалов и конструкции конвейера;

Таблица 6.4.3. – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Сборка рулевого механизма	Установление противопожарного режима	Должны быть определены и оборудованы места для курения; определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня; регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; действия работников при обнаружении пожара; определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму
	Назначение лиц, ответственных за пожарную безопасность	Своевременное выполнение требований пожарной безопасности; ведение необходимой документации.
	Проведение регулярных проверок противопожарного оборудования	Противопожарное оборудование должно содержаться в рабочем состоянии.

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
	Проведение учебных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также обучения по технике безопасности.	Все работники, задействованные в производстве должны знать минимум по обеспечению пожарной безопасности, а также свои действия при пожарной ситуации.

6.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 6.5.1. – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие на атмосферу	Негативное экологическое воздействие на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Сборка рулевого механизма	Картер, шестерня, рейка	При правильной утилизации негативное воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу отсутствуют.		

6.6. Заключение

В данном разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» произведен анализ конструктивной и утилизационной безопасности

проектируемого рулевого механизма. Был описан участок для сборки данного узла. К техническому объекту был составлен технологический паспорт, проведена идентификация профессиональных рисков, а также описаны методы и средства для устранения негативного воздействия опасных и вредных факторов. Был произведен анализ обеспечения пожарной безопасности технического объекта, определен класс пожара, опасные факторы пожара. Составлен список противопожарных технических средств. Размещение данных средств отражено на схеме участка сборки. Проведен анализ экологической безопасности технического объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного дипломного проекта является увеличение долговечности рулевого механизма за счет модернизации конструкции и повышение комфортности и удобства управления, обеспечение перспективности за счет унификации деталей и возможности установки узла на широкий список модельного ряда автомобилей. Однако модернизированная рулевая рейка проведения ресурсных испытаний и доводки конструкции.

Ориентируясь на выполненные расчеты новой конструкции, мы можем выделить следующие преимущества:

- ресурс безотказной работы рулевой рейки увеличивается на 20 тыс. км. и составляет 120 тыс. км, когда срок эксплуатации большинства рулевых реек составляет 100 тыс. км. Это достигается путем незначительных доработок конструкции зубчатого зацепления и зубьев шестерни в частности;
- обеспечение технологичности производства и сборки деталей с минимальными дополнительными капитальными затратами;
- положительный экономический эффект характеризуется величиной чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который превышает суммарные затраты на производство. Срок окупаемости ($T_{окуп.}$) составляет менее года, индекс доходности (I_D) больше единицы, что свидетельствует о проекте, как возможный к принятию для производства.
- незначительное изменение технологии сборки рулевой рейки.

Суммируя вышесказанное можно сделать вывод, что данная модернизация имеет положительные последствия, однако появляется ряд проблем, требующих неотложного решения:

- подготовка производства потребует переоборудования участков сборки и дополнительных материальных затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля / Л.А. Черепанов — ТГУ, 2016(электр ресурс) —39 с.
2. В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2007. - 557 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: 551 с.
3. ИЕТТ-V6N1P102 ijett.com
4. Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров— М.: Автополис-плюс, 2005. -560 с.
5. Справочник [Текст] / Под общ. ред. А. И. Гришкевича. — М.: Машиностроение, 1984. — 272 с.
6. Соломатин, Н.С. Конструкция и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобилия и тракторы».-ТГУ.-Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. М:Автополус плюс, 2005 - 157 с.
7. Щипанов, А.В. Разработка технологических процессов сборки узлов и изделий: Учебно-методическое пособие для выполнения курсовых проектов, работ и технологической части дипломных проектов по дисциплине «Технология автотракторостроения». [Текст] /Тольятти: ТГУ, 2008. – 56 с
8. Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчёта автомобиля: учеб. Пособие [Текст] /В.М. Скутнев. - Тольятти: Изд. ТГУ, 2012. - 295 с.
9. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
10. Устройство и ремонт [Текст] / В.А. Вершигора, А.П. Игнатов, К.В. Новокшенов, К.Б. Пятков. — М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1989. - 335 с.: и
11. Трансмиссии автомобилей [Текст] / Цитович И.С, Каноник И.В., Вавуло В.А. — Мн.:Наука и техника. 1979. – 256 с.

12. Капова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201. – «Автомобиле –и тракторостроение» всех форм обучения [Текст]. Тольятти: ТГУ, 2007. – 63 с.
13. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля [Текст] / А.М.Иванов - М: ООО «Изд. «За рулем», 2012. – 336 с.
14. Волжское объединение по производству легковых автомобилей [Текст] / Руководство по ремонту автомобилей ВАЗ. Тольятти, 1984.
15. Сцепления [Текст] / Малаховский Я.З., Лапин А.А. —М.: Машиздат, 1960. – 69 с.
16. Микнас, В. Автомобильные сцепления, трансмиссии, приводы [Текст] / Микнас, В. - М: ООО «Изд. «За рулем», 2012. – 352 с.
17. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 1. 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
18. Котлобай А.Я., Котлобай А.А., Юнусов Ю.Ш., Тамело В.Ф. РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ПРИВОДОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ТЕХНИКИ. *НАУКА и ТЕХНИКА*. 2015;(5):18-26.
19. Карпиевич Ю.Д., Баханович А.Г., Бондаренко И.И. БОРТОВОЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН. *НАУКА и ТЕХНИКА*. 2016;15(5):427-434.
20. Modeling and Stability Analysis of Wedge Clutch System. 2014. Volume 2014 (2014). 12 pages.
21. THE EXPERIMENTAL DIDACTIC STAND FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF THE GEAR WITH MAGNETORHEOLOGICAL CLUTCH AND BRAKE. 2014. Volume 82. 18 pages.
22. Руководство по ремонту и технической эксплуатации автомобиля ВАЗ-2121.
23. Электронный каталог. - М.: Третий Рим, 2003.
24. Охрана труда в машиностроении. Е.Я. Юдин и др. / Под ред. Е.Я. Юдина.

25. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.:Машиностроение, 1972. – 392 с.
26. Duna Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car suspension system using random road profile / International Journal of Energy and Environment, 2016
27. Jan Ziobro, Analysis of suspension element of car body on the example silentblock / Advances in Science and Technology Research Journal, 2015
28. Lucian Roman, Mathematical model and software simulation of suspension's system from opel cars / Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014
29. Dainius Luneckas, Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014
30. Catalin Alexandru, Vlad Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel suspension mechanisms / Ingeniería e Investigación, 2016

Приложение А

Графики тягового расчета

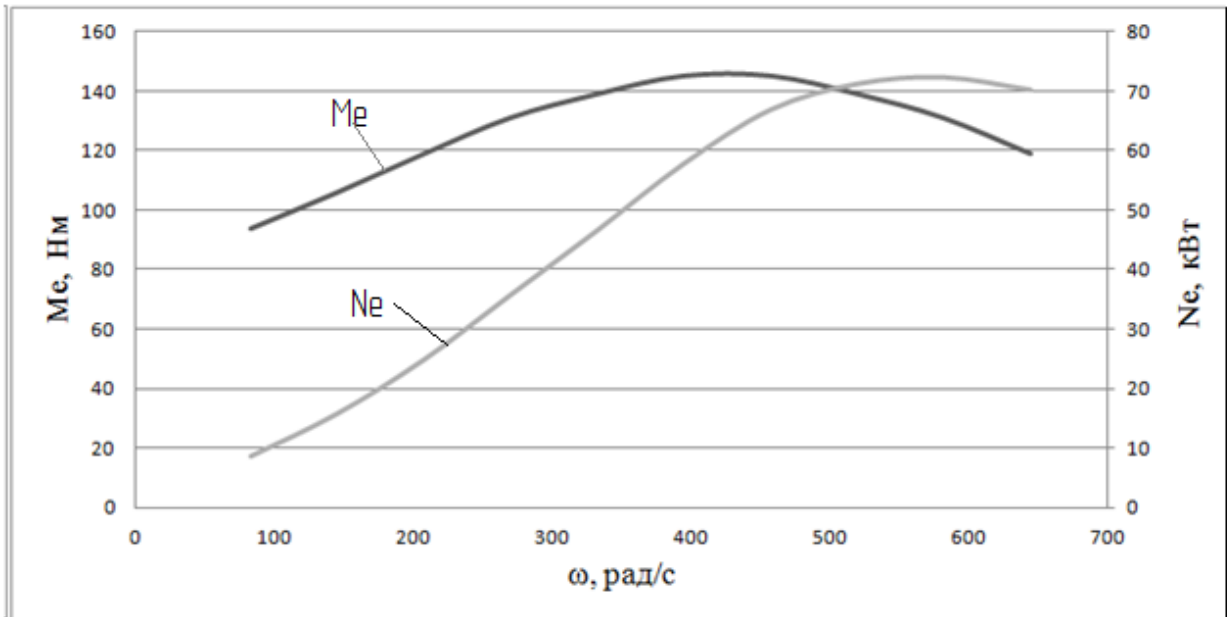


Рисунок А1 – Внешнескоростная характеристика

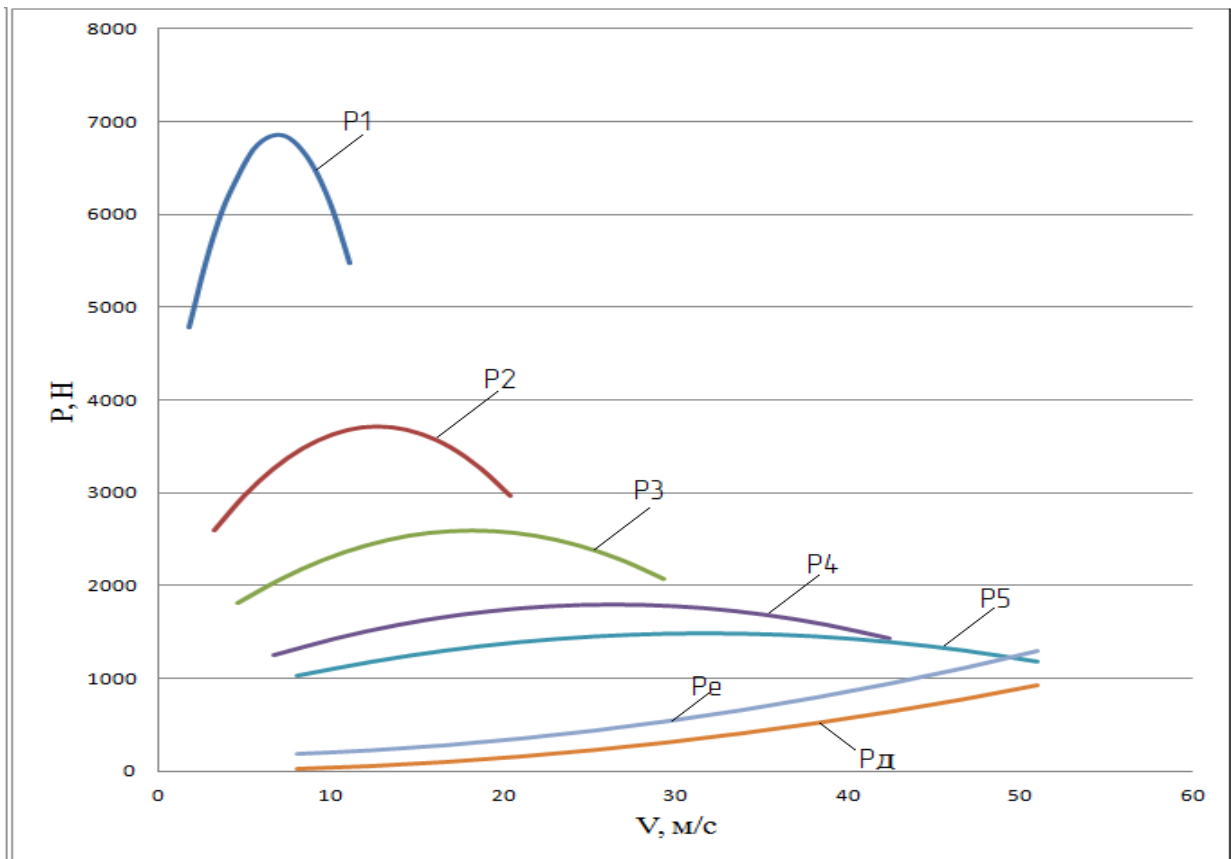


Рисунок А2 – Тяговый баланс