

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка эргономичного рулевого колеса для автомобиля
Niva Legend»

Обучающийся

Д.К. Бесенов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент А.Н. Кириллова

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

Тольятти 2024

Аннотация

В данном дипломном проекте разработано и спроектировано рулевое колесо с рулевым механизмом типа глобоидный червяк – двухгребневый ролик.

В конструкторской части проведены расчеты максимального усилия на рулевом колесе и расчеты на прочность деталей рулевого механизма.

В технологической части разработана технология сборки проектируемого рулевого колеса.

В разделе промышленная безопасность и экология проведены организационно – технические мероприятия по созданию безопасных условий труда на сборочном участке.

В экономической части проведен расчет затрат и рассчитана себестоимость изготовления новой конструкции рулевого колеса, рассчитана коммерческая эффективность проекта, а также на основе сравнения затрат на производство и полученной себестоимости изготовления, сделан вывод о целесообразности установки на автомобиль проектного рулевого колеса.

На основании проведенных расчетов сделан вывод.

Abstract

In this thesis project, a steering wheel with a steering mechanism of the globoid worm - double ridge roller type is developed and designed.

In the design part of the calculations of the maximum force on the steering wheel and strength calculations of steering mechanism parts.

In the technological part the assembly technology of the designed steering wheel is developed.

In the section of industrial safety and ecology carried out organizational and technical measures to create safe working conditions in the assembly area.

In the economic part of the calculation of costs and calculated the cost of production of a new design of steering wheel, calculated the commercial effectiveness of the project, as well as on the basis of a comparison of costs of production and the resulting cost of production, concluded on the feasibility of installing a project steering wheel on the car.

Based on the conducted calculations the conclusion is made.

Содержание

Введение	5
1. Состояние вопроса	6
1.1 Назначение рулевого управления.....	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции рулевого управления.	7
1.3 Классификация конструкций рулевого управления	8
1.4 Обзор и тенденции развития конструкции рулевого управления и эргономики рулевого колеса	27
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции рулевого управления.....	38
2 Конструкторская часть	42
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	42
2.2 Расчеты на прочность деталей проектируемого узла	55
3 Технологическая часть	65
3.1 Основные элементы технологического процесса сборки	65
3.2 Обоснование выбора техпроцесса сборки узла	66
3.3 Составление перечня сборочных работ	67
3.4 Выбор организационной формы сборки	69
4 Безопасность и экологичность дипломного проекта	73
4.1 Опасные и вредные производственные факторы	85
4.2 Перечень оборудования, установленного на участке сборки	86
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	87
4.4 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда.....	92
5 Экономическая эффективность проекта.....	103
Заключение	117
Список используемых источников.....	118
Приложение А Графики тягового расчета	121

Введение

В настоящее время автомобильный рынок России достаточно плотно насыщен легковыми автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили зарубежных производителей. Экспансию зарубежных производителей сдерживают таможенные пошлины. Однако многие производители выходят из положения, размещая производство или сборку автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Позиция ВАЗа на внешнем рынке, особенно в промышленно развитых странах, также слаба. Последние 10-15 лет автомобили ВАЗ активно вытесняются корейскими, а также малазийскими автомобилями и автомобилями Skoda. Другие производители, снижая цену на свою продукцию, также отбирают покупателей у АвтоВАЗа. Жесткая конкуренция на рынке Европы привела к тому, что оборудование, устанавливавшееся ранее на автомобиль в качестве опции за дополнительную плату, устанавливаются на большинстве автомобилей стандартно без заметного увеличения их стоимости. Это относится в первую очередь к подушкам безопасности и к дополнительному оборудованию рулевого управления автомобиля. Для успешной конкуренции на ВАЗе проводится ряд мероприятий для повышения конкурентоспособности продукции предприятия.

Одно из направлений работ - возможность более широкого оснащения продукции ВАЗа дополнительным оборудованием, в том числе и усилителями рулевого управления, а также улучшение эргономических характеристик рулевого колеса.

1 Состояние вопроса

В процессе вождения автомобиля требуется постоянно поддерживать заданное направление движения, регулировать скорость движения и обеспечивать его остановку. Это достигается с помощью механизмов управления, к которым относятся тормозная система и рулевое управление. Последнему из них и будет посвящен данный проект.

1.1 Назначение рулевого управления

Рулевое управление - важнейший компонент любого автомобиля, поскольку оно обеспечивает точное и согласованное управление колесами. Уделяя первостепенное внимание конструкции и функциональности рулевого управления, мы можем обеспечить надежность и удовольствие от вождения наших автомобилей. «Оно состоит из рулевого механизма и рулевого привода, которые работают слаженно, обеспечивая плавное и безопасное вождение. В некоторых случаях для облегчения поворота колес может быть установлен гидроусилитель руля, а для повышения комфорта и безопасности вождения в рулевой механизм может быть встроен амортизатор.

Рулевой механизм включает в себя рулевое колесо, рулевой вал и механизм передачи, которые вместе передают усилие от водителя к рулевому приводу и увеличивают крутящий момент, прикладываемый к рулевому колесу. Рулевой механизм - важнейший компонент любого автомобиля, поскольку он позволяет водителю легко контролировать направление движения машины. Рулевой привод отвечает за передачу усилия от редуктора к рулевым колесам автомобиля и обеспечивает необходимое соотношение между углами поворота. Кроме того, амортизатор играет важную роль в компенсации ударных нагрузок и предотвращении биения руля, что делает вождение более плавным и безопасным.

Основная функция системы рулевого управления заключается в точном преобразовании угла поворота рулевого колеса в угол поворота колес, а также

в предоставлении водителю информации о поведении автомобиля через рулевое колесо.»[1]

1.2 Требования предъявляемые к конструкции рулевого управления

Конструкция рулевого управления имеет решающее значение для безопасности автомобиля. Будьте уверены, что наша конструкция рулевого управления отвечает всем этим требованиям и даже больше, обеспечивая максимальную безопасность для водителей и пассажиров.

Необходимо, чтобы материалы, из которых изготовлены детали и их соединения, были самого высокого качества, чтобы обеспечить прочность и надежность, предотвратить любые поломки или разъединение.

В случае аварии пассивная безопасность имеет первостепенное значение, поэтому рулевой вал должен сгибаться или разъединяться, а труба рулевой колонки и ее крепление должны предотвращать этот процесс.

Наконец, рулевое колесо должно деформироваться в случае аварии и поглощать передаваемую ему энергию, не разрушаясь, не раскалываясь и не образуя острых краев.

Люфт рулевого колеса автоматически компенсируется или легко устраняется, обеспечивая максимальную безопасность вождения и точность направления. Попрощайтесь с мертвыми центрами в нейтральном положении!

Поворотный момент на руле идеально сбалансирован, что обеспечивает легкое управление на любой скорости. Кроме того, рулевое колесо всегда возвращается в нейтральное положение, даже на низких скоростях.

Рулевое управление должно быть легким, что обеспечивается его высоким КПД.

Угол поворота управляемых колес должен быть достаточно большим, что бы диаметр разворота автомобиля по габариту был возможно меньше.

Для выполнения перечисленных требований существуют несколько типов рулевых управлений, классификация которых производится по виду движения на выходе из рулевого механизма, являющегося неотъемлемой частью любого рулевого управления.

К рулевому управлению с поступательным движением на выходе рулевого механизма относится реечный рулевой механизм. Этот тип механизма в настоящее время наиболее распространен. Имея малую массу и высокий КПД, позволяющий получить низкое усилие на рулевом колесе, он почти полностью вытеснил другие типы механизмов с автомобилей малого класса и почти полностью в конструкции переднеприводных автомобилей. Этот механизм устанавливается на все переднеприводные автомобили ВАЗ и предусмотрен для установки на перспективные автомобили.

К рулевому управлению с вращательным движением на выходе относятся рулевые механизмы червяк – ролик, винт с циркулирующими шариками, червяк – сектор (для грузовых автомобилей). Эти типы механизмов дороже и сложнее реечного, однако имеют в сравнении с ним следующие преимущества:

- возможность передачи больших усилий;
- возможность поворота колес на больший угол (который может составлять $\pm 45^0$);
- малые величины нагрузок на детали привода (сошку, маятниковый рычаг и т.д.)
- возможность применения в зависимой подвеске (что получило распространение на грузовых и внедорожных полноприводных автомобилях).

1.3 Классификация конструкций рулевого управления

Интересные факты - раньше рулевые механизмы изготавливались с цилиндрическими и коническими шестернями, но теперь у нашей промышленности есть превосходные реечные рулевые механизмы (см. рисунок 1, а-б).

Теперь можете быть уверены, что у автомобиля будет наилучшее рулевое управление. Шестерня на рисунке 1, б расположена параллельно поперечной тяге. Такая конструкция не только инновационна, но и эффективна и надежна.

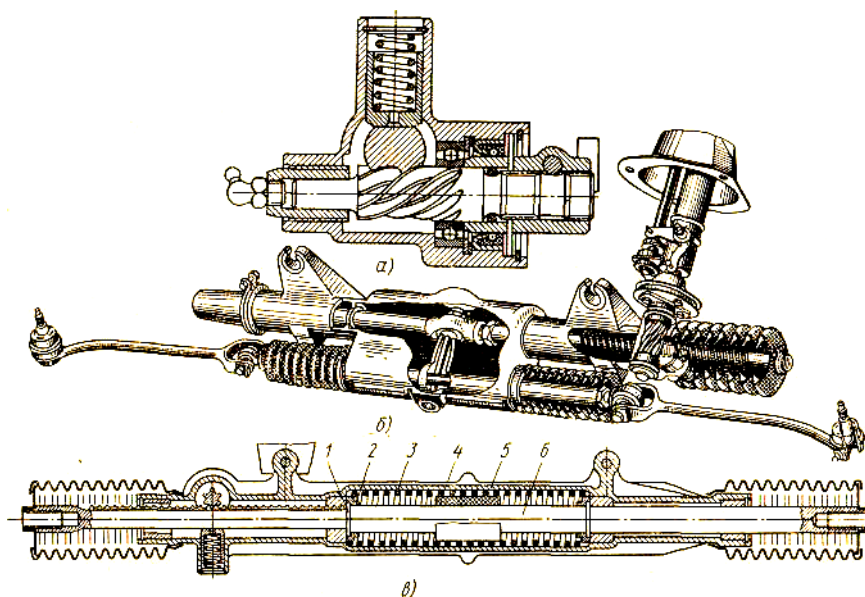


Рисунок 1 - Рулевые механизмы с реечной парой

Рулевой механизм - это настоящее инженерное произведение конструкторской мысли. Используя несколько пар шестеренок или зубчатых редукторов, мы можем с легкостью добиться необходимых передаточных чисел. И что самое интересное? Поверьте нам, этот рулевой механизм на высшем уровне!

Зубчатая передача очень эффективна и реверсивна. Поэтому в подобных передачах используются относительно большие передаточные числа, чтобы уменьшить передачу ударов на рулевое колесо от неровностей дороги или применить специальные устройства.

И вот еще интересная информация - в некоторых двусторонних конструкциях, например, в рулевых механизмах с реечной передачей, для поглощения небольших ударных сил предусмотрительно используется предварительно сжатая пружина 3 (рисунок 1в). Эта пружина предусмотрительно установлена в корпусе 5 между внутренними шайбами 2, в то время как внешние шайбы установлены в пазах реечного механизма 6.

Такая конструкция обеспечивает максимальную эффективность и надежность! Эта пружина мастерски установлена в корпусе 5 между внутренними шайбами 2, а внешние шайбы установлены в пазах стержня стойки 6. Эта пружина надежно установлена в корпусе 5 между внутренними шайбами 2, а наружные шайбы установлены в пазах стержня стойки 6. Внешние шайбы касаются внутренних шайб 2 без осевого зазора. Корпус рулевого механизма предназначен для поглощения всех ударных сил, возникающих при неровностях дороги, которые меньше силы предварительного сжатия пружины. Эти силы умело поглощаются рамой автомобиля и не передаются на рулевое колесо. Эта прогрессивная конструкция гарантирует плавную и комфортную езду вне зависимости от местности. Вы можете быть уверены в качестве и надежности предлагаемого механизма рулевого управления.

Чтобы сдвинуть рулевую рейку в ту или иную сторону, достаточно просто приложить к рулевому колесу усилие, величина которого превышает силу предварительного сжатия пружины и противодействует проворачиванию управляемых вами колес! Вращение рулевого колеса и перемещение рейки 6 и поворачиваемых на ней рабочих колес контролируется дистанционной гильзой 4, которая находится во внутренней части упругой пружины.

В данном тексте описаны рулевые механизмы с кулачковой передачей.

Для устранения недостатков реверсивных передач в настоящее время используются необратимые или почти необратимые передачи, такие как червячные, винтовые и в том числе кулачковые передачи!

Кулачковые передачи состоят из двух витков спирали, укрепленных на рулевом валу. В некоторых конструкциях кулачок имеет особую форму.

Однако благодаря прогрессу в производстве винтовые механизмы рулевого управления становятся все более популярными в автомобилях, демонстрируя свою надежность и эффективность.

«Винтовые механизмы рулевого управления с циркуляционными шарико-винтовыми парами получили широкое распространение как в легковых, так и в грузовых автомобилях, несмотря на существенные различия в их конструкции и принципах работы! Рулевые механизмы с винтовой

передачей и циркуляционными шарико-винтовыми парами получили широкое распространение как в легковых, так и в грузовых автомобилях, несмотря на существенные различия в конструкции и принципах работы! Благодаря инновационной конструкции мы можем с уверенностью сказать, что этот рулевой механизм надежен и эффективен.»[1]

«Механизм, показанный на рисунке 2, состоит из винта 2 с полукруглым профильным пазом, установленного на двух радиально-упорных шарикоподшипниках в картере рулевого механизма.

Подушка 4, перемещающаяся по направляющим 1 картера, имеет цилиндрическое углубление, идеально соответствующее внешнему диаметру винта. В гнездах подушки размещены два шарика 3, причем половина каждого шарика находится в гнезде, а другая половина - в винтовой канавке. На противоположной стороне подушки имеется прямоугольный паз, перпендикулярный оси винта. По пазу уверенно перемещается ролик 5, закрепленный на штифте 6. Штифт находится в головке кривошипа 7, который мастерски изготовлен как единое целое с валом 8 сошки. И это еще не все! Вал надежно закреплен в картере на высококачественных игольчатых подшипниках.

Итак, давайте приступим к работе! При вращении винта подушка перемещается по направляющим 1 вдоль своей оси. При движении кривошипа по дуге ролик перемещается по канавке подушки при вращении червяка. Радиус кривошипа остается постоянным в этой инновационной конструкции, обеспечивая оптимальную производительность и надежность.

На рисунке 2б показана передача с неподвижным штифтом 10, расположенным на конце кривошипа 9, который плавно перемещается в поперечном пазу гайки 11. Радиус кривошипа остается постоянным на протяжении всего движения штифта, что обеспечивает оптимальную производительность.»[1]

Винтовая передача легко приводится в действие с помощью рычага, что обеспечивает удобство использования. Винт 12 мастерски установлен в картере на шарикоподшипниках (рисунок 2в), а на него надежно навинчена

полугайка 13 с циркуляционными шариками. Хвостовик полугайки имеет кольцо 14, которое перемещается по направляющим, сделанным в крышке 15, обеспечивая плавную и бесперебойную работу.

Вильчатый рычаг 16 умело прижимается к конической поверхности хвостовика полугайки, обеспечивая уверенную и надежную работу. Уникальный винт 17 с абсолютной точностью регулирует усилие, прикладываемое к конусу хвостовика и зазору между ними!

Винтовая передача с качающимся рулевым валом. Рулевой вал 2 (рисунок 3, а) вверху имеет одну опору 1 (шарикоподшипник с глубокими канавками). Нарезанная часть винта не имеет опор в картере рулевого механизма. В отверстия вильчатой головки 4 кривошипа заложена круглая гайка 3, в которую перпендикулярно ее образующей ввернут рулевой вал. При повороте рулевого колеса гайка перемещается вместе с кривошипом по дуге радиуса, равного радиусу кривошипа.

Таким образом, в этой конструкции рулевой вал качается около центра подшипника верхней опоры.

Радиальные перемещения винта происходят за счет небольшого углового перемещения одной обоймы подшипника относительно другой и за счет упругой деформации рулевого вала. «Для уменьшения перегибов (деформаций) рулевого вала центр кривошипа (и гайки) несколько смещен от оси верхней опоры с таким расчетом, чтобы при перпендикулярном расположении кривошипа с винтом рулевой вал деформировался в одну сторону, а при максимальном повороте вала кривошипа — в другую. Для устранения деформации рулевого вала его верхнюю опору устанавливают между резиновыми кольцами 5 (рисунок 3, б). Такая конструкция применялась на троллейбусах.»[1]

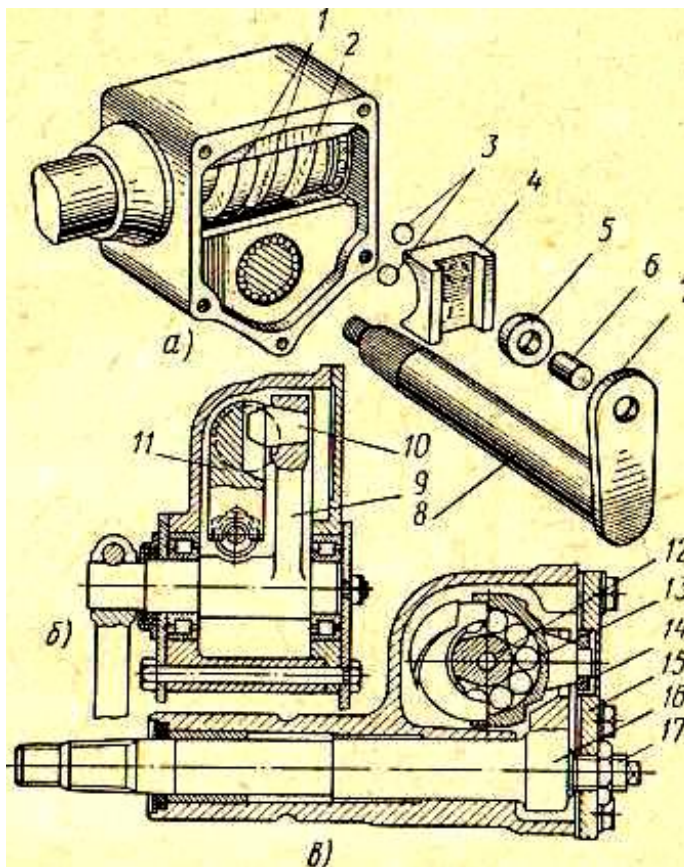


Рисунок 2 - Рулевые механизмы с винтовой передачей
и кривошипом или рычагом

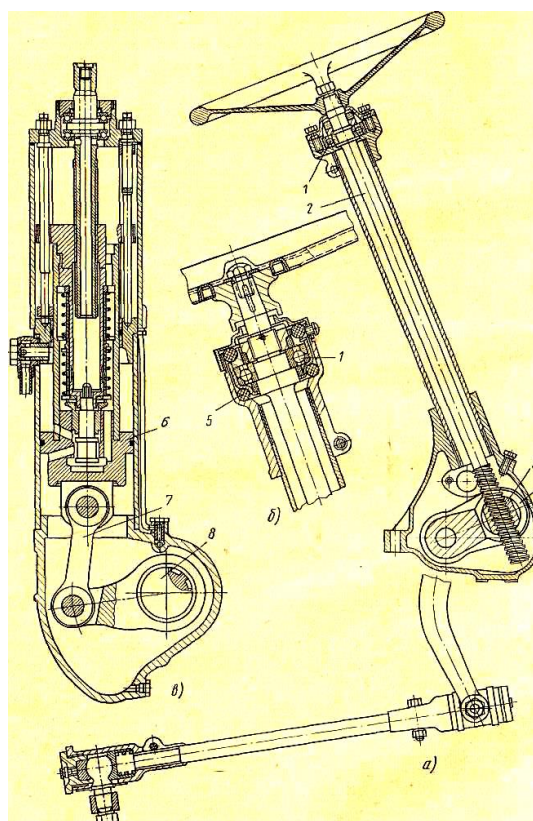


Рисунок 3 - Рулевой механизм с винтовой передачей и качающимся
рулевым валом и шатунно-кривошипной парой

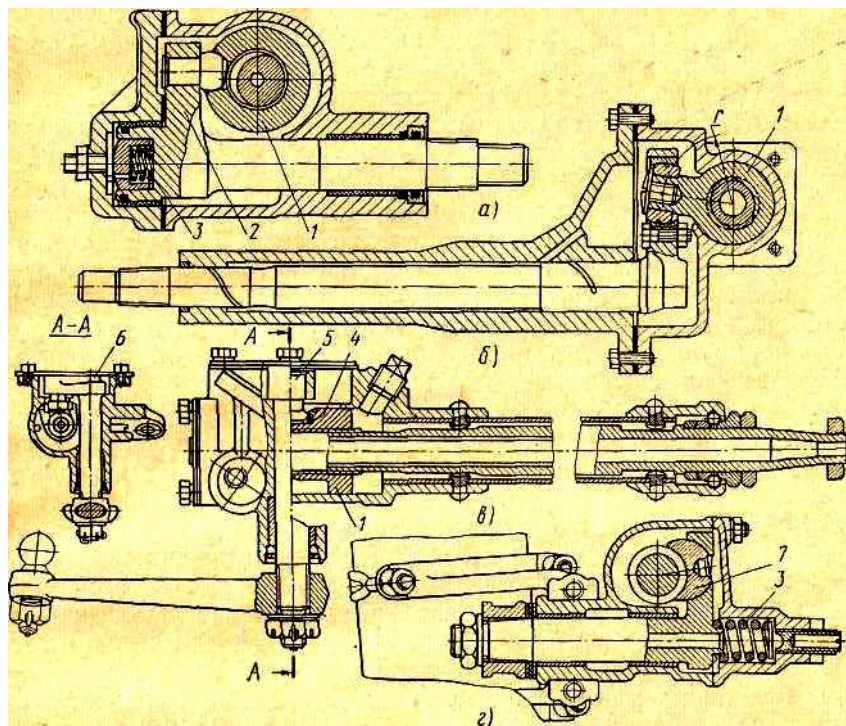


Рисунок 4 - Рулевые механизмы с винтовой передачей и поворачивающейся гайкой

В шатунно-кривошипной паре (рисунок 3, в) ползун 6 (в данном случае поршень соосного гидравлического усилителя) посредством шатуна 7 соединяется с кривошипом вала сошки 8. При этом вал сошки располагается относительно оси рулевого вала так, чтобы шатун отклонялся от нее на одинаковые углы в среднем и крайних его положениях.

«На рисунке 4 показана винтовая передача с вращающейся гайкой. Круглая гайка 1 (рисунок 4а) легко навинчивается на винт, установленный в картере на двух опорах. Эта инновационная конструкция обеспечивает надежное и прочное соединение, что делает ее лучшим выбором для любого проекта, требующего точности и долговечности. В качестве альтернативного варианта на винт можно зажать полугайку 7 (рисунок 4г). В конструкции, показанной на рисунке 4а, одна сторона гайки имеет гнездо, в которое входит шаровой палец кривошипа 2, прижатый к гнезду стержня 3. В некоторых конструкциях такой трансмиссии цилиндрическая гайка 1 имеет скользящую

посадку в картере, заменяя собой две опоры винта (см. рисунок 4б). Со стороны гайки выполнено гнездо (см. Рисунок 4г), в которое запрессована стальная втулка 4. Затем в отверстие втулки вставляется шаровой палец 5, который затем запрессовывается в головку кривошипа 6, выполненного как единое целое с валом сошки. Шаровой палец также может быть закреплен на гайке (см. рисунок 4б). Поворот рулевого колеса запускает цепную реакцию механических движений, которые приводят в движение вал сошки.

Гайка перемещается как в поступательном направлении вдоль винта, так и во вращательном вокруг своей оси благодаря дугообразному движению шатуна вокруг оси сошки.

Этот механизм - образец инженерной мысли, демонстрирующий точность и изобретательность конструкторов. Благодаря зубчатой паре шестерня винта устанавливается на подшипниках в картере, а гайка легко навинчивается на винт. Интересные подробности! На одной стороне гайки выполнены два ряда зубьев рейки, которые искусно входят в зацепление с двумя цилиндрическими шестернями, установленными на валу сошки с обеих сторон. Гайка оригинально разделена и закреплена двумя болтами, чтобы устранить любые зазоры, которые могут появиться между гайкой и винтом из-за износа.»[1]

«Входной и выходной концы резьбы гайки закрыты трубками, заполненными теми же высококачественными шариками, которые используются в резьбе винта. При вращении винта гайка перемещается вдоль своей оси, а шарики с ускорением перекатываются по рифлению! Они выходят на одном конце трубки, движутся по ней с легкостью и выходят на другом конце. Затем шарики выходят с другой стороны гайки, успешно преодолевая нарезку. Зацепление гайки с зубьями сектора легко и надежно поворачивает вал рулевой сошки.»[1]

В рулевом механизме автомобиля МАЗ-500 винтовая канавка червяка имеет переменную глубину: на среднем участке червяка на длине $l_1 = 40$ мм она мельче и постепенно увеличивается на 0,025 мм с обеих сторон червяка на

участках 12 — 55 мм. Такое выполнение канавки червяка преследует две цели: во-первых, получить повышенное трение на небольшом среднем

участке зацепления передаточной пары, соответствующем движению автомобиля по прямому направлению, с тем чтобы обратные удары от неровностей дороги с меньшей силой передавались на рулевое колесо, а следовательно, и на руки водителя; во-вторых,

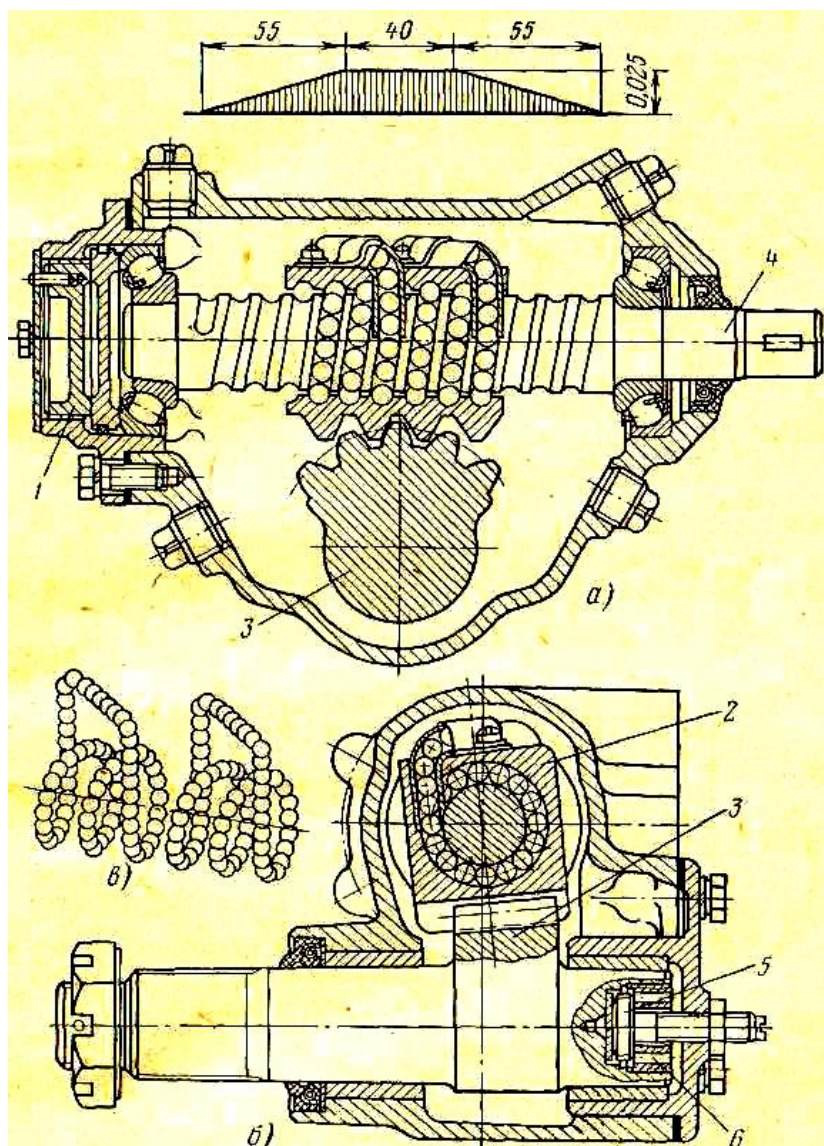


Рисунок 5 - Рулевой механизм с винтовой передачей и зубчатой парой

более плотная посадка перекачивающихся деталей позволяет уменьшить износ рабочих поверхностей винта, шариков и гайки и применяется для того, чтобы повысить срок службы винтовой пары при минимальных зазорах. На

рисунке 6 показана конструкция рулевого механизма с винтовой передачей и зубчатой парой с встроенным гидравлическим усилителем автомобиля ЗИЛ-130. Силовой цилиндр 1 выполнен как одно целое с картером и расположен соосно с рулевым валом. Реечные зубья в средней части поршня 2 зацепляются с зубьями сектора 3. В поршне закреплена гайка с циркулирующими шариками и ввернутым в нее винтом 4. В поршне закреплена гайка с циркулирующими шариками и ввернутым в нее винтом 4.

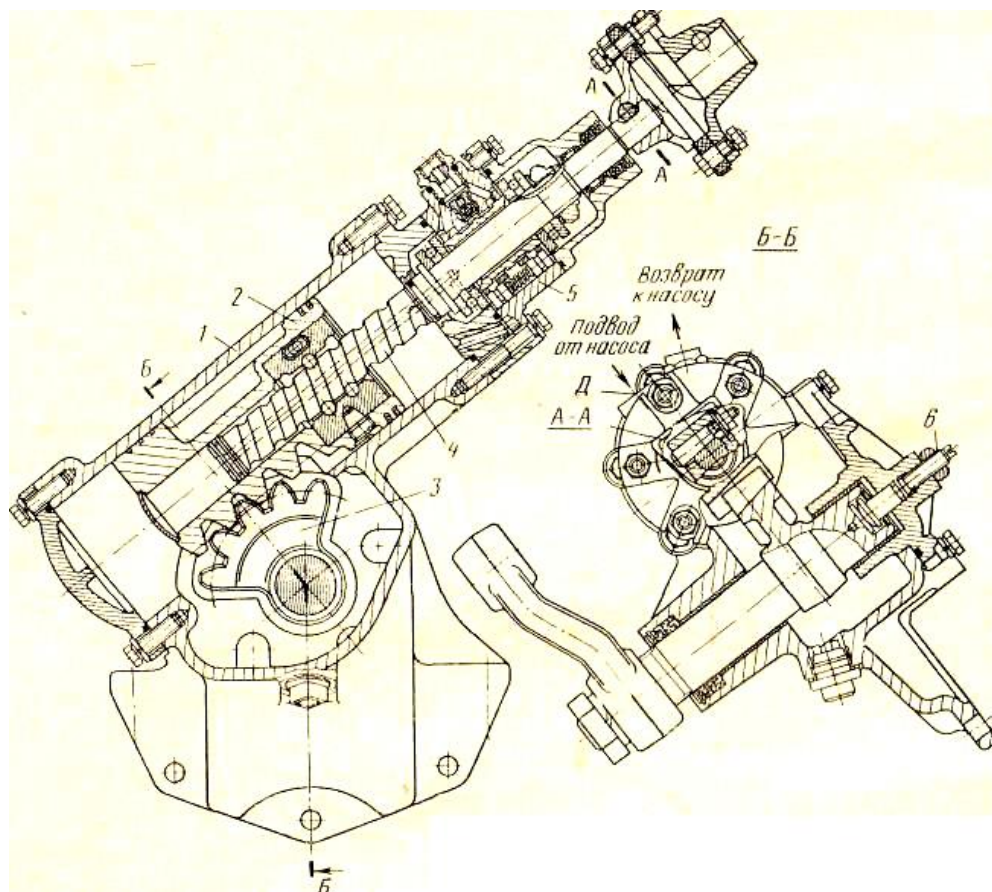


Рисунок 6 - Рулевой механизм с встроенным гидроусилителем

Зазор между зубьями регулируют при помощи винта 6 путем перемещения сектора вдоль оси вала сошки.

Винтовая передача с двуплечим рычагом. В передаче, показанной на рисунке 7, а, винт 2 рулевого вала имеет два участка с правой и левой нарезкой. На них накладываются две полугайки 1 и 3 с резьбой, соответствующей резьбе винта. Обе полугайки перемещаются вдоль винта и удерживаются с ним шпонкой.

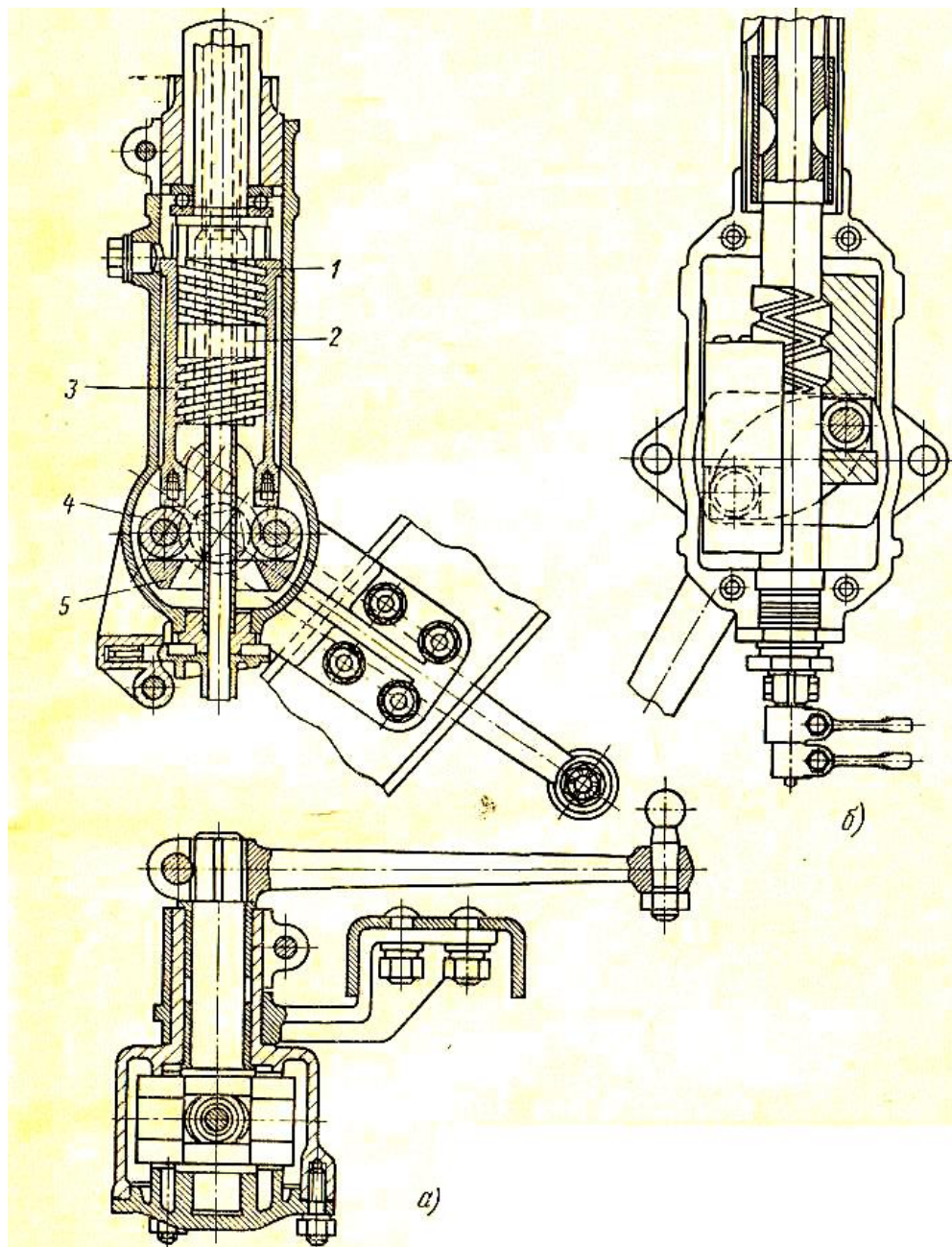


Рисунок 7 - Рулевые механизмы с винтовой передачей, полугайками и двуплечим рычагом

В конструкции, показанной на рисунке 7б, применяется винт с двумя нарезками, пересекающимися одна другую. На них наложены две полугайки, имеющие нарезки также разного направления. Такая конструкция получается более компактной.

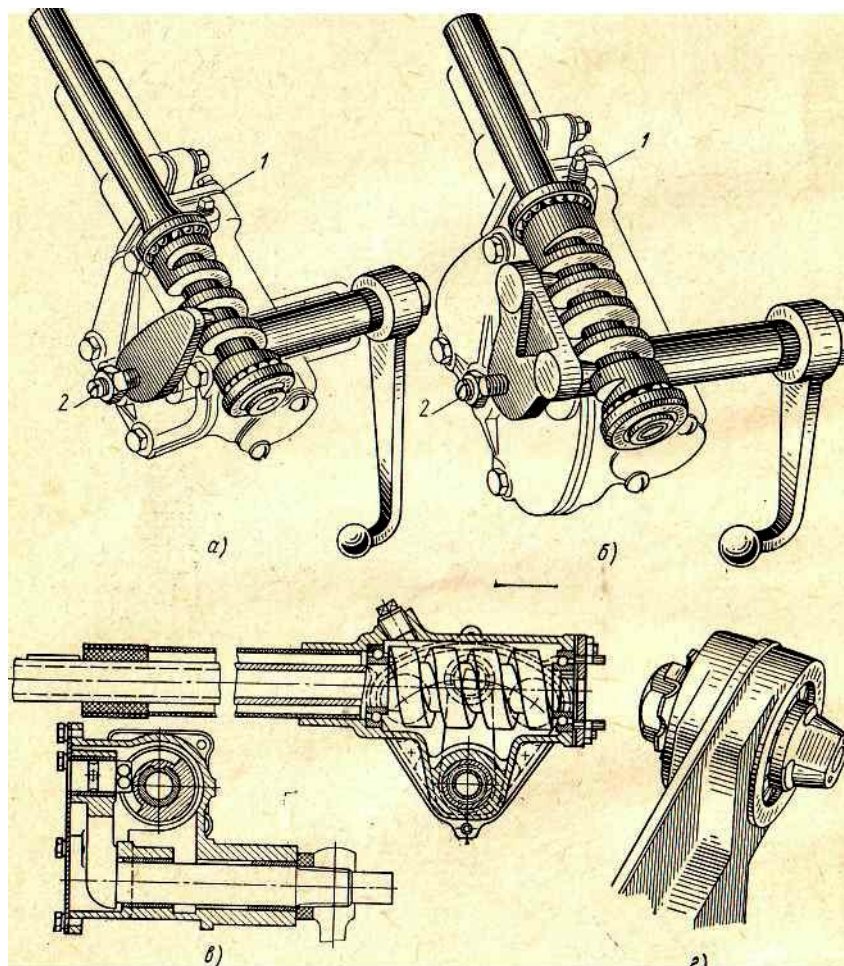


Рисунок 8 - Рулевые механизмы с кривошипной передачей и скользящими Пальцами

В этом тексте описываются рулевые механизмы, использующие кривошипно-шатунную передачу.

Передача осуществляется с помощью цилиндрического червяка и кривошипа. Штифт кривошипа входит в глубокий канал червяка, и передача может осуществляться как с постоянным, так и с переменным передаточным числом. По конструкции кривошипно-шатунный механизм можно разделить на несколько типов. К ним относятся механизмы с одним скользящим пальцем (рисунок 8а), с одним скользящим вращающимся пальцем (рисунок 8в и г), с двумя скользящими пальцами (рисунок 8б), с одним вращающимся пальцем (рисунок 9а и б) и с двумя вращающимися пальцами (рисунок 9в). Важно отметить, что каждый тип имеет свои уникальные преимущества и

недостатки, которые следует тщательно учитывать при выборе подходящего механизма для конкретного применения.

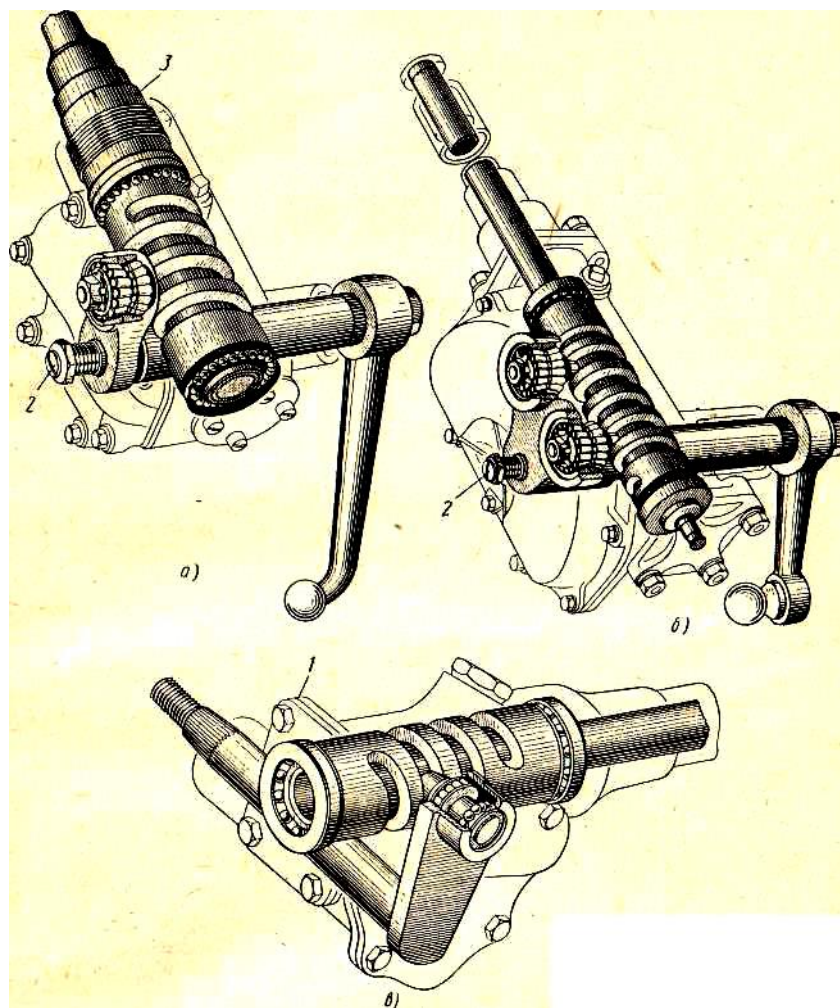


Рисунок 9 - Рулевые механизмы кривошипной передачей и вращающимися пальцами

«В этих конструкциях достаточно успешно используется червяк с крупной и глубокой нарезкой, установленный в картере на двух радиально-упорных шарикоподшипниках, а вал сошки - на подшипниках скольжения. Конический штифт кривошипа, выполненный на валу сошки, входит в паз червяка. Поворот червяка увлекает за собой штифт кривошипа, который движется по дуге окружности и вращает вал сошки. Такой подход весьма убедительно демонстрирует опыт и компетентность проектировщика, подтверждая при этом сложность конструкции. Кривошип вращается

относительно спирали и соприкасается с ней в разных точках. Кривошипный палец выполнен с круглым поперечным сечением для устранения основного недостатка трансмиссии с одним скользящим пальцем, как показано на рисунке 9а.»[2] Такая конструкция приводит к большому износу трущихся поверхностей пальца.

Поэтому очень важно учитывать это при проектировании передачи. Важно отметить, что при большом скольжении, в основном в центре зацепления, износ штифта особенно велик. Однако, увеличив поверхность контакта, можно уменьшить износ. Для этой цели была специально разработана шестерня со штифтом. Палец имеет две плоскости (рисунок 8в), которые соприкасаются с витками червяка. Палец вращается в головке кривошипа. Чтобы обеспечить более длительный срок службы пальца, на двух его плоскостях имеются сферические гнезда, в которые укладываются сменные полусферы. В некоторых конструкциях (рисунок 8г) скользящий поворотный палец установлен в головке кривошипа на двух конических роликовых подшипниках.

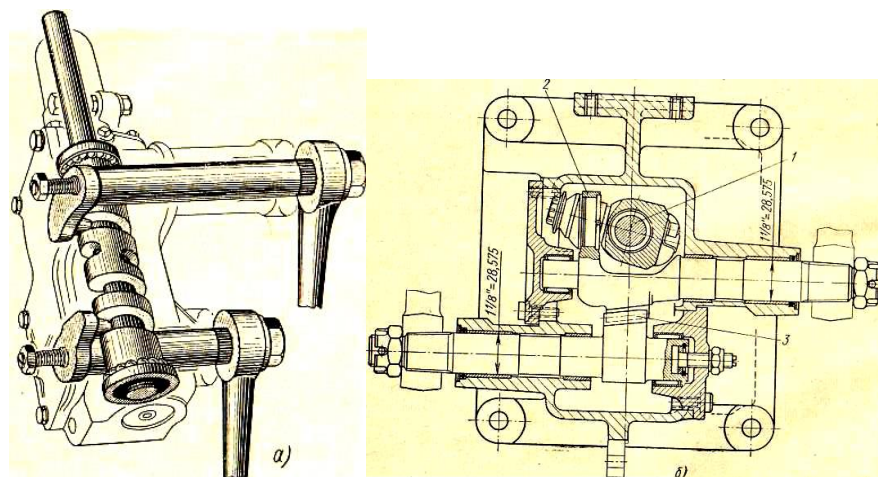


Рисунок 10 - Сдвоенные рулевые механизмы с двумя кривошипами и с винтовой и зубчатой парами

В зарубежной печати высказывалось предположение, что действующее в передаче с двумя пальцами усилие распределяется равномерно на два

скользящих пальца, вследствие чего их износ должен быть значительно ниже. При тех же размерах пальцев, что и в передачах с одним пальцем, прочность получается более высокой. Уменьшение износа и повышение прочности пальцев считалось основным преимуществом кривошипа с двумя пальцами. В действительности, при повороте червяка один палец кривошипа выходит из зацепления и в соприкосновение с витком входит другой палец, воспринимающий всю действующую силу, которая в этом положении получается наибольшей. Этот палец остается в зацеплении с червяком до максимально возможного угла поворота кривошипа, вследствие чего максимально допустимый угол поворота кривошипа значительно больше, чем в конструкции с одним пальцем, что и является основным преимуществом. Чтобы передача подвергалась минимальному износу и легко двигалась вперед и назад, важно уменьшить трение. В кривошипно-шатунном механизме это достигается за счет использования одного или двух вращающихся пальцев, как показано на рисунке 9.

Каждый палец установлен в головке кривошипа на двух подшипниках, которые могут быть либо коническими роликовыми, либо цилиндрическими и шариковыми, и они воспринимают как осевые, так и радиальные усилия.

Рулевой механизм со специально разработанным кривошипно-шатунным механизмом также используется на автомобиле с четырьмя управляемыми колесами. Иногда используется сдвоенный вал с двумя сошками, объединенными в единый блок с кривошипом посередине. В некоторых случаях используется сдвоенный механизм с двумя валами и кривошипами с одним пальцем, как показано на рисунке 10а, с пальцами, которые зацепляются удлиненным червяком с двумя витками резьбы, или с винтовой передачей 1 и кривошипом 2 и двумя валами с сошками, соединенными зубчатой парой 3, как показано на рисунке 10б. Зубья на обоих валах расположены под наклоном для регулировки зазоров.

«Этот механизм используется для рулевого управления с червячной передачей. В процессе развития конструкций рулевых механизмов червячная передача претерпела изменения. В зависимости от формы червяка и его

зацепляющихся частей (шестерня, сектор, ролик и т. д.) существует несколько разновидностей. В одних конструкциях спиральная нарезка выполнена на цилиндре (цилиндрический червяк) и входит в зацепление с червячной шестерней или многозубым сектором. В других - спиральная нарезка выполняется на диске или на внутренней поверхности стержня и входит в зацепление с червячной передачей.

В большинстве конструкций винтовое нарезание выполняется на глобоиде. Однако в некоторых конструкциях цилиндрический червяк входит в зацепление с зубьями на торцевой стороне сектора. В этом типе передачи зубья сектора расположены по спирали, и червяк входит в контакт с каждым из зубьев сектора, зацепляясь с ними в одной точке по всей длине. Червяк и зубья сектора в этой конструкции имеют одинаковую трапецевидную форму, что позволяет им контактировать по линии, которая перемещается по длине зуба сектора при вращении червяка. Присутствует также такая конструктивная особенность, которая, как мне кажется, может быть интересна для покупателей. Эта конструкция обеспечивает работу зубьев сектора по всей длине, что приводит к меньшему износу по сравнению с секторами с другим расположением зубьев.»[2]

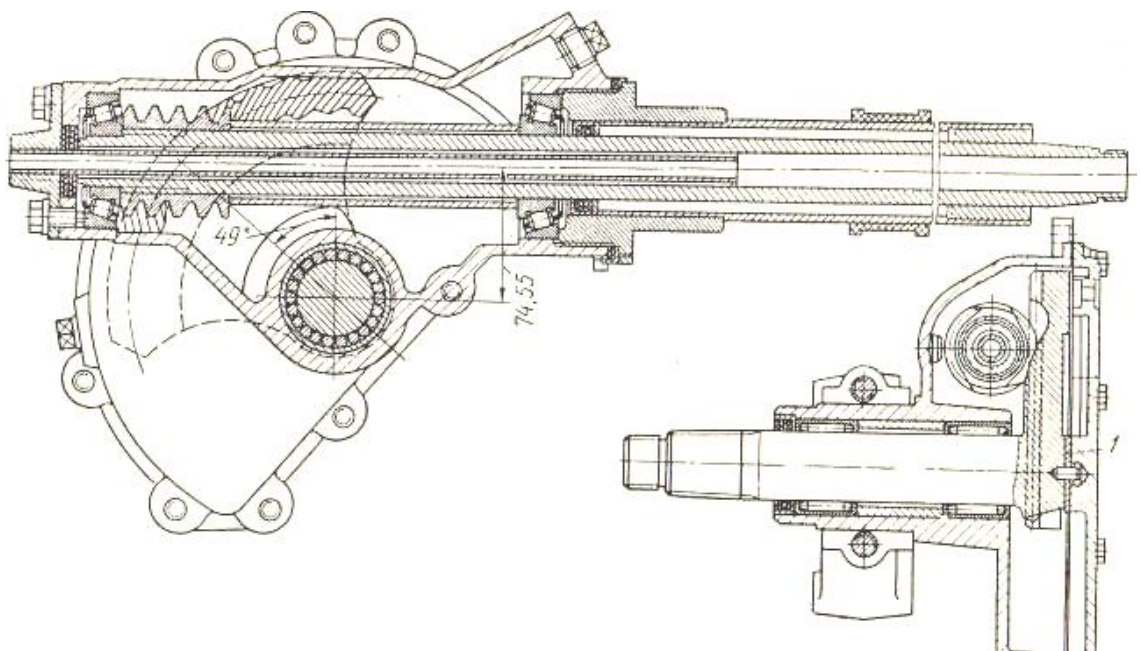


Рисунок 11 - Рулевой механизм с червячной передачей и торцовыми зубьями на секторе

«На рисунке 11 показан рулевой механизм, в котором используется шестерня, ранее применявшаяся на автомобилях КрАЗ и МАЗ. Для равномерного распределения усилий между витками червяка и зубьями сектора необходимо поддерживать постоянное расстояние между осями червяка и секторного вала во время работы. Для этого в опорах секторного вала вместо обычных бронзовых втулок используются игольчатые подшипники.

Подшипники качения необходимы в таких опорах из-за больших сил, действующих на них на малом расстоянии, по сравнению с большим расстоянием.

В глобоидальной передаче червяк образуется вращением дуги окружности с радиусом, равным радиусу зацепления, вокруг оси, лежащей в плоскости дуги.»[2]

Важно отметить, что использование подшипников качения является устоявшейся практикой в данной области, и общепризнанно, что они необходимы для обеспечения надлежащего функционирования опор. Кроме того, конструкция глобоидальной передачи основана на надежных инженерных принципах и прошла тщательные испытания для обеспечения ее надежности и эффективности. Уникальность глобоидального червяка заключается в том, что деталь, входящая в зацепление с червяком, находится на равном расстоянии от оси его вращения. Это позволяет использовать в передаче минимальное количество зубьев, иногда даже всего один, который может входить в зацепление с одним гребневым роликом или пальцем.

Рулевой механизм с глобоидальной передачей широко используется в различных марках и моделях автомобилей благодаря своей эффективности и надежности.

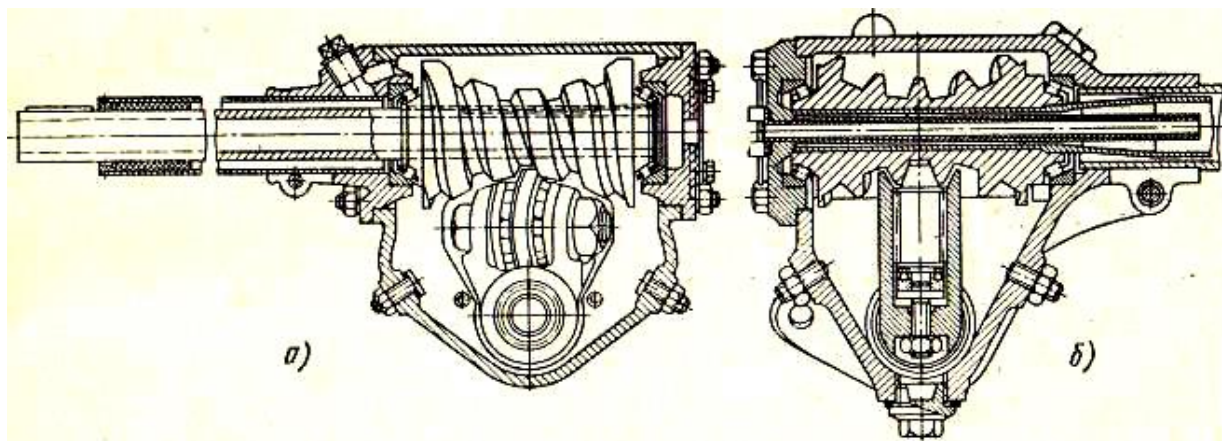


Рисунок 12 - Рулевые механизмы с глобоидальным червяком

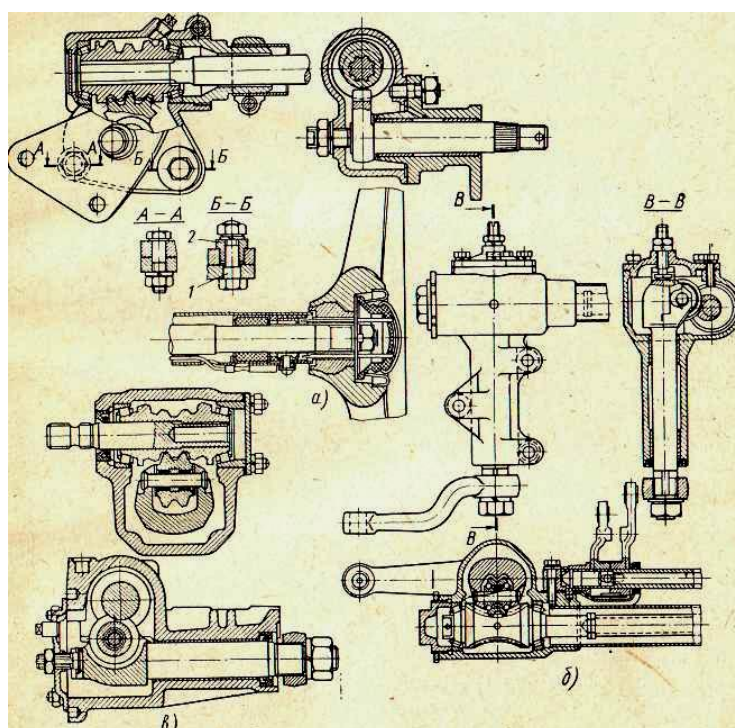


Рисунок 13 - Рулевые механизмы малолитражных автомобилей

В рулевых механизмах автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА используется глобоидальная шестерня с двухзубым сектором, а в рулевом механизме автомобиля «Москвич-401» - с трехзубым (см. рисунок 13а). Тем не менее, стоит отметить, что глобоидальная шестерня с зубчатым сектором имеет существенный недостаток - ее зубья склонны к чрезмерному износу.

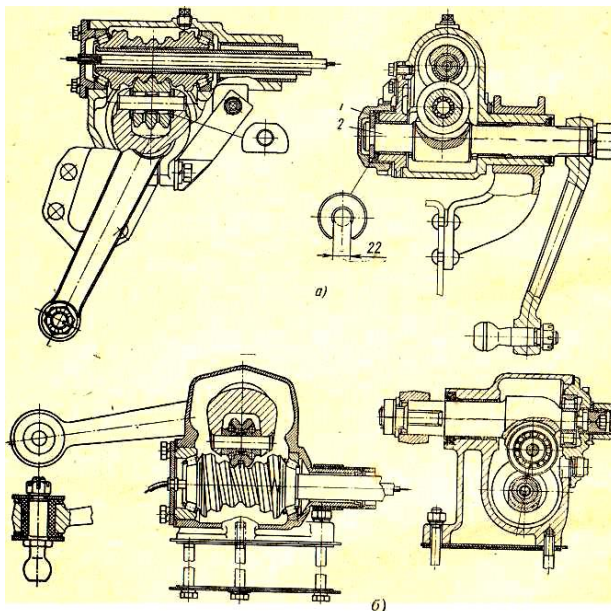


Рисунок 14 - Рулевые механизмы автомобилей ЗИЛ-150 и ЗИЛ-110 с глобоидальной передачей

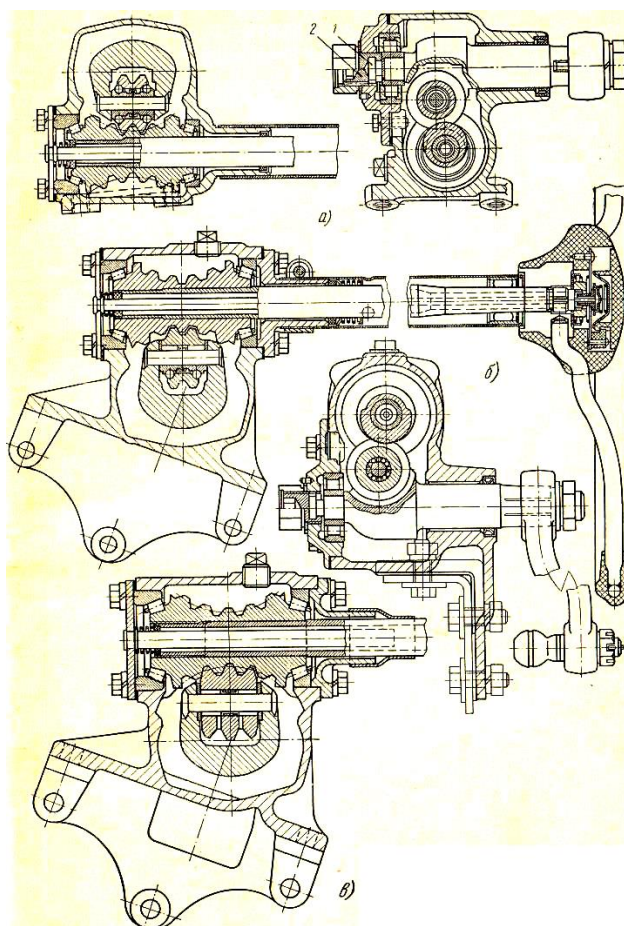


Рисунок 15 - Рулевые механизмы легковых и грузовых автомобилей ГАЗ

Секторный зубчатый и червячный спиральный рулевой механизм уже давно устарел в автомобилях из-за высокого трения между трущимися поверхностями, износа и связанных с этим негативных явлений в процессе эксплуатации. Это свидетельствует об уме и профессионализме современного машиностроения, которое разработало превосходные решения устаревших проблем. На смену пришли современные механизмы рулевого управления, такие как глобоидальная передача. В этом механизме червяк вращается и входит в зацепление с вращающимся роликом на пальце, который может быть одногребенчатым (клиновидным), двухгребенчатым или трехгребенчатым. Рулевой механизм с вращающимся роликом не имеет недостатков, присущих секторным зубчатым и червячным спиральным механизмам.

1.4 Обзор и тенденции развития конструкции рулевого управления и эргономики рулевого колеса

Рулевое колесо эффективно передает крутящий момент водителя на рулевой механизм через вал, создавая с одной стороны растягивающие, а с другой - сжимающие усилия. Важно отметить, что оба типа имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между ними должен быть сделан исходя из конкретных потребностей автомобиля и его предполагаемого использования. «Эти силы действуют на поворотные рычаги рулевой трапеции через боковые тяги, которые надежно крепятся к поворотным цапфам и поворачивают их на необходимый угол. Поворот происходит вокруг осей шкворней.

Рулевые механизмы делятся на два типа - это с вращательным и возвратно-поступательным движением на выходе. На легковых автомобилях применяются три типа рулевых механизмов: «червяк-два ролика», «винт-гайка с шариками» - с вращательным движением на выходе, и «шестерня-рейка» - с вращательно-поступательным движением.

Рулевой механизм «винт-гайка с шариками» - самый дорогой, но и самый совершенный. В таких механизмах вместо трения скольжения в винтовой паре используется трение качения. Гайка работает как рейка и входит в зацепление с зубчатым сектором. Малый угол поворота сектора позволяет варьировать передаточное отношение, которое увеличивается по мере увеличения угла поворота руля. Этого можно добиться, установив сектор с эксцентриситетом или используя переменный шаг зубчатого зацепления. Исключительное применение этих механизмов на больших и высококлассных автомобилях, а также на машинах малого и среднего класса обусловлено их высокой эффективностью, надежностью, устойчивостью при больших нагрузках, высокой износостойкостью и возможностью получения безлюфтового соединения.»[3]

В то же время на малых и очень малых легковых автомобилях обычно используются рулевые механизмы типа «червяк-ролик» и «шестерня-рейка». Для автомобилей с высокой проходимостью и зависимой подвеской передних колес необходим рулевой механизм с вращательным движением.

На выходе механизм должен иметь только вращательное движение. Механизм «шестерня-рейка» предпочтительнее механизма «червяк-ролик» из-за его лучших показателей и удобства компоновки на переднеприводных автомобилях.

Преимущества рулевого управления с реечным механизмом многочисленны.

Это простая и экономичная система производства, с высоким КПД и автоматическим устранением зазоров.

Кроме того, рулевое управление отличается высокой отзывчивостью, равномерным демпфированием и возможностью шарнирного соединения боковых поперечных тяг непосредственно с рулевой рейкой.

В целом, рулевое управление с реечным механизмом - это надежный и эффективный выбор.

Рулевой механизм может быть установлен в небольшом пространстве, поэтому он часто встречается на переднеприводных автомобилях европейского и японского производства.

Конструкция исключает необходимость в маятниковом рычаге и центральной тяге, что позволяет создать более эффективный рулевой механизм с низким коэффициентом трения.

Рулевой механизм и передача имеют низкое трение, что обеспечивает высокую эффективность.

«Однако это также приводит к повышению чувствительности к ударам, усилиям боковых тяг и вибрациям рулевого управления. Кроме того, длина боковых тяг ограничена, поскольку они шарнирно соединены с концами рулевой рейки. Несмотря на эти сложности, специалисты готовы выработать техническое решение, позволяющее преодолеть эти ограничения и обеспечить оптимальные эксплуатационные характеристики.

К ним относятся зависимость угла поворота колеса от хода рейки, повышенные усилия в системе рулевого управления из-за коротких шарнирных рычагов, уменьшение передаточного числа при увеличении угла поворота колеса и невозможность использовать эту систему на автомобилях с зависимой подвеской передних колес.»[3]

Признавая эти недостатки и подчеркивая преимущества данной системы, можно с уверенностью рекомендовать ее для использования на соответствующих автомобилях.

Реечные рулевые системы имеют ряд общих проблем, на которые стоит обратить внимание. Несмотря на эти проблемы, существует несколько типов реечного рулевого управления, которые широко используются.

«Существует два типа бокового расположения шестерни по отношению к рулевому колесу: Тип 1 предполагает крепление боковых тяг к концам рейки, как показано на рисунке 16; Тип 2 предполагает крепление боковых тяг к середине рейки, как показано на рисунке 17.

Тип 1 предполагает крепление боковых тяг к концам стойки, как показано на рисунке 16; Тип 2 предполагает крепление боковых тяг к середине стойки, как показано на рисунке 17.»[3]

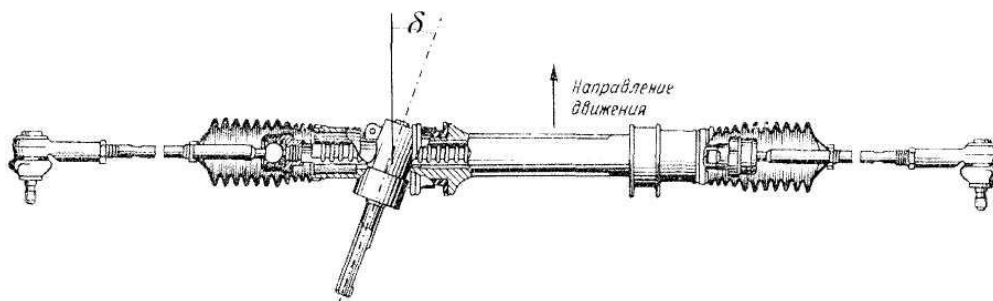


Рисунок 16 - Исполнение реечного рулевого управления. Тип 1

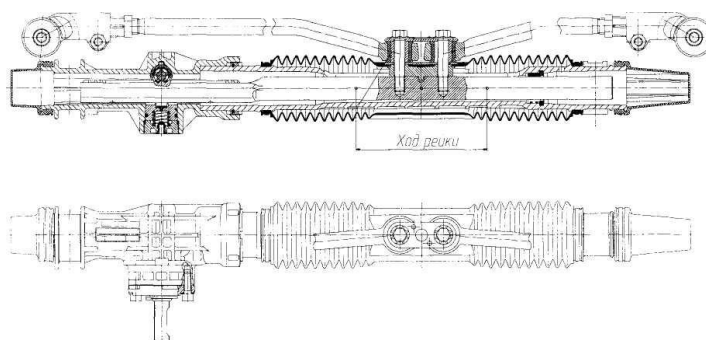


Рисунок 17 - Исполнение реечного рулевого управления. Тип 2

«Реечное рулевое управление типа 1 - это высокоэффективная и компактная конструкция. Шарниры боковых тяг закреплены на концах стойки, в результате чего на стойку действуют в основном осевые силы. Радиальные силы, зависящие от углов между боковыми тягами и осью стойки, минимальны.

Такой тип рулевого управления широко используется в переднеприводных автомобилях с поперечным расположением двигателя,

где поворотные рычаги рулевой трапеции направлены назад. При движении на повороте изменение высоты наружных и внутренних шарниров боковых тяг может вызвать отрицательное смещение как при ходе сжатия, так и при ходе отбоя, что может помешать достижению требуемого наклона. Такой подход может помочь сохранить устойчивость и управляемость во время движения. Чтобы избежать нежелательных изменений схождения, рекомендуется использовать автомобиль с низким рулевым механизмом и боковыми тягами немного длиннее, чем нижние поперечные рычаги подвески. В классических автомобилях более благоприятным сценарием является расположение рулевой трапеции спереди. Этого можно добиться, повернув поворотные рычаги рулевой трапеции наружу и глубоко вставив внешние шарниры боковых тяг в колеса. Удлинение боковых тяг также является одним из вариантов.»[4]

«На автомобилях со средним или задним расположением двигателя применяется исключительно особая разновидность конструкции реечного рулевого управления типа 1, при которой шестерня устанавливается по центру автомобиля.»[4] Это связано с тем, что для двигателей со средним расположением требуется изогнутый рулевой вал, что приводит к увеличению объема рулевого управления. При использовании этой конструкции потребность в объеме рулевого управления снижается, что приводит к улучшению управляемости и контроля над автомобилем.

При относительно высоком расположении рулевого механизма подвеска McPherson требует крепления боковых тяг к центру реечного механизма, как показано на рисунке 17. Это требует грамотного и эффективного подхода для обеспечения безопасности и устойчивости автомобиля. В таких случаях внутренние шарниры тяг крепятся в центральной плоскости автомобиля непосредственно к стойке или связанному с ней элементу. Очень важно спроектировать рулевой механизм таким образом, чтобы предотвратить скручивание стойки из-за действующих на нее крутящих моментов. Недостаточные зазоры могут привести к затруднению рулевого управления из-за чрезмерного трения, а чрезмерные

зазоры могут вызвать стук. Для обеспечения оптимального рулевого управления направляющие стойки должны отвечать определенным требованиям. Если рейка имеет некруглое сечение, например Y-образное, дополнительные меры по предотвращению скручивания вокруг продольной оси не требуются.

Реечное рулевое управление типа 2, устанавливаемое на автомобилях Volkswagen, - это экономичная и удобная конструкция. Хотя оно может создавать повышенную нагрузку на отдельные компоненты, с этим можно справиться с помощью надлежащего технического обслуживания и контроля.

Происхождение рулевого колеса в автомобилях точно не установлено, и различные теории приписывают его изобретение разным людям и компаниям.

Одни приписывают его братьям Паккард, другие - Луи Рено или Эмилю Левассеру. Существует также версия, что первопроходцем был французский автомобильный бренд Vacheron, который также производит часы. Однако общепризнано, что круглая «баранка» доминировала в индустрии в течение десятилетия после своего появления. Со временем устройство рулевого колеса претерпело ряд изменений, включая изменение диаметра, угла наклона, толщины обода и количества спиц, а также совершенствование методов передачи усилия от рулевого колеса к колесам. Также появились гидравлические и электрические усилители руля. Несмотря на все эти изменения, фундаментальный принцип управления автомобилем, при котором поворот рулевого колеса инициирует поворот, остался неизменным. Это свидетельствует о неизменной эффективности данного принципа. Более того, очевидно, что некоторые автопроизводители упустили из виду инженерные аспекты рулевого управления, в частности конструкцию рулевого колеса. Тем не менее, компания MOMO, специализирующаяся на разработке автомобильного оборудования, первой выявила эту проблему. Чтобы предложить автомобильному рынку превосходные рулевые колеса, компания сосредоточила свои усилия на спортивных рулевых колесах, создав эталон для всех последующих разработок. В XXI веке автомобильная промышленность пережила революцию. Крайне важно обеспечить точность и внимание к

деталям. Чтобы затронуть интересы покупателей в условиях жесткой конкуренции, автомобили должны быть совершенны в каждой детали. Рулевое колесо, являющееся основным связующим звеном между водителем и автомобилем, стало предметом пристального внимания дизайнеров. Очень важно сохранить баланс между креативностью и практичностью в этом аспекте автомобильного дизайна. Форма рулевого колеса может показаться областью для творческих экспериментов, но важно учитывать принципы эргономики и безопасности. Любые изменения в дизайне должны соответствовать принципу Гиппократа «не навреди», не ухудшать управляемость автомобиля и не препятствовать водителю быстро проходить повороты. Несмотря на наличие некоторых ограничивающих факторов, в дизайне рулевого колеса все еще остается много возможностей для творчества. В настоящее время доминируют три акцента: спортивный, футуристический и эксклюзивный.



Рисунок 18 – Рулевое колесо фирмы Момо

Дизайнерские приемы, использованные в автомобиле, типичны: относительно небольшой диаметр, характерный трехспицевый дизайн, хромированные накладки в тон приборной панели и отделки ручки переключения передач, приборы, размещенные в «колодцах». Эти элементы служат скорее эстетической, чем функциональной цели. Профессиональные дизайнеры ограничиваются неброскими предложениями, а не пытаются превратить стандартный автомобиль в имитацию спорткара. Важно отметить,

что эти дизайнерские решения являются преднамеренными и служат определенной цели.



Рисунок 19 – Рулевое колесо фирмы Porsche 911 GT3

Porsche 911 GT3 может похвастаться настоящим рулевым колесом спортивного автомобиля. Его классический трехспицевый дизайн с небольшими выемками для большого пальца на ободке и небольшими утолщениями сверху для улучшения сцепления с поверхностью, лишен лишних элементов, таких как элементы управления аудиосистемой или телефоном. Такой выбор дизайна свидетельствует о стремлении производителя обеспечить чистый опыт вождения. Обод обтянут высококачественной кожей под названием «алькантара» с матовой текстурой. Он рассечен полосой контрастного цвета, которая обозначает нейтральное положение.

Такой дизайн идеально подходит для автомобиля, который разгоняется до 100 км/час всего за 4,3 секунды и достигает максимальной скорости 310 км/час. Рулевое колесо разработано таким образом, чтобы обеспечить точный контроль над траекторией движения автомобиля даже на высоких скоростях и с легкостью проходить крутые повороты. Беспрепятственное вращение обеспечивает максимальную скорость, что делает его эталоном для спортивных автомобилей.



Рисунок 20 – Рулевое колесо фирмы Seat Leon Cupra

Дизайн рулевого колеса Seat Leon Cupra отражает те же принципы. Автомобиль считается «дважды заряженным», поскольку марка Seat позиционируется как спортивная в рамках концерна Volkswagen, а «Cupra» представляет собой топовую модификацию в модельном ряду Leon. Эксклюзивное рулевое колесо имеет небольшой диаметр, оптимально расположенные спицы и обтянуто дорогой кожей с контрастной красной прострочкой, как и подобает его статусу. Leon Cupra рассчитан на более широкую аудиторию по сравнению с эксклюзивным Porsche 911 GT3. В обычных режимах движения на горизонтальных спицах его рулевого колеса расположены кнопки управления аудиосистемой и телефоном, которые не мешают рулевому управлению. Это позволяет водителю переключать треки на CD или отвечать на телефонные звонки, не отвлекаясь от дороги.

Рулевое колесо другой модели Opel/Vauxhall Corsa VXR отличается спрямленной нижней частью. Такая конструкция позволяет водителю иметь больше пространства между собой и рулевым колесом, сидя на низком ковшеобразном сиденье Recaro. Металлическая рельефная накладка на

прямом сегменте украшена буквами VRX, что подтверждает спортивное наследие модели.

Использование высококачественных и дорогих материалов для отделки рулевого колеса автомобилей премиум-класса - это тенденция, которая началась с появлением таких моделей на рынке и, как ожидается, сохранится в обозримом будущем. Немалую роль в этом играют дизайн и модные тенденции. В настоящее время растет спрос на двухцветную отделку рулевого колеса, которая сочетается с двухцветной отделкой салона. Черно-коричневая гамма интерьера Aston Martin V8 Vantage мастерски воспроизведена в отделке рулевого колеса, обтянутого высококачественной черно-коричневой кожей.

В концептуальном Mercedes Ocean Drive, напротив, использована уникальная трехцветная схема, выдержанная в установленных рамках. Внутренняя отделка автомобиля выполнена в белом, бежевом и серебристом цветах. В этих цветах выполнены кресла, приборная панель, подлокотники, ручки и отделка приборов. Отделка рулевого колеса также выполнена в этой цветовой гамме: передняя поверхность и внутренняя часть обода - белые, внешняя часть обода - бежевая, а разделительная полоса между половинками обода и эмблема Mercedes - серебристая. Такой выбор дизайна демонстрирует уверенность и внимание дизайнеров к деталям, но при этом сохраняет дипломатичный тон, просто констатируя факты. «Модный подход полностью оправдан, поскольку он эффективно подчеркивает рулевое колесо и приборную панель как главные компоненты интерьера не только с функциональной, но и с эстетической точки зрения. Такой подход удачно компилирует дизайнерские идеи всего интерьера. Стоит, однако, отметить, что некогда модный руль с деревянной окантовкой, особенно на дорогих автомобилях представительского класса, похоже, теряет популярность.

Использование дорогого дерева в автомобиле подчеркивает его эксклюзивность. Однако деревянный руль, несмотря на богатый внешний вид, имеет функциональный недостаток - он скользит в руках. К счастью, дизайнеры предложили решение для тех, кто ценит красоту полированного дерева. Например, в Cadillac Escalade деревом отделан только верхний сегмент

рулевого колеса, к которому водитель редко прикасается во время обычной езды. Внешний вид рулевого колеса дополняет передняя панель и центральная консоль, которые имеют элегантные деревянные вставки.»[9] Этот дизайн отдает дань уважения традициям и одновременно демонстрирует нашу приверженность вечному стилю и качеству изготовления.



Рисунок 21 – Рулевое колесо фирмы Mercedes

Рулевое колесо современных автомобилей с каждым годом становится все более «умным»: на его поверхности и на рулевой колонке размещается все больше элементов управления бортовыми системами. Это не только повышает удобство, но и значительно улучшает безопасность. По статистике, отвлечение водителя на манипуляции с CD-проигрывателем или разговор по мобильному телефону повышает риск ДТП. В настоящее время Lexus LS 600h демонстрирует высокотехнологичную систему, расположенную на рулевой колонке, которая включает в себя камеру для контроля за движением головы водителя и радарную систему для оценки дорожных условий. Эта система предназначена для предотвращения опасных ситуаций на дороге, демонстрируя компетентность и опыт Lexus в обеспечении безопасности своих водителей. Использование демократичного языка признает важность безопасности, сохраняя при этом тон профессионализма и серьезности. Система безопасности автомобиля призвана распознавать потенциально опасные ситуации и реагировать на них соответствующим образом. Если

водитель не смотрит на дорогу, автомобиль автоматически снижает скорость и издает предупреждающий звук.



Рисунок 22 – Рулевое колесо фирмы Lexus LS 600h

Эта система способна отслеживать как положение головы, так и то, открыты ли глаза водителя. В результате риск аварий, вызванных тем, что водитель засыпает за рулем, значительно снижается. Современные системы контроля дорожной разметки широко распространены в современных автомобилях. Эти системы предназначены для предупреждения водителей вибрацией рулевого колеса и звуковым сигналом, если они пересекают «недопустимую» линию.

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции рулевого управления

В условиях высокой конкуренции на автомобильном рынке, а также в условиях мирового финансового кризиса необходимо всемерно повышать привлекательность автомобилей ВАЗ, повышать покупательскую способность, при этом без значительного увеличения цены.

Меняется ритм жизни. Управление автомобилем в условиях современного мегаполиса с каждым днем становится сложнее. Точность и быстрота управления становятся необходимым условием безопасного передвижения круглый год.

На автомобилях с короткой колесной базой и высоким центром тяжести, каким является NIVA LEGEND, существует ряд проблем связанных с управляемостью и устойчивостью при движении на скоростях свыше 90 км/ч.

Высокий центр тяжести подразумевает склонность к опрокидыванию при боковых нагрузках, вызванную перераспределением веса при маневрировании (выполнении экстренных маневров), склонность к раскачке (как вертикальной, так и горизонтальной).

Колеса с малым пятном контакта и «высоким» профилем подразумевают значительную величину бокового увода шин и вызванную этим фактором невысокую информативность рулевого управления.

Аэродинамические качества кузова не обеспечивают устойчивость на скоростях свыше 100 км/ч. Высокое значение парусности может представлять опасность при боковых порывах ветра, при обгоне грузовиков, особенно на скользкой дороге.

Существует ряд мер по улучшению поведения автомобиля с данными характеристиками управляемости. Среди них:

- уменьшение дорожного просвета;
- изменение размерности колес;
- установка аэродинамических приспособлений;
- изменение характеристик рулевого управления и подвески.

Большая часть перечисленных изменений предполагает немалые вложения для осуществления таких проектов, что серьезно увеличит стоимость автомобиля. В данных условиях разумно рассматривать те изменения конструкции, которые не требуют больших капиталовложений.

Эргономические качества органов управления (руль, рычаг переключения передач, педальный блок) и вспомогательных (второстепенных)

приборов и кнопок способны повлиять на удобство и безопасность управления автомобилем.

Скорость вращения руля и его информативность наряду с травмобезопасностью являются основными качествами данного инструмента - органа управления. Очевидно, что скорость вращения руля зависит от его диаметра, а также от количества возможных захватов, число которых зависит от конструкции руля.

В частности, путем подбора оптимального диаметра рулевого обода можно добиться увеличения скорости вращения руля улучшения и информативности рулевого управления. Таким образом, в неблагоприятных дорожных условиях снижается риск возникновения внештатных ситуаций, облегчается процесс управления автомобилем и, снижается физическая и эмоциональная утомляемость водителя.

Размещение кнопок управления вспомогательными функциями на руле способствует ускорению их активации, позволяя не тратить время на перенос взгляда с дороги на панель приборов и их поиск.

Придание особой эргономической формы ободу и спицам рулевого колеса способствует равномерному распределению мышечной нагрузки в кистях и руках водителя и, обеспечивает дополнительные возможности фиксации руля и отдыха рук.

Конструкция и форма руля должны обеспечивать его удобную и надежную фиксацию основными и наиболее естественными видами захватов так, чтобы создать наибольшую площадь контакта ладони и пальцев и равномерно распределить нагрузки в месте захватов. С этой целью определяются толщина и форма сечения обода рулевого колеса с учетом антропометрических параметров и основных видов захватов описанных хиротехникой (также расположение основного захвата).

Придание ободу функционального рельефа позволит производить захваты обода с меньшими усилиями и повысит надежность фиксации обода. Это применимо и к езде по бездорожью.

Данный дипломный проект предполагает использование более эргономичного дизайна рулевого колеса. Такой подход естественен,

поскольку скоростные качества автомобиля или хотя бы видимость таких качеств могут стать отличной приманкой для потенциальных покупателей. Для того чтобы передать ощущение спортивности, рекомендуется включить в руль элементы дизайна. Чтобы выразительно продемонстрировать спортивность в интерьере, можно использовать элементы отделки рулевого колеса и приборной панели. Сегодня Pure Ergonomics предлагает многофункциональное рулевое колесо, которое в верхней части не круглое, а приплюснутое.

Трехспицевое рулевое колесо имеет компактный диаметр 365 мм и эллипсоидное сечение обода со специальными выштамповками, обеспечивающими надежный хват для водителя.

Это повышает активную безопасность автомобиля за счет улучшения связи водителя с дорогой и наиболее часто используемыми системами автомобиля. Эта связь будет удобной и прозрачной, чтобы каждый чувствовал себя комфортно за рулем.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Исходные данные

«Количество колес ведущих.....	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.	$V_{max} = 40,28$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с	$\omega_{max} = 610$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление... ..	$C_x = 0,46$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,32$
КПД трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,30$
Сопротивление качению.. ..	$f_{ko} = 0,014$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	55
ось задняя.....	45
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

«Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_{\Pi} + G_B, \quad (1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_{σ} - вес багажа; «[2]

$$\ll G_0 = m_0 \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н} \quad (6)$$

б) Подбор шин 205/75 R15.

$$r_K = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

где r_K – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,75$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины. «[2]

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м} \quad (8)$$

«Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (9)$$

где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800),;»[2]

« U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передаче раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2). «[2]

$$U_0 = (0,321 \cdot 610) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 5,067 \quad (10)$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (11)$$

«где ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля. «[2]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (12)$$

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 40,28^2 / 2000) = 0,025 \quad (13)$$

$$N_v = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,46 \cdot 1,293 \cdot 2,30 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,92 = 68449 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (14)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$). «[2]

$$N_{MAX} = 68449 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 68801 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (15)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя.»[2]

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (16)$$

«Расчетные данные в таблице 1.

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	14,3	136,0
1350	141	19,8	140,2
1700	178	25,6	143,6
2050	215	31,3	146,0
2400	251	37,1	147,5
2750	288	42,6	148,0
3100	325	47,9	147,6
3450	361	52,8	146,3
3800	398	57,3	144,0
4150	435	61,2	140,7
4500	471	64,4	136,6
4850	508	66,8	131,4
5200	545	68,3	125,4
5550	581	68,8	118,4
5825	610	68,4	112,2

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (17)$$

Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (18)$$

где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ($\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$);

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1).»[2]

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,32 = 0,345 \quad (19)$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,345 \cdot 0,321 / (148,0 \cdot 0,92 \cdot 5,067 \cdot 2,1) = 1,370 \quad (20)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{\text{MAX}} \cdot \eta_{\text{TP}} \cdot U_0 \cdot U_{\text{П}}},$$

«где $G_{\text{сц}}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{\text{сц}} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$). «[2]

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (148,0 \cdot 0,92 \cdot 5,067 \cdot 2,1) = 3,173$$

«Примем значение первой передачи равным: «[2]

$$U_1 = 3,100.$$

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,100 / 0,800)^{1/4} = 1,403 \quad (21)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,100 / 1,403 = 2,209; \quad (22)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,209 / 1,403 = 1,575; \quad (23)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,575 / 1,403 = 1,122; \quad (24)$$

$$U_5 = 0,800.$$

«Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{\text{КП}} \cdot U_0} \quad (25)$$

Расчетные данные в таблице 2.»[2]

«Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	1,8	2,5	3,5	4,9	6,9
1350	2,4	3,4	4,7	6,7	9,3
1700	3,0	4,3	6,0	8,4	11,8
2050	3,7	5,1	7,2	10,1	14,2
2400	4,3	6,0	8,4	11,8	16,6

Продолжение таблицы 2

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
2750	4,9	6,9	9,7	13,6	19,0
3100	5,5	7,8	10,9	15,3	21,4
3450	6,2	8,6	12,1	17,0	23,9
3800	6,8	9,5	13,3	18,7	26,3
4150	7,4	10,4	14,6	20,5	28,7
4500	8,0	11,3	15,8	22,2	31,1
4850	8,7	12,1	17,0	23,9	33,5
5200	9,3	13,0	18,3	25,6	36,0
5550	9,9	13,9	19,5	27,4	38,4
5825	10,4	14,6	20,5	28,7	40,3

Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.л.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (26)$$

Расчетные данные в таблице 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обор. дв- ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	7341	5232	3729	2658	1894
1350	7571	5396	3846	2741	1954
1700	7753	5526	3939	2807	2001
2050	7884	5619	4005	2855	2035
2400	7964	5676	4046	2883	2055
2750	7993	5697	4060	2894	2063
3100	7971	5681	4049	2886	2057
3450	7898	5629	4012	2860	2038
3800	7774	5541	3949	2815	2006
4150	7599	5416	3860	2751	1961
4500	7374	5255	3746	2670	1903
4850	7097	5058	3605	2570	1832
5200	6770	4825	3439	2451	1747
5550	6391	4555	3247	2314	1649
5825	6058	4318	3078	2194	1563

Силы сопротивления движению»[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (27)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (28)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (29)$$

Расчетные данные в таблице 4.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	251	251
5	17	254	271
10	68	263	331
15	154	279	433
20	274	301	574
25	427	329	756
30	616	363	979
35	838	404	1242
40	1094	451	1545
45	1385	504	1889
50	1710	564	2274

Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (30)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{цл} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (31)$$

Расчетные данные в таблице 5.»[2]

«Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,410	0,292	0,208	0,148	0,104
1350	0,423	0,301	0,214	0,151	0,106
1700	0,433	0,308	0,219	0,154	0,107
2050	0,440	0,313	0,222	0,156	0,106
2400	0,444	0,316	0,223	0,156	0,104
2750	0,446	0,316	0,223	0,155	0,101
3100	0,444	0,315	0,222	0,152	0,097
3450	0,440	0,312	0,219	0,149	0,092
3800	0,433	0,306	0,214	0,144	0,086
4150	0,422	0,298	0,208	0,138	0,078
4500	0,410	0,289	0,200	0,130	0,069
4850	0,394	0,277	0,190	0,122	0,059
5200	0,375	0,263	0,179	0,112	0,048
5550	0,353	0,247	0,167	0,101	0,036
5825	0,334	0,233	0,156	0,091	0,025

«Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (32)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги. «[2]

$$\Psi = f + i \quad (33)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (34)$$

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$.

Расчетные данные в таблице 6, таблице 7 и таблице 8.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс»[2]

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{\mathcal{N}} \angle$	1,159	1,088	1,052	1,034	1,025

«Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	3,35	2,51	1,81	1,27	0,86
1350	3,46	2,59	1,86	1,30	0,87
1700	3,54	2,65	1,91	1,33	0,88
2050	3,60	2,69	1,93	1,34	0,87
2400	3,64	2,72	1,95	1,34	0,85
2750	3,65	2,72	1,94	1,32	0,81
3100	3,64	2,71	1,93	1,30	0,77
3450	3,60	2,68	1,90	1,26	0,71
3800	3,54	2,63	1,85	1,21	0,64
4150	3,45	2,56	1,79	1,15	0,56
4500	3,34	2,47	1,72	1,07	0,46
4850	3,21	2,36	1,63	0,98	0,36
5200	3,05	2,23	1,52	0,88	0,24
5550	2,87	2,09	1,40	0,77	0,11
5825	2,70	1,96	1,30	0,68	0,00

Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,30	0,40	0,55	0,79	1,16
1350	0,29	0,39	0,54	0,77	1,14
1700	0,28	0,38	0,52	0,75	1,14
2050	0,28	0,37	0,52	0,75	1,15
2400	0,27	0,37	0,51	0,75	1,18
2750	0,27	0,37	0,51	0,76	1,23
3100	0,27	0,37	0,52	0,77	1,30
3450	0,28	0,37	0,53	0,79	1,41
3800	0,28	0,38	0,54	0,83	1,56
4150	0,29	0,39	0,56	0,87	1,79
4500	0,30	0,41	0,58	0,93	2,15
4850	0,31	0,42	0,62	1,02	2,79
5200	0,33	0,45	0,66	1,13	4,15
5550	0,35	0,48	0,71	1,29	9,03
5825	0,37	0,51	0,77	1,48	-

Время и путь разгона»[2]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (35)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (36)$$

«где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (37)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (38)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Расчетные данные в таблице 9.

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	156	0,8
0-10	468	2,3
0-15	919	4,6
0-20	1556	7,8
0-25	2417	12,1
0-30	3580	17,9
0-35	5139	25,7
0-40	7188	35,9

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (39) \text{ «[2]} \quad (39)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (40)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^n \Delta S_k \quad \ll[2] \quad (41)$$

Расчетные данные в таблице 10.

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	39	2
0-10	273	14
0-15	838	42
0-20	1951	98
0-25	3888	194
0-30	7086	354
0-35	12153	608
0-40	19840	992

«Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (42)$$

где N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Расчетные данные в таблице 11 и таблице 12.»[2]

«Таблица 11 - Мощностной баланс

Обор дв-ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
1003	13,1
1350	18,2
1700	23,5
2050	28,8
2400	34,1
2750	39,2
3100	44,1
3450	48,6
3800	52,7
4150	56,3
4500	59,2
4850	61,4
5200	62,8
5550	63,3
5825	63,0

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,3	1,4
10	0,7	2,6	3,3
15	2,3	4,2	6,5
20	5,5	6,0	11,5
25	10,7	8,2	18,9
30	18,5	10,9	29,4
35	29,3	14,1	43,5
40	43,8	18,0	61,8
45	62,3	22,7	85,0
50	85,5	28,2	113,7

Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (43)$$

где $g_{E\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива. «[2]

$$\ll K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (44)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (45)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (46)$$

Расчетные данные в таблице 13.

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. дв- ля, об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.Ки	Знач.КЕ	Знач.Qs
1003	6,9	0,153	0,181	1,286	1,158	5,8
1350	9,3	0,164	0,243	1,270	1,125	6,1
1700	11,8	0,181	0,306	1,248	1,096	6,6
2050	14,2	0,203	0,370	1,220	1,071	7,2
2400	16,6	0,230	0,433	1,186	1,050	7,9
2750	19,0	0,263	0,496	1,148	1,034	8,6
3100	21,4	0,303	0,559	1,106	1,022	9,4
3450	23,9	0,349	0,622	1,060	1,014	10,2
3800	26,3	0,403	0,685	1,013	1,010	11,1
4150	28,7	0,468	0,748	0,967	1,010	12,0
4500	31,1	0,543	0,811	0,924	1,015	13,0
4850	33,5	0,634	0,874	0,891	1,024	14,2
5200	36,0	0,742	0,937	0,875	1,037	15,7

Вывод»[2]

Все графики, построенные на основе данных таблиц этого подраздела, можно найти в Приложении А и на листе А1 данной работы.

2.2 Расчеты на прочность деталей проектируемого узла

Контактное напряжение в зацеплении

$$\sigma_K = \frac{P_x}{(F \cdot n)} \quad (47)$$

где P_x – осевое усилие, воспринимаемое червяком;

F – площадь контакта одного гребня ролика с червяком;

n – число гребней ролика.

$$P_X = \frac{M_{P.K.}}{(r_{\omega_0} \cdot \operatorname{tg} \beta)} \quad (48)$$

где $M_{P.K.}$ – максимальный реализуемый момент на рулевом колесе;

r_{ω_0} – начальный радиус червяка в горловом сечении;

β – угол подъема винтовой линии червяка в том же сечении;

Геометрические параметры, взятые из конструкторской документации:

1. Радиус ролика $r_1 = 18 \text{ мм}$
2. Радиус червяка $r_2 = 22 \text{ мм}$
3. Межосевое расстояние $A = 32 \text{ мм}$
4. $r_{\omega_0} = 23 \text{ мм}$
5. $\beta = 30^\circ$

$$p = \frac{r_1 + r_2 + A}{2} = \frac{18 + 22 + 32}{2} = 36 \text{ мм}$$

по тригонометрической зависимости:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{p - r_1}; \quad \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{R}{p - r_2}; \quad (49)$$

где $R = \sqrt{\frac{(p - A)(p - r_1)(p - r_2)}{p}}$ – радиус вписанной окружности.

$$R = \sqrt{\frac{4 \cdot 14 \cdot 18}{36}} = 5,3 ;$$

тогда: $tg \frac{\alpha}{2} = 0,37796$; $tg \frac{\gamma}{2} = 0,2944$

$$\varphi_1 = 2 \cdot \alpha = 56,5^\circ = 0,98 \text{ рад} \quad \varphi_2 = 2 \cdot \gamma = 49,67^\circ = 0,866 \text{ рад}$$

Площадь контакта одного гребня ролика с червяком.

$$F = 0.5 \cdot [(\varphi_1 - \sin \varphi_1) \cdot r_1^2 + (\varphi_2 - \sin \varphi_2) \cdot r_2^2] \quad (50)$$

подставляем значения:

$$\begin{aligned} F &= 0.5 \cdot [(0.98 - 0.835) \cdot 18^2 + (0.866 - 0.762) \cdot 22^2] = \\ &= 0.5 \cdot (46.9 + 50.3) = 4.85 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \end{aligned}$$

Осевая сила.

$$P_X = M_{P.K.} / (0.023 \cdot tg \beta) \quad (51)$$

$$M_{P.K.} = P_{P.K.} \cdot R_{P.K.} \quad (52)$$

Максимальный момент и силу на рулевом колесе определяем из условия поворота колес автомобиля с полной нагрузкой на дороге с высоким коэффициентом сцепления колес с дорожным покрытием.

$$P_{P.K.} = \frac{M_C}{(R_{P.K.} \cdot U_{P.M.} \cdot \eta_{P.M.} \cdot \eta_{Пр.})} \leq 150 \div 200 \text{ Н} \quad - \text{ для легковых автомобилей.}$$

где M_C - полный момент сопротивления повороту колес.

$$M_C = M_\varphi + M_f \quad (53)$$

где M_φ - момент сопротивления, связанный с сопротивлением повороту шины и дорожной среды.

M_f - момент сопротивления, связанный с качением колеса по сложной траектории.

$$M_\varphi = 0.321 \cdot G_K \cdot \varphi \cdot \sqrt{S_{ш} / \eta_{шк}} ; \quad (54)$$

где G_K - нагрузка на 1 колесо $G_K = 3608H$

φ - коэффициент сцепления с дорогой $\varphi = 0,7 \dots 0,8$.

$S_{ш}$ - площадь контакта отпечатка шины

$$S_{ш} = \frac{G_K}{q_{ш}} = \frac{3608}{0,18 \cdot 10^6} = 0,02 м^2 \quad (55)$$

$\eta_{шк}$ = КПД шкворня (поворотного узла) $\eta_{шк} = 0,68 \dots 0,72$

$$M_\varphi = 0,321 \cdot 3608 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{0,02 / 0,71} = 145,8H$$

$$M_f = G_K \cdot f \cdot \frac{[r_{ц} - r_{СТ} \cdot (\alpha + \beta)]}{\eta_{шк}} \quad (56)$$

где G_K - вес на 1 колесо.

f - коэффициент сопротивления качению $f = 0,014$

$r_{ц}$ - длина цапфы колеса $r_{ц} = 0,081$ м.

$r_{СТ}$ - статический радиус шины $r_{СТ} = 0,321$ м.

α - угол наклона оси цапфы $\alpha = 1^\circ = 0,017 \text{ рад}$.

β - угол наклона шкворня $\beta = 2,5^\circ = 0,043 \text{ рад}$.

$$M_f = 3608 \cdot 0,014 \cdot \frac{[0,081 - 0,321 \cdot (0,017 + 0,043)]}{0,71} =$$

$$= 3608 \cdot 0,014 \cdot 0,0869 = 4,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Полный момент сопротивления.

$$M_C = M_\phi + M_f = 145,8 + 4,4 \approx 150 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{тогда } P_{P.K.} = \frac{M_C}{(R_{P.K.} \cdot U_{P.M.} \cdot \eta_{P.M.} \cdot \eta_{Пр.})} \quad (57)$$

где $R_{P.K.}$ - радиус рулевого колеса $R_{P.K.} = 0,1825 \text{ м}$.

$U_{P.M.}$ - передаточное число рулевого механизма $U_{P.M.} = 12,6$.

$\eta_{P.M.}$ - КПД рулевого механизма $\eta_{P.M.} = 0,74$.

$\eta_{Пр.}$ - КПД привода рулевого механизма $\eta_{Пр.} = 0,86$.

$$P_{P.K.} = \frac{M_C}{(R_{P.K.} \cdot U_{P.M.} \cdot \eta_{P.M.} \cdot \eta_{Пр.})} = \frac{150}{(0,1825 \cdot 12,6 \cdot 0,74 \cdot 0,86)} = 102,7 \text{ Н} < [150]$$

Максимальный момент на РК.

$$M_{P.K.} = P_{P.K.} \cdot R_{P.K.} = 102,7 \cdot 0,182 = 18,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (58)$$

Осевая сила на червяке.

$$P_x = \frac{18,7}{(0,023 \cdot \tan \beta)} = 203,3 \text{ Н}$$

Искомое напряжения в зацеплении.

$$\sigma_K = \frac{P_X}{(F \cdot n)} = \frac{203,3}{(4,85 \cdot 10^{-5} \cdot 2)} = 20,95 \cdot 10^5 \text{ Па} = 2,095 \text{ МПа} < [\sigma]$$

Для материала червяка – Сталь АСЦ 30ХМ - $[\sigma] = 5 \dots 7 \text{ МПа}$

Для материала ролика – Сталь 20Х2Н4А - $[\sigma] = 7 \dots 9 \text{ МПа}$

Условия прочности червяка и ролика по контактным напряжениям выполняются.

По полученному значению усилия на рулевом колесе проверяем прочность деталей привода рулевого управления.

Расчет рулевого вала

Вал рассчитываем на прочность при кручении, а так же прочность шлицевых хвостовиков.

Момент сопротивления вала.

$$W_{KP} = \frac{\pi(D^3 - d_{BH}^3)}{16} \quad (59)$$

где D - наружный диаметр трубы вала.

d_{BH} - внутренний диаметр трубы вала.

$$W_{KP} = \frac{3,14(22^3 - 17^3)}{16} = 1126 \text{ мм}^3 = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Крутящий момент.

$$M_{KP} = P_{P.K.} \cdot r_{P.K.} \quad (60)$$

где $P_{P.K.} = 102,7 \text{ Н}$ – усилие на рулевом колесе.

$r_{P.K.} = 0,182 \text{ м}$ – радиус рулевого колеса.

$$M_{KP} = 102,7 \cdot 0,182 = 18,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\tau_{KP} = \frac{M_{KP}}{W_{KP}} = \frac{18,7}{1,13} \cdot 10^6 = 16,55 \cdot 10^6 \text{ Па} = 16,55 \text{ МПа}$$

Материал вала: Сталь 17Г2С $[\sigma_\tau] = 210 \text{ МПа}$

Расчет на прочность шлицевого соединения по напряжениям смятия

Напряжение смятия.

$$\sigma_{CM} = \frac{M_{KP}}{\psi \cdot z \cdot l \cdot R_{CP} \cdot S} \quad (61)$$

где z - число зубьев (шлицев).

l - рабочая длина шлицев.

R_{CP} - средний радиус приложения сил.

S - рабочая высота шлиц.

ψ - коэффициент неравномерности распределения усилий.

$$\sigma_{CM} = \frac{18,7}{0,8 \cdot 21 \cdot 0,012 \cdot 0,008 \cdot 0,00079} = 14,68 \text{ МПа} < [\sigma_{CM}] = 0,5 \cdot \sigma_\tau$$

Расчет карданного шарнира на прочность

Расчет крестовины на изгиб у основания шипа крестовины ведем по формуле:

$$\sigma_{ИЗ} = \frac{32 \cdot M_K \left(h_1 - \frac{L}{2} \right)}{(H - L) \cdot \pi \cdot D_1^3} \quad (62)$$

где M_K - максимальный крутящий момент, передаваемый крестовиной.

h_1 - расстояние от торца шипа до расчетного сечения.

L - длина иглы подшипника шарнира.

H - расстояние между торцами крестовины.

D_1 - диаметр шипа в расчетном сечении.

$$\sigma_{из} = \frac{32 \cdot 18,7(0,01 - 0,00315)}{(0,067 - 0,033) \cdot 3,14 \cdot 0,016^3} = 9,4 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9,4 \text{ МПа} < [\sigma]$$

$$\text{Для материала крестовины} \quad [\sigma] = 0,5 \cdot \sigma_{\tau} \approx 105 \text{ МПа}$$

Прочность шлицевого соединения карданного шарнира по напряжениям среза:

$$\sigma_{CP} = \frac{M_{KP}}{\psi \cdot R_{CP} \cdot Z \cdot l \cdot b} \quad (63)$$

где ψ - коэффициент неравномерности распределения сил между шлицами.

R_{CP} - средний радиус приложения сил.

Z - число шлицев.

l - длина шлицев.

b - высота шлица.

$$\sigma_{CP} = \frac{18,7}{0,8 \cdot 17 \cdot 0,0012 \cdot 0,00675 \cdot 0,0019} = 1,09 \text{ МПа} < [\sigma_{CP}]$$

По напряжениям смятия:

$$\sigma_{CM} = \frac{M_{KP}}{\psi \cdot R_{CP} \cdot Z \cdot S \cdot l} = \frac{18,7}{0,8 \cdot 0,00675 \cdot 17 \cdot 0,0012 \cdot 0,00079} = 31,9 \text{ МПа} < [\sigma_{CM}]$$

Вилка карданного шарнира подвергается совместному действию сил изгиба и кручения, возникающих от силы $P_{P.K.}$ на рулевом колесе.

Схема сил и расчетное сечение показаны на рисунке 23.

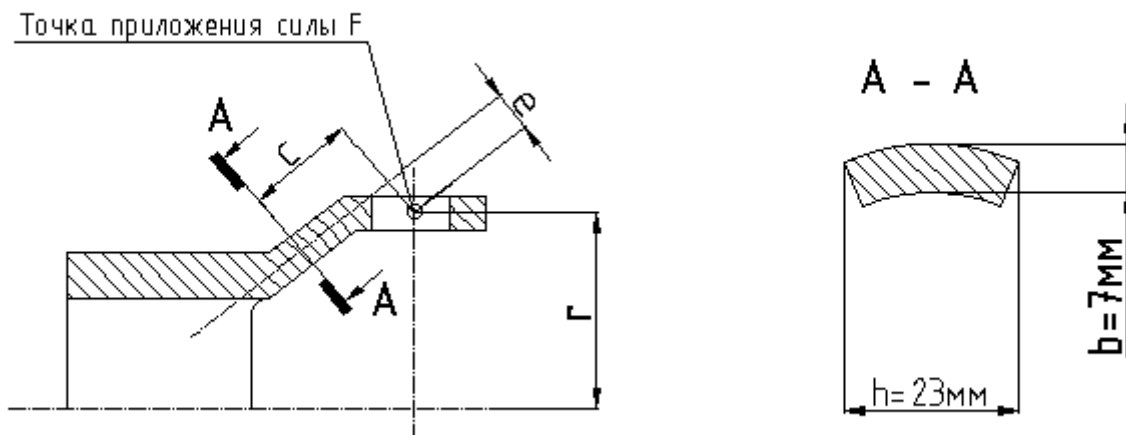


Рисунок 23 - Расчетная схема вилки карданного шарнира.

$$F = \frac{M_{KP}}{r} = \frac{P_{P.K.} \cdot r_{P.K.}}{r} = \frac{18,7}{0,031} = 897 H \quad (64)$$

Напряжения изгиба

$$\sigma_{из} = \frac{F \cdot c}{W_{из}} \quad , \quad W_{из} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{7 \cdot 23^2}{6} = 617,2 \text{ мм}^3 \quad (65)$$

$$\sigma_{из} = \frac{897 \cdot 0,022}{617 \cdot 10^{-7}} = 31,98 \cdot 10^6 \text{ Па} = 32 \text{ МПа}$$

Напряжения кручения

$$\sigma_{KP} = \frac{F \cdot e}{W_{KP}} \quad , \quad W_{KP} = \alpha \cdot h \cdot b^2 = 0,27 \cdot 23 \cdot 7^2 = 304,3 \text{ мм}^3 \quad (66)$$

$$\sigma_{KP} = \frac{897 \cdot 0,013}{3,043 \cdot 10^{-7}} = 38,32 \cdot 10^6 \text{ Па} = 38 \text{ МПа} \quad (67)$$

$$\sigma_{ЭKB} = \sqrt{\sigma_{ИЗ}^2 + 4 \cdot \sigma_{KP}^2} = \sqrt{32^2 + 4 \cdot 38^2} = \sqrt{6800} = 82,4 \text{ МПа} < [\sigma] \quad (68)$$

$$\sigma_B = 350 \text{ МПа} ; \sigma_\tau = 240 \text{ МПа} ; [\sigma] = 0,5 \cdot \sigma_\tau = 120 \text{ МПа} ;$$

Расчет нагрузочной способности подшипников карданного шарнира/

В нашем случае поверхностью качения игл подшипника является крестовина. Эта поверхность под действием сил на рулевом валу будет противодействовать смятию.

Максимальная статическая нагрузка на подшипник:

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot D \cdot L}{10^{-7}} \quad (69)$$

где D - диаметр тел качения.

L - длина тел качения.

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot 0,002 \cdot 0,0063}{10^{-7}} = 378 \text{ Н}$$

Максимальная нагрузка на подшипник:

$$P_{\max} = \frac{M_{KP}}{D} \quad (70)$$

где D - диаметр подшипников, относительно центра крестовины

$$D = 2 \cdot r = 0,062 \text{ м}$$

$$P_{\max} = \frac{18,7}{0,062} = 301,6 \text{ Н} < Q_{CT}^{\max} \quad \text{Условие выполняется.}$$

Расчет нагрузочной способности подшипников вала сошки.

Проверочный расчет игольчатых подшипников выбранных по каталогу для установки в рулевой механизм на вал сошки.

Максимальная статическая нагрузка на подшипник:

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot D \cdot L}{10^{-7}} \quad (71)$$

где D - диаметр тел качения.

L - длина тел качения.

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot 0,003 \cdot 0,022}{10^{-7}} = 1980H$$

Максимальная нагрузка на подшипник:

$$P_{\max} = \frac{M_{KP}}{D} \quad (72)$$

где D - диаметр подшипников, относительно центра крестовины

$$D = 2 \cdot r = 0,062m$$

$$P_{\max} = \frac{18,7}{0,0165} = 1133,3H < Q_{CT}^{\max}$$

Условие выполняется.

3 Технологическая часть

3.1 Основные элементы технологического процесса сборки

«Как уже было сказано, неотъемлемой частью формирования технологического процесса сборки изделия является расчленение его на части. В связи с этим в изделие или узле различают конструктивные или сборочные элементы. При выделении сборочных элементов обязательным условием является возможность осуществления каждого из них независимо от другого.

Конструктивные элементы не всегда бывают сборочными, и наоборот. Однако бывает их совпадение, в таком случае элемент называют конструктивно – сборочным.

Процесс комплектования сборочных элементов – сборочных единиц изображают в виде схемы или последовательности сборочных операций, поясняющей в какой последовательности соответствующие сборочные единицы – группы, подгруппы и детали представлены в технологическом процессе сборки.

На основе требований, указанных в чертежах деталей, наименования и количества деталей согласно спецификации, а также требований, которые должны быть обеспечены в процессе сборки узла – составляются маршрутные карты. Маршрутные карты являются связующим документом для операционных карт.

Под операцией понимают законченную часть технологического процесса обработки одной или нескольких заготовок на одном рабочем месте одним рабочим (или бригадой рабочих) непрерывно, до перехода к следующей заготовке. В операцию входят как действия непосредственно связанные с обработкой, так и необходимые вспомогательные приемы.

Совокупность маршрутных и операционных карт, карт замеров и контроля – составляет общий технологический процесс сборки изделия (группы или подгруппы).»[5]

3.2 Обоснование выбора техпроцесса сборки узла

Программа выпуска изделий или годовой объем производства характеризуют тип производства, определяют степень его дифференциации технологического процесса сборки по операциям. Под дифференциацией подразумевается деление процесса сборки на элементы для последовательного выполнения на одном или нескольких рабочих местах.

Годовая программа изготовления рулевых механизмов определена из темпа поточной сборки автомобилей на главном конвейере и рассчитывается следующим образом:

$$N = 1,25 \cdot N_{CM} \cdot A_0 \cdot n_{CM} \quad (73)$$

где N_{CM} - нормативное плановое количество изготовления автомобилей в смену

A_0 - количество рабочих дней в году

n_{CM} - количество смен

1,25 – коэффициент, указывающий изготовление рулевых колес в состав запчастей.

$$N = 1,25 \cdot 55 \cdot 750 \cdot 2 \sim 100 \text{ тыс. шт. в год}$$

Указанная программа изготовления изделий характерна для массового производства.

Для этого типа производства характерно так же низкое значение доли сборочных работ в общей трудоемкости изготовления изделия, которая составляет 25...30%. Особенностью технологического процесса проектируемого узла является возможность сохранения необходимого количества сборочных операций, при увеличенном в сравнении с базовым узлом количеством деталей (на 3 детали).

Поскольку конструктивные изменения касались в основном конструкции к установке ведомого вала, следовательно общий технологический процесс сборки РМ не будет отличаться в значительной степени от базового процесса в существующем производстве.

3.3 Составление перечня сборочных работ

Таблица 14 – Перечень сборочных работ

N оп.	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ, мин.
1	2	3
	1. Общая сборка рулевого колеса	
1.	Взять обод каркаса рулевого колеса	0,04
2.	Осмотреть обод каркаса рулевого колеса со всех сторон	0,08
3.	Установить обод каркаса рулевого колеса в приспособление	0,04
4.	Взять спицу каркаса рулевого колеса правую	0,07
5.	Осмотреть спицу каркаса рулевого колеса правую	0,04
6.	Установить спицу каркаса рулевого колеса правую	0,05
7.	Наживить гайку крепления и завернуть моментом 12 Н.м	0,04
8.	Взять спицу каркаса рулевого колеса левую	0,07
9.	Осмотреть спицу каркаса рулевого колеса левую	0,03
10.	Установить спицу каркаса рулевого колеса левую	0,05
11.	Наживить гайку крепления и завернуть моментом 12 Н.м	0,04
12.	Взять спицу каркаса рулевого колеса нижнюю	0,03
13.	Осмотреть спицу каркаса рулевого колеса нижнюю	0,03
14.	Установить спицу каркаса рулевого колеса нижнюю	0,05
15.	Наживить гайку крепления и завернуть моментом 12 Н.м	0,03
16.	Взять усилитель спиц каркаса рулевого колеса	0,08
17.	Осмотреть усилитель спиц каркаса рулевого колеса	0,04
18.	Взять каркас рулевого колеса	0,04
19.	Осмотреть каркас рулевого колеса со всех сторон	0,03
20.	Установить каркас рулевого колеса	0,07
21.	Установить усилитель спиц каркаса рулевого колеса	0,04
22.	Взять ступицу каркаса рулевого колеса в сборе	0,03
23.	Осмотреть ступицу каркаса рулевого колеса а сборе	0,05
24.	Установить ступицу каркаса рулевого колеса в сборе	0,04
25.	Взять болт и гайку крепления ступицы каркаса рулевого колеса	0,05

Продолжение таблицы 14

1	2	3
26.	Вставить болт и наживить гайку	0,03
27.	Завернуть гайку моментом 15 Н.м	0,07
28.	Взять болт и гайку крепления ступицы каркаса рулевого колеса	0,04
29.	Вставить болт и наживить гайку	0,06
30.	Завернуть гайку моментом 15 Н.м	0,04
31.	Взять болт и гайку крепления ступицы каркаса рулевого колеса	0,07
32.	Вставить болт и наживить гайку	0,03
33.	Завернуть гайку моментом 15 Н.м	0,05
34.	Взять кожух рулевого колеса нижний	0,07
35.	Осмотреть кожух рулевого колеса нижний со всех сторон	0,05
36.	Установить кожух рулевого колеса нижний	0,05
37.	Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего	0,08
38.	Вставить винт и наживить гайку	0,04
39.	Завернуть гайку моментом 7 Н.м	0,07
40.	Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего	0,04
41.	Вставить винт и наживить гайку	0,05
42.	Завернуть гайку моментом 7 Н.м	0,04
43.	Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего	0,07
44.	Вставить винт и наживить гайку	0,03
45.	Завернуть гайку моментом 7 Н.м	0,05
46.	Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего	0,04
47.	Вставить винт и наживить гайку	0,03
48.	Завернуть гайку моментом 7 Н.м	0,03
49.	Взять блок подушки безопасности в сборе	0,05
50.	Осмотреть блок подушки безопасности в сборе со всех сторон	0,03
51.	Установить блок подушки безопасности в сборе	0,08
52.	Взять кнопку сигнала рулевого колеса правую	0,04
53.	Установить кнопку сигнала рулевого колеса правую	0,04
54.	Взять кнопку сигнала рулевого колеса левую	0,08
55.	Установить кнопку сигнала рулевого колеса левую	0,04
56.	Взять кожух рулевого колеса верхний	0,07
57.	Осмотреть кожух рулевого колеса верхний со всех сторон	0,04
58.	Установить кожух рулевого колеса верхний	0,05
Итого		2,87

Определение трудоемкости сборки

«Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 2.87 \text{ мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right) = 2.87 + 2.887 \cdot 0.075 = 3.08_{мин}$$

где: α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

$\alpha = 2-3\%$, принимаем $\alpha = 2,5\%$

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4-6\%$, принимаем $\beta = 5\%$

3.4 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

$$T_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60 \text{ м}}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{100000} = 1.61_{мин} \quad (74)$$

где: N - годовой объем выпуска = 100000 шт. в год

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем

$F_{\text{д}} = 4015 \text{ ч}$

Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт, используют дополнительное оборудование.

При потоке передача с позиции на позицию (рабочее место) осуществляется непрерывно в принудительном порядке, что обеспечивает параллельное, одновременное выполнение всех операций на технологической линии.»[5]

Таблица 15 – Маршрутная технология

№ опер.	Операция	Содержание операции переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время Тшт, мин
1	2	3	4	5
005	Установка спиц каркаса рулевого колеса на обод рулевого колеса Установка усилителя спиц каркаса рулевого колеса Установка ступицы рулевого колеса	Взять обод каркаса рулевого колеса Установить обод каркаса рулевого колеса в приспособление Взять спицу каркаса рулевого колеса правую Установить спицу каркаса рулевого колеса правую Наживить гайку крепления и завернуть моментом 12 Н.м Взять спицу каркаса рулевого колеса левую Установить спицу каркаса рулевого колеса левую Наживить гайку крепления и завернуть моментом 12 Н.м Взять спицу каркаса рулевого колеса нижнюю Установить спицу каркаса рулевого колеса нижнюю Наживить гайку крепления и завернуть моментом 12 Н.м Взять усилитель спиц каркаса рулевого колеса Взять каркас рулевого колеса Установить каркас рулевого колеса Установить усилитель спиц каркаса рулевого колеса Установить ступицу каркаса рулевого колеса в сборе	Специальное установочно-зажимное приспособление Молоток Гайковерт Приспособление для запрессовки	1,61

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5
		Взять болт и гайку крепления ступицы каркаса рулевого колеса Вставить болт и наживить гайку Завернуть гайку моментом 15 Н.м Взять болт и гайку крепления ступицы каркаса рулевого колеса Вставить болт и наживить гайку Завернуть гайку моментом 15 Н.м Взять болт и гайку крепления ступицы каркаса рулевого колеса Вставить болт и наживить гайку		
010	Установка нижнего кожуха рулевого колеса Установка блока подушки без-ти Установка верхнего кожуха рулевого колеса	Взять кожух рулевого колеса нижний Установить кожух рулевого колеса нижний Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего Вставить винт и наживить гайку Завернуть гайку моментом 7 Н.м Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего Вставить винт и наживить гайку Завернуть гайку моментом 7 Н.м Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего	Специальное установочно-зажимное приспособление Гайковерт Молоток Плоскогубцы	1,61

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5
		Вставить винт и наживить гайку Завернуть гайку моментом 7 Н.м Взять винт и гайку крепления кожуха нижнего Вставить винт и наживить гайку Завернуть гайку моментом 7 Н.м Взять блок подушки безопасности в сборе Установить блок подушки безопасности в сборе Взять кнопку сигнала рулевого колеса правую Установить кнопку сигнала рулевого колеса правую Взять кнопку сигнала рулевого колеса левую Установить кнопку сигнала рулевого колеса левую Взять кожух рулевого колеса верхний Установить кожух рулевого колеса верхний Проверить качество выполненной работы и переместить на следующую операцию		

Вывод

По данным данного раздела построена маршрутная технология и представлена в виде схемы на формате А1.

4 Безопасность и экологичность дипломного проекта

В данном разделе будет представлен анализ эргономических и безопасностных параметров разработанной конструкции рулевого колеса.

«В последние годы все больше внимания стало уделяться проблемам комфорта и безопасности движения. Большое влияние на эксплуатационные свойства автомобиля оказывает защита его систем, а также водителя, пассажиров и перевозимого груза от динамических воздействий со стороны дороги. Это приводит к тому, что приходится все глубже изучать сущность процессов, происходящих в виброзащитных системах, и переходить на иные методы борьбы с колебаниями автомобиля.

В последние десятилетия требования, предъявляемые к современным автомобилям, становятся все более высокими. Уровень вибрации, воздействующей на водителя и пассажиров, является основным показателем комфортабельности автомобиля и определяет утомляемость водителя, а, следовательно, влияет на безопасность движения. Высокие уровни вибрации ограничивают скорость движения автомобиля, что сказывается на его производительности. Кроме того, вибрация влияет на сохранность перевозимых грузов и работоспособность всех агрегатов автомобиля.

Как известно одним из основных узлов отвечающих за безопасность автомобиля, является рулевое управление, поскольку в случае его неисправности, может произойти авария с летальным исходом.

Для повышения безопасности движения определяющим фактором является психологическое состояние водителя, связанное с его реакцией на приближение опасности.»[7] При проведении маневра, водитель руководствуется поставленной задачей, критериями качества управления, представлениями о динамических свойствах автомобиля, действительной реакцией автомобиля на управляющее воздействие и условиями движения, при этом основной информацией является отклонение автомобиля от заданной траектории движения. «При приложении большого управляющего воздействия длительное время увеличивается и время реакции водителя.

Огромное влияние на утомляемость водителя оказывает конструкция рулевого управления и рулевого колеса, как важнейший фактор взаимодействия водителя с дорогой.

В данном дипломном проекте предлагается использовать рулевое колесо с более эргономичными характеристиками.

Благодаря своим компактным размерам (365 мм в диаметре), рулевое колесо с тремя спицами, с эллипсоидным сечением обода и со специальными отливками надежно располагается в руках водителя, что в целом повышает активную безопасность автомобиля.

Рулевое колесо обеспечивает связь водителя с дорогой, а в идеальном случае и с наиболее часто используемыми системами автомобиля. Эта связь должна быть удобной и прозрачной. Чтобы каждый имел возможность занять за рулём наиболее удобное положение.»[7]

На ВАЗе в испытательном корпусе периодически проводят краш-тест автомобиля, отвечающий всем требованиям правил ЕЭК ООН №12-03 суть которого заключается в следующем: «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя от удара о систему рулевого управления». «На автомобиле NIVA LEGEND применяется травмобезопасная рулевая колонка с использованием карданной передачи, которая при столкновении автомобиля, т.е. при ДТП, складывается, защищая при этом водителя от удара о рулевое колесо. Поэтому рулевое управление на данном автомобиле, при прохождении краш-теста, отвечает правилам ЕЭК ООН №94 - фронтальный удар в деформируемое препятствие с 40 % перекрытием. Также проводятся испытания на управляемость и устойчивость автомобиля, используя методики испытаний по ГОСТ Р 52302-2004.

Правила № 79 ЕЭК ООН устанавливают основные требования к механизмам рулевого управления (РУ) и методы испытаний транспортных средств категорий М, N и О на соответствие данным требованиям.

Они не распространяются на механизмы РУ с полностью пневматическим (электрическим, гидравлическим) приводом, кроме

вспомогательного механизма рулевого управления (ВРУ) с полностью электрическим (гидравлическим) приводом на транспортных средствах категорий М и N и механизма РУ с полностью гидравлическим приводом на транспортных средствах категорий О.»[7]

«Правила также дают развернутую классификацию механизмов РУ, их характеристик и приводов.

Механизмы РУ — это все механизмы, предназначенные для изменения направления движения ТС.

Механизмы РУ могут состоять:

- из органа рулевого управления (все элементы, расположенные выше той точки, в которой усилие на рулевом колесе преобразуется при помощи механических, гидравлических или электрических устройств);
- рулевой передачи (все элементы, расположенные ниже той точки);
- управляемых колес;
- устройства энергопитания (в соответствующих случаях).

В Правилах используются следующие характеристики рулевого механизма:

- усилие на рулевом колесе;
- время управления;
- угол поворота (угол между проекцией продольной оси ТС и плоскостью вращения колеса);
- рулевое усилие (все силы, действующие в рулевом механизме);
- среднее передаточное число рулевого механизма;
- круг поворота (круг, в пределах которого находятся проекции всех точек транспортного средства на плоскость грунта при движении ТС по кругу);
- номинальный радиус органа рулевого управления. Типы механизмов РУ подразделяются в зависимости:
 - от источника рулевого усилия;»[7]
 - «расположения управляемых колес;
 - способа передачи рулевого усилия.

В зависимости от источника усилия на рулевом колесе механизмы РУ в ТС подразделяются:

- на ручное рулевое управление, при котором усилие на рулевом колесе обеспечивается исключительно мускульной силой водителя;
- рулевое управление с усилителем, при котором усилие на рулевом колесе обеспечивается как мускульной силой водителя, так и с помощью устройства (устройств) энергопитания;
- полноприводное рулевое управление, в котором усилие на рулевом колесе обеспечивается исключительно с помощью одного или более устройств энергопитания;
- саморегулирующийся механизм рулевого управления представляет собой систему, конструкция которой позволяет изменять угол поворота одного или более колес только под воздействием сил и/или моментов сил, прилагаемых для приведения шины в контакт с дорогой.

Механизмы РУ прицепов подразделяются:

- на саморегулирующиеся механизмы рулевого управления;
- сочлененные механизмы рулевого управления, при котором поворот управляемых колес прицепа полностью определяется углом между продольными осями буксирующего ТС и прицепа;
- независимые механизмы рулевого управления, при котором поворот управляемых колес прицепа непосредственно зависит от относительного угла между продольной осью рамы прицепа или заменяющей ее несущей конструкции и продольной осью подрамника, на котором крепится ось (оси).

В зависимости от расположения управляемых колес механизмы РУ подразделяются:

- на механизм РУ с приводом на передние колеса, при котором поворотными являются только колеса, расположенные на передней оси (осях) (в него входят все колеса, поворачиваемые в одном направлении);»[7]
- «механизм РУ с приводом на задние колеса, при котором управляемыми являются только колеса, расположенные на задней оси (осях) (в него входят все колеса, поворачиваемые в одном направлении);

- механизм РУ с приводом на несколько колес, при котором управляемыми являются колеса, установленные на одной или более передних и задних осях;

- механизм РУ с приводом на все колеса, при котором управляемыми являются все колеса;

- механизм РУ подвеской, при котором перемещение всех взаимосвязанных деталей ходовой части обеспечивается с помощью рулевого усилия;

- вспомогательный механизм рулевого управления (ВРУ) с приводом на колеса оси (осей) ТС категорий М и N, дополняющий рулевое управление с приводом на колеса, на которые приходится основной элемент управления, не являющийся исключительно электрическим, гидравлическим или пневматическим, обеспечивающий поворот колес в том же или обратном направлении по отношению к колесам, на которые приходится основной элемент управления, и/или позволяющий регулировать угол поворота передних, центральных и/или задних колес в зависимости от поворота ТС.

В зависимости от способа передачи рулевого усилия различают следующие типы рулевых приводов:

- полностью механический рулевой привод, рулевое усилие в котором целиком передается механическими средствами;

- полностью гидравлический рулевой привод, в той или иной части которого рулевое усилие передается только гидравлическими средствами;

- полностью электрический рулевой привод, в той или иной части которого рулевое усилие передается только электрическими средствами;

- комбинированный рулевой привод, в котором одна часть рулевого усилия передается одним из упомянутых ранее средств, а другая часть — другим из упомянутых средств.»[7]

- «комбинированный механический рулевой привод, в котором одна часть рулевого усилия передается полностью механическими средствами, а остальные части — гидравлическими (механическими - гидравлическими),

или электрическими (механическими- электрическими), или пневматическими (механическими пневматическими).

(Прочие комбинированные рулевые приводы — любое другое сочетание упомянутых рулевых приводов.)

Технические требования

Механизм РУ должен обеспечивать простое и надежное управление транспортным средством на всех скоростях до его максимальной конструктивной скорости или в случае прицепа — до его технической допустимой максимальной скорости. В ходе испытания он должен самостоятельно возвращаться в центральное положение.

Механизм РУ должен быть сконструирован, изготовлен и установлен таким образом, чтобы при нормальных условиях эксплуатации ТС или состава ТС выдерживал возникающие нагрузки.

Водитель должен получать со своего места информацию о любой неисправности рулевой передачи, исключая чисто механические неисправности; для ТС сигналом о возникновении неисправности служит увеличение рулевого усилия; для прицепа допускается использование механического индикатора.

Если водитель непосредственно воздействует на органы управления рулевым механизмом, то они должны быть легко управляемыми; направление движения органов РУ должно соответствовать желаемому изменению направления движения ТС; их конструкция (за исключением ВРУ) должна обеспечивать плавное и одновременное изменение угла управления и угла поворота.

Конструкция устройств регулирования геометрической схемы механизма управления должна обеспечивать после регулировки нормальное соединение регулируемых элементов с помощью соответствующих устройств блокировки.»[7]

«Рулевая передача, которая может быть рассоединена при изменении геометрической формы ТС (например, на раздвижных полуприцепах), должна оборудоваться устройствами блокировки для соответствующей перестановки

элементов; если блокировка осуществляется автоматически, то для безопасности должно иметься дополнительное устройство ручной блокировки.

Управляемыми не должны быть исключительно задние колеса. Это требование не относится к полуприцепам.

Для энергопитания механизма РУ, тормозов и других систем может использоваться один и тот же источник энергии. Тем не менее, при отказе системы энергопитания или одной из указанных ранее систем должны соблюдаться следующие условия:

- при отказе источника энергии эффективность торможения при первом нажатии на педаль должна быть не ниже значений эффективности рабочих тормозов;

- водитель должен предупреждаться при помощи звукового или оптического сигнала о падении уровня жидкости в бачке тормозной системы до предела, при котором может увеличиться усилие на рулевом колесе или сила торможения; подобное предупреждение может передаваться с помощью устройства, предназначенного для предупреждения об отказе тормозов, чтобы водитель имел возможность без затруднений проверить исправность сигнальной лампочки;

- один и тот же источник энергии может использоваться для приведения в действие механизма РУ и других систем, помимо тормозов, если при падении уровня жидкости в бачке тормозной системы до предела, при котором может увеличиться усилие на рулевом колесе, водителю подается звуковой или оптический сигнал;

- сигнальные устройства должны быть непосредственно и постоянно включены в цепь привода.

- Транспортные средства, оборудованные ВРУ, должны отвечать следующим требованиям:»[7]

- «если используется гидравлическая рулевая передача, то она должна иметь защиту от возможного превышения максимально допустимого рабочего давления;

- электрическая рулевая передача должна иметь защиту от возможного избыточного энергопитания;
- неудовлетворительное функционирование или отказ любой части ВРУ не должны приводить к внезапному значительному изменению в поведении транспортного средства, а все указанные ранее требования должны по-прежнему удовлетворяться;
- должна обеспечиваться возможность управления ТС без резкого воздействия на органы управления.
- Прицепы с полностью гидравлическими рулевыми приводами должны отвечать следующим требованиям:
 - гидравлические магистрали полностью гидравлических приводов должны выдерживать давление, равное четырехкратному максимальному нормальному рабочему давлению (Т), указанному изготовителем;
 - устройство энергопитания должно быть защищено от избыточного давления при помощи клапана, ограничивающего давление, который срабатывает при давлении Т;
 - рулевой привод должен быть защищен от избыточного давления при помощи клапана, ограничивающего давление, который срабатывает в пределах (1,5...2,2)Т;
 - при движении автопоезда, состоящего из тягача и прицепа, по прямой линии прицеп должен двигаться по одной линии с тягачом; в целях сохранения рулевой центровки прицепы должны быть оснащены регулировочными устройствами, которые могут быть как автоматическими, так и ручными;
 - функционирование рулевых механизмов не должно подвергаться отрицательному воздействию электромагнитных полей;»[7]
 - «управляемость ТС с полностью гидравлическими рулевыми приводами должна сохраняться при наличии неисправности в любой части привода.

Транспортные средства должны подвергаться испытаниям в этих условиях для проверки соответствия описанным ранее требованиям, в том числе и при наличии неисправностей.

Методы испытаний

Эти методы представляют собой комплекс испытаний механизмов рулевого управления:

- испытания ТС с измерениями усилия на рулевом колесе с исправным и неисправным механизмом РУ;
- испытания прицепов;
- испытания ТС, оборудованных ВРУ.

Испытания проводят на горизонтальной поверхности, обеспечивающей нормальное сцепление.

Для испытаний ТС должно быть загружено до полной массы и иметь максимальную, технически допустимую нагрузку на управляемую ось (оси), давление в шинах должно соответствовать спецификации завода-изготовителя для данной нагрузки.

При испытаниях ТС необходимо, чтобы ТС могло описывать по касательной кривую радиусом 50 м и чтобы при этом не было

опасной вибрации механизма рулевого управления на следующих скоростях:

- 50 км/ч — для ТС категории М1
- 40 км/ч — для ТС категорий М2, М3, N1, N2, и N3;
- максимальной конструктивной скорости, если она не превышает приведенных значений.»[7]

«Необходимо предусмотреть, чтобы при движении по прямой исключалась необходимость заметной корректировки водителем направления движения, а при движении с максимальной конструктивной скоростью отсутствовала опасная вибрация системы рулевого управления. Это требование также должно соблюдаться в случае отказа механизма рулевого управления.

При движении ТС, управляемые колеса которого повернуты приблизительно на половину угла поворота на скорости не менее 10 км/ч, радиус поворота должен оставаться неизменным или увеличиваться при отпущенном рулевом управлении.

При измерении усилия на рулевом колесе силы, продолжительность действия которых составляет менее 0,2 с, не учитываются.

Измерение усилия на рулевом колесе ТС с исправным механизмом рулевого управления производится следующим образом.

Транспортное средство, выполнив движение по прямой, поворачивает по спирали со скоростью 10 км/ч. Усилие на рулевом колесе измеряется на расстоянии, равном номинальному радиусу рулевого колеса, до того момента, когда рулевое колесо будет приведено в положение, обеспечивающее радиус поворота, указанный далее для отдельных категорий ТС с исправными системами рулевого управления. Этот маневр следует выполнить по одному разу вправо и влево.

Максимально допустимое время управления и максимальные допустимые усилия на рулевом колесе при исправном механизме рулевого управления приведены далее в табл. 1.16 для каждой категории ТС.

Измерение усилия на рулевом колесе на ТС с неисправным механизмом рулевого управления осуществляется соответственно приведенному ранее измерению усилия на руле.»[7]

«Испытание проводят при остановке двигателя или выхода из строя одной из частей механизма рулевого управления (за исключением управляемых колес, органов управления рулевым механизмом и всех механических частей рулевого привода, которые предположительно не предрасположены к выходу из строя). Усилие на рулевом колесе измеряют вплоть до момента, когда рулевое колесо придет в положение, соответствующее радиусу поворота, указанному далее для конкретной категории ТС с неисправным механизмом рулевого управления.

Максимально допустимое время управления и максимально допустимые усилия на рулевом колесе при неисправном механизме рулевого управления приведены в таблице 20 для каждой категории ТС.»[7]

Таблица 15 - Максимальные значения усилий на рулевом колесе

Категория ТС	Исправный механизм			Неисправный механизм		
	Макси-усилие, Н	Время, с	Радиус поворота, м	Максимальное усилие, Н	Время, с	Радиус поворота, м
м1	150	4	12	300	4	20
м2	150	4	12	300	4	20
М3	200	4	12*	450**	6	20
N1	200	4	12	300	4	20
N2	250	4	12	400	4	20
N3	200	4	12*	450**	6	20

* Для ТС, если радиус поворота менее 12 м.

** Для несочлененных ТС с двумя или более управляемыми осями, за исключением неуправляемых механизмов.

Ме рулевого управления приведены выше для каждой категории ТС.

Модернизация в данном дипломном проекте, т.е. использование более эргономичного рулевого колеса с немного уменьшенным радиусом обода, увеличивает усилие на рулевом колесе, но в пределах 120 Н.м. Исходя из выше приведенных требований к рулевым механизмам и данных по усилиям на рулевом колесе можно сделать вывод, что данная разработка соответствует требованиям правила № 79-01 ЕЭК ООН.

Расположение рулевого колеса в кабине автомобиля, остается неизменным, как и в стандартном автомобиле NIVA LEGEND, что означает сохранение соответствия требованиям правила ЕЭК ООН №121

«Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении расположения и идентификации ручных органов управления».

В модернизированном рулевом колесе в его центре будет расположен стандартный заказной сменный модуль подушки безопасности, который отвечает требованиям правила ЕЭК ООН №114 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения:

- модуля подушки безопасности для сменной системы подушки безопасности
- сменного рулевого колеса, оснащенного модулем подушки безопасности официально утвержденного типа
- сменной системы подушки безопасности, устанавливаемой вне рулевого колеса.

Таким образом данная модернизация отвечает всем требованиям и правилам, также позволяет повысить активную и пассивную безопасность, управляемость и устойчивость автомобиля.

4.1 Опасные и вредные производственные факторы

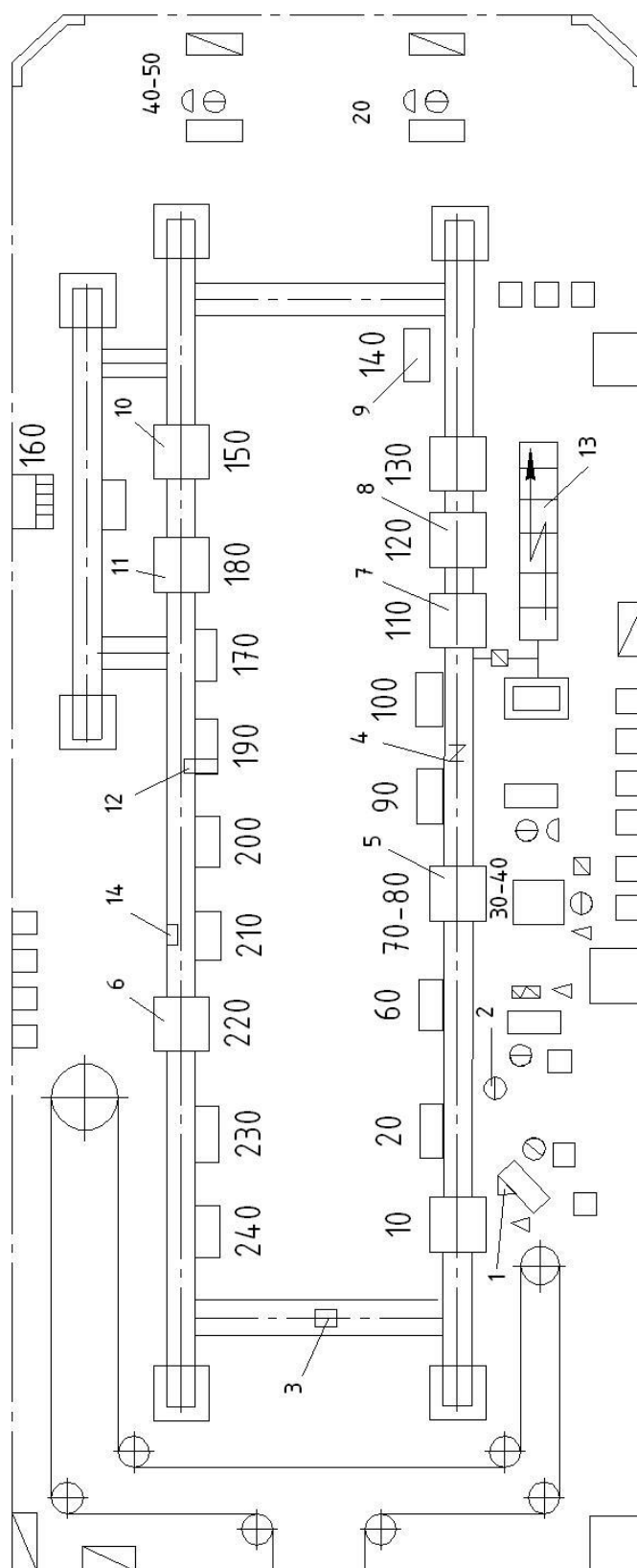


Рисунок 24 – Схема участка сборки

Условные обозначения

-  - Горизонтально замкнутый конвейер.
-  - Стеллаж.
-  - Рабочий стол сборщика.
-  - Контейнер для деталей.
-  - Рабочее место.
-  - Подвод сжатого воздуха.
-  - Местное освещение.
-  - Бампер.
-  - Колонны.
-  - Границы участка.

4.2 Перечень оборудования, установленного на участке сборки

- «1 – устройство для смазки шестерен;
- 2 – устройство для смазки шарниров;
- 3 – приспособление спутник для фиксации картера рулевого управления;
- 4 – пневмогайковерт;
- 5 – пресс для запрессовки шестерен;
- 6 – автоматический гайковерт;
- 7 – автомат для смазки и установки шайб;
- 8 – пресс для запрессовки пыльников;
- 9 – стенд для регулировки осевого зазора;
- 10 – стенд испытательный;
- 11 – устройство для смазки внутренних поверхностей чехлов;
- 12 – устройство для смазки наружных поверхностей картера;
- 13 – электрический шкаф;
- 14 – приспособление для маркировки.»[7]

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 17 – Опасные факторы производства

ОВПФ	Источники
1	2
«Физические: - Движущиеся машины и механизмы;»[7]	«Пресс гидравлический 100 Кн и 63 Кн.»[7]
- «Подвижные части оборудования;»[7]	«Торцовочно-центровочное устройство, автоматические загрузочные устройства, делительные головки двухшпиндельных горизонтально-фрезерных станков, фрезы, накатные линии, поворотный стол «САСС», шлифовальные камни, осциллирующий круг.»[7]
- «Передвигающиеся изделия и заготовки;»[7]	«Валы рулевой колонки, валы сошки.»[7]
- «Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;»[7]	«Шлифовальные станки, двух шпиндельный горизонтально-фрезерные станки, ленточный полировальный станок»[7]
- «Высокая температура поверхности оборудования;»[7]	«Копировально-токарный станок, горизонтально-фрезерные станки, шлифовальные станки, ленточный полировальный станок, поверхность обрабатываемых деталей и инструмента.»[7]
- «Повышенный уровень шума, вибраций;»[7]	«Копировально-токарный станок, пресс гидравлический, двух шпиндельные горизонтально-фрезерные станки с делительными головками и автоматическими загрузочными устройствами, камерная моечная машина, шлифовальные станки, ленточный полировальный станок.»[7]

«Продолжение таблицы 17

1	2
- «Повышенное значение напряжения в электроцепи;»[7]	«Электрические установки»[7]
- «Повышенный уровень статического электричества;»[7]	«Станки и машины с ременной передачей, течение сталей в термическом цехе.»[7]
- «Влажность;»[7]	«Камерная моечная машина, термический цех.»[7]
- «Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.»[7]	«Люминесцентные лампы, светильники, установленные на металлорежущих станках с не просвечиваемыми отражателями.»[7]
- «Острые кромки, заусенцы, шероховатости оборудования, инструментов и заготовок.»[7]	«Осколки инструментов, металлическая стружка обрабатываемых материалов, фрезы, шлифовальные круги.»[7]
2. «Химические: - Химические вещества; - производственная пыль.»[7]	«Смазывающе-охлаждающие жидкости (масло, аэрозоли); Обработка металла.»[7]
3. «Психофизиологические: - Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда.»[7]	«Физические перегрузки при установке, закреплении и съёме деталей.»[7]

Воздействие опасных и вредных производственных факторов

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки при несоблюдении специальных мер защиты могут привести к переломам, ушибам, сотрясениям, ссадинам и т.д. различных органов и конечностей человека.»[7]

Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны.

Пыль оказывает вредное воздействие на дыхательные пути, кожные покровы, органы зрения, и на пищеварительный тракт. Поражение пылью верхних дыхательных путей в начальной стадии сопровождается раздражением, а при длительном воздействии появляется кашель, отхаркивание грязной мокротой. Пыль, глубоко проникающая в дыхательные пути, приводит к развитию в них патологического процесса, который получил название пневмокониоза.

«Повышенная температура поверхности оборудования приводит к ожогам поверхности тела человека.

Повышенный уровень шума, вибраций.»[7]

«В первую очередь шум воздействует на сердечно-сосудистую систему человека. Второй по степени воздействия – слуховой орган. При давлении, равном $2 \cdot 10^2$ Па и интенсивности $J = 10$ Вт/м², частоте 1000 Гц у человека возникают болевые ощущения – болевой порог. Человек воспринимает звуковые колебания от 20 до 20000 Гц. Наименьшее звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па и интенсивность $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² при частоте 1000 Гц. Третий по степени воздействия – гипофиз человека (инфразвуковые колебания). У человека возникает растерянность, чувство тревоги, страха и слабости. Низкочастотные колебания опасны тем, что они могут совпадать с собственной частотой внутренних органов.»[7]

«Повышенное значение напряжения в электроцепи. Повышенный уровень статического электричества.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает следующее воздействие:»[7]

- «Электролитическое: разложение крови и плазмы;
- Термическое: нагрев тканей, сосудов человека, нервов, возникают ожоги;
- Биологическое: раздражение и возбуждение живых тканей организма, непроизвольное сокращение мышц, что может привести к прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения.

Влажность.»[7]

«Повышенная влажность в сочетании с пониженными температурами оказывает охлаждающее действие, в сочетании с высокими температурами – перегревающее действие.

Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.

Естественный свет имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность и оказывает сильное воздействие на психологию человека, а в конечном счёте на производственный травматизм и производительность труда. Поэтому в летние месяцы года в результате большего использования естественного освещения количество несчастных случаев значительно меньше, чем в осенне-зимние месяцы. Для защиты от слепящего действия прямых солнечных лучей или их отражений от блестящих деталей остекление световых проёмов покрывают тонким слоем белой краски или простое стекло заменить матовым. Использование только местного освещения не разрешается, т.к. резкий контраст между ярко освещёнными и неосвещёнными местами вредно отражается на зрении рабочих, замедляет скорость работы, а иногда и является причиной несчастных случаев. Пульсация светового потока оказывает негативное влияние на глаза человека, вызывает боль, раздражение и ведёт к снижению зрения.

Острые кромки, заусенцы, шероховатости оборудования, инструментов и заготовок при несоблюдении специальных мер защиты (например, отсутствие кожухов), могут привести к опасным травмам: порезам, занесению инфекций. Это снижает работоспособность человека.»[7]

Химические вещества и производственная пыль.

Токсические вещества проникают в организм человека через органы дыхания, пищеварительный тракт и через кожный покров. Токсические вещества, поступившие в воздух рабочего помещения, вдыхаются рабочими и поступают в лёгкие. Через них яды всасываются в кровь и разносятся по всему

организму, после чего наступает отравление всех органов и тканей организма. В пищеварительный тракт яды проникают при заглатывании токсических веществ, осевших на слизистых оболочках рта. Далее яды кровью направляются в печень, где часть их обезвреживается, но большая часть разносится по всему организму. Через кожный покров проникают те яды, которые хорошо растворяются в жирах, например, бензол, тетраэтилсвинец. Часть ядов задерживается в печени, мышцах, селезёнке, костях и вызывает заболевания.

«Производственная пыль на данном участке представляет собой стальную раздражающую пыль. Наибольшую опасность для организма представляет мелкодисперсная пыль. Частицы размером 0,2 – 0,5 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях. Поражение пылью верхних дыхательных путей в начальной стадии сопровождается раздражением, а длительное воздействие вызывает кашель, отхаркивание грязной мокротой. Частицы размером менее 0,1 мкм представляют собой наибольшую опасность для организма, так как они не задерживаются в верхних дыхательных путях, а проникают в лёгкие, оседают в них и приводят к развитию патологического процесса, который получил название пневмокониоза.»[7]

«Параметры микроклимата.

Температура воздуха определяется количеством тепловыделений, источниками которых могут быть нагретые металлы. Согласно санитарным нормам данное помещение по избыткам тепловыделений, воздействующих на изменение температуры воздуха относится к «горячим» с избытками теплоты более 23 Дж/м³·с.

Влажность воздуха достигает 60 %.

Движение воздуха не превышает 0,2 м/с.

Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда оказывают негативное влияние на здоровье человека и приводят к расшатыванию психики человека, умственным и эмоциональным перегрузкам.»[7]

4.4 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

«Требования к вентиляции. Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях помимо местных отсасывающих устройств, обеспечивающих удаление вредных веществ из зоны резания (пыль, мелкая стружка и аэрозоли смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ)), должна быть предусмотрена приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать 8 разряду зрительной работы по СН и П23 – 05 – 95. Для местного освещения должны использоваться светильники с непросвечиваемыми отражателями с защитным углом не менее 30°. Кроме того, должны быть предусмотрены меры по снижению отражённой блёсткости.

Требования к техническим процессам. Для обеспечения безопасности работы режимы резания должны соответствовать требованиям стандартов и техническим условиям для соответствующего инструмента.»[7]

Установка обрабатываемых заготовок и готовых деталей во время работы оборудования допускается вне зоны обработки. Для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом при установке и снятии деталей, должны применяться автоматические устройства.

Шлифовальный инструмент и элементы его крепления (болты, гайки) должны быть ограждены кожухами, прочно закреплены на станке.

При работе с правящим инструментом должны быть применены средства защиты (кожухи, ограждения, колпаки и др.), входящие в комплект поставки оборудования.

«Стружку (отходы производства) от металлорежущих станков и с рабочих мест следует убирать механизированными способами.

Для охлаждения зоны резания допускается применять минеральное масло с температурой вспышки не ниже 150 °С , свободное от кислот и влаги. Смазывающие и охлаждающие жидкости должны подаваться в зону резания методом распыления в соответствии с гигиеническими требованиями, утверждёнными Министерством Здравоохранения.»[7]

Средства индивидуальной защиты работающих. Рабочие и служащие цехов и участков обработки резанием для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, специальной обувью и предохранительными приспособлениями.

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются дерматологические защитные средства (профилактические пасты, мази, кремы).

«Для защиты органов дыхания применяется респиратор РМП – 62 по ТУ1 – 301 – 0521 – 81.

Специальная одежда по ГОСТ 12.4.038 – 78.

Специальная обувь для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.050 – 78.

Средства защиты рук – специальные рукавицы ГОСТ 12.4.010 – 78, защитные дерматологические средства ГОСТ 12.4.068 – 79.

Требования безопасности, предъявляемые к оборудованию

Основными требованиями охраны труда, предъявляемыми при проектировании машин и механизмов, являются безопасность для человека, надёжность и удобство эксплуатации. Требования безопасности определяются системой стандартов безопасности труда.

Безопасность производственного оборудования обеспечивается правильным выбором принципов его действия, конструктивных решений, рабочих тел, параметров рабочих процессов, использованием различных средств защиты. Последние, по возможности, должны вписываться в

конструкцию машин и агрегатов. Средства защиты должны быть, как правило, многофункционального типа, т.е. решать несколько задач одновременно. Так, конструкции машин и механизмов, станин станков должны обеспечивать не только ограждение опасных элементов, но и снижение уровня их шума и вибрации; ограждение абразивного круга заточного станка должно конструктивно совмещаться с системой местной вытяжной вентиляции.»[7]

«Установки повышенной опасности должны быть выполнены с учётом специальных требований органов Госгортехнадзора РФ. При наличии у агрегатов электропривода последний должен быть выполнен в соответствии с Правилами устройства электрических установок; в случае использования рабочих тел под давлением, не равным атмосферному, а также при конструировании и эксплуатации грузоподъёмных машин должны соблюдаться требования Госгортехнадзора РФ. Должны предусматриваться средства защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений, загрязнения атмосферы парами, газами, пылью, воздействия лучистого тепла и т.п.

Надёжность машин и механизмов определяется вероятностью нарушения нормальной работы оборудования. Такого рода нарушения могут явиться причиной аварий, травм. Большое значение в обеспечении надёжности имеет прочность машин и агрегатов. Конструкционная прочность определяется прочностными характеристиками как материала конструкции, так и его крепёжных соединений, а также условиями его эксплуатации (наличие смазочного материала, коррозия под действием окружающей среды, наличие чрезмерного изнашивания и т.д.).

Большое значение в обеспечении надёжности работы машин и механизмов имеет наличие необходимых контрольно-измерительных устройств и приборов автоматического управления и регулирования. При несрабатывании автоматики надёжность работы технологического оборудования определяется эффективностью действий обслуживающего персонала. Поэтому производственное оборудование и рабочее место

оператора должны проектироваться с учётом физиологических и психологических возможностей человека и его антропометрических данных. Необходимо обеспечить возможность быстрого и правильного считывания показаний контрольно-измерительных приборов и чёткого восприятия сигналов. Наличие большого числа органов управления и приборов вызывает повышенное утомление оператора. Органы управления должны быть надёжными, легкодоступными, хорошо различимыми и удобными в пользовании. Их располагают либо непосредственно на оборудовании, либо выносят на специальный пульт, удалённый от оборудования на некоторое расстояние.»[7]

«Все виды технологического оборудования должны быть удобны для осмотра, смазывания, разборки, наладки, уборки, транспортировки, установки и управления ими в работе.

Степень утомляемости работающих на основных видах оборудования в цехах машиностроительных заводов обусловлена не только нервной и физической нагрузкой, но и психологическим воздействием окружающей обстановки, поэтому большое значение имеет выбор цвета внешних поверхностей оборудования и помещения.

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Требования безопасности перед началом работы.

1. Привести в порядок рабочую одежду, рукава одежды застегнуть у кистей рук, заправить одежду так, чтобы не было развешивающихся концов.

Спецодежда должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты.

При работе с применением СОЖ (масло, эмульсия и т.п.) обувь должна быть закрытой, руки смазаны защитным кремом или пастой, в зоне повышенного шума пользоваться «берушами».

4. Убедиться, что на рабочем месте чистота и порядок.

5. Ознакомиться с порученной работой, продумать порядок её выполнения, подготовить нужный инструмент и приспособления, рационально разместить их на рабочем месте, пользоваться только тем инструментом и приспособлениями, которые указаны в технологической карте, хранить инструмент в полном порядке а точно определённом месте.

6. Проверить, что детали, поступившие для сборки на данный участок, на рабочем месте находятся в предусмотренных технологическим процессом контейнерах, на стеллажах или другой таре.

7. Проверить исправность пусковых устройств, ограждений и блокировок автоматических линий или станка.»[7]

«Требования безопасности во время работы.

1. Приступая к выполнению подготовительных операций, проверить сборочные установки, электро - и пневмоинструмент на холостом ходу и убедиться в их исправности. Отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещённая, но свет не слепил глаза.

2. При работе на сборочных прессах включение производить только кнопками или рычагами двуручного управления; не поправлять и не снимать деталь при движении штока главного цилиндра и не блокировать кнопки включения и концевые выключатели.

3. При работе с ударным инструментом (рубка металла, расчеканка, ручная запрессовка и др.) пользоваться защитными экранами или очками и принять меры, исключающие травмирование рядом работающих.

4. Не допускается:

- Работа на сборочных прессах с неисправными или снятыми ограждениями;

- Производить загрузку деталей в бункера работающих сборочных установок при наличии вращающихся частей;

- Допуск посторонних лиц на своё рабочее место;

- Работа при самопроизвольном включении оборудования, переключения его с наладочного на автоматический режим работы, а также

принудительное механическое воздействие на электроклапаны (соленоиды), блокирующие устройства ограждений, конечные выключатели рабочих органов и т.п.

- Работа при неисправности сигнальных устройств на пульте управления, указывающих на включенное и выключенное положение линии;
- Работа при незакреплённом или неправильном положении детали на рабочей позиции и транспорте;
- Во время работы оборудования самопроизвольное опускание подъёмников, транспортных устройств, механизмов поворота, накопителей штабелей, механических рук и т.п.;
- Установка, крепление, снятие изделия и инструмента, замер деталей и выполнение других работ, не предусмотренных технологическим процессом, во время работы линии или станка.»[7]

5. «При переходе через транспорт линии необходимо пользоваться транспортными мостиками.

6. Обязательно остановить станок и выключить электропитание:

- При уходе от линии или станка на короткое время (если не поручено обслуживание двух или несколько станков);
- При временном прекращении работы;
- При перерыве в подаче электроэнергии;
- При уборке, смазке, чистке станков;
- При обнаружении неисправности оборудования;
- При подтягивании болтов, гаек и других соединительных деталей станка.

7. Снимаемые с подвесок конвейеров детали укладывать устойчиво, на подготовленные для этого стеллажи, подставки, кассеты и контейнера, при этом перебрасывать их на расстоянии запрещается.»

8. При работе на сверлильных станках или выполнении других работ необходимо пройти соответствующий инструктаж. Обработываемую деталь надёжно закреплять на столе планками или в тисках.»[7]

Не работать в перчатках и не касаться вращающегося сверла. Стружку убирать щёткой или крючком при полной остановке вращения сверла.

«Требования безопасности после работы.

1. Убедиться в том, что оборудование полностью выключено.
2. Весь ручной инструмент разложить по своим местам.
3. Проверить, что смазывающе-охлаждающие жидкости находятся на своих местах и нигде нет протечки.
4. Снять и привести в порядок рабочую одежду.
5. Вымыть руки.

Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте

Под системами пожарной защиты понимаются комплексы организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также ограничение материального ущерба. Пожарная защита производственных объектов обеспечивается: правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отдельных элементов и конструкций; ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства; применением систем активного подавления взрыва; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, извещения и пожаротушения.

Большое значение при осуществлении мер пожаро – и взрывобезопасности имеет оценка пожарной опасности производства.

В соответствии со строительными нормами и правилами (СН и П21 – 07 – 97 и НПБ 105 - 95) производственные здания и склады по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на 6 категорий: А, Б, В, Г, Д. Участок производства по обработке вала рулевой колонки отнесён к категории Г – это производства, имеющие несгораемые вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени. В

случае возникновения пожара используются порошковые огнетушители: ОП-1 «Момент», ОП-2А, ОП-10А, ОПС-10, ОП-100, ОППС-10, ОП-250, СП-120. Класс пожара – D (металлы и их сплавы).»[7]

Обеспечение электробезопасности. «По электробезопасности участок по сборке рулевого управления следует отнести к особо опасным помещениям: характеризуются наличием высокой относительной влажности (близкой к 100 %) или химически активной средой, разрушающе действующей на изоляцию электрооборудования, или одновременным наличием двух или более условий, соответствующих помещениям с повышенной опасностью. Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.019 – 79 и ГОСТ 12.1.030 – 81).

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются: защитное заземление, защитное зануление; выравнивание потенциалов, малое напряжение, электрическое разделение сетей, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, компенсация токов замыкания на землю, оградительные устройства, знаки безопасности, изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

Экологическая экспертиза объекта

В целях защиты людей администрация предприятий должна принимать меры к тому, чтобы соблюдались предельно допустимые концентрации вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Для защиты атмосферы на предприятиях имеются установки для очистки воздуха у заточных станков, в малярных отделениях и шероховальных станках. Для этого применяют аппараты, которые условно можно разделить на 4 группы:

- Обеспыливающие механические устройства, в которых пыль отделяется под действием сил тяжести, инерции или центробежной силы;

- Мокрые или гидравлические аппараты, в которых твёрдые частицы улавливаются жидкостью;»[7]
- «Пористые фильтры, на которых оседают мельчайшие частицы пыли;
- Электрофильтры, в которых частицы пыли осаждаются за счёт ионизации воздуха.

Наибольшее количество вредных выбросов образуется при работе двигателей на режимах холостого хода и с максимальной мощностью. Поэтому для снижения загрязнения атмосферы создают условия для равномерного движения. Также применяют специальные присадки к топливу для снижения выбросов СО, углеводородов, сажи и других компонентов.

На предприятии также образуются стоки хозяйственно-бытовых, производственных, ливневых вод, а также вод от мойки автомобилей. Хозяйственно-бытовые стоки направляются в канализацию и там проходят утилизацию на специальных предприятиях. Все другие виды стоков очищаются на специальных сооружениях предприятия. Первой стадией является механическая очистка – отстой, рассчитанная на удаление взвесей и дисперсно-коллоидных частиц. По окончании отстоя с поверхности воды собирают и удаляют нефтепродукты.

Для очистных сооружений ливнестоков и мойки автомобилей применяют железобетонные очистные сооружения, состоящие из песколовки, отстойника, фильтра, устройства механизации удаления нефтепродуктов и осадка.

Эффективность работы пыле- и газоулавливающих сооружений проверяют путём отбора проб выбрасываемого из них воздуха и их лабораторного анализа, результаты которого сравнивают с нормативами предельно допустимых выбросов (ПДВ), утверждёнными региональной инспекцией Государственного комитета по гидрометеорологии и контролю природной среды и местной санитарно-эпидемиологической станций Минздрава России. Если анализы показывают превышение нормативов ПДВ,

то администрация предприятия должна либо изменить технологический процесс, либо улучшить систему очистки.»[7]

«Эффективность работы водоочистных сооружений заключается в своевременном отборе нефтепродуктов, поступающих туда. В процессе эксплуатации ежемесячно проводят лабораторный анализ воды, которую отбирают на входе и выходе очистного сооружения. Если анализ показал превышение количества загрязняющих веществ, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, то проводят внеочередную очистку отстойников.

Защита работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации необходимо выключить оборудование, используя аварийный выключатель, например:

- при попадании посторонних предметов в транспорт автоматических линий, направляющих силовых головок, на позиции загрузки и выгрузки;
- при попадании человека в опасную зону;
- при загорании электрооборудования;
- при коротком замыкании;
- при неправильной ориентации детали на транспорте и рабочих позициях;
- при срабатывании какого-либо агрегата, который может привести к серьёзным поломкам линии или агрегата.

При наличии травм оказать первую медицинскую помощь пострадавшему, сообщить о случившемся мастеру или бригадиру, отправить пострадавшего в ближайший медицинский пункт.»[7]

«В случае возникновения пожара или природного катаклизма должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей. Согласно СНИП П-2 – 80, число эвакуационных выходов следует иметь не менее двух. Допускается иметь одну дверь, ведущую к эвакуационным выходам из помещений, расположенных на любом этаже с числом работающих не более: 5

человек при площади пола не более 110 м² с производствами категорий А, Б, и Е; 25 человек при площади не более 300 м² с производствами категории В; 50 человек при площади пола не более 600 м² с производствами категории Г и Д. Эвакуационный выход из подвалов допускается проектировать в помещения, расположенные на первом этаже. Лестницы должны быть шириной не менее 0,7 м с уклоном не более 1:1.»[7]

Вывод

По результатам анализа проведенном в данном разделе дипломного проекта, выявлены опасные и вредные производственные факторы присутствующие на участке сборки проектируемого узла и представлены меры по их устранению или по уменьшению их воздействия на работающего человека, и также для снижения последствий.

5 Экономическая эффективность проекта

«Параметрами эффективности инвестиционного проекта являются доля чистой прибыли, дисконтированная доля чистой прибыли, внутренняя норма доходности, рентабельность капитальных и трудовых затрат и срок окупаемости инвестиционного проекта. Чистая прибыль является результатом денежных потоков проекта и рассчитывается как сумма притоков и оттоков денежных средств за период реализации проекта. Если учитывать только ставку дисконтирования, то дисконтированный чистый доход остается неизменным. Вторая формула для дисконтированной чистой прибыли - это чистая прибыль проекта, то есть чистая прибыль после амортизации минус стоимость капитала проекта. Следующий показатель - внутренняя норма доходности, которая оценивается для того, чтобы инвесторы могли определить эффективность проекта на ранней стадии, и рассчитывается как значение E_i или E внутренней нормы доходности по отношению к ставке дисконтирования, когда чистая прибыль после дисконтирования равна нулю.

Если внутренняя норма доходности выше ставки дисконтирования, чистая дисконтированная прибыль положительна, что свидетельствует о жизнеспособности инвестиционного проекта; если внутренняя норма доходности ниже ставки дисконтирования, чистый дисконтированный дивиденд инвестиционного проекта отрицателен, что свидетельствует о нежизнеспособности инвестиционного проекта. Следующий показатель - норма прибыли проекта. Существует два типа нормы прибыли: норма затрат и норма прибыли на инвестиции.»[8]

«Коэффициент эффективности - затрат рассчитывается как отношение чистых затрат на проект к его чистому результату. Коэффициент рентабельности инвестиций обычно рассчитывается как P_d , деленное на дисконтированные капитальные вложения в проект плюс один. Следующий показатель - срок окупаемости проекта. Это период между началом реализации проекта и возвратом инвестиций, то есть период, когда суммарный недисконтированный или дисконтированный чистый отложенный приток

денежных средств превысит вложенный в проект капитал (в зависимости от типа периода окупаемости). Различают недисконтированный период амортизации и недисконтированный или простой период амортизации; при расчете недисконтированного периода амортизации учитываются накопленные недисконтированные притоки денежных средств, а при расчете простого периода амортизации - недисконтированные притоки денежных средств.

Срок окупаемости проекта - это не ключевой показатель эффективности, а ограничение, которое существует или учитывается в проекте, поэтому оно должно присутствовать во всех ситуациях оценки проекта и в принципе должно учитываться при точном определении дисконтированного срока окупаемости денежных потоков проекта. Денежные потоки проекта должны учитываться при использовании следующих критериев. Могут учитываться при использовании

Однако основные параметры, используемые для расчета эффективности инвестиционного проекта, определяются двумя критериями: чистый дисконтированный дивиденд и доходность инвестиций. Иными словами, эти два критерия позволяют сделать вывод об успешности или неуспешности инвестиционного проекта. Если чистая приведенная стоимость проекта неотрицательна, то есть больше нуля, а норма прибыли больше единицы, то проект считается состоятельным и его реализация рекомендуется.

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 18.

Расчетные данные представлены в таблицах 19-22»[8].

«Расчет себестоимости проектируемого узла

Таблица 19 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	$V_{год}$	шт.	100000

Продолжение таблицы 19

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	114,35
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	119,33
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	124,23
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,19

Расчет статьи затрат «Сырьё и материалы» производится по формуле:»[8]

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100)$$

«где - C_{mi} - оптовая цена материала i-го вида, руб.,

Q_{mi} – норма расхода материала i-го вида, кг, м.

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 20 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	0,7	101,85
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,1	52,10
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	0,85	110,56
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,52	4,71
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	0,3	40,42
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,23	5,78
Итого		-		315,41
<i>Ктзр</i>		1,45		4,57
<i>Квом</i>		1		3,15
Всего		-		323,14

$M = 323,14$ руб.

Расчет статьи затра «Покупные изделия» производится по формуле:»[8]

$$\Sigma\Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (75)$$

«где - C_i -оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,

n_i -количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.

Таблица 21 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Болт крепежный	шт.	17,02	10	170,22
Гайка	шт.	5,32	10	53,21
Шайба	шт.	1,96	10	19,60
Шайба пружинная	шт.	1,57	20	31,40
Палец опоры	шт.	22,25	6	133,52
Мезанизм замковый	шт.	157,84	1	157,84
Итого		-		565,79
<i>Ктзр</i>		1,45		8,20
Всего		-		573,99

$\Pi u = 573,99$ руб.

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата»[8]

$$Zo = Zm(1 + K_{\text{прем}}/100) \quad (76)$$

«где – Zm – тарифная заработная плата, руб., которая»[8]

$$Zm = C_{p.i} \cdot Ti \quad (77)$$

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

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 22 – Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,75	114,35	85,76
Токарная	6	0,65	119,33	77,56
Фрезерная	5	0,46	114,35	52,41
Термообработка	7	0,19	124,23	23,81
Шлифовальная	5	1,00	114,35	114,35
Сборочная	7	1,10	124,23	136,66
Итого		-		490,55
$K_{\text{прем}}$		12		58,87
Всего		-		549,42

$$Zo = 549,42 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих» [8]

$$Z_{\text{доп}} = Zo \cdot K_{\text{вып}} \quad (78)$$

«где - $K_{\text{вып}}$ - коэффициент доплат или выплат»[8]

$$Z_{\text{доп}} = 549,42 \cdot 0,14 = 76,92 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат «Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС»»[8]

$$C_{\text{соц.н.}} = (Zo + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{соц.н.}}/100 \quad (79)$$

«где - $E_{\text{соц.н.}}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[8]

$$C_{\text{соц.н.}} = (549,42 + 76,92) \cdot 0,3 = 187,90 \text{ руб.}$$

««Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = Zo \cdot E_{\text{обор.}}/100 \quad (80)$$

«где - $E_{\text{обор.}}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:»[8]

$$C_{\text{цех}} = Z_o \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (81)$$

«где - $E_{\text{цех}}$ - коэффициент цеховых расходов, %»[8]

$$C_{\text{цех}} = 549,42 \cdot 1,72 = 945,002 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку»[8]

$$C_{\text{инстр.}} = Z_o \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (82)$$

«где - $E_{\text{инстр.}}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %»[8]

$$C_{\text{инстр.}} = 549,42 \cdot 0,03 = 16,48 \text{ руб.}$$

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_o + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (83)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 187,90 + 76,92 + 1065,87 + 945,002 + 16,48 = 3738,73 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы:»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_o \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (84)$$

«где - $E_{\text{обзав.}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = 549,42 \cdot 1,97 = 1082,36 \text{ руб.}$$

«Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (85)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1082,36 + 3738,73 = 4821,09 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:»[8]

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (86)$$

«где - $E_{\text{ком.}}$ - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов»[8]

$$C_{\text{ком.}} = 4821,09 \cdot 0,0029 = 13,98 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$Сполн.с.с. = Соб.зав.с.с. + Ском. \quad (87)$$

$$Сполн.с.с. = 4821,09 + 13,98 = 4835,07 \text{ руб.}$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия»[8]

$$Цотп.б. = Сполн.с.с. \cdot (1 + Крент/100) \quad (88)$$

«где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

$$Цотп.б. = 4835,07 \cdot (1 + 0,3) = 6285,59 \text{ руб.}$$

Таблица 23 - Сравнительная калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	355,46	323,14
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	631,39	573,99
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	549,42	549,42
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	76,92	76,92
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	187,90	187,90
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1065,87	1065,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	945,00	945,00
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	16,48	16,48
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	3828,45	3738,73
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1082,36	1082,36
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	4910,80	4821,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	14,24	13,98
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	4925,05	4835,07
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	6402,56	6402,56»[8]

Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:»[8]

$$\text{«Зперем.уд.б.} = M + \Pi_{\text{и}} + 3o + 3\text{доп} + C_{\text{соц.н.}} \quad (89)$$

$$\text{Зперем.уд.нр.} = M + \Pi_{\text{и}} + 3o + 3\text{доп} + C_{\text{соц.н.}} \quad (90)$$

$$\begin{aligned} \text{Зперем.уд.б.} &= 355,46 + 631,39 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ &= 1801,09 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зперем.уд.нр.} &= 323,14 + 573,99 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ &= 1711,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$\text{Зперем.б.} = \text{Зперем.уд.б.} \cdot V_{\text{год}} \quad (91)$$

$$\text{Зперем.нр.} = \text{Зперем.уд.нр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (92)$$

«где - $V_{\text{год}}$ - объём производства»[8]

$$\text{Зперем.б.} = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

$$\text{Зперем.нр.} = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

$$\text{Зпост.уд.б.} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (93)$$

$$\text{Зпост.уд.нр.} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (94)$$

$$\begin{aligned} \text{Зпост.уд.б.} &= 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 14,24 = \\ &= 3123,96 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зпост.уд.нр.} &= 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 13,98 = \\ &= 3123,70 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$\text{Зпост.б.} = \text{Зпост.уд.б.} \cdot V_{\text{год}} \quad (95)$$

$$\text{Зпост.нр.} = \text{Зпост.уд.нр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (96)$$

$$\text{«Зпост.б.} = 3123,96 \cdot 100000 = 312395617,82 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 3123,70 \cdot 100000 = 312369600,87 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (97)$$

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1065,87 + 16,48) \cdot 12 / 100 = 129,88 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (98)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 4835,07 \cdot 100000 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (99)$$

$$\text{Выручка} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (100)$$

$$\text{Дмарж.} = 640255943,98 - 171137593,37 = 469118350,61 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (101)$$

$$\text{Акрит.} = 312369600,87 / (6402,56 - 1711,38) = 66586,52 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 66590 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

«Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (102)$$

где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объём продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

Объём продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (103)$$

«где – $V_{\text{прод.}i}$ – объём продаж в i - году, шт.

Выручка по годам:

$$Выручка.i = Ц_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (104)$$

Переменные затраты по годам

для базового варианта:

$$З_{\text{перем.б.}i} = З_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (105)$$

«для проектного варианта:

$$З_{\text{перем.пр.}i} = З_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (106)$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$А_{\text{м.}} = А_{\text{м.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (107)$$

$$А_{\text{м.}} = 129,88 \cdot 100000 = 12988278,97 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам для базового варианта:»[8]

$$С_{\text{полн.б.}i} = З_{\text{перем.б.}i} + З_{\text{пост.б}} \quad (108)$$

«для проектного варианта:

$$Сполн.пр.i = Зперем.пр.i + Зпост.пр. \quad (109)$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$Пр.обл.i = (Выручка - Сполн.пр.i) - (Выручка - Сполн.б.i) \quad (110)$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$Нпр.i = Пр.обл.i \cdot 0.20 \quad (111)$$

Прибыль чистая по годам»

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (112)$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (113)$$

где - $Д1$ и $Д2$ - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$Д1 = 100000 \quad \text{циклов}$$

$$Д2 = 150000 \quad \text{циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 6402,56 \cdot 150000 / 100000 - 6402,56 = 3201,28 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:»[8]

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (114)$$

«Дисконтирование денежного потока

$$\alpha_{ti} = 1/(1 + Escm.i)^t \quad (115)$$

где - $Escm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$Escm. = 10 \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (116)$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (117)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 229824339,56 + 226904331,82 + 222726401,90 + \\ & + 274816852,02 + 211335089,26 = 1165607014,57 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$Jo = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (118)$$

где - $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$\begin{aligned} Jo = & 0,19 \cdot (437765538,29 + 449200952,28 + 460636366,27 + \\ & + 472071780,25 + 483507194,24) = 437604547,95 \text{ руб.} \end{aligned} \text{»[8]}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (119)$$

$$ЧДД = 1165607014,57 - 437604547,95 = 728002466,61 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (120)$$

$$JD = 728002466,61 / 437604547,95 = 1,66$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (121)$$

$$Токуп. = 437604547,95 / 728002466,61 = 0,60$$

На рисунке 25 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

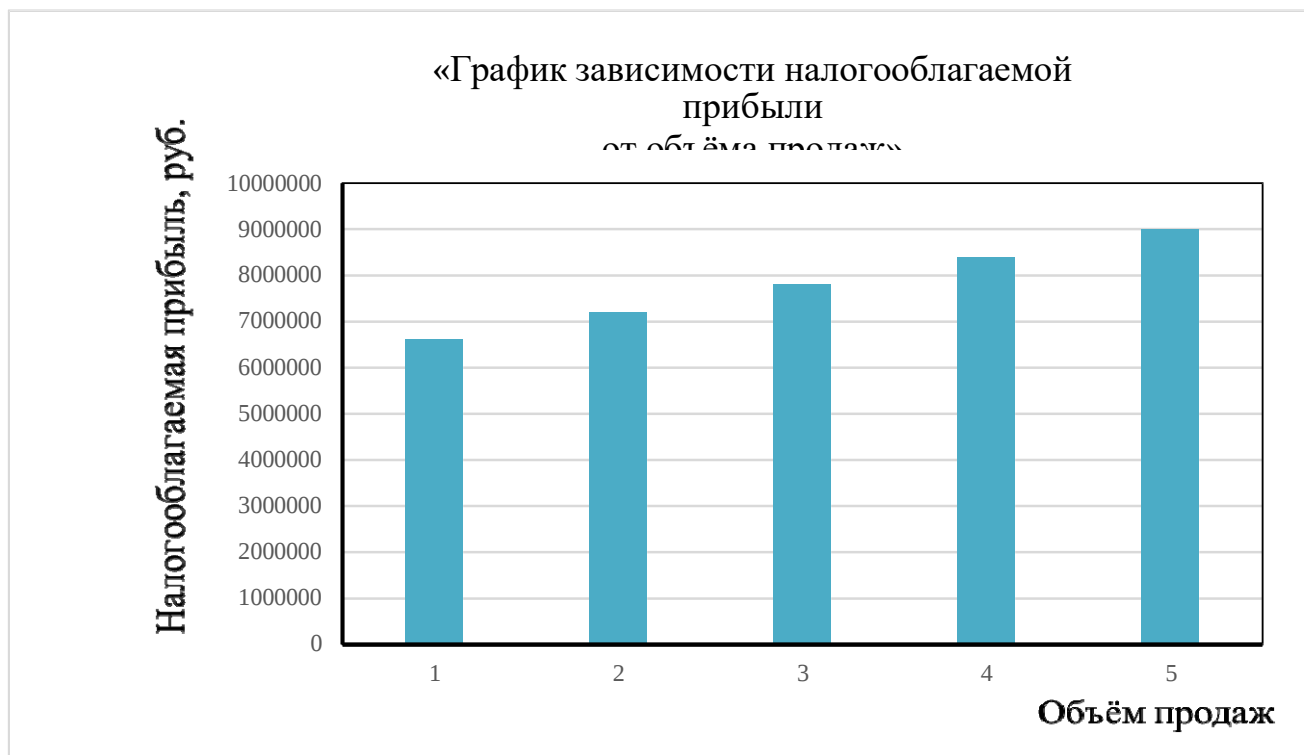


Рисунок 25 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

Вывод

Экономический результат положительный, с ИД 1,66. Основной показатель затрат на конструкторское планирование высокий, и он получен путем экономических расчетов при реализации плана серийного производства автокомпонентов. Внедренная производственная система способна приносить ожидаемую прибыль, и была рассчитана проектная эффективность предприятия. В целом экономическую эффективность социально-экономической системы можно определить как ожидаемый результат ее хозяйственной деятельности, интегрированной в социальную систему. Мы уверены в экономической целесообразности данного проекта и считаем, что он внесет положительный вклад в общее социально-экономическое развитие региона. Согласно нашему анализу, чистая прибыль от внедрения проекта в производство составляет 728 246 661 рубль, что свидетельствует о высокой рентабельности инвестиций. Предприятия имеют потенциал для увеличения выручки и рентабельности за счет повышения качества и конкурентоспособности продукции, увеличения объемов производства и рентабельности. Расчетный срок окупаемости менее одного года свидетельствует о низких рисках проекта. В целом финансовые показатели проекта являются высокими и привлекательными для инвесторов. Риски проекта застрахованы и ограничены, что свидетельствует об эффективности проекта. На основании данных, полученных в результате вышеприведенных расчетов, можно оценить применимость проекта в автомобильной отрасли. Проект может быть реализован на различных предприятиях, использующих современные технологии и методы организации труда, и должен быть адаптирован к конкретным условиям каждого предприятия. Проект может быть реализован на различных предприятиях, использующих современные технологии и методы организации труда, и должен быть адаптирован к конкретным условиям каждого предприятия. В целом проект демонстрирует большой потенциал для успеха и может принести значительную пользу организациям, которые решат его реализовать.

Заключение

Итогом этой разработки стала модернизация рулевого управления легкового полноприводного внедорожника класса 2. Отличительной особенностью данного проектирования заключается в минимизированном характере исполнения рулевого управления. В рамках этого направления было предложено применить рулевое колесо с усовершенствованной системой геометрии и улучшенной эргономикой.

«Чтобы лучше понять суть дипломного проекта и измененной конструкции узла, мы провели тяговый расчет для автомобиля. Сюда входят такие показатели, как внешняя скоростная характеристика, тяговый баланс, баланс мощности, динамический фактор, расстояние и время разгона, а также экономия топлива. Техническое решение, использованное в данном автопроекте, позволяет водителю более надежно контролировать автомобиль как при обычном движении, так и в аварийных ситуациях, которые могут возникнуть на автомагистралях. В совокупности это способствует повышению безопасности автомобиля.»[3] Дальнейшее повышение потребительских качеств автомобиля может быть достигнуто установкой электроусилителя руля. Также интегрировать в рулевое колесо многофункциональные клавиши, которые позволяли бы водителю во время движения управлять радио, проигрывателем CD, а также телефоном, которые предлагались бы в качестве опции. Своевременное проведение вышеперечисленных работ повысит конкурентоспособность автомобилей ВАЗ на внешнем и внутреннем рынке. В результате проведенного исследования проектные и технические мероприятия привели к следующим параметрам. Высокотехнологичный дизайн привел к увеличению стоимости внедорожников. Однако в целом разработанные транспортные средства повысили потребительскую привлекательность, что в конечном итоге увеличило прибыльность производства.

Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ «Система».
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение, 1972.—233 с.
14. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.
17. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
18. Раскин А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.
20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.
21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.
22. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
23. Шестопалов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопалов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part

2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.

25. Concepcion M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.

26. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.

27. Konig R. Schmieretechnik / R. Konig. - Springer, 1972. - p.164.

28. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.

29. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

30. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.

31. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.

32. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.

33. Wittel H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А
«Графики тягового расчета»

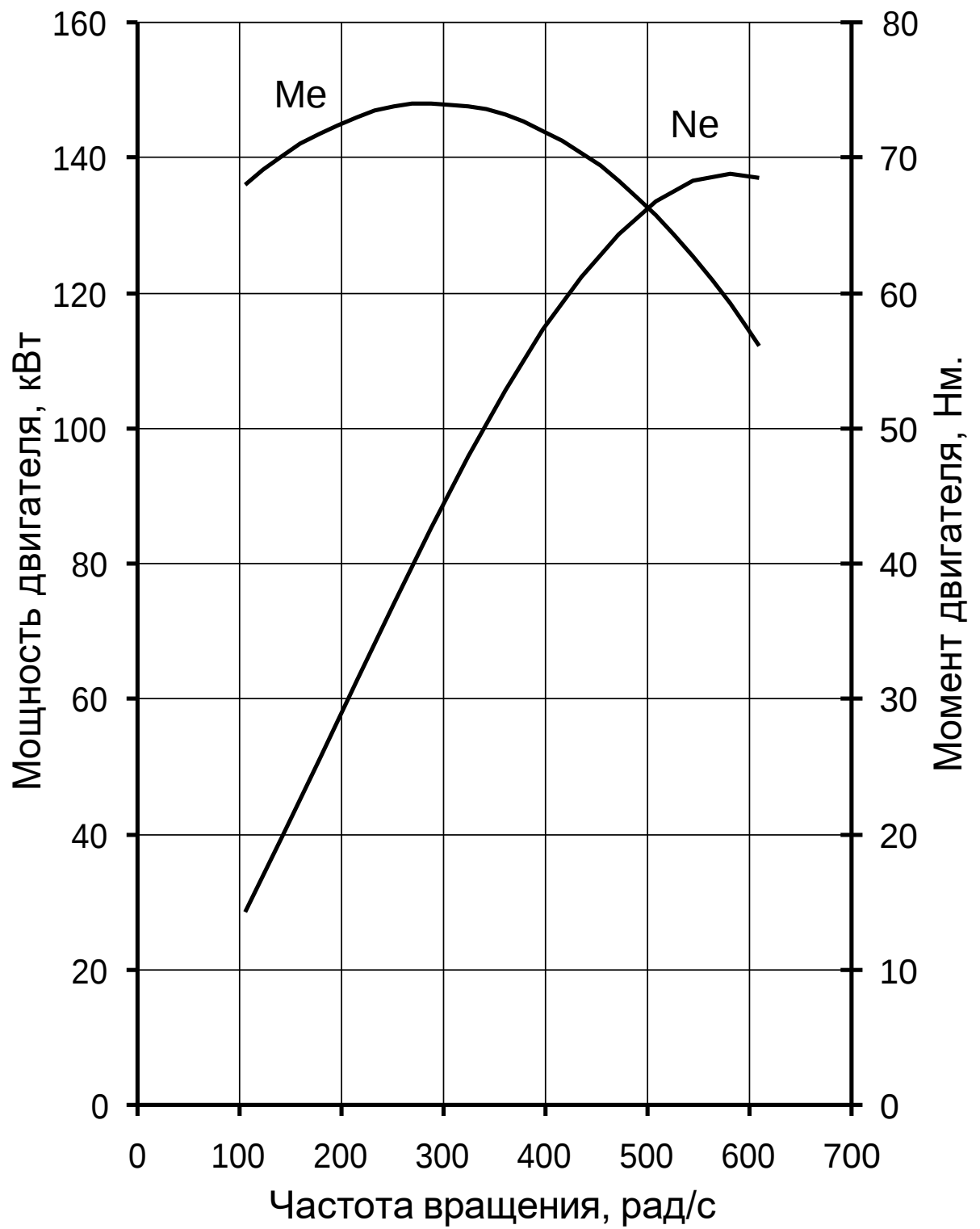


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика»[2]

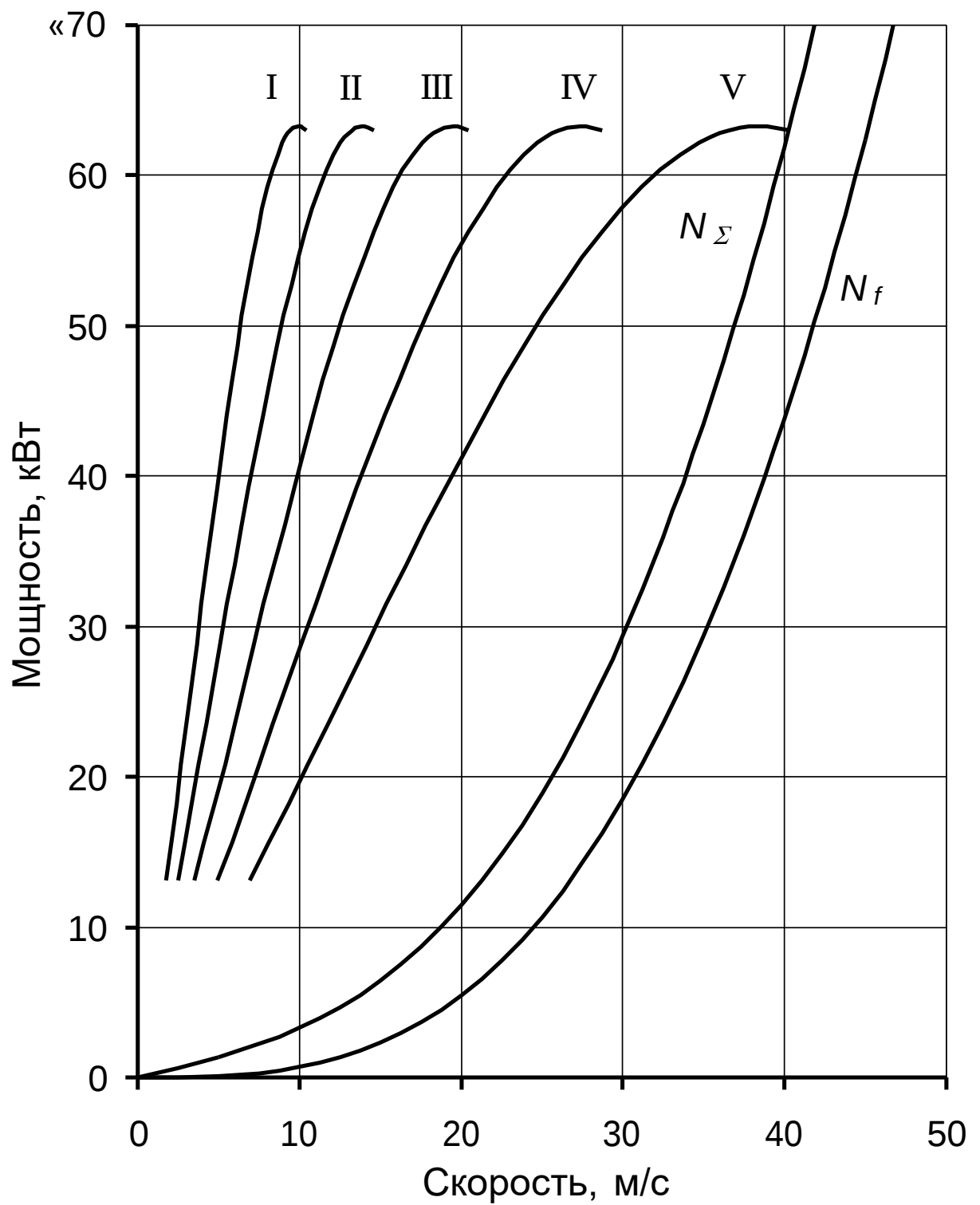


Рисунок А.2 – Баланс мощностей»[2]

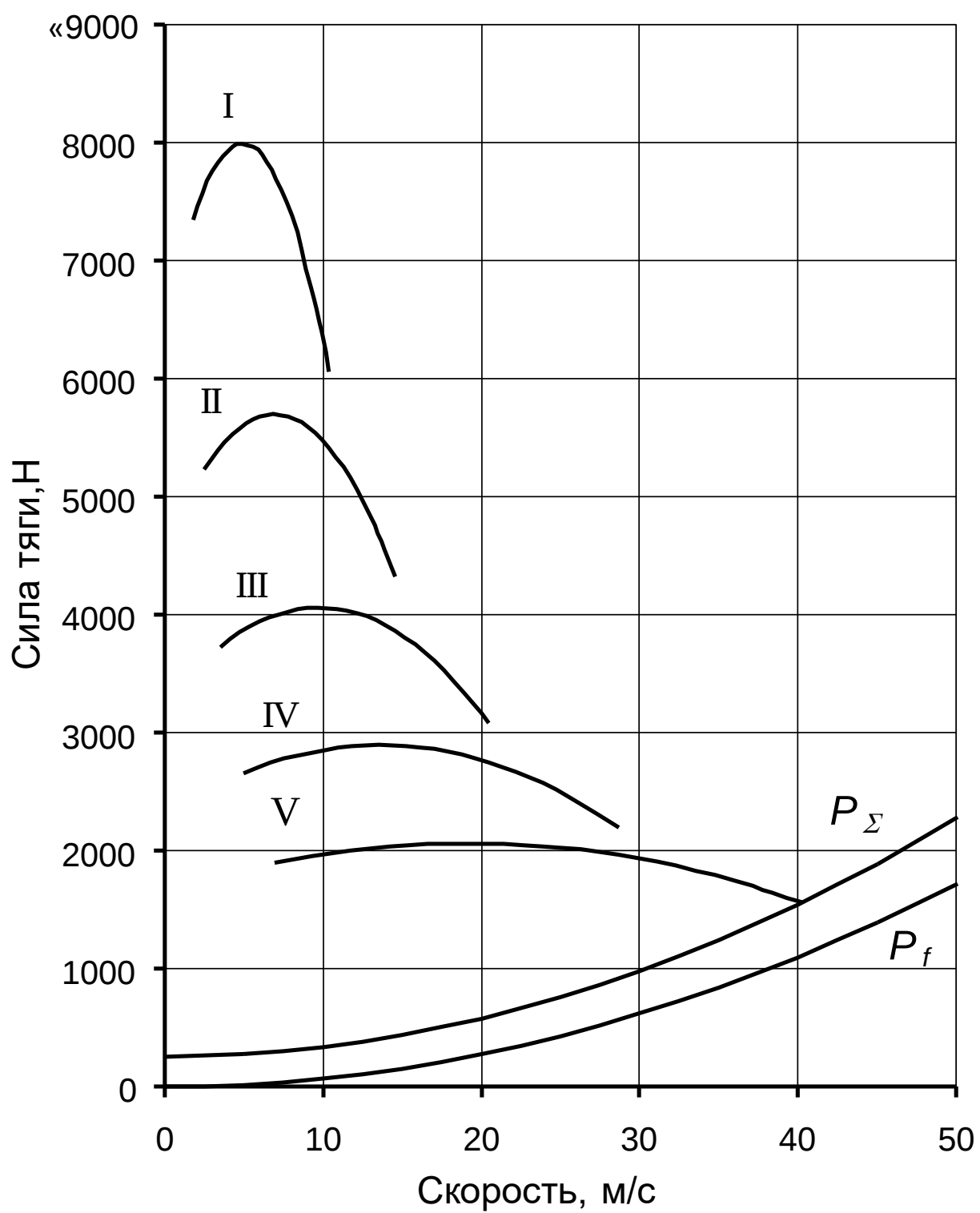


Рисунок А.3 – Тяговый баланс»[2]

Продолжение Приложения А

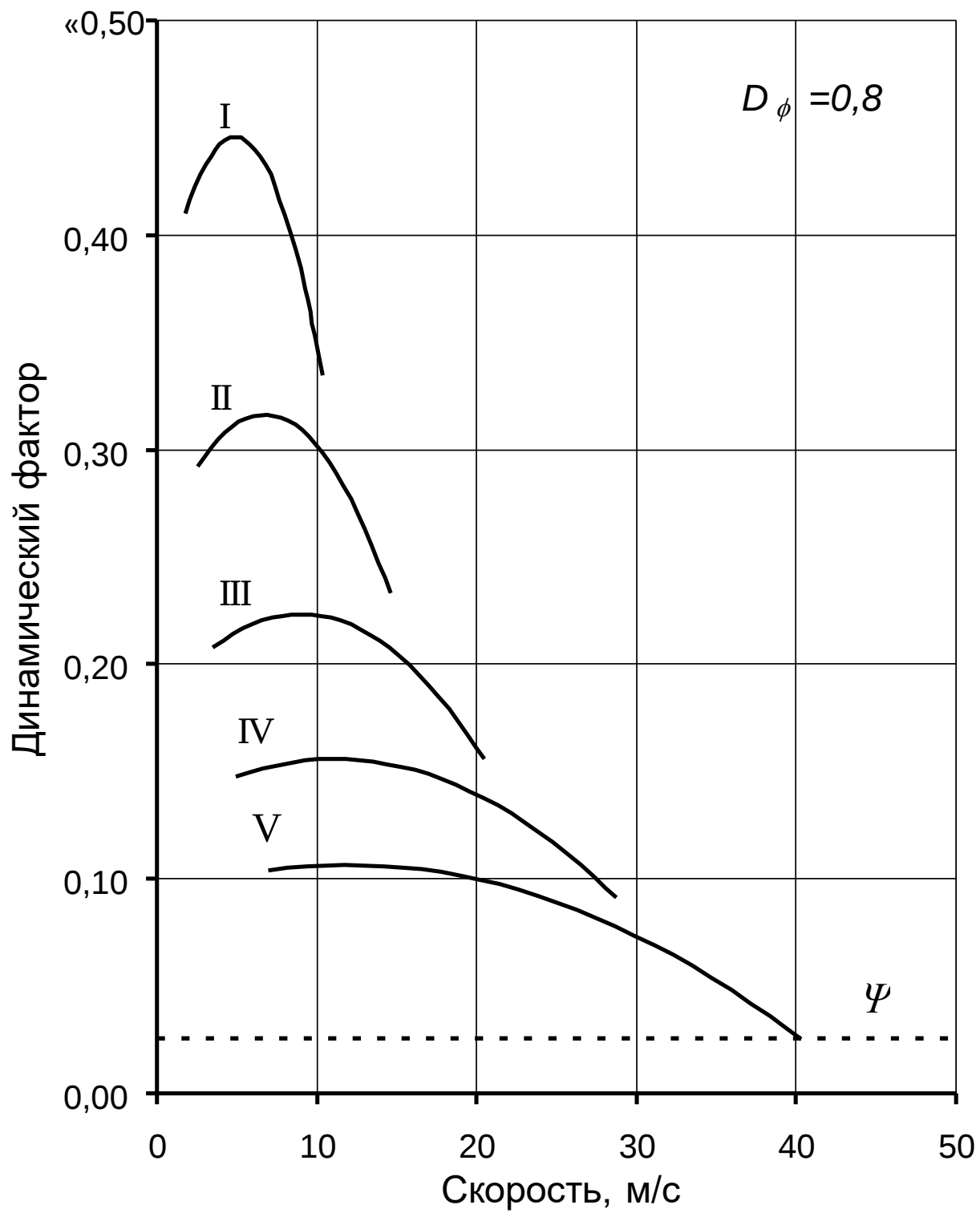


Рисунок А.4 – Динамический баланс»[2]

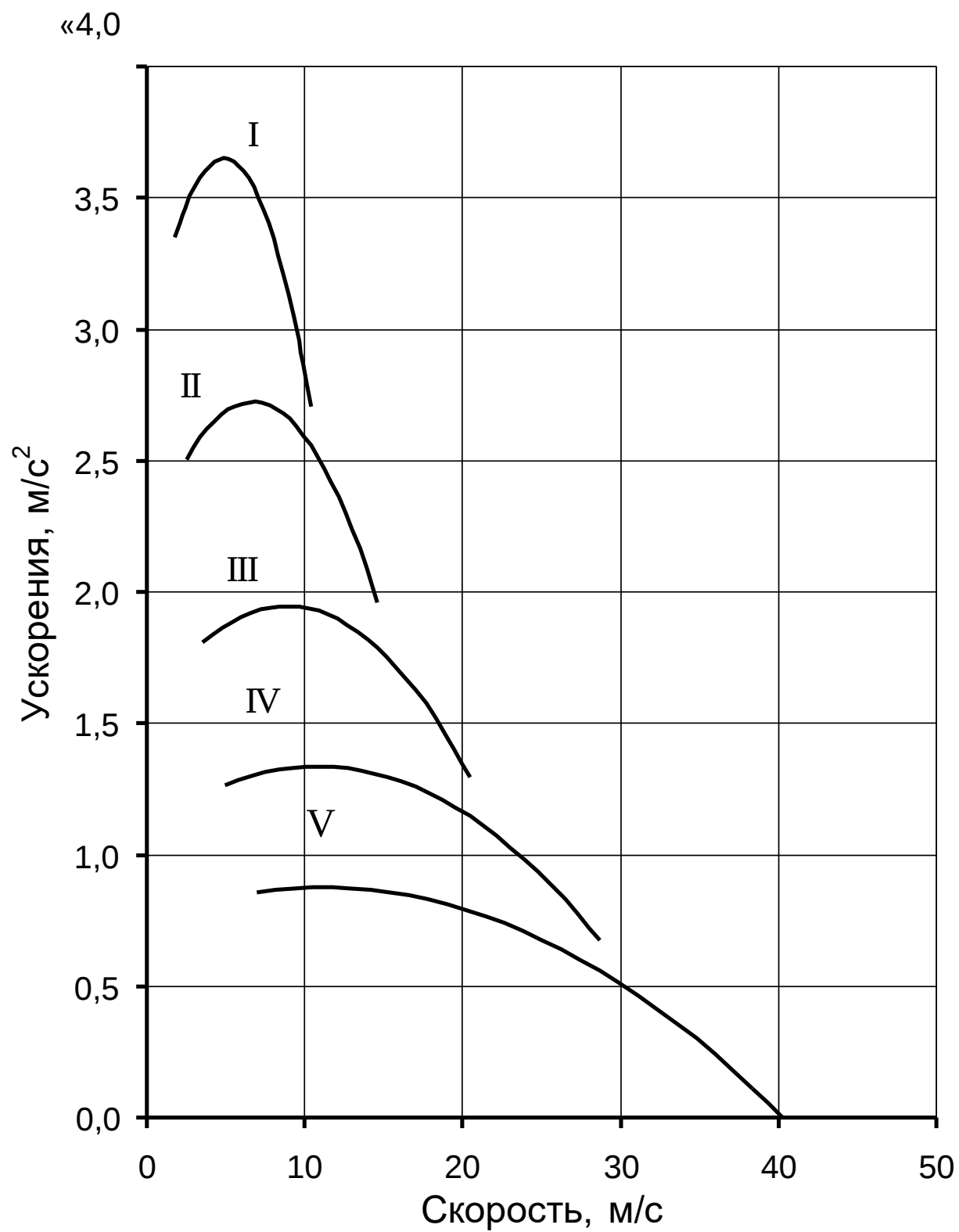


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах»[2]

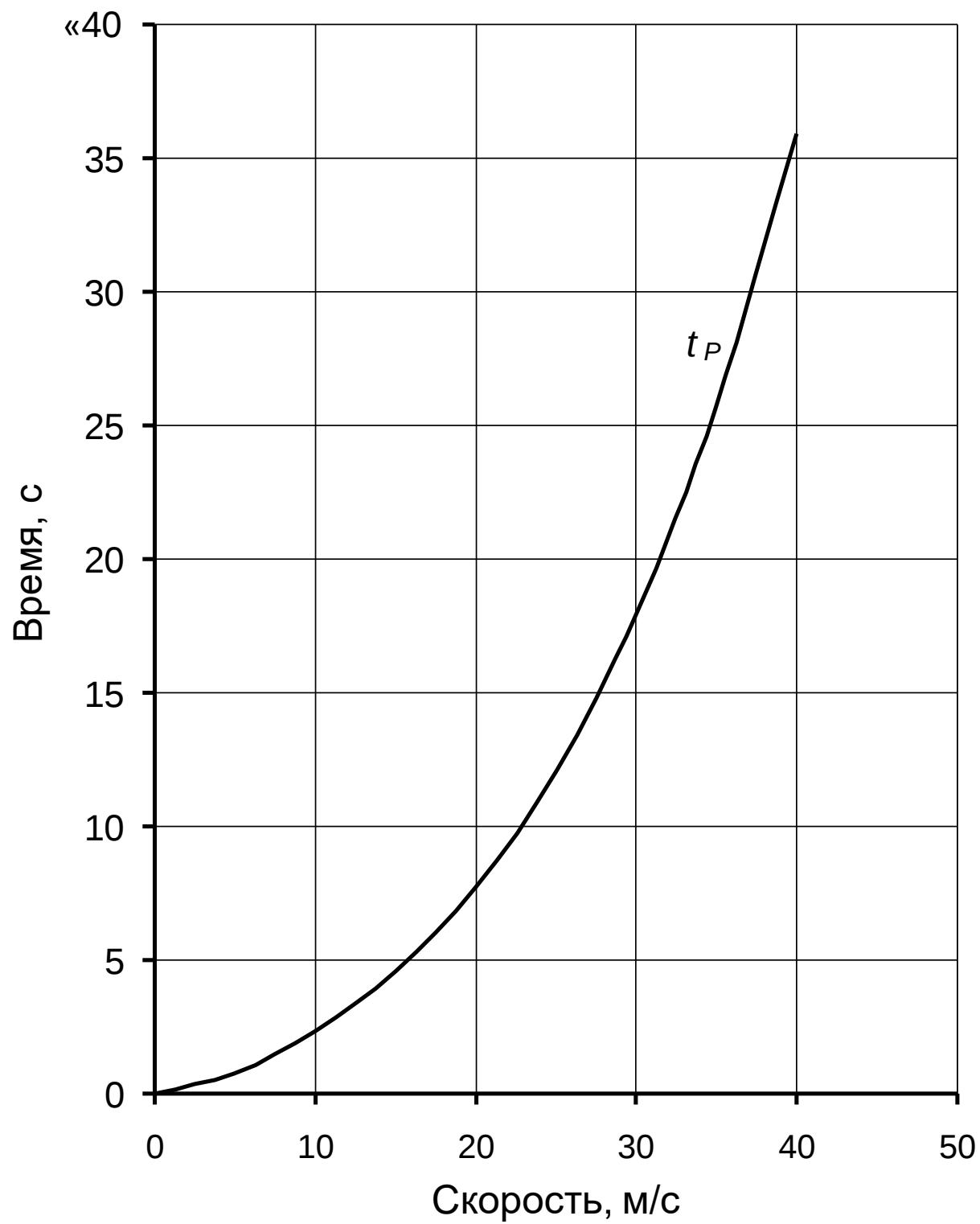


Рисунок А.6 – Время разгона»[2]

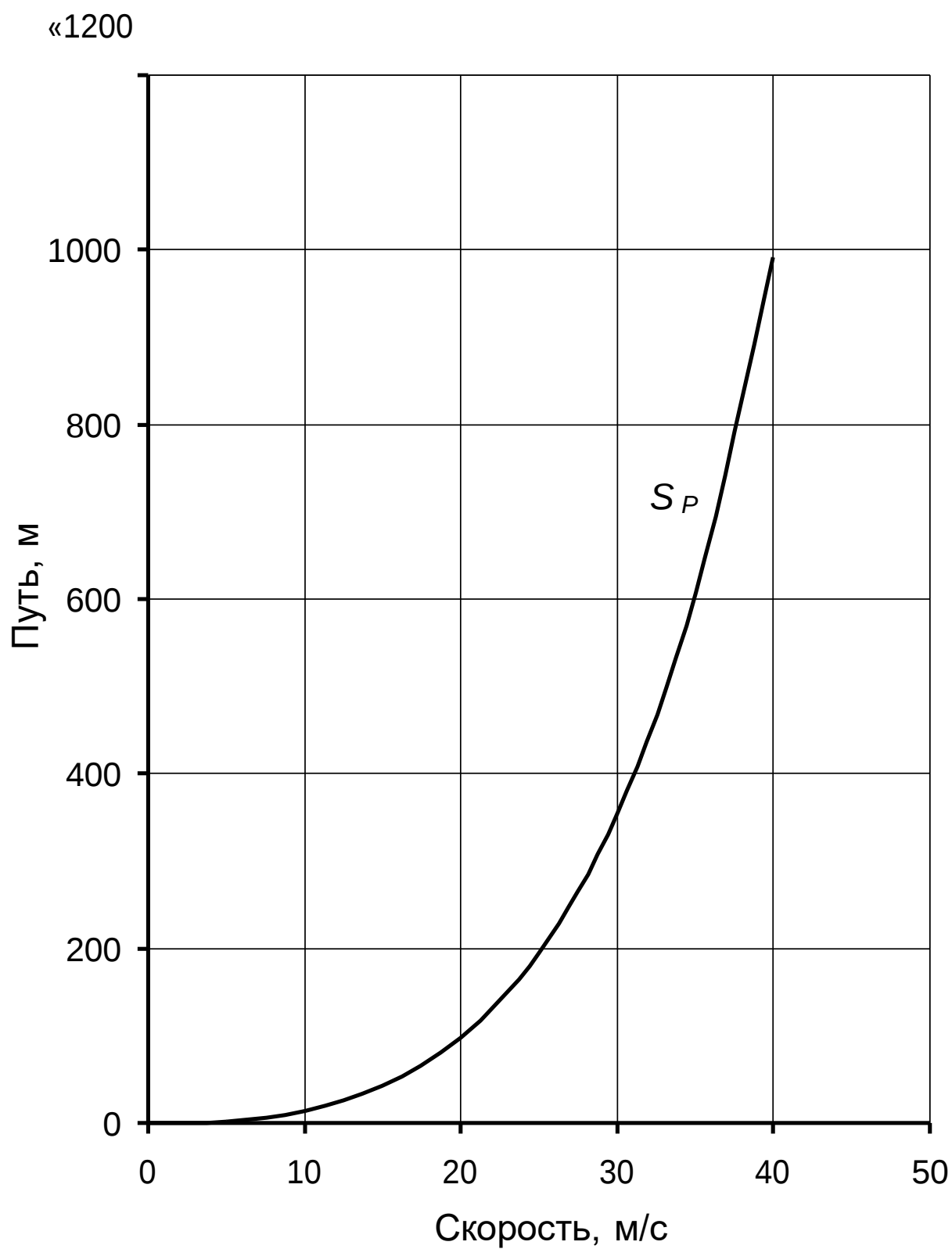


Рисунок А.7 – Путь разгона»[2]

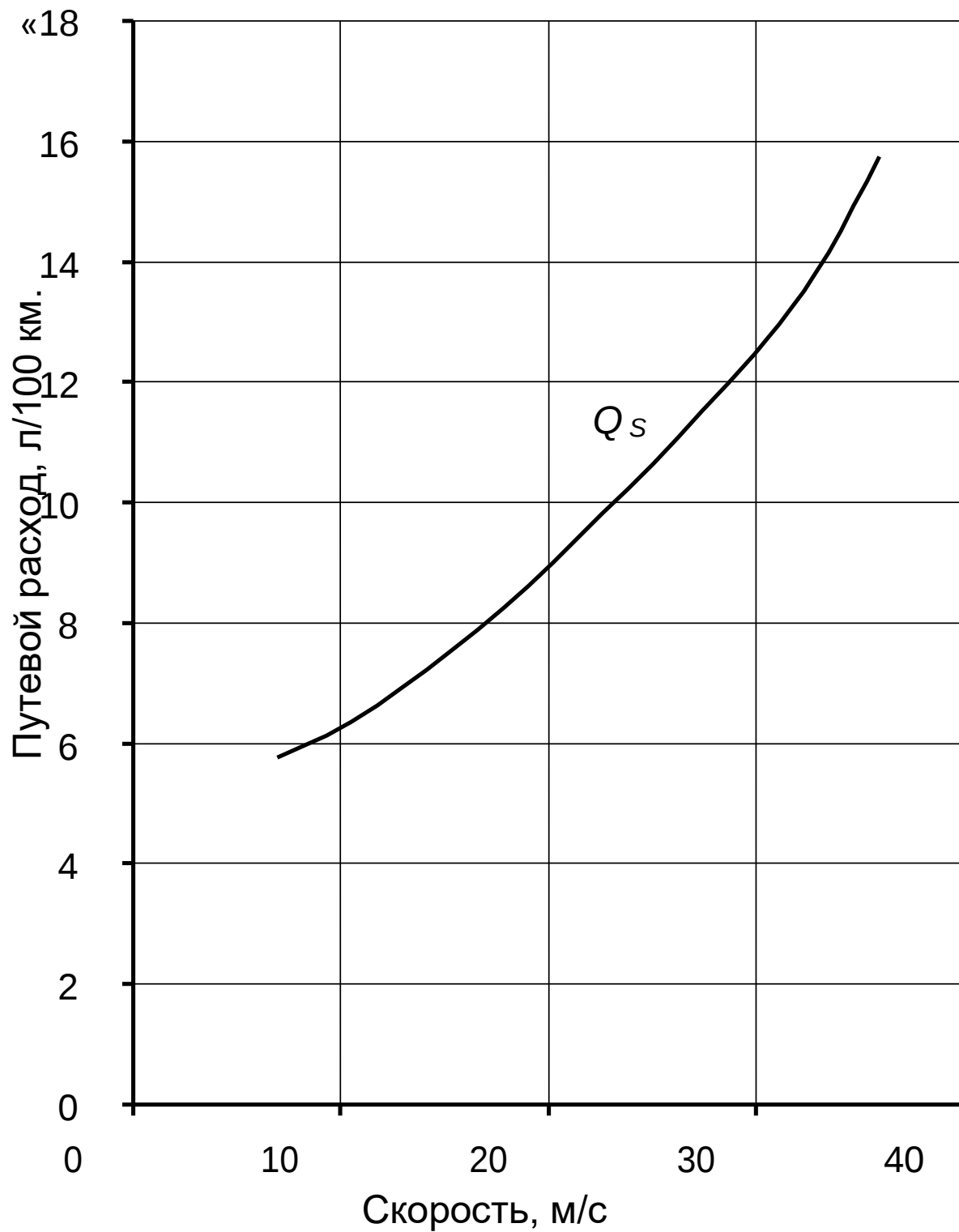


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива»[2]