

МИНИСТЕРСТВО 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 Модернизация рулевого управления автомобиля Lada Niva Travel

Студент

А.А.Журавлев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А.Угарова

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент О.А. Головач

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

Тольятти 2022

Аннотация

Устойчивость на дороге, удобство обслуживания и не дороговизна, безопасное вождение, значительный срок ресурса автомобиля, лучшая эффективность всех систем автомобиля таковым должен быть сегодня автомобиль.

Тема дипломного проекта «Модернизация рулевого управления автомобиля Lada Niva Travel ». Из-за всеобщего усложнения мира и его скорости автомобиль просто обязан обеспечивать тот ритм жизни человека, который есть сейчас в настоящее время, и поэтому требования к автомобилю тоже возросли, то есть он должен иметь надежную систему зажигания, надежные системы рулевого управления и тормозную систему, комфортную тихую коробку передач, плавное сцепление, хорошее динамичное ускорение.

Графическая часть дипломного проекта состоит из 10 страниц формата А1. Пояснительная записка включает в себя введение, части конструкторской, экономической, безопасности и технологической, а также приложение в виде графиков и спецификаций, всего состоит из 133 страниц формата А4.

«Первая часть посвящена проектированию разрабатываемого узла, его текущим тенденциям развития, а также классификации существующих типов конструкций.

Вторая часть проекта посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть касается динамического расчета транспортного средства, расчета характеристик транспортного средства и расчета конструкции.

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть дипломного проекта является технологическим разделом.

Пятая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.»[11]

Annotation

Stability on the road, ease of maintenance and not high cost, safe driving, a significant service life of the car, the best efficiency of all car systems, such a car should be today.

The topic of the graduation project is " Modernization of the steering control of the Lada Niva Travel car ". Due to the universal complication of the world and its speed, the car is simply obliged to provide the rhythm of human life that exists now, and therefore the requirements for the car have also increased, that is, it must have a reliable ignition system, reliable steering and braking systems, a comfortable quiet gearbox, smooth clutch, good dynamic acceleration.

The graphic part of the diploma project consists of 10 pages of A1 format. The explanatory note includes an introduction, parts of design, economic, safety and technological, as well as an appendix in the form of graphs and specifications, in total it consists of 133 A4 pages.

«The first part is devoted to the design of the node being developed, its current development trends, as well as the classification of existing types of structures.

The second part of the project is devoted to calculations of the vehicle design. This part concerns the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the structure.

The third part of the diploma project is the safety and environmental friendliness of the project.

The fourth part of the diploma project is the technological section.

The fifth part is devoted to economic calculations of the cost of the developed node. Calculation of the break-even point for this project and calculation of economic efficiency.»[11]

Содержание

Введение	6
1. Состояние вопроса	7
1.1 Назначение усилителя рулевого управления	7
1.2 Требования к конструкции усилителя рулевого управления	9
1.3 Классификация рулевых усилителей	12
1.4 Основные тенденции и перспективы развития электроусилителей.....	16
1.5 Выбор и объяснение принятого варианта рулевого усилителя.....	24
2. Конструкторская часть.....	25
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	25
2.2 Расчет элементов усилителя и рулевой колонки	37
3. Безопасность и экологичность объекта	59
4. Технологическая часть.....	80
5. Экономическая эффективность проекта.....	93
Заключение	122
Список используемых источников.....	123
Приложения А Графики тягового расчета.....	126

Введение

Для ускорения развития промышленности автомобилей необходимо уменьшение трудоемкости техобслуживания, а также уменьшение расхода масла и топлива, все это необходимо для дальнейшего развития технического состояния автомобилей и является основным направлением. А также улучшение и повышение безопасности автомобилей и их надежности, уменьшение токсичности газов выхлопных, уменьшение шумности автомобиля, и уменьшение стоимости материалов на производство автомашин. Для существования и жизни всего мира промышленности, огромное значение имеет автотранспорт, а именно его очень эффективная работа. Из всех направлений развития мировой экономики автомобилестроение, как отрасль является ведущей. Вся мировая промышленность развивается очень быстро и для этого очень большое значение имеет появление новых технологий и разработок и инноваций, технических решений.

Во всех узлах автомобилей необходимы более совершенные технологии и технические решения. Если использовать современные высокопрочные стали, легированные стали, углепластик, алюминий, и многие другие новые технологичные конструкционные материалы можно уменьшить массу автомобиля, что также улучшит топливную экономичность. Необходимо также улучшать аэродинамику кузова автомобиля, и его массу это влечет за собой уменьшение расхода топлива. Еще также возможно повсеместно переводить автомобили на газ метан или дизельное топливо, а также устанавливать более современные двигатели.

Чтобы автомобили могли работать в более оптимальных режимах, необходимы электронные технологии, их широкое применение в конструкциях автомобиля это позволит достичь этого. Высокоточности проектов можно достичь с помощью пространственного моделирования всех деталей, это позволит в перспективе на долго уменьшить трудоемкость конструкторской работы инженеров автомобилестроителей.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение усилителя рулевого управления

«Усилители руля предназначены для того, чтобы увеличить усилие, передаваемое от водителя на управляемые колеса, чтобы повысить комфорт и снизить утомляемость водителя и повысить активную безопасность.»[4]

1.2 Требования к конструкции рулевого усилителя

«Технические требования для рулевой колонки с установленными электрическими усилителями рулевого управления.[1]

1. Установка рулевой колонки на автомобиле и комплектация по спецификации на автомобиле должна выполнять требования безопасности Директивы 91662 ЕЭК ООН Р12-03 ЕЭК ООН для удара в куб, для удара макетом тела.

2. Прочность рулевых колонок должна обеспечить двухкратное применение крутящей момента не более 200 Нм на верхний вал с закрепленной промежуточной передачей без разрушения рулевых колонок и сохранения их работоспособности и устойчивости.

3. Электроусилитель должно обеспечить усилие обода руля при парковке без движения в горизонтальных площадках с сухими асфальтовыми покрытиями не выше 50..60 Н при температурах окружающей среды 20°С- 25°С.

4. Конструкция электродвигателя должна обеспечить величину усилий на ободу колеса меньше 60-70 Н, если скорость вращения колеса превышает 600°/секунду.

5. При неисправности усилителя или выходе из строя усилитель должен обеспечивать безопасность и управляемость движения по ГОСТу

21398-75.

6. Конструкция электрического усилителя должна быть соответствующей усилию на ободу руля при усилении скорости движения автомобилей.

7. Конструкция элементов электродвигателя должна обеспечивать надежное управление автомобилем в условиях окружающей среды от -40С до 40С, а относительная влажность - 90С при 20°С.

8. Конструкция и материал элементов рулевого колеса должны обеспечить ресурс работы не менее 140 тысяч км пробега автомобилей.

9. Усиление рукоятки узла сцепления руля при настройке его положения по углу уклона не должно превышать 25-Н.

Кроме тех требований специалисты ВАЗ подготовили перечень рекомендаций для электрического усилителя руля.»[4]

Ниже представлены их выдержки.

1. «Электромеханический рулевой усилитель далее, ЭМУ должен обеспечить плавный, без провалов характер управления колесом исходя от угла поворота и какой скорости передвижения автомобиля. [2]-[4]

2. «Активное возвращение руля в центральную позицию должно быть плавным, без забрасывания и лишь при движущимся автомобилем. На месте стоящего автомобиля активный переход руля к центральному положению не допустим.»[4]

3. ЭМУ должна осуществлять активную управляемую систему гашения ударов, пульсаций, которые возникают из-за взаимодействия колес автомобиля и дороги.

4. ЭМУ должна функционировать: в ходе движения автомобиля с двигателем работающего двигателя; в ходе стоянки автомобиля с двигателем работающего двигателя; в ходе стоянки 3-5 минут в случае

неработающего двигателя и включенного зажигания.

5. ЭМУ должна сохранять рабочую силу после того, как она находится в нерабочем состоянии, при температуре 60С.»[4]

6. «В салоне автомобиля при работе ЭМУ не должно возникать ощутимые шумы и вибрации, связанные с его работой. Уровень звука работающего ЭМУ не должен быть выше 35 дБ на расстояние 300 мм.

7. При всем допустимом техническом требовании к климатическим факторам внешнего окружения ЭМУ должна быть готова к работе в течение 0.2..0,5 секунд после включения генератора.

8. ЭМУ следует относить к необслуживаемым изделиям общего назначения типа 1 ГОСТ 2727. 00390.

9. Девяносто шесть процентов наработки на отказ от рабочих условий должны соответствовать не более 8500 часов и не более 200 000 км.

10. ЭМУ должны обеспечивать надежную работу без изменений характеристик в течение 10 полных поворота руля с упора на упор на стоячем на месте авто и 10 автостоянок.»[4]

Требование к характеристикам возврата и компенсации руля, обеспеченным усилителем руля. Специалисты ВАЗа рекомендуют зависимость усилителя компенсации от момента рулевого колеса, зависящего от скорости автомобиля, см. рисунок 1. «Это зависимость сформирована путем анализа рекомендаций по гидроусилителям для автомобилей класса «Lada Niva Travel» с учетом нижеследующих показателей.»[4]

1. Закон компенсации определенного диапазона значений моментов на руле может описываться в первом примере полиномом шести порядковых видов.

$$M_{\text{комп}} = B_1 \times M_{\text{кр}} + B_2 \times (M_{\text{кр}})^2 + B_3 \times (M_{\text{кр}})^3 + B_4 \times (M_{\text{кр}})^4 + B_6 \times (M_{\text{кр}})^6 \quad (1.1)$$

В таблице 1 приведены значения коэффициентов B_i .

2. «В пределах диапазона $M_{\text{кр}} 7, 2..7, 6.6 \text{ Нм}$ должно быть обеспечено увеличение $M_{\text{комп}}$ с скоростью не менее 65 Нм/Нм

3. Следует плавно переходить от закона о компенсации п.1 до закона о компенсации п.2»[4] Показано на рисунке 1.

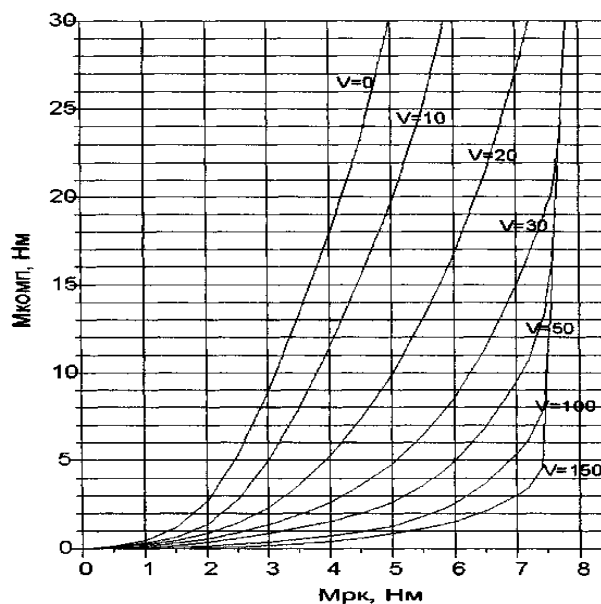


Рисунок 1 - Закон о компенсации усилий рулевого колеса для автомобиля ВАЗ 2110-2123-1119.

При этом, согласно рекомендации Германского автопромышленного общества, следует соблюдать закономерность смены компенсационных моментов, отраженной на рисунке 2.

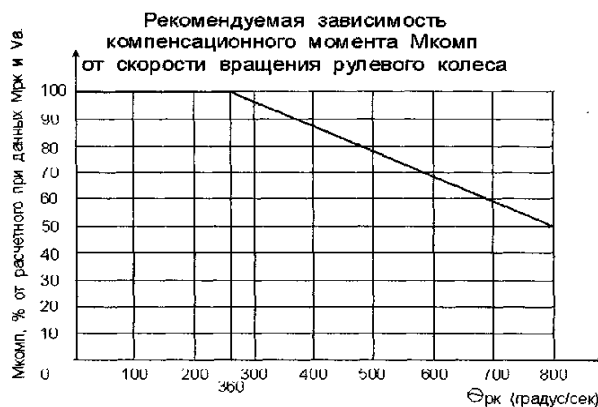


Рисунок 2 - Зависимости компенсационных моментов $M_{\text{комп}}$ от скорости движения руля.

«Рекомендуемая зависимость скорости вращения руля и момента возврата соответственно с скоростью движения автомобилей и углом вращения руля приведена на Рисунках 3 - 4.»[4]

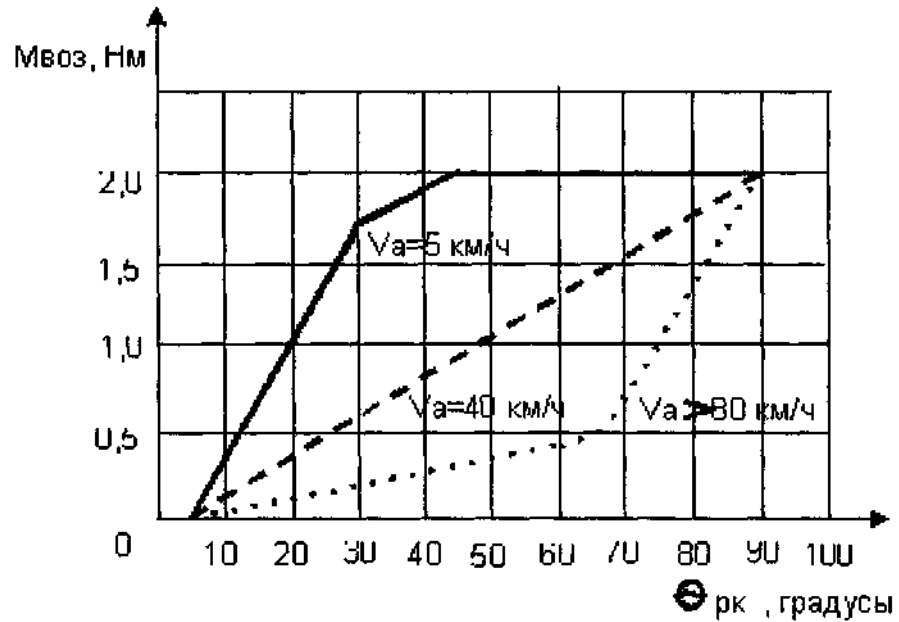


Рисунок 3 - Зависимость момента возврата от углов поворотов руля

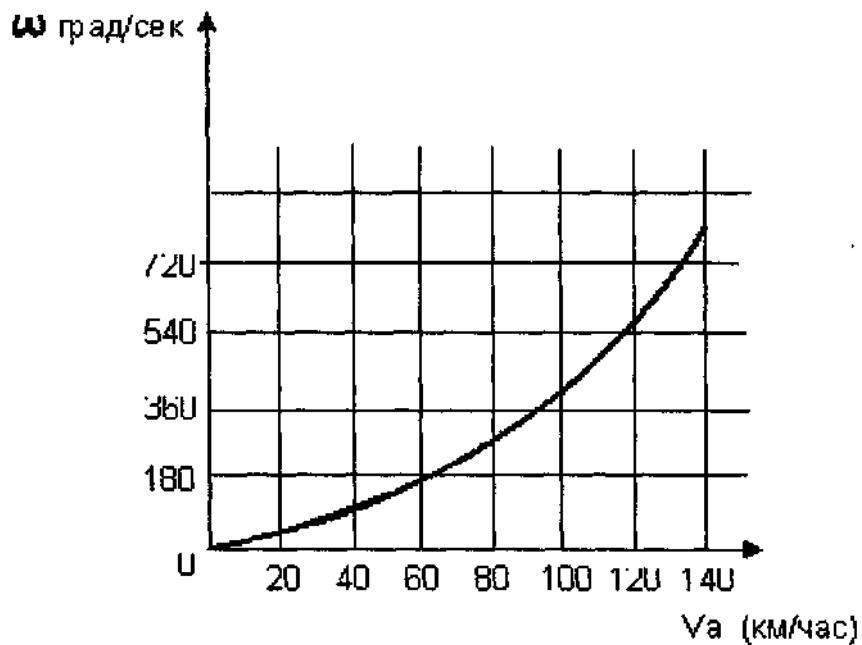


Рисунок 4 - Зависимость скорости вращения руля от скорости автомобиля

1.3 Классификация рулевых усилителей

Конструктивно усилители делятся на следующие группы: 1 Пневматический усилитель; 2 Гидравлический усилитель; 3 электрические усилители руля; 4 комбинированные усилители руля.

Рассмотрим каждую из них подробнее.

Пневматическое усилительное устройство руля – «это силовые цилиндры, распределительные органы, компрессоры и редукторы. Поворачивая рулевое колесо, распределитель дает воздух от ресивера к силовому цилиндру, а при достижении цилиндра определённого давления»[4], поршень вращает колеса, управляемые с ним. Компрессор обычно поршневым типом поддерживает нужное давление в ресиваторе, и в обычном режиме приводится от коленчатого вала мотора. «Преимущества рулевого усилителя пневматического управления: 1. относительная простая конструкция; 2. невысокая цена конструкции; 3. На автомобилях с пневмоприводом используются штатные пневмоинструменты. 3.

Недостатки рулевого усилителя: 1 Большое время работы при давлении воздуха пневмосистемы 0.6-0.8 МПа время работы составляет 0.3-0.45 секунды; 2 большие габариты, масса аппаратуры, 3 трудоемкости обслуживания. 4 высокие уровни шума в процессе работы; 5 высокие расходы топлива в процессе работы. В связи с указанными недостатками пневмоусилитель руля на легковых машинах не применяется.»[4]

Гидравлическое усиление руля состоит из цилиндра силового управления, распределительного насоса и гидроусилителя. Основные характеристики этих приборов предусмотрены в ОСТ37. 001. 083-76. Насос идет в действие прямо с тягового двигателя автомобиля.[4] [5]

Существует такая классификация гидроусилителей управления рулем:

По схеме компоновки.

«По способам обеспечения кинематического слежения: обратная связь с перемещением управляемых колец или ступеней; дозирование объема жидкости, поступающей на гидроцилиндр; шаговые гидроприводы.

По типу соединения гидроцилиндра и распределителя: Прямое действие; дифференциальных действий.

В зависимости от числа независимых контуров: одноконтурный; многоконтурный.

Гидравлические усилители рулевых управлений используют различные виды распределительных устройств. Классифицировать их можно следующим образом: при перекрытии дросселей нейтральной позиции: при перекрытии дросселей нейтральной позиции: при перекрытии дросселей нейтральной позиции: наиболее распространены проточные механизмы; существуют также еще непроточные. Эти распределительные устройства позволяют увеличить экономичность работы насосов, однако требуют повышения точности в изготовлении пары золотника-гильзы и проведения тщательного фильтрования рабочей жидкости, чтобы обеспечить герметичность при нейтральной конфигурации золотника-гильзы.[9]-[11]

По направлению к относительному потоку жидкости, рабочему кромке дросселя: распределитель золотников, в котором кромка дросселя движется в направлении потока жидкости, распределители клапанов, где кромка дросселя движется по жидкости потока.

По типу движения золотников: осевой распределитель с поступающим движением золотников; роторных распределителей с вращательными движениями. Это золотник по конструкции центраторов и реакторов они бывают: с механическим пружинным, торсионным устройством; гидравлические реактивные камеры, плунжеры или поршни;

По конструкции золотникового или гильзового привода: с механическим приводом, как правило, от руля; с гидроприводом; с электроприводом; с комбинированной передачей.»[4]

«Для изготовления усилителей используют цилиндры, которые имеют односторонние или двухсторонние штоки, «односторонние позволяют лучше компенсировать несимметричность нагрузок при перемещении вправо и влево, имеют большую компактность, простоту и надежность. Насос используется только для объема: лопастной, шестеренной, роликовой

или поршневой с двигателем или трансмиссией. Преимущества этого типа усилителей: конструкция отработана с достаточной надежностью, высокая скорость: время работы от 0.02 до 0.05 секунд. Достоинства: дорого стоит; не дает достаточного усилия при малых частотах работы двигателя из-за малых частот вращения "тяжелого руля" на парковке; высокие дополнительные расходы топлива»[4] в сравнении с машиной без рулевого усилителя на 6-8 процентов больше из-за постоянного жесткого контакта с двигателем, большая масса и вес гидроусилителя для автомобиля приблизительно составляет 13,14 кг; рабочая жидкость это означает, что необходимо контролировать ее уровень и также существует возможность протечки.[12]-[16]

Наиболее распространены сегодня усилители управления именно этого типа. На автомобилях начали устанавливаться электрические усилители рулевого управления. Конструктивно представляет собой электродвигатель, редуктор, блок управления, датчики. Электроусилители управления могут быть классифицированы следующим образом: по схеме компоновки. Бывают различные: встроенный усилитель руля с совместной установкой блоков управления, электрических двигателей, редукторов и рулевых механизмов привода руля; отдельный усилитель руля с электродвигателем и блоком управления, расположенным отдельно от редуктора руля; Усилитель с управлением отдельно от механизма руля с редукторами и электрическим двигателем; Размещение редуктора: на приводе руля; на руле; при руле - на шестерни или на руле. «По параметрам контролируемого блока управления: управляется только усилием рулевого колеса; контролирует усилие рулевого колеса, скорость машины; контролирует усилие рулевого колеса, скорость автомобиля, контролирует усилие руля, скорость машины и положение руля. Тип электродвигателей: постоянный ток; переменный ток. Соединение редуктора и электродвигателя ротора: с муфтой расцепления; ротор – это ведущая шестерня червяка редуктора, ведущая шестерня. Тип редуктора: червячок; планетарные; винтовые гайки с шариками для размещения редуктора в зубчатом механизме.

Из комбинированных рулевых усилителей наибольшую популярность получили электрогидравлические рулевые усилители. Конструктивно это отличается от гидропривода тем, что в качестве насоса приводится электродвигатель частота ротора, который регулируется по моменту на руле, чем больше момент, тем больше скорость и движения автомобиля, чем больше скорость, тем меньше скорость. Усилитель имеет следующие преимущества: эффективное действие при малом обороте двигателя, снижение топливного расхода в сравнении с гидравлическими на 1,5 – 2 процента меньше, чем в автомобилях без усилителя. При этом электрогидравлический усилитель обладает следующими недостатками: высокой ценой на 25-30% дороже»[4], чем гидроусилитель, большой массой и размером больше, чем гидроусилитель, не исключается вероятность утраты рабочей части. Из упомянутых конструкций рулевых усилителей наибольшую популярность получили гидроусилители на автомобилях 2-го класса. Впрочем, за последние годы наблюдается тенденция оснащения легковых машин электрическим электромеханическим оборудованием рулевого усилителя.

Основные преимущества этого усилителя: невысокие цены; размеры и массы электроусилителя, например, на FIAT Punto - 10,3 кг, изготовленная фирмой ZF в среднем весит примерно 7 кг; снижает дополнительный расход топлива на 0.5-1,0 процента больше, чем в случае отсутствия усилителя.[16]-[21]

Относительный недостаток заключается в сложности блока контроля, который устанавливает зависимость зависимости момента в выходе компенсационных моментов от параметров в выходе усилителями управления рулем. Для его установки на машину Lada Niva Travel выбрали электроусилитель руля, который наиболее перспективен и позволяет изменить компенсационный момент по различным факторам.

1.4 Основные тенденции и перспективы развития электроусилителей

Наиболее популярные модели электродвигателей

Работа по разработке рулевых электроусилителей ведется многими компаниями, включая:

1. «Delphi Corporation.

Усилитель был представлен компанией в осеннюю 1999 г. и описан периодической литературой. Общий вид данного усилителя показан на Рисунке 5.»[4]

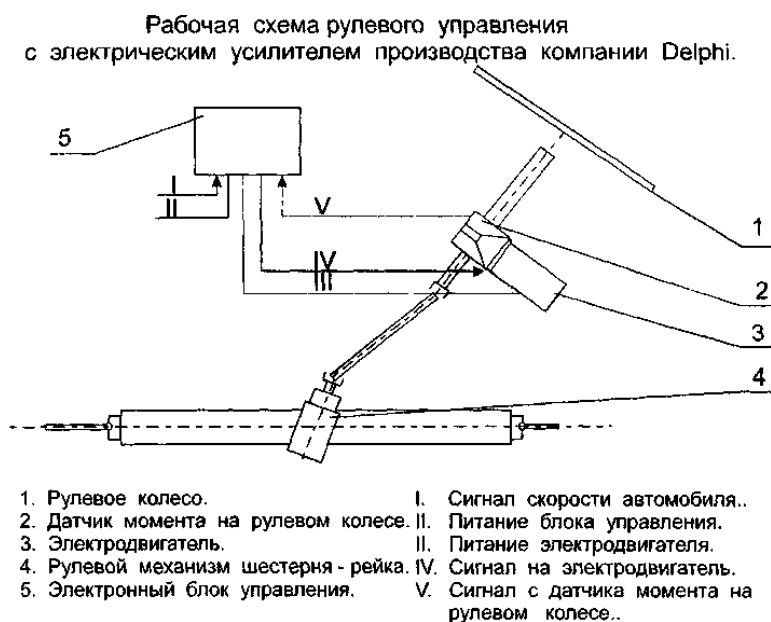
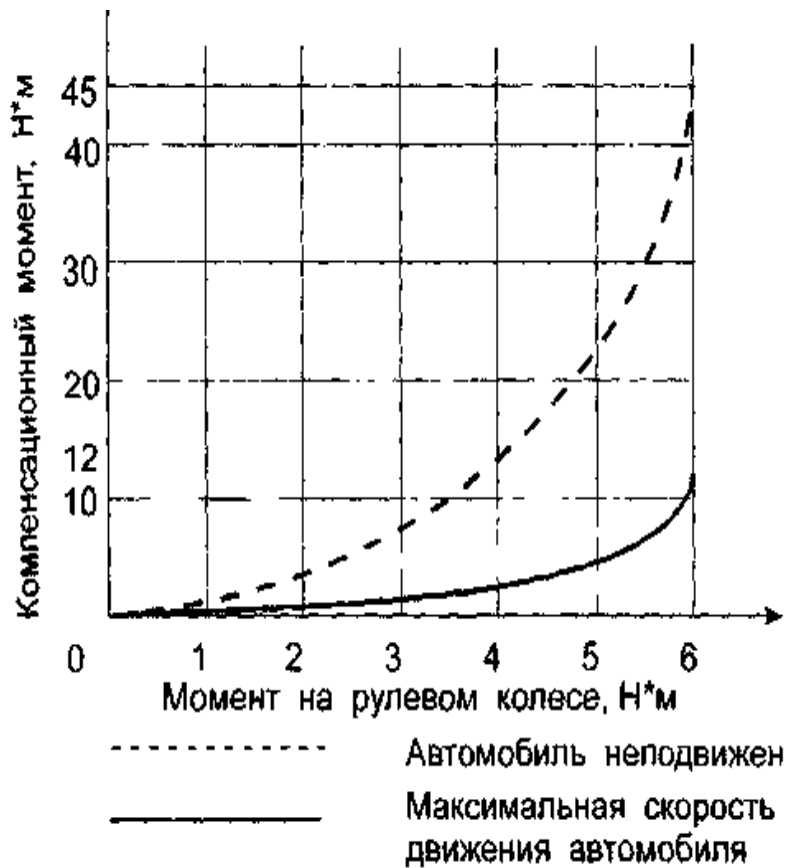


Рисунок 5 - Рабочая схема управления рулем с электроусилителем производства Delphi Corporation

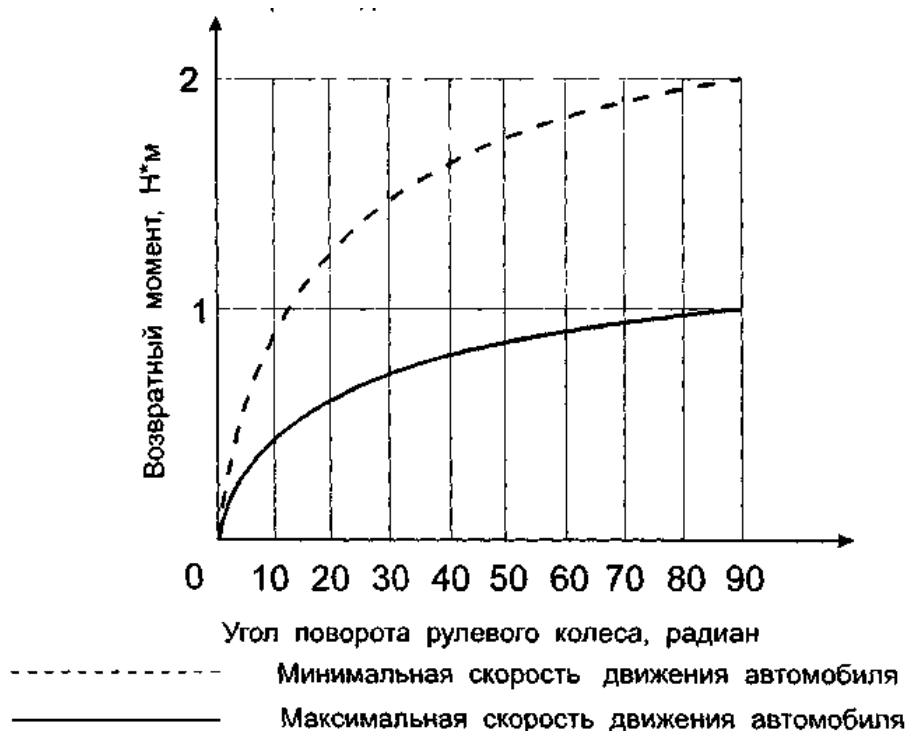
«В блоке управления расположены отдельно редуктор и электродвигатель, расположенные на верхнем валу руля. График изменений компенсационных моментов от момента рулевого колеса представлен на рисунке 6.

Это усилитель предназначен для среднечассных автомобилей сухой массы около 1500-1800 кг, для чего максимальная скорость шестерни при реечной рулевой системе составляет 51 Нм. Усилие руля ограничено на 6 Нм, что говорит о том что усилитель предназначен для легкового

комфорта, а именно для полного приводного или спортивного автомобиля. График изменений момента возврата на руле с такими усилителями от позиции руля представлен на Рисунке 7.»[4]



«Рисунок 6 - Динамика компенсационных моментов для электродвигателя Delphi Corporation относительно момента рулевого колеса в зависимости от скорости автомобиля»[4]



«Рисунок 7 - зависимость момента возврата электроусилителя управления автомобилем Delphi от положения колеса в соответствии с скоростью движения автомобилей.»[4]

«3)ZF - Эта компания занимается рулевым управлением. Последние усилители, предложенные этой компанией, имеют максимальный уровень мощности.

Компенсационный момент 50 нм. Усилитель представляет собой электродвигатель, имеющий червячный редуктор, передаточный номер 17:1»[4], червячный редуктор - ротор электродвигателя переменного тока и моментальные датчики на руле и положении руля. Отличительной особенностью является весьма компактное управление, присоединенное к усилителю. В этом случае длина двигателя от оси продольного редуктора только 171 мм, при этом с учетом блоков управления 210,5 мм. Компенсационные характеристики данного усилителя представлены на Рисунке 8.[20]-[24]

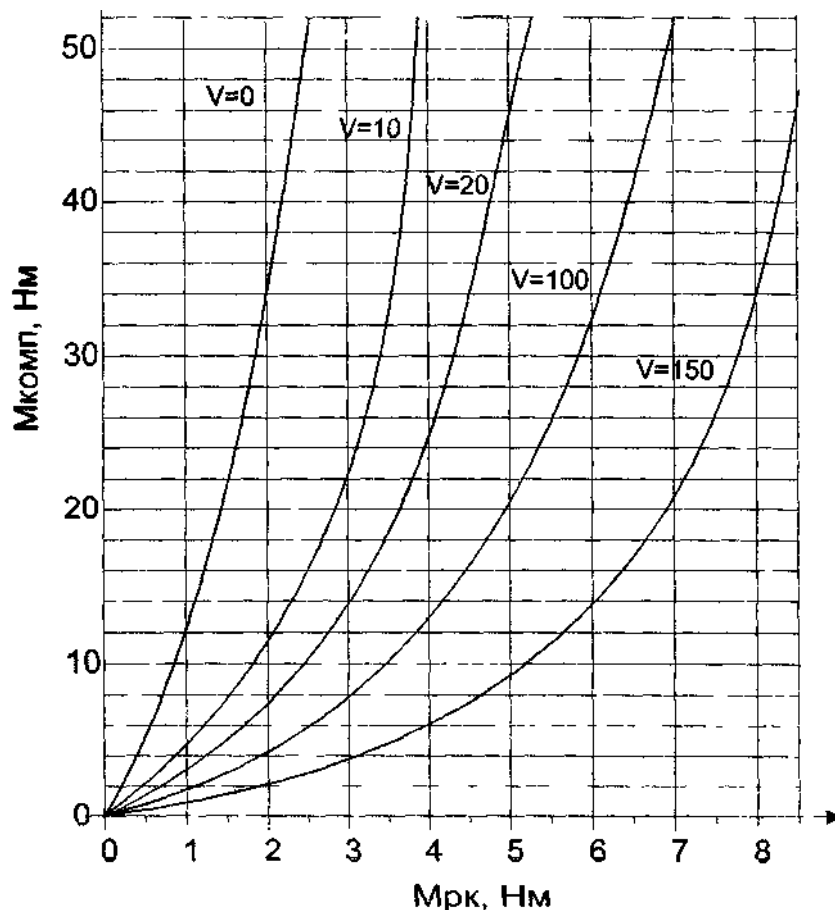
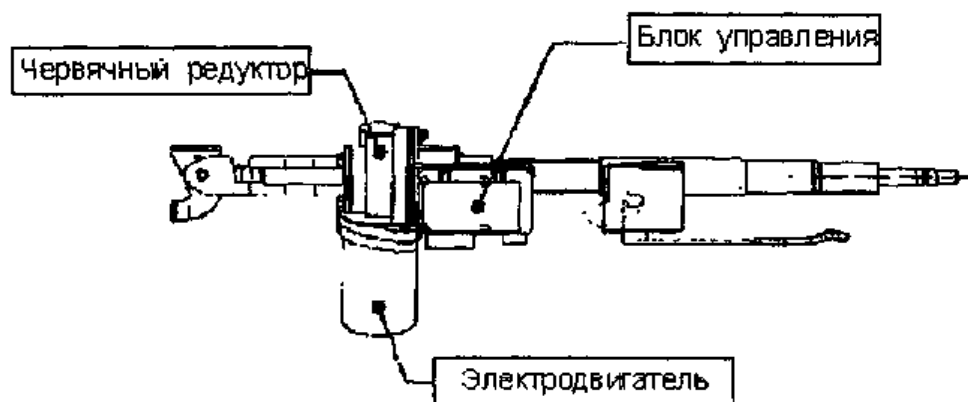


Рисунок 8 - Закон о компенсации усилий на руле усилителя ZF

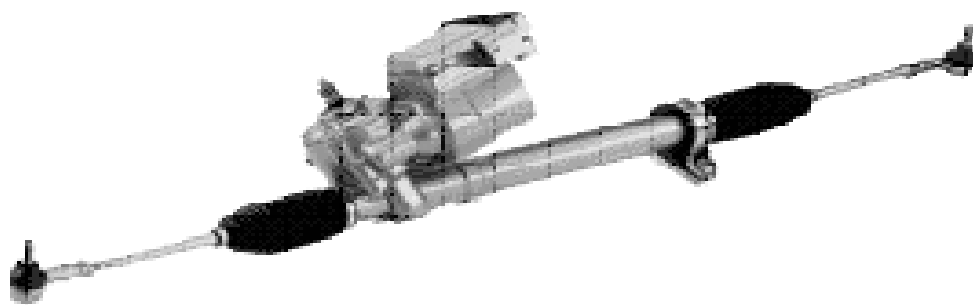
4)Коуо - Французское подразделение японской корпорации Коуо разработало самые широкие линейки электрических рулевых усилителей для сухих автомобилей с массой 700–1800 кг. Представлены три основных конструкции: а) тип Column, расположенный на верхней рулевой оси (см. рисунок 9) - это редуктор червячного типа с передаточным номером 1:16.5. Червяк, который через устройство расцепления связывается с ротором электрического двигателя. Отдельно размещается блок управления. Конструкция предназначена для автомобилей легкого типа. Такой усилитель, в частности, был установлен для Renault Twingo в свободной продаже. [24]-[29]



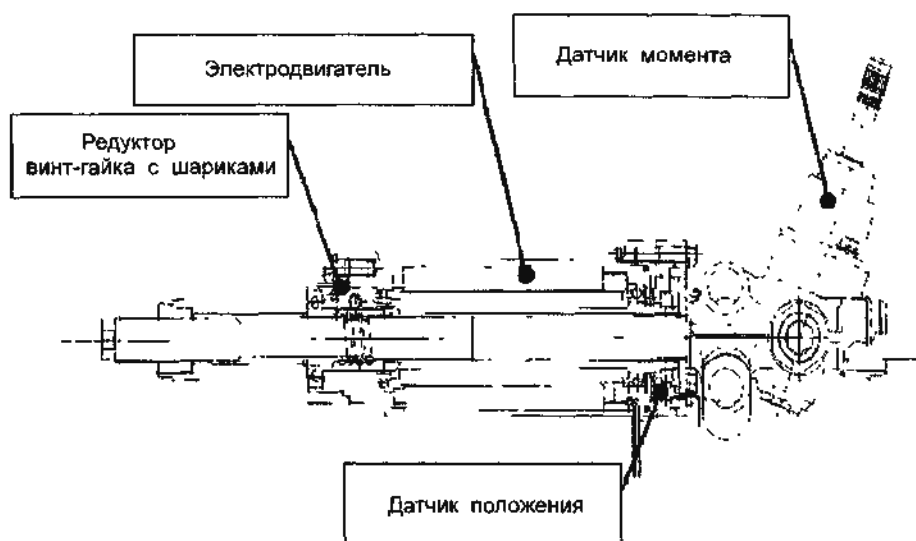
«Рисунок 9 - Электрический усилитель рулевого управления компании Kooyo серии Column EPS.»[4]

Недостатки конструкции такого типа: наличие муфты сцепления и большая габаритность двигателя, что обусловлено унификацией и применением измененных конструкций. На последних версиях отсутствует расцепление устройство. б) Type Pinion, расположенное на шестеренке реечного механизма, (см. рисунок 10) – «планетарный редуктор передаточного числа 1:5, соединённый с червячной передаточной число 1:2.6, посредством которого добавочный момент передается шестерне от ротора»[4] электрического двигателя через устройство расцепления. Конструкция предназначена для среднечассных автомобилей, устанавливается серийно на полноприводную машину Toyota Rav4. в) усилитель установленный на машину Honda NSX. Усилитель управления рулем располагается на реечном механизме и является редуктором типа винта-гайки с шариком, передающим передачу. «Дополнительное усилие для рейки электродвигателя на рейке при передаче сигнала Рисунок 11.

Компенсационные усилия зависят от усилий шестерни и скоростей движения автомобилей.»[4]



«Рисунок 10 - Электроусилитель рулевой машины Koyo Series Pinion Type.»[4]



«Рисунок 11 - Усилитель руля Коюо устанавливается на зубчатую рейку.»[4]

Для электрических усилителей типа а и в можно устанавливать один из ряда электродвигателей мощностью 25-35, 45-55 и 65 А мощностью 167-425 Вт для электродвигателей типа а и в. Диапазон температуры рабочего блока от 30 до 80С. [29]-[32]

5) HSK Групп.

Усилитель производства этой компании располагается на верхней рулевой оси; червячок собирается вместе с электрическим двигателем и устройством, блок контроля расположен отдельным. Компенсация изменяется по моменту на руле и по скорости автомобиля. Этот рулевой

усилитель устанавливается для автомобиля MGF марки Rover. «По мнению представителей компании масса этого насоса на 5 кг меньше, чем масса гидравлического насоса с аналогичной характеристикой. Усилитель описывается в периодических изданиях.

б) TRW. Электроусилитель компании расположен на зубчатом рулевом механизме, дополнительный усилий на который передается с электрического двигателя, ротор соединяется с редуктором типа винта-гайки с шариками.»[4] Также блок управления находится в трубе рулевой рейки рисунок 12. Весной 1997г. представлена система, описанная в периодическом выпуске, технической информации о усилителе TRW. [33]

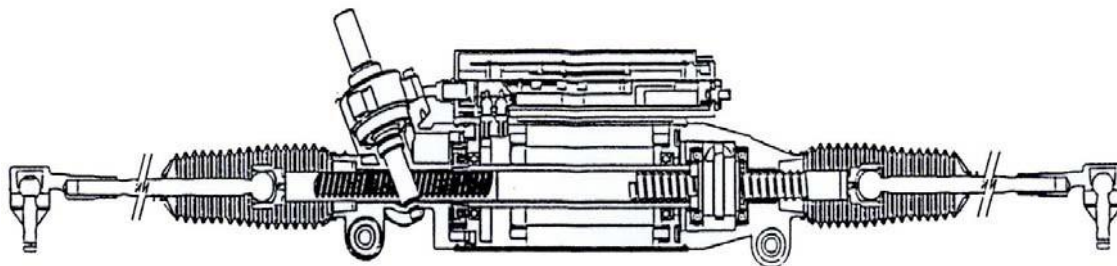
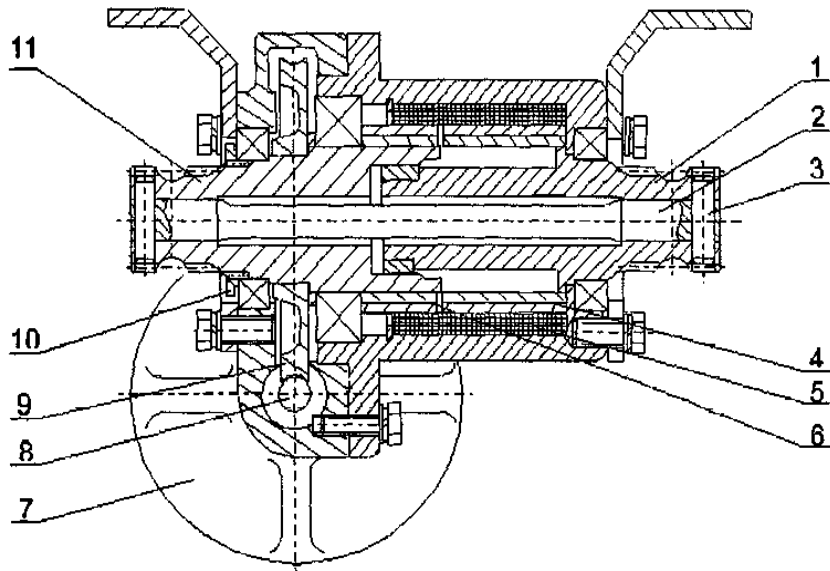


Рисунок 12 - Усилитель рулевой TRW

4) АО "Авиаагрегат" Махачкалы.

Предлагаемый АО «Авиаагрегат» электроусилитель рисунок 13 - это редуктор червячный, передаточное число 1:24, а червяк 8 - ротор электродвигателя 7 одновременно. «Датчик момента управления рулевым колесом осуществляется с помощью датчика момента управления рулевым колесом, токовихревой тип 5. Датчик устанавливает угол поворота торсиона 2 с обеими концами, закрепленными на входных 1 и входных 11 валах усилителя, углом относительных поворотов детектора 4 и 6 и при этом кольцо 4 является жесткой связанной с ведущими валами усилителя и кольцо 6 — с ведомыми. Торсион изготавливается стальной 60S2A-5-2ГОСТ 1495979. Электроусилитель меняет компенсационный момент по следующим факторам: 1- величина момента входящего рулевого вала на

руле колеса. Чем больше крутящего момента, прикладываемого водителем на рулевое колесо, тем больше компенсационного момента передаются на выходной вал усилителей;»[4]



«Рисунок 13 - Разрез электродвигателя АО «Авиаагрегат»

2- От скорости машины. Чем больше скорость езды автомобиля, тем менее меньше момент компенсации. Это предназначено для повышения активной безопасности автомобиля, поскольку при движении высокой скоростью малый момент на руле, которые могут быть вызваны случайными движениями руки, приводят к большому смещению автомобиля»[4]; при уменьшении компенсационных усилий уменьшается смещение автомобилей от одного момента. При скорости около 90 км/ч отключается усилитель руля;[34]

«Преимущества этого усилителя: компактное устройство; прогрессивное устройство электродвигателя – без расцепления, позволяющее добиться высокой надежности и стабильности работы при высоком обороте и увеличить компактность, возможность быстрого адаптивования конструкции.»[4] Сейчас в АО «Авиаагрегат» проводятся работы по монтажу менее мощных электродвигателей, с помощью которых

усилитель будет обеспечивать характеристики, которые затребованы АО «АвтоВАЗ». Недостатки: переменный двигатель имеет большое время работы по сравнению со постоянным электродвигателем, время работы которого составляет около 0.03 секунд; высокая передаточная мощность редуктора увеличивает инерционное воздействие редуктора в работе усилителя паразитного доворота руля при прекращении применения усилия на рулевое колесо.

1.5 Выбор и объяснение принятого варианта рулевого усилителя

Для установки на Lada Niva Travel приняли усилитель руля на базе, предложенный А.О. «Авиаагрегат» г. Махачкалы. Использование такого рулевого усилителя позволило снять наибольшую нагрузку на руль при поворотах на месте. «Значительное увеличение стоимости автомобилей компенсируется увеличением комфорта в управлении автомобилем, снижением утомляемости водителя, вероятности дорожного происшествия и повышением престижа ВАЗ на внутреннем и, прежде всего, на внешних рынках.»[4] Следует отметить, что увеличение стоимости машины с электроусилителем руля ниже, чем у автомобиля с гидроусилителем.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Количество приводных колес.....	$nk = 4$
Собственный вес, кг.....	$m_0 = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 40,28$
Максимальная частота вращения двигателя, рад/с.....	$\omega_{max} = 600$
Минимальная частота вращения двигателя, рад/с.....	$\omega_{min} = 95$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,46$
Величина максимального преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,32$
Коэффициент полезного действия трансм.....	$\eta_{TP} = 0,93$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Количество передач в КПП.....	5
Распределение массы автомобиля, % :	
Передн. ось.....	45
Задн. ось.....	55
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[2]

$$G_A = G_0 + G_n + G_b, \quad (1)$$

« G_0 – собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

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

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

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

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н} \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин 205/75 R15.»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

« r_k – радиус качения кол.;

r_{CT} – статический радиус кол.;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – Коэффициент типа шины»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м} \quad (9)$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (10)$$

U_K - «передаточной число высш. пер. в КПП, на кот. обеспечивается максимальная скорость.»[2]

«Число высшей передачи КП равным 0,800;»[2]

U_{PK} - «передаточное число раздаточной КП, примем равным 1,2»[2]

$$U_0 = (0,321 \cdot 600) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 4,885 \quad (11)$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (12)$$

ψ_v - «Коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.»[2]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (13)$$

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 40,28^2 / 2000) = 0,025 \quad (14)$$

$$N_v = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,46 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,93 = 68549 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (15)$$

« 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]

$$N_{MAX} = 68549 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 68902 \text{ Вт} \quad (16)$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (17)$$

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

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (18)$$

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
907	95	13,0	137,3
1300	136	19,4	142,5
1650	173	25,2	146,0
2000	209	31,1	148,6
2350	246	36,9	150,1
2700	283	42,6	150,7
3050	319	48,0	150,3
3400	356	53,0	148,9
3750	393	57,5	146,5
4100	429	61,4	143,1
4450	466	64,6	138,7
4800	503	67,0	133,3
5150	539	68,5	127,0
5500	576	68,9	119,6
5730	600	68,5	114,2

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (19)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (20)$$

ψ_{MAX} - «Коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма»[2]

$$(\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}); \quad (21)$$

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

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,32 = 0,345 \quad (22)$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,345 \cdot 0,321 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 1,353 \quad (23)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{СИ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}, \quad (24)$$

$G_{СИ}$ - «цепной вес автомобиля ($G_{СИ} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н,
 m_1 - Коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),
 φ - Коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[2]

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,315 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 3,135 \quad (25)$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,100$.»[2]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,100 / 0,800)^{1/4} = 1,403 \quad (26)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,100 / 1,403 = 2,209; \quad (27)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,209 / 1,403 = 1,575; \quad (28)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,575 / 1,403 = 1,122; \quad (29)$$

$$U_5 = 0,800. \quad (30)$$

«Дальнейшие расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.»[2]

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (31)$$

Расчетные данные в таблице 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
907	1,6	2,3	3,2	4,5	6,4
1300	2,4	3,3	4,6	6,5	9,1
1650	3,0	4,2	5,9	8,3	11,6
2000	3,6	5,1	7,1	10,0	14,1
2350	4,3	6,0	8,4	11,8	16,5
2700	4,9	6,9	9,6	13,5	19,0
3050	5,5	7,8	10,9	15,3	21,4
3400	6,2	8,7	12,1	17,0	23,9
3750	6,8	9,5	13,4	18,8	26,4
4100	7,4	10,4	14,6	20,5	28,8
4450	8,1	11,3	15,9	22,3	31,3
4800	8,7	12,2	17,1	24,1	33,7
5150	9,3	13,1	18,4	25,8	36,2
5500	10,0	14,0	19,6	27,6	38,7
5730	10,4	14,6	20,5	28,7	40,3

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (32)$$

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
907	7370	5253	3744	2669	1902
1300	7648	5451	3885	2769	1974
1650	7839	5587	3982	2838	2023
2000	7976	5685	4052	2888	2058
2350	8060	5745	4095	2918	2080
2700	8091	5767	4110	2930	2088
3050	8069	5751	4099	2922	2082
3400	7993	5697	4061	2894	2063
3750	7864	5605	3995	2847	2030
4100	7682	5476	3903	2782	1983
4450	7447	5308	3783	2696	1922
4800	7158	5102	3636	2592	1847
5150	6816	4858	3463	2468	1759
5500	6421	4577	3262	2325	1657
5730	6133	4371	3116	2221	1583

2.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (33)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (34)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (35)$$

Расчетные данные в таблице 4.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	251	251
5	17	254	271
10	70	263	333
15	157	279	435
20	278	301	579
25	435	329	764
30	626	363	990
35	852	404	1257
40	1113	451	1564
45	1409	504	1913
50	1740	564	2304
55	2105	630	2735
60	2505	702	3207
65	2940	780	3720

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (36)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (37)$$

Расчетные данные в таблице 5.

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
907	0,412	0,293	0,209	0,148	0,105
1300	0,427	0,304	0,216	0,153	0,107
1650	0,438	0,311	0,221	0,156	0,108
2000	0,445	0,317	0,224	0,157	0,107
2350	0,450	0,320	0,226	0,158	0,106
2700	0,451	0,320	0,226	0,157	0,103
3050	0,450	0,319	0,224	0,154	0,098
3400	0,445	0,315	0,221	0,150	0,093
3750	0,438	0,310	0,216	0,145	0,086
4100	0,427	0,302	0,210	0,139	0,078
4450	0,414	0,292	0,202	0,131	0,069
4800	0,397	0,279	0,192	0,122	0,059
5150	0,377	0,265	0,180	0,112	0,047
5500	0,355	0,248	0,167	0,100	0,034
5730	0,338	0,236	0,158	0,092	0,025

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (38)$$

δ_{BP} - «Коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - Коэффициент суммарного сопротивления дороги.

Ψ

$$\Psi = f + i \quad (39)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (40)$$

где: δ_1 - Коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 -

Коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$.»[2]

Расчетные данные в таблице 6.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ	1,159	1,088	1,052	1,034	1,025

Расчетные данные в таблице 7.

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
907	3,37	2,52	1,82	1,27	0,87
1300	3,50	2,61	1,88	1,32	0,88
1650	3,58	2,68	1,93	1,34	0,89
2000	3,65	2,73	1,96	1,35	0,88
2350	3,69	2,75	1,97	1,35	0,86
2700	3,70	2,76	1,97	1,34	0,82
3050	3,68	2,75	1,95	1,31	0,78
3400	3,65	2,71	1,92	1,27	0,72
3750	3,58	2,66	1,87	1,22	0,65
4100	3,49	2,59	1,81	1,16	0,56
4450	3,38	2,49	1,73	1,08	0,46
4800	3,24	2,38	1,64	0,99	0,35
5150	3,07	2,25	1,53	0,89	0,23
5500	2,88	2,10	1,40	0,77	0,10
5730	2,74	1,99	1,31	0,69	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Расчетные данные в таблице 8.

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
907	0,30	0,40	0,55	0,79	1,16
1300	0,29	0,38	0,53	0,76	1,13
1650	0,28	0,37	0,52	0,75	1,13
2000	0,27	0,37	0,51	0,74	1,14
2350	0,27	0,36	0,51	0,74	1,16
2700	0,27	0,36	0,51	0,75	1,21
3050	0,27	0,36	0,51	0,76	1,29
3400	0,27	0,37	0,52	0,78	1,39
3750	0,28	0,38	0,53	0,82	1,55
4100	0,29	0,39	0,55	0,86	1,78
4450	0,30	0,40	0,58	0,93	2,15
4800	0,31	0,42	0,61	1,01	2,83
5150	0,33	0,44	0,65	1,13	4,33
5500	0,35	0,48	0,71	1,30	10,45
5730	0,37	0,50	0,76	1,46	-

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (41)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (42)$$

«к – порядковый номер интервала.»[2]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (43)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (44)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .»[2]

Расчетные данные в таблице 9.

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	154	0,8
0-10	462	2,3
0-15	908	4,5
0-20	1536	7,7
0-25	2386	11,9
0-30	3533	17,7
0-35	5070	25,4
0-40	7090	35,4

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (45)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$ »[2]

Расчетные данные в таблице 10.

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	38	2
0-10	269	13
0-15	827	41
0-20	1926	96
0-25	3838	192
0-30	6993	350
0-35	11989	599
0-40	19563	978

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (46)$$

« N_f – мощн-ть, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B – мощн-ть, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} – мощн-ть, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъема

($N_{II} = 0$);

N_j – мощн-ть, затрачиваемая на уск-ие автомобиля ($N_i = 0$).»[2]

Расчетные данные в таблице 11.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обор. дв-ля, об/мин	Мощн. на кол., кВт
907	12,1
1300	18,0
1650	23,5
2000	28,9
2350	34,4
2700	39,6
3050	44,6
3400	49,3
3750	53,5
4100	57,1
4450	60,1
4800	62,3
5150	63,7
5500	64,1
5730	63,8

Расчетные данные в таблице 12.

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. воз.	Мощн. сопр качения	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	5,6	6,0	11,6
25	10,9	8,2	19,1
30	18,8	10,9	29,7
35	29,8	14,1	44,0
40	44,5	18,0	62,6
45	63,4	22,7	86,1
50	87,0	28,2	115,2

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (47)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (48)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (49)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (50)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (51)$$

Расчетные данные в таблице 13.

Таблица 13 - Путь расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение Ки	Значение Ке	Значение Q□
907	6,4	0,149	0,166	1,291	1,166	5,7
1300	9,1	0,162	0,238	1,274	1,128	6,1
1650	11,6	0,178	0,302	1,251	1,098	6,6
2000	14,1	0,201	0,367	1,223	1,072	7,2
2350	16,5	0,228	0,431	1,189	1,051	7,8
2700	19,0	0,262	0,495	1,150	1,034	8,6
3050	21,4	0,302	0,559	1,107	1,022	9,4
3400	23,9	0,349	0,623	1,060	1,014	10,2
3750	26,4	0,405	0,687	1,012	1,010	11,1
4100	28,8	0,471	0,751	0,965	1,010	12,0
4450	31,3	0,549	0,816	0,922	1,015	13,1
4800	33,7	0,642	0,880	0,888	1,025	14,3
5150	36,2	0,754	0,944	0,875	1,038	16,0

2.2 Расчет элементов усилителя и рулевой колонки

2.2.1 Расчет момента на рулевом колесе при повороте на месте для рулевого управления Lada Niva Travel без усилителя

2.2.1.1 Момент трения скольжения отпечатка шины по опорной поверхности

$$M_{\varphi} = 2 \cdot 0.375 \cdot G_k \cdot \varphi \cdot \frac{(S_{ш})^{0.5}}{\eta_{шк}} = 2 \cdot 0.375 \cdot 4027 \cdot 0.8 \cdot \frac{(0.0487)^{0.5}}{0.95} = 635,91 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (52)$$

« G_k - нагрузка на одно управляемое колесо; $G_k = 4027 \text{ Н}$ при конструктивной нагрузке и распределении нагрузки по осям 50/50 %;

φ - Коэффициент сцепления колес с дорогой; $\varphi = 0,8$ (асфальтовое покрытие);

$S_{ш}$ - площадь контактного отпечатка шины;

$$S_{ш} = B \cdot l = 0,205 \cdot 0,2495 = 0,0487 \text{ м}^2 \quad (53)$$

B - ширина шины; $B = 0,205 \text{ м}$ для регламентируемых для Lada Niva Travel шин 205/75 R 15;

l - длина опорной поверхности шины;»[4] Показано на рисунке 14.

$$l = 2 \cdot (r_{св}^2 - r_{см}^2) = 2 \cdot (0,381^2 - 0,321^2)^{0,5} = 0,2495 \text{ м} \quad (54)$$

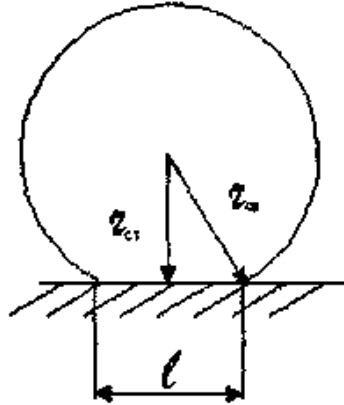


Рисунок 14 - К расчету усилия на рулевом колесе при повороте на месте.

« $r_{св}$ - свободный радиус шины; $r_{св} = 0,381$ м для шины 205/75 R 15;

$r_{см}$ - статический радиус шины; $r_{см} = 0,321$ м при конструктивной нагрузке;

$\eta_{пр}$ - КПД привода; $\eta_{пр} = 0,95$.»[4]

2.2.1.2 Момент сопротивления повороту колеса:

$$M_f = \left| 2 \cdot G_k \cdot f \cdot \frac{(r_u - r_{см} \cdot (\gamma + \beta))}{\eta_{пр}} \right| = \left| 2 \cdot 4562,5 \cdot 0,014 \cdot \frac{(0,065 - 0,321 \cdot (0 + 0,2356))}{0,95} \right| = 3,33 \text{ Нм} \quad (55)$$

« G_k - нагрузка на одно управляемое колесо; $G_k = 4562,5H$ при конструктивной нагрузке и распределении нагрузки по осям 50/50 %;

f - Коэффициент сопротивления качению; $f = 0,014$ для асфальтового покрытия;

r_u - длина цапфы колеса; $r_u = 0,065$ м;

$r_{см}$ - статический радиус шины; $r_{см} = 0,381$ м при конструктивной нагрузке;

γ - угол развала колеса; для Lada Niva Travel $\gamma = 0^\circ \pm 30^\circ$ принимаем $\gamma = 0^\circ$;

β - поперечный угол наклона шкворня; $\beta = 13^\circ 30' = 0,2356$ радиана;

$\eta_{пр}$ - КПД привода; $\eta_{пр} = 0,95$.»[4]

2.2.1.3 Стабилизирующий момент от вертикальной нагрузки на колесах

$$\begin{aligned} M_{cm} &= 2 \cdot G_k \cdot (a + r_{cm} \cdot \tan \beta) \cdot \left\{ \frac{1 + \tan^2 \xi}{1 + \tan^2 \xi + \tan^2 \beta} \right\}^{0,5} \cdot \sin \beta \cdot \sin \theta \cdot \cos \xi \cdot \eta_{np} = \\ &= 2 \cdot 4027 \cdot (-0,01 + 0,321 \cdot \tan 0,2356) \cdot \left\{ \frac{1 + \tan^2 0,026}{1 + \tan^2 0,026 + \tan^2 0,2356} \right\}^{0,5} \cdot \sin 0,2356 \cdot \\ &\cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 0,026 \cdot 0,95 = 80,12 \text{ Нм} \end{aligned}$$

(56)

« G_k - нагрузка на одно управляемое колесо; $G_k = 4027$ Н при конструктивной нагрузке и распределении нагрузки по осям 45/50 %;

a - плечо обкатки; для Lada Niva Travel $a = +0,02$ м;

r_{cm} - статический радиус шины; $r_{cm} = 0,321$ м при конструктивной нагрузке;

β - поперечный угол наклона шкворня; $\beta = 0,242$ радиана;

ξ - продольный угол наклона оси шкворня; $\beta = 3^\circ 30' = 0,061$ радиан;

θ - средний угол поворота колес; принимаем $\theta = 30^\circ$;

η_{np} - КПД привода; $\eta_{np} = 0,95$.»[4]

2.2.1.4 Суммарный момент сопротивления повороту управляемых колес

$$M_c = M_\varphi + M_f + M_{cm} = 635,91 + 3,33 + 80,12 = 719,36 \text{ Н} \quad (57)$$

« M_φ - момент трения скольжения отпечатка шины по опорной поверхности на одно колесо; $M_\varphi = 635,91$ Нм по расчету (52);

M_f - момент сопротивления повороту колеса; $M_f = 3,33$ Нм по расчету (55);

M_{cm} - стабилизирующий момент от вертикальной нагрузки на колесах;

$M_{cm} = 80,12$ Нм по расчету (56).»[4]

2.2.1.5 Момент на рулевом колесе

$$M_{pk} = \frac{M_c}{\eta_{py} \cdot u} = \frac{719,36}{0,85 \cdot 20} = 33,85 \text{ Нм} \quad (58)$$

« M_c - суммарный момент сопротивления повороту управляемых колес;

$$M_c = 390,82 \text{ Н по} \quad (57)$$

η_{py} - КПД рулевого управления; $\eta_{py} = 0,85$;

u - передаточное число рулевого управления в целом; $u = 20$.»[4]

2.2.1.6 Усилие на рулевом колесе

$$P_{pk} = \frac{M_{pk}}{r_{pk}} = \frac{33,85}{0,19} = 178,16 \text{ Н} \quad (59)$$

« M_{pk} - момент на рулевом колесе; из формулы (7) $M_{pk} = 33,85$ Нм; r_{pk} - радиус рулевого колеса; для Lada Niva Travel $r_{pk} = 0,19$ м.

На рисунке 15 представлено изменение величины момента на рулевом колесе в зависимости от угла поворота рулевого колеса для рулевого управления Lada Niva Travel без усилителя и с электрическим усилителем, характеристика компенсации которого описана ниже.»[4]

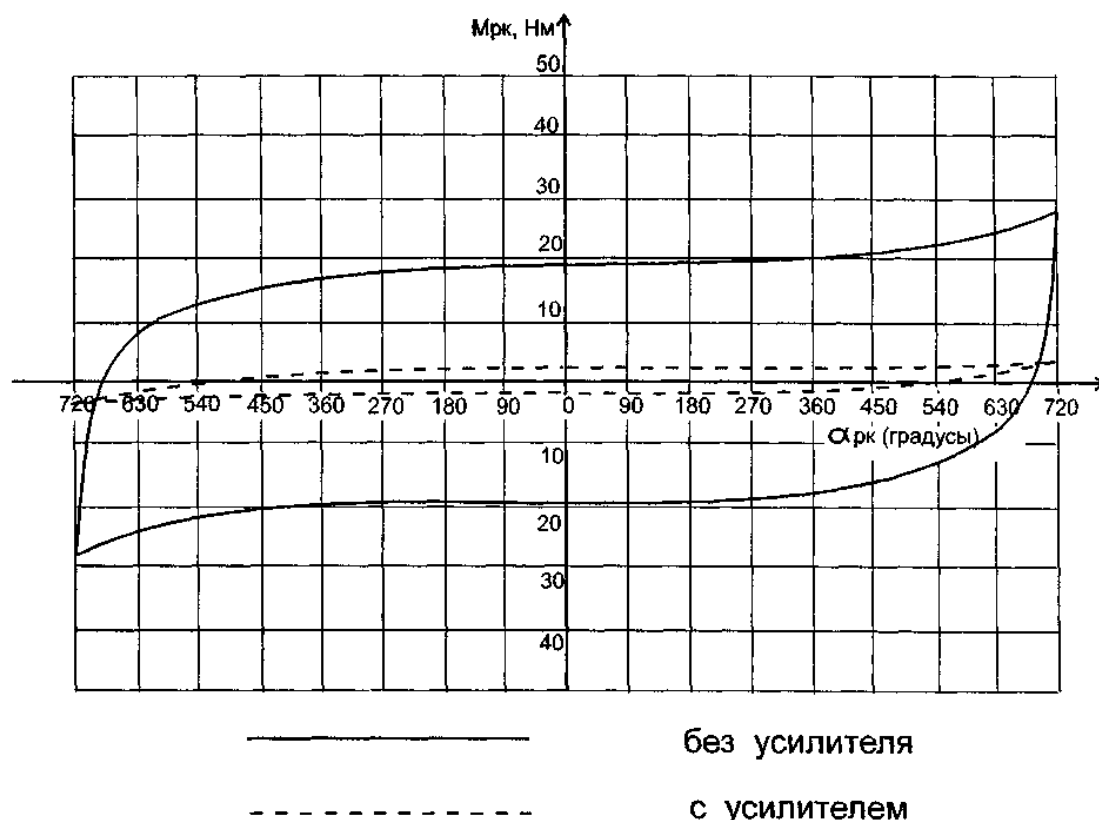


Рисунок 15 – «Зависимость усилия на рулевом колесе LADA NIVA TRAVEL (рулевой механизм с переменным передаточным числом) от угла поворота рулевого колеса»[4]

2.2.2 Расчет червячного редуктора

2.2.21 Выбор передаточного числа

«Исходя из мощности электродвигателя (250 Вт) и величины требуемого момента компенсации (30 Нм) выбираем передаточное число редуктора $u = 24$. Для плавной передачи крутящего момента в переходных режимах принимаем число зубьев червячного колеса $Z_2 = 48$, тогда число витков червяка»[4]

$$Z_1 = \frac{Z_2}{u} = \frac{48}{24} = 2. \quad (60)$$

2.2.22 Выбор материалов червячного колеса и червяка

«Редуктор должен работать продолжительное время (не менее 8500 часов по техническим требованиям (см. п.2.2.2.1), режим работы неравномерный. Исходя из этого, для червячного колеса принимаем оловянную бронзу Бр. ОФ 6,5-0,15 (ГОСТ 10025-78) с допустимым напряжением растяжения $\sigma_B = 370$ МПа, метод изготовления колеса - центробежное литье.

Для червяка выбираем сталь 40Х с закалкой ТВЧ до HRC = 50...55 и последующей шлифовкой.»[4]

2.2.2.3 Расчет межосевого расстояния редуктора из условия контактной прочности

$$A \geq \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \cdot \left\{ \left(169 \cdot \frac{q}{Z_2} \cdot \frac{1}{[\sigma]_K} \right)^2 \cdot M_2 \cdot K \right\}^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{48}{6} + 1 \right) \cdot \left\{ \left(169 \cdot \frac{6}{48} \cdot \frac{1}{290} \right)^2 \cdot 30000 \cdot 1.3 \right\}^{\frac{1}{3}} = 40.43 \text{ мм} \quad (61)$$

« Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

q - относительная толщина червяка; в целях уменьшения габаритов редуктора принимаем $q = 6$;

$[\sigma]_K$ - допускаемые контактные напряжения для червячного колеса:»[4]

$$[\sigma]_K = C \cdot \sigma_B \cdot k_{ph} = 0,9 \cdot 370 \cdot 0,872 = 290 \text{ МПа}, \quad (62)$$

« C - эмпирический коэфф-т; по данным $C = 0,9$ для червяков с

HRC > 45;

$[\sigma]_B$ - допустимое напряжение растяжения материала колеса; для

Бр.ОФ6,5-0,15, $[\sigma]_B = 370$ МПа;

k_{pH} - Коэффициент режима нагрузки;»[4]

$$k_{pH} = \left(\frac{10^6}{N_u}\right)^{1/8} = \left(\frac{10^6}{3 \cdot 10^6}\right)^{1/8} = 0,872, \quad (63)$$

« N_u - число циклов нагружения для редуктора за весь срок службы; по техническим требованиям срок службы усилителя 8500 часов = $3 \cdot 10^6$ секунд, предполагая один цикл включения в секунду, принимаем $N_u = 3 \cdot 10^6$;

M_2 - наибольший момент на червячном колесе;

$M_2 = M_{кoмn} = 30H_M = 30000$ Нмм;

K - Коэффициент нагрузки; для неравномерной нагрузки $K = 1,3$.

Принимаем $A = 40,5$ без обращения к ГОСТ 2144-66, т.к. редуктор не является самостоятельным агрегатом.»[4]

2.2.24 Осевой модуль зацепления

$$m_s = 2 \cdot \frac{A}{(Z_2 + q)} = 2 \cdot \frac{40,5}{48 + 6} = 1,5, \quad (64)$$

« A - межосевое расстояние редуктора; принято $A = 40,5$ мм; Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$; q - относительная толщина червяка; $q = 6$.

По ГОСТ 2144-66 принимаем $m_s = 1,5$.»[4]

2.2.2.5 Основные геометрические размеры червяка

«а) диаметр делительной окружности»[4]

$$d_{o1} = q \cdot m_s = 6 \cdot 1,5 = 9 \text{ мм} \quad (65)$$

« q - относительная толщина червяка; $q = 6$; m_s - осевой модуль зацепления;

$m_s = 1,5$.

б) диаметр выступов»[4]

$$D_{el} = m_s \cdot (q + 2) = 1,5 \cdot (6 + 2) = 12 \text{ мм}, \quad (66)$$

« m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$; q - относительная толщина червяка; $q = 6$.

в) диаметр по впадинам»[4]

$$D_{il} = D_{el} - 2 \cdot h \cdot m_s = 12 - 2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 9 \text{ мм}, \quad (67)$$

«г) длина нарезанной части»[4]

$$L = (11 + 0,06 \cdot Z_2) \cdot m_s = (11 + 0,06 \cdot 48) \cdot 1,5 = 16,7 \text{ мм}, \quad (68)$$

« Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$.

Принимаем зону под закалку $L_2 = 20$ мм, длину нарезанной части

$L_H = 40$ мм (с учетом технологии).»[4]

2.2.2.6 Основные геометрические размеры червячного колеса

«а) диаметр делительной окружности»[4]

$$d_{\partial 2} = Z_2 \cdot m_s = 48 \cdot 1,5 = 72 \text{ мм}, \quad (69)$$

« Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$.

б) диаметр выступов»[4]

$$D_{el} = m_s (Z_2 + 2) = 1,5 \cdot (48 + 2) = 75 \text{ мм}, \quad (70)$$

« m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$;

Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$.

в) ширина зубчатого венца»[4]

$$0,75 \cdot D_{el} = 0,75 \cdot 75 = 56 \text{ мм} > b, \quad (71)$$

«из условий компоновки принимаем $b = 10$ мм.

2.2.2.7 Скорость скольжения»[4]

$$V_{ск} = \omega_1 \cdot \frac{d_{\partial 1}}{2000 \cdot \cos \lambda_d} = 336 \cdot \frac{9}{2000 \cdot \cos 26^{\circ} 56' 28''} = 1,7 \text{ м/с} \quad (72)$$

« ω_1 - скорость вращения червяка:

$$\omega_1 = \omega_{pk} \cdot u = 14 \cdot 24 = 336 \text{ рад/сек}, \quad (73)$$

ω_{pk} - наибольшая скорость вращения рулевого колеса; принимаем

$\omega_{pk} = 800$ градусов/сек = 14 рад/сек;

u - передаточное число редуктора; $u = 24$;

$d_{\partial 1}$ - делительный диаметр червяка; $d_{\partial 1} = 9$ мм;

λ_δ - угол подъема витков червяка; принимаем $\lambda_\delta = 26^\circ 56' 28''$ для червяка с $Z_1=2$ и $q = 6$ по ГОСТ 2144-60.»[4]

2.2.2.8 Расчетный Коэффициент полезного действия (кпд) передачи

$$\eta = (\eta_n^n) \cdot \eta_p \cdot \eta_{зз} \cdot \eta_{ен} = (0,995)^2 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,92 = 0,92, \quad (74)$$

« η_n - кпд одной пары подшипников; $\eta_n = 0,995$ для подшипников качения;

n - число пар подшипников; $n = 2$;

η_p - кпд с учетом потерь на перемешивание смазки; $\eta_p = 0,99$ для пластической смазки;

$\eta_{зз}$ - кпд с учетом потерь в зубчатом зацеплении; при хорошей приработке зубьев колеса к виткам червяка $\eta_{зз} = 0,98$;

$\eta_{ен}$ - кпд с учетом потерь в винтовой паре:»[4]

$$\eta_{ен} = \operatorname{tg} \lambda_\delta / \operatorname{tg}(\lambda_\delta + p) = \operatorname{tg} 26^\circ 56' 28'' / \operatorname{tg}(26^\circ 56' 28'' + 2^\circ) = 0,92, \quad (75)$$

« λ_δ - угол подъема витков червяка; $\lambda_\delta = 26^\circ 56' 28''$;

p - угол трения; по таблице 8.4 (2) для $V_{ск} = 1,7$ м/с $p = 2^\circ$.»[4]

2.2.2.9 Эквивалентное число зубьев колеса

$$Z_{э2} = Z_2 / \cos^3 \lambda_\delta = 48 / \cos^3 26^\circ 56' 28'' = 67,75, \quad (76)$$

« Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

λ_δ - угол подъема витков червяка; $\lambda_\delta = 26^\circ 56' 28''$.

По таблице 6.6. (2) выбираем Коэффициент формы зуба $y_{э2} = 0,476$.»[4]

2.2.2.10 Расчетное напряжение изгиба в основании зуба колеса

$$\sigma_{-1u} = \frac{1,2 \cdot M_2 \cdot K \cdot \gamma}{y_{э2} \cdot m_s \cdot d_{o1} \cdot d_{o2}} = \frac{1,2 \cdot 30000 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{0,476 \cdot 1,5 \cdot 9 \cdot 72} = 59,79 \text{ МПа}, \quad (77)$$

« M_2 - наибольший момент на червячном колесе;»[4]

$M_2 = M_{кoмn} = 30 \text{ Нм} = 30000 \text{ Нмм}$;

« K - Коэффициент нагрузки; для неравномерной нагрузки $K = 1,3$;

γ - коэффициент износа зубьев; принимаем $\gamma = 1,3$;

$y_{\varepsilon 2}$ - Коэффициент формы зуба; $y_{\varepsilon 2} = 0,476$;

m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$;

d_{d1} - делительный диаметр червяка; $d_{d1} = 9$ мм;

d_{d2} - делительный диаметр червячного колеса; $d_{d2} = 72$ мм.»[4]

2.2.2.11 Допустимое напряжение изгиба

$$[\sigma_{-1}]_{и} = 0,2 \cdot \sigma_B \cdot k_{рн} = 0,2 \cdot 370 \cdot 0,872 = 64,53 \text{ МПа}, \quad (78)$$

« σ_B - допустимое напряжение растяжения для червячного колеса; $\sigma_B = 370$ МПа;

$k_{рн}$ - Коэффициент режима нагрузки; $k_{рн} = 0,872$.

Поскольку $[\sigma_{-1}]_{и} = 64,53 \text{ МПа} > \sigma_{-1} = 59,79 \text{ МПа}$, то условие прочности по изгибу зуба червячного колеса выполняется.»[4]

2.2.3.1 Расчет ведущего вала электрического усилителя рулевого управления на прочность и угол скручивания

«Проведем расчет верхнего вала рулевого управления на прочность и определим угол закручивания.

Расчетная схема представлена на рисунке 16 для упрощения расчетов вал разбит на девять участков.»[4]

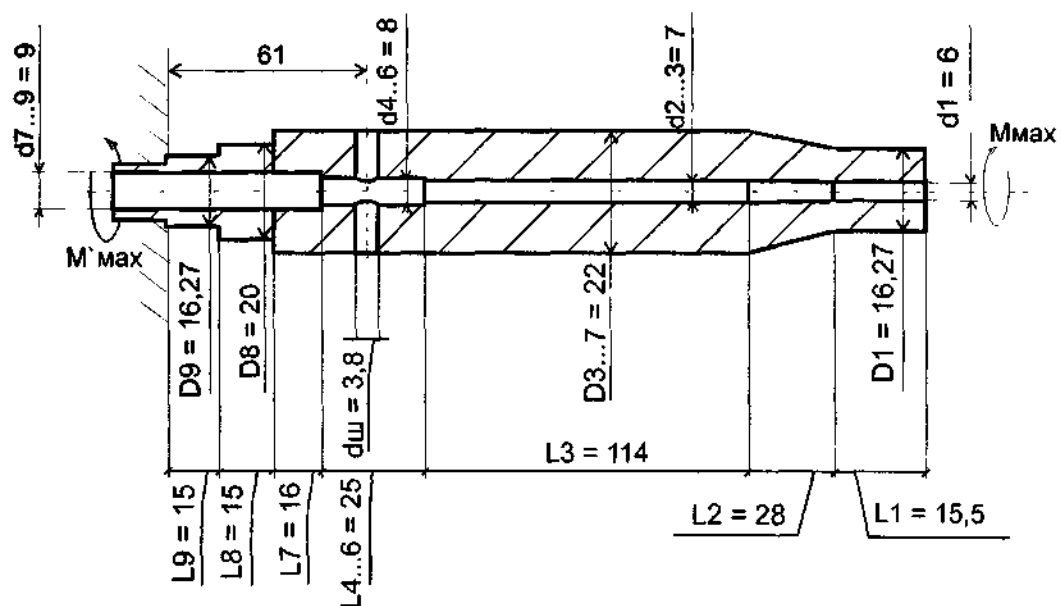


Рисунок 16 - Схема для расчета ведущего вала электроусилителя на кручение

«Максимальный момент M_{max} , нагружающий верхний вал рулевого управления, принимается равным 200 Нм.

Материал рулевого вала - сталь 40Х.

Наибольшее касательное напряжение скручивания на каждом участке:»[4]

$$\tau_{\max 1} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_1}{3,14 \cdot (D_1^4 - d_1^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,0163 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,0163^4 - 0,006^4)} = 240 \text{ МПа}, \quad (79)$$

$$\tau_{\max 2} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_2}{3,14 \cdot (D_2^4 - d_2^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,01915 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,01915^4 - 0,007^4)} = 148 \text{ МПа}, \quad (80)$$

$$\tau_{\max 3} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_3}{3,14 \cdot (D_3^4 - d_2^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,022 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,007^4)} = 96,6 \text{ МПа}, \quad (81)$$

$$\tau_{\max 4} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_4}{3,14 \cdot (D_4^4 - d_3^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,022 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,008^4)} = 97,4 \text{ МПа} \quad (82)$$

$$\tau_{\max 5} = \frac{M_{\max}}{3,14 \cdot \frac{D_5^3}{16} - b \cdot t \cdot \frac{(D_5 - t)^2}{D_5} - 3,14 \cdot \frac{d_3^3}{16}} = \frac{200}{3,14 \cdot \frac{0,022^3}{16} - 0,0038 \cdot 0,008 \cdot \frac{(0,022 - 0,008)^2}{0,022} - 3,14 \cdot \frac{0,008^3}{16}} = 116 \text{ МПа} \quad (83)$$

$$\tau_{\max 6} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_7}{3,14 \cdot (D_6^4 - d_3^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,022 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,009^4)} = 98,4 \text{ МПа} \quad (84)$$

$$\tau_{\max 7} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_8}{3,14 \cdot (D_7^4 - d_4^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,02 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,009^4)} = 98,4 \text{ МПа} \quad (85)$$

$$\tau_{\max 8} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_8}{3,14 \cdot (D_8^4 - d_4^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,02 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,02^4 - 0,009^4)} = 132,8 \text{ МПа} \quad (86)$$

$$\tau_{\max 9} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_9}{3,14 \cdot (D_9^4 - d_4^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,01627 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,01627^4 - 0,009^4)} = 261 \text{ МПа} \quad (87)$$

« M_{max} - наибольший момент на рулевом валу; $M_{max} = 200$ Нм при начале движения от бордюра;

$D_{1...9}$ - диаметры соответственного участка вала; $D_1 = 0,0163$ м (диаметр по впадинам зубьев), $D_2 = (D_1 + D_3)/2 = (0,0163 + 0,022)/2 = 0,01915$ м, $D_3 = D_4 = D_5 = D_6 = D_7 = 0,022$ м, $D_8 = 0,02$ м, $D_9 = 0,0163$ м (по впадинам зубьев шлицев);

d_1, d_2, d_3, d_4 - внутренние диаметры участков рулевого вала;

$d_1 = 0,006$ м (после обжатия), $d_2 = d_3 = 0,007$ м; $d_4 = d_5 = d_6 = 0,008$ м,
 $d_7 = d_8 = d_9 = 0,009$ м.

Наибольшее напряжение - на девятом участке (по шлицам):

$\tau_{\max 9} = 261 \text{ МПа}$. Допускаемое нормальное напряжение:»[4]

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{900 \text{ МПа}}{2,0} = 450 \text{ МПа} \quad (88)$$

« σ_T - напряжение текучести, $\sigma_T = 900$ МПа для стали 40Х;

n_T - запас по напряжению текучести, принимается $n_T = 2,0$.

Допускаемое напряжение текучести:»[4]

$$[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma] = 0,6 \cdot 450 \text{ МПа} = 270 \text{ МПа} \quad (89)$$

« $[\sigma]$ - допустимое нормальное напряжение; $[\sigma] = 450$ МПа.

$\tau_{\max 1} = 261 \text{ МПа} < [\tau] = 270 \text{ МПа}$, следовательно, вал проходит по прочности.

Определим угол закручивания рулевого вала:»[4]

$$\varphi = M_{\max} \cdot \frac{L}{G \cdot J_p} \quad (90)$$

« G - модуль упругости второго рода; для Стали 30ХГСА

$G = 7,9 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ (стр.165, табл. 10 (9));

J_p - полярный момент сечения вала:»[4]

$$J_p = 3,14 \cdot (D^4 - d^4) / 32, \quad (91)$$

« D_i - наружный диаметр i - участка вала, м;

d_j - внутренний диаметр вала, м. Подставляя формулу (33) в формулу

(32), получаем»[4]

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{M_{\max} \cdot L_i \cdot 32}{G \cdot 3,14 \cdot (D_i^4 - d_j^4)} = \frac{200 \cdot L_i \cdot 32}{7,9 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot (D_i^4 - d_j^4)} = \frac{2,58 \cdot 10^{-8} \cdot L_i \cdot 180}{3,14 \cdot (D_i^4 - d_j^4)} = \\ &= \frac{1,48 \cdot 10^{-6} L_i}{D_i^4 - d_j^4} \end{aligned} \quad (92)$$

« L_i - длина i - участка вала; $L_1 = 0,0155$ м, $L_2 = 0,028$ м, $L_3 = 0,114$ м, $L_{4-6} = 0,025$ м; $L_7 = 0,016$ м, $L_8 = 0,015$ м, $L_9 = 0,015$ м ;

D_i - наружный диаметр вала; $D_1 = 0,0163$ м, $D_2 = 0,01915$ м, $D_3 = D_4 = D_5 = D_6 = D_7 = 0,022$ м, $D_8 = 0,02$ м, $D_9 = 0,0163$ м (по впадинам зубьев шлицев);

d_j - внутренний диаметр вала; $d_1 = 0,006$ м (после обжатия), $d_2 = d_3 = 0,007$ м; $d_4 = d_5 = d_6 = 0,008$ м, $d_7 = d_8 = d_9 = 0,009$ м:»[4]

$$\varphi_1 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0155}{(0,0163)^4 - (0,006)^4} = 0,331 \text{ градуса} \quad (93)$$

$$\varphi_2 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,028}{0,01915^4 - 0,007^4} = 0,314 \text{ градуса}; \quad (94)$$

$$\varphi_3 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,114}{0,022^4 - 0,007^4} = 0,728 \text{ градуса}; \quad (95)$$

$$\varphi_{4-6} = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,025}{0,022^4 - 0,008^4} = 0,161 \text{ градуса}; \quad (96)$$

$$\varphi_7 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6}}{0,022^4 - 0,009^4} = 0,104 \text{ градуса}; \quad (97)$$

$$\varphi_8 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,015}{0,02^4 - 0,009^4} = 0,145 \text{ градуса}; \quad (98)$$

$$\varphi_9 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,015}{0,0163^4 - 0,009^4} = 0,347 \text{ градуса}. \quad (99)$$

«Суммарный максимальный угол закручивания вала:»[4]

$$\varphi_{\Sigma} = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \varphi_5 + \varphi_6 + \varphi_7 + \varphi_8 + \varphi_9 = 0,331 + 0,314 + 0,728 + 0,161 + 0,104 + 0,145 + 0,147 = 2,13 \text{ градуса} < [\varphi] = 3 \text{ градуса} \quad (100)$$

« $[\varphi]$ -допустимый угол закручивания вала, $[\varphi] = 3$ градуса»[4]

2.2.3.2 Проверка шлицев ведущего вала электрического усилителя рулевого управления на прочность

«Треугольные шлицы проверяют на смятие (см. Рисунок 17)

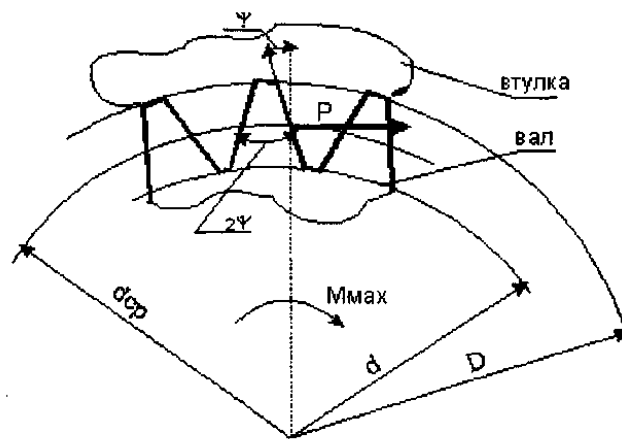


Рисунок 17 - Схема к расчету шлицев вала рулевого управления на смятие.

«Принимаем, что по боковым поверхностям нагрузка распределена равномерно, из-за неточности изготовления по шагу в зацеплении участвуют 0,75 общего числа зубьев.

Средний диаметр шлицевого соединения:»[4]

$$d_{cp} = (D + d) / 2 = (17,43 + 16,27) / 2 = 16,85 \text{ мм}, \quad (101)$$

« D - диаметр по вершинам шлицев; $D = 17,43$ мм по чертежу (см. графическую часть);

d - диаметр по впадинам шлицев; $d = 16,27$ мм по чертежу (см. графическую часть),

а) Расчет шлицев на заднем конце вала (под рулевое колесо).

Усилие, передаваемое одним зубом:»[4]

$$P = \frac{2 \cdot M_{\max}}{0,75 \cdot z \cdot d_{cp}} = \frac{2 \cdot 200}{0,75 \cdot 36 \cdot 0,01685} = 879 \text{ Н} \quad (102)$$

« M_{\max} - максимальный момент, прикладываемый водителем к валу;

$M_{\max} = 200$ Н из требований к рулевой колонке с усилителем;»[4]

« z - число шлицев; $z = 36$;

d_{cp} - средний диаметр; $d_{cp} = 16,85$ мм = 0,01685 м.

Площадь смятия:»[4]

$$F_{cm} = \frac{1 \cdot (D - d)}{2 \cdot \cos \psi} = \frac{12 \cdot (17,43 - 16,27)}{2 \cdot \sin 40} = 9 \text{ мм}^2 \quad (103)$$

« l -длина шлицев; $l = 12$ мм;

D - диаметр шлицев по вершинам; $D = 17,43$ мм;

d - диаметр шлицев по впадинам; $d = 16,27$ мм

ψ - половина угла при вершине шлица; $\psi = 40$ градусов.

Напряжение смятия:»[4]

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F_{cm}} = \frac{879}{9} = 97,8 \text{ МПа} \quad (104)$$

« P - усилие, передаваемое одним зубом; $P = 879$ Н по расчету (37);

F_{cm} - площадь смятия; $F_{cm} = 9$ мм² по расчету (38).

Предельно допустимое напряжение смятия:»[4]

$$[\sigma_{cm}] = 2 \cdot [\sigma] = 2 \cdot 100 = 200 \text{ МПа} \quad (105)$$

« $[\sigma]$ - предельно допустимое напряжение сжатия; $[\sigma] = 100$ МПа для стали легированной.»[4]

$\sigma_{см} = 97,8 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 200 \text{ МПа}$, таким образом, условие прочности на смятие «для шлицев под рулевое колесо ведущего вала электрического усилителя рулевого управления выполняется,

б) Расчет шлицев на переднем конце вала (под втулку).

Усилие, передаваемое одним зубом:»[4]

$$P = \frac{2 \cdot M_{\max}}{0.75 \cdot z \cdot d_{cp}} = \frac{2 \cdot 170}{0.75 \cdot 36 \cdot 0.01685} = 747 \text{ Н} \quad (106)$$

« M_{\max} - максимальный момент, передаваемый шлицевым соединением на втулку; $M_{\max} = 170 \text{ Н}$ при $M_{\max} = 200 \text{ Нм}$ и моменте на скручивание торсионного вала $M_{к\max} = 30 \text{ Нм}$ (торсион скручен до предела, M_{\max} передается с ведущего вала на ведомый через втулку на шлицах);

z - число шлицев; $z = 36$;

d_{cp} - средний диаметр; $d_{cp} = 16,85 \text{ мм} = 0,01685 \text{ м}$.»[4]

«Площадь смятия:»[4]

$$F_{см} = l \cdot (D - d) / (2 \cdot \cos \psi) = 8 \cdot (17,43 - 16,27) / (2 \cdot \sin 40) = 7,2 \text{ мм}^2, \quad (107)$$

« l - рабочая длина шлицев; $l = 8 \text{ мм}$ по чертежу (см. графическую часть);

D -диаметр шлицев по вершинам; $D = 17,43 \text{ мм}$;

d - диаметр шлицев по впадинам; $d = 16,27 \text{ мм}$;

ψ - половина угла при вершине шлица; $\psi = 40$ градусов.

Напряжение смятия:»[4]

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F_{см}} = \frac{747}{7,2} = 104 \text{ МПа}, \quad (108)$$

« P - усилие, передаваемое одним зубом; $P = 747 \text{ Н}$ по расчету (41);

$F_{см}$ - площадь смятия; $F_{см} = 7,2 \text{ мм}^2$ по расчету (42).

Предельно допустимое напряжение смятия:»[4]

$$[\sigma_{см}] = 2 \cdot [\sigma] = 2 \cdot 100 = 200 \text{ МПа}, \quad (109)$$

« $[\sigma]$ - предельно допустимое напряжение сжатия; $[\sigma] = 100$ МПа для стали легированной;

$\sigma_{см} = 104 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 200 \text{ МПа}$, таким образом, условие прочности на смятие для шлицев под втулку ведущего вала электрического усилителя рулевого управления выполняется.»[4]

2.2.3.3 Расчет требуемой жесткости пружин устройства регулировки рулевой колонки по углу наклона

«Жесткость пружин устройства регулировки рулевой колонки по углу наклона должна быть такой, чтобы при расстопоривании стопорного устройства в верхнем положении колонка не упала в нижнее положение без воздействия на нее водителя.

Определим момент от веса рулевой колонки, стремящийся опустить колонку:»[4] Исходя из рисунка 18.

$$M_{вес} = G_э \cdot h_1 + G_k \cdot h_2 + G_{pk} \cdot h_3 = 68,67 \cdot 0,097 + 9,81 \cdot 0,176 + 11,77 \cdot 0,286 = 11,75 \text{ Нм}, \quad (110)$$

« $G_э$, G_k и G_{pk} - вес соответственно электрического усилителя в сборе, кожуха рулевого управления с замком зажигания в сборе и рулевого колеса:»[4] Показано на рисунке

$$G_э = m_э \cdot g = 7 \cdot 9,81 = 68,67 \text{ Н}, \quad (111)$$

$$G_k = m_k \cdot g = 1 \cdot 9,81 = 9,81 \text{ Н}, \quad (112)$$

$$G_{pk} = m_{pk} \cdot g = 1,2 \cdot 9,81 = 11,77 \text{ Н}, \quad (113)$$

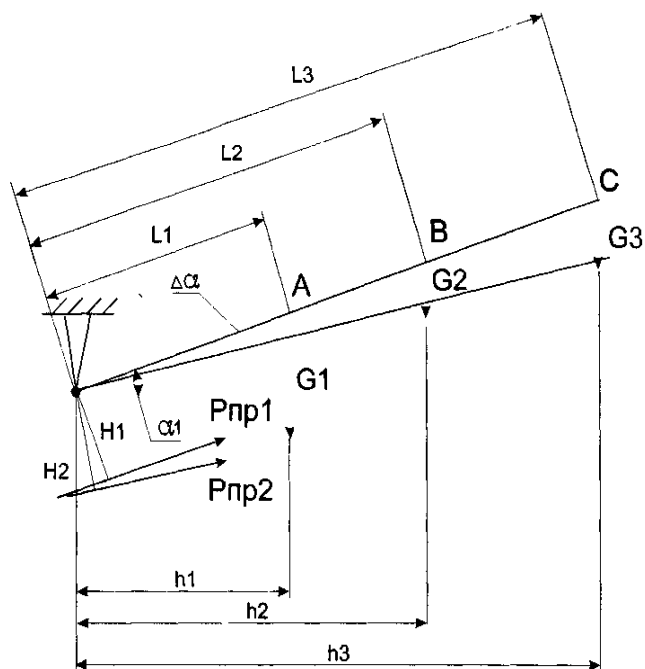


Рисунок 18 - К расчету жесткости пружин

« $m_э$ - масса электрического усилителя в сборе; $m_э = 7$ кг;

m_k - масса кожуха рулевой колонки с замком зажигания; $m_k = 1$ кг;

m_{pk} - масса рулевого колеса; $m_{pk} = 1,2$ кг

g - ускорение свободного падения; $g = 9,81$ Н;

h_1 , h_2 и h_3 - плечи действия весов соответственно электрического усилителя в сборе, кожуха рулевой колонки с замком зажигания и рулевого колеса:»[4]

$$h_1 = L_1 \cdot \cos \alpha_1 = 0,11 \cos 28,5 = 0,097 \text{ м}, \quad (114)$$

$$h_2 = L_2 \cdot \cos \alpha_1 = 0,20 \cdot \cos 28,5 = 0,176 \text{ м}, \quad (115)$$

$$h_3 = L_3 \cdot \cos \alpha_1 = 0,325 \cdot \cos 28,5 = 0,286 \text{ м}, \quad (116)$$

« L_1 , L_2 и L_3 - расстояния от оси поворота рулевой колонки до центра тяжести соответственно электрического усилителя в сборе, кожуха рулевой колонки с замком зажигания и рулевого колеса; $L_1 = 0,11$ м, $L_2 = 0,20$, $L_3 = 0,325$ м выбираем по чертежу (см. графическую часть);

α_1 - угол наклона оси электроусилителя относительно горизонтали в верхнем положении рулевой колонки; $\alpha_1 = 28,5^\circ$ по чертежу (см. графическую часть).

Массы элементов и положение их центров масс взяты приблизительно.

Момент действия веса рулевой колонки $M_{вес} = 11,75 \text{ Нм}$ должен быть уравновешен действием двух пружин, жесткость которых требуется определить.

По чертежу (см. графическую часть) определяем плечо действия силы упругости пружин в верхнем и нижнем положении рулевой колонки: $H_1 = 0,070$, $H_2 = 0,076$ м. Определим силу, с которой каждая пружина должна сопротивляться падению рулевой колонки под действием веса:»[4]

$$F_n = \frac{M_{вес}}{2 \cdot H} = \frac{11,75}{2 \cdot 0,072} = 81,6 \text{ Н}, \quad (117)$$

« $M_{вес}$ - момент действия веса рулевой колонки; $M_{вес} = 11,75 \text{ Нм}$ по расчету;

H - плечо действия силы упругости пружины; принимаем, что пружины останавливают падение рулевой колонки при деформации 2мм (полная величина деформации пружины при переводе рулевой колонки из верхнего положения в нижнее составляет 5мм), при этом плечо действия сил упругости пружин составит $H = 0,072 \text{ м}$.

Жесткость пружин (при линейной характеристике):»[4]

$$C = \frac{F_n}{\delta} = \frac{81,6}{0,002} = 40800 \text{ Н / м} = 40,8 \text{ кН / м}, \quad (118)$$

« F_n - сила упругости пружин; $F_n = 81,6 \text{ Н}$ по расчету (48);

δ - величина деформации пружины; $\delta = 0,002 \text{ м}$.

Принимаем жесткость пружин 40 кН/м.

Усилие, которое должен приложить водитель к рулевому колесу, чтобы опустить рулевую колонку в нижнее состояние:»[4]

$$F_{рк} = 2 \cdot \delta_n \cdot C \cdot \frac{H}{L_3} = 2 \cdot 0,003 \cdot 40000 \cdot \frac{0,076}{0,286} = 63,8 \cong 64 \text{ Н}, \quad (119)$$

« δ_n - величина, на которую нужно деформировать пружину, чтобы опустить рулевую колонку из положения равновесия в нижнее положение; $\delta_n = 0,003$ м (т.к. полная деформация 0,005м, начальная деформация 0,002м);

C - жесткость пружин; приняли $C = 40\ 000$ Н/м;

H - плечо действия силы упругости пружин в нижнем положении; $H = 0,076$ м;

L_3 - плечо действия силы от водителя; $L_3 = 0,286$ м.

«Жесткость пружины 2123-3403061, используемой в рулевой колонке LADA NIVA TRAVEL без усилителя, составляет 9,3 кН/м, что меньше требуемой 40кН. Следовательно, использовать пружину 2123-3403061 в рулевой колонке с электрическим усилителем рулевого управления при выбранной компоновочной схеме нельзя, требуется изготовление оригинальной»[4]]

2.2.3.4 Нагрузки и напряжения сжатия во втулке распорной оси поворота рулевой колонки

«Сила, действующая на втулку при работе усилителя (Рисунок 19)

$$R = \frac{M_p}{L} = \frac{30}{0,14} = 214,3H, \quad (120)$$

« M_p - наибольший реактивный момент при работе усилителя;

$M_p = 30$ Нм;

L - плечо момента; $L = 0,14$ м по Рисунок 18

Удельное давление во втулке (предполагаем, что нагрузка распределена по поверхности втулки равномерно):»[4]

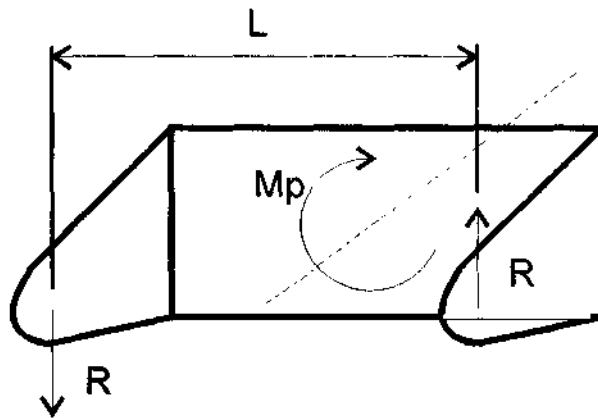


Рисунок 19 - К расчету нагрузок на втулке распорной оси поворота рулевой колонки

$$P_y = \frac{R}{S} = \frac{214,3}{0,00004} = 5,35 \text{ МПа}, \quad (121)$$

« R - сила, действующая на втулку; $R=214,3$ Н по расчету;

S - площадь втулки, на которую оказывается давление;»[4]

$$S = d \cdot l = 0,016 \cdot 0,0025 = 0,00004 \text{ м}^2, \quad (122)$$

« d - диаметр внутренней поверхности втулки; $d = 0,016$ м;

l - ширина втулки, подвергающаяся смятию; $l = 0,0025$ м.

Для втулки колонки LADA NIVA TRAVEL, изготовленной из угленаполненного полиамида ПА66 допустимое напряжение сжатия $[\sigma] = 70$ МПа (таб.18(9)), следовательно, обеспечивается запас прочности»[4]

$$K = \frac{[\sigma]}{P_y} = \frac{70}{5,35} = 13. \quad (123)$$

«Вывод: допускается использование втулки распорной в проектируемой рулевой колонке с электрическим усилителем рулевого управления.»[4]

2.2.3.5 Расчет усилия затяжки стопорного устройства

«Максимальное вертикальное усилие в узле стопорения:»[4]

$$F_{\max} = F_1 \cdot \frac{L_1}{L_2} = 200 \cdot \frac{0,354}{0,162} = 437 \text{ Н}, \quad (124)$$

« F_1 - наибольшее вертикальное усилие, приложенное к рулевому колесу;

$F_1=200$ Н, что принято на основании опыта специалистами ВАЗа; L_1 -плечо действия силы F_1 ; $L_1= 0,354$ м по Рисунок 19; L_2 -плечо действия силы F_{max} ; $L_2=0,162$ м по Рисунок 20.»[4]

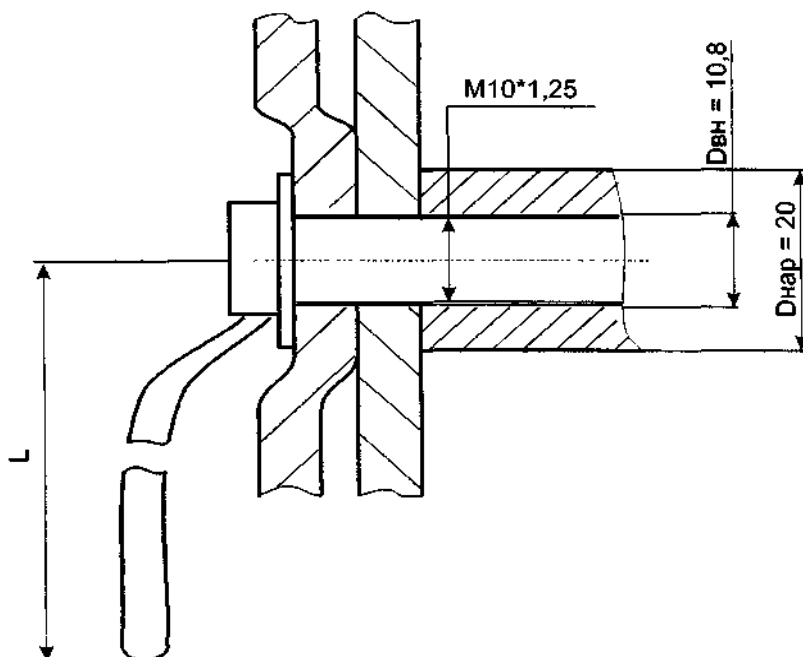


Рисунок 20 - Схема к расчету узла стопорения и регулировки положения рулевой колонки

«Требуемая величина осевого сжатия:»[4]

$$P_{сж} = \frac{F_{max}}{f \cdot n} = \frac{437}{0,08 \cdot 4} = 1365,6 \text{ Н} , \quad (125)$$

« F_{max} - максимальное требуемое вертикальное усилие в стопорном устройстве; $F_{max} = 437$ Н по расчету;

f - Коэффициент трения металла по металлу; $f = 0,08...0,1$; n - число пар трения; $n = 4$ без учета взаимного трения кронштейнов.

Момент затяжки:»[4]

$$M_{зат} = P_{сж} \cdot \frac{0,161 \cdot P + 0,583 \cdot \mu_{общ} \cdot d_2 + 0,25 \cdot \mu_{общ} \cdot (D_{нар} - D_{вн})}{1000} = , \quad (126)$$

$$= 1365,6 \cdot \frac{0,161 \cdot 1,25 + 0,583 \cdot 0,17 \cdot 9,188 + 0,25 \cdot 0,17 \cdot (20 - 10,8)}{1000} = 2,05 \text{ Нм}$$

« $P_{сж}$ -требуемая величина осевого сжатия;

$P_{сж}=1365,6$ Н по расчету

P - шаг резьбы; $P = 1,25$ мм для используемой резьбы;

$\mu_{общ}$ - коэфф-т, учитывающий попадание смазки в резьбу; принимаем $\mu_{общ} = 0,17$;

d_2 - средний диаметр резьбы; для резьбы М10·1,25 $d_2 = 9,188$ мм;

$D_{нар}$ - наружный диаметр поверхности трения (втулки и шайбы);

$D_{нар} = 20$ мм (см. Рисунок 20);

$D_{вн}$ - внутренний диаметр поверхности трения (диаметр отверстия под винт); $D_{вн} = 10,8$ мм (см. Рисунок 20).

Усилие на рукоятке:»[4]

$$P_p = \frac{M_{зам}}{L} = \frac{2,05}{0,11} = 18,64Н, \quad (127)$$

« $M_{зам}$ - момент затяжки; $M_{зам} = 2,05$ Нм по расчету;

L - длина рукоятки стопорного устройства; $L = 0,11$ м (рукоятка стопорного устройства рулевой колонки).»[4]

2.2.3.6 Расчет винтов крепления кронштейна к корпусу усилителя

«Вследствие возникновения реактивного момента при работе усилителя он будет стремиться повернуться в сторону противоположную вращению рулевого вала. При этом будут значительно нагружаться винты, соединяющие кронштейн крепления рулевой колонки в сборе с каркасом кузова и корпус усилителя рулевого управления. Винты будут подвергаться воздействию поперечной силы, вызывающей возникновение напряжений среза. Подбираем требуемый диаметр винтов. Максимальный реактивный момент $M_p = 30$ Нм

r_i - расстояние от оси выходного вала усилителя до оси винта (см. Рисунок 20).»[4]

$$r_1 = (x_1^2 + y_1^2)^{0,5} = (52^2 + 20^2)^{0,5} = 55,7 \text{ мм} = 0,0557 \text{ м}, \quad (128)$$

$$r_2 = (x_2^2 + y_2^2)^{0,5} = (30^2 + 22^2)^{0,5} = 37,20 \text{ мм} = 0,0372 \text{ м}, \quad (129)$$

$$r_3 = (x_3^2 + y_3^2)^{0,5} = (32^2 + 18^2)^{0,5} = 36,72 \text{ мм} = 0,0367 \text{ м}, \quad (130)$$

где x и y - координаты оси винта (смотри Рисунок 21).

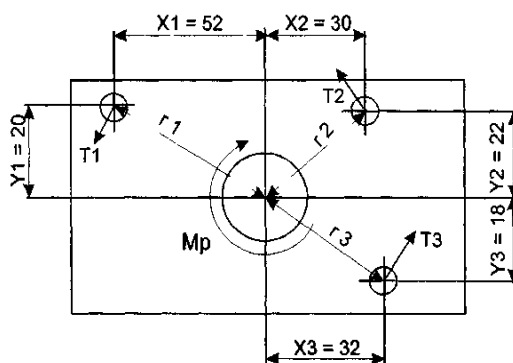


Рисунок 21 - Расчетная схема для определения размеров винтов

«Наиболее нагружен винт 3, подбираем размер винтов из условия нагруженности всех трех винтов поперечной силой:»[4]

$$T = T_3 = M_p / r_3 = 30 \text{ Нм} / 0,0367 \text{ м} = 817,4 \text{ Н}, \quad (131)$$

« M_p - наибольший реактивный момент при работе усилителя;

$M_p = 30 \text{ Нм}$;

r_3 - расстояние от оси выходного вала усилителя до оси винта 3;

$r_{i3} = 0,0367 \text{ м}$.

Допускаемое напряжение растяжения:»[4]

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n_T]} = \frac{785 \text{ МПа}}{7,5} = 104,67 \text{ МПа}, \quad (132)$$

« σ_T - предел текучести для стали 35Х, $\sigma_T = 785 \text{ МПа}$;

$[n_m]$ - Коэффициент прочности; $[n_m] = 7,5$

Необходимое усилие затяжки винтов:»[4]

$$V = \frac{T \cdot k}{f \cdot i \cdot z} = \frac{817,4 \text{ Н} \cdot 1,5}{0,15 \cdot 1 \cdot 3} = 2724 \text{ Н} = 2,72 \text{ кН}, \quad (133)$$

« T - поперечное усилие, действующее на каждый винт; $T = 817,4 \text{ Н}$;

k - Коэффициент запаса по сдвигу деталей; $k = 1,5$;

f - Коэффициент трения, $f = 0,15$;

i - число стыков; $i = 1$;»[4]

« z - число винтов; $z = 3$.

Расчетное усилие затяжки винта»[4]

$$V_{расч} = 1,3 \cdot V = 1,3 \cdot 2,72 \text{ кН} = 3,54 \text{ кН}. \quad (134)$$

«Внутренний диаметр резьбы:»[4]

$$d \geq \frac{4 \cdot V_{расы}}{(\pi \cdot [\sigma]_p)^{0,5}} \frac{4 \cdot 3540H}{(3,14 \cdot 104,67MPa)^{0,5}} \geq 6,56mm. \quad (135)$$

«Принимаем по ГОСТ 9150-59 резьбу М8.»[4]

2.2.3.7 Подбор материала для штифтов соединения вал - торсионный вал

$[\tau]_{cp} \geq \tau_{cp}$ $[\tau]_{cp}$ - предельно допустимое напряжение среза:

$$[\tau]_{cp} = 0,3 \cdot \sigma_T, \quad (136)$$

τ_{cp} - напряжение текучести материала штифта;

τ_{cp} - напряжение среза в штифте:»[4]

$$\tau_{cp} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot M}{D \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 30}{0,008 \cdot 3,14 \cdot 0,004^2} = 298415518Pa = 300MPa, \quad (137)$$

« M - наибольший крутящий момент, передаваемый шпонкой;

$M = 30$ Нм;

D - диаметр торсиона; $D = 0,008$ м (см. Рисунок 21);

$d = 0,004$ м.»[4]

Из формулы следует: $\sigma_T = \frac{[\tau]_{cp}}{0,3}$. (138)

«Принимая $[\tau]_{cp} = \tau_{cp} = 300$ МПа, где τ_{cp} - напряжение среза;»[4]

$\tau_{cp} = 300$ МПа по формуле; получаем $\sigma_T = \frac{[\tau]_{cp}}{0,3} = \frac{300}{0,3} = 1000MPa$. (139)

3 Безопасность и экологичность объекта

Большую часть жизни человека происходит в антропогенных системах. Активные хозяйственные мероприятия - осваивать новые территории, «преобразовать природу», создавать искусственные экосистемы, такие как город, неизбежно приводили к усугублению состояния экологической среды и соответственно, качества жизни человека.

Автотракторные сельхозпредприятия по конфигурации, месторасположению, функционированию промышленного периода подразумеваются техногенными истоками для любых заселённых пунктов.

Особенность автотранспортных предприятий по охране труда - на ограниченном участке имеется большое число циклов производства, в которых выполняются ремонт, помывка, окраска, монтаж, тестирование и иные работы.

Эти виды работ связаны с опасным и вредным производственным фактором, воздействующим на человека во время работы, и с определённым давлением окружающей среды - сточные, ливневоды, воздуха, выбрасываемого из вентиляционных систем, стоянок автобусов, автомобилей и горячих цехов и так далее.

Поэтому необходимо четкое инженерное решение задач, направленных на обеспечение безопасности людей в производстве и снижение антропогенного воздействия автотранспортных предприятий к окружающей среде.

В процессе работы человек обращается к объектам труда, к орудиям труда, к остальным людям. К тому же на него воздействуют всевозможные аспекты промышленной обстановке, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ.

Все это в целом характеризует определённые условия труда человека. Большая часть трудовых условий зависит от здоровья и работоспособности человека, от его отношения к работе и от результатов труда человека. При плохой обстановке резко ухудшается производительность работы и возникают предпосылки к травмам и профессиональным заболеваниям.

3.1 Анализ разработанной конструкции узла с точки зрения активной и пассивной безопасности автомобиля

При езде на неровности дорожной поверхности колебания ведущего колеса передаются к рулю, что приводит к дискомфорту водителя, повышению утомляемости вождения и снижению управляемости автомобиля, то есть влияния на пассивное управление автомобилем. Этот дипломный проект предлагает использовать электродвигатель, который несколько снижает обратное КПД руля, то есть снижает ощущение водителя, исходящее от ведущего колеса, но не так, как снижает гидродвигатель руля, при этом практически утрачивается так называемое «чувство дороги», которое гораздо дешевле в экономических целях и тяжелее в технологических целях.

В частности, конструкция электрического усилителя позволяет изменять усилие руля до полного отключения при высокой скорости. Использование рулевого усилителя позволило уменьшить максимальное усилие руля при поворотах на месте от 33 Нм до около 4,6 Нм, и так как норма усилия руля считается 15Нм, «эта модернизация соответствует требованиям Директивы ЕС70311 “Усилие руля”».

Применение электроусилителя управления на автомобиле характеризуется повышением комфорта в управлении автомобилем, уменьшение утомляемости и опасности совершения дорожных происшествий, а также в приводах руля используются травмобезопасные рулевые колонки, которые при ударах складываются, защищают водителя от падения на руль.»[16] Поэтому рассмотренный вариант рулевого управления соответствует требованиям директивы ЕС74297 «Безопасность рулевого механизма».

В испытательных корпусах для автомобилей, оснащенных электродвигателем, периодически проводятся краш-испытания по европейским правилам ЕЕС ООН N94 фронтального удара по деформируемому препятствию с 40процентными перекрытиями, и проверки управляемости и стойки, соответствующие всем требованиям ОСТ37. 001. 471-88, OST 37. 001. - 487-89, - 487-89, - 487-8.

Поэтому этот электроусилитель для руля соответствует всем вышеупомянутым требованиям, обеспечивает простое обслуживание, надежное обслуживание, улучшает управляемость и безопасность автомобиля.

3.2 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Сборку электроусилителя рулевого управления планируется расположить на площадях АО "АвтоВАЗ" г.Тольятти.

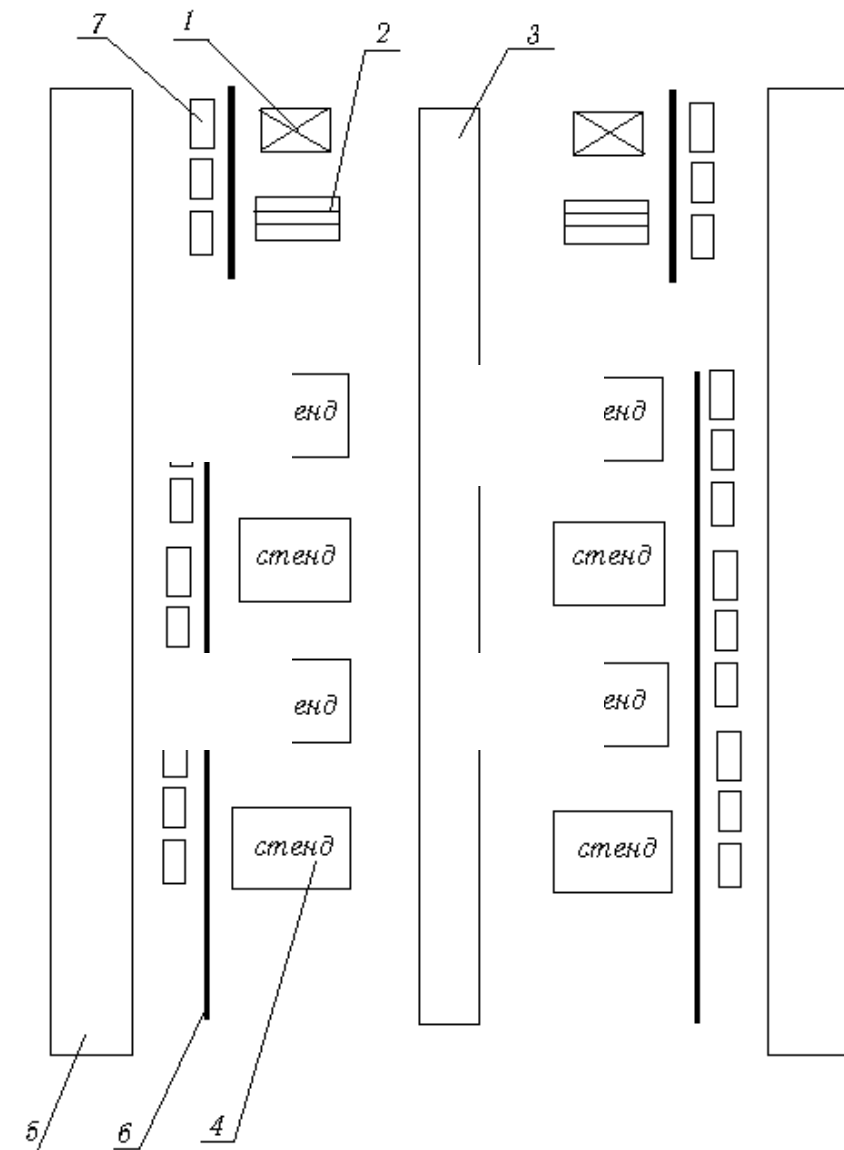
Спецификация оборудования в таблице 14.

Схема участка представлена на рисунке 22.

Опасные вредные производственные факторы в таблице 15.

Таблица 14 - Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

Номер позиции	Названия технического оснащения рабочего места	Стадии сборки выполняемые с применением данного технического оснащения
1.	Пресс гидравлический	1. Запрессовка подшипника роликового в картер. 2. Запрессовка подшипника шарикового в картер.
2.	Верстак	1. Установка втулки опорной в картер рулевого механизма.
3.	Сборочный стенд для сборки рулевого механизма, Пневматический гайковерт модели ЦП-3112А Ключ для гайки упора рейки 67.7812.9537 Отвертка крестовая Ключ рожковый на 19 Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77	1.сборка рулевого механизма с электроусилителем. 2.Заворачивание болтов крепления крышки шестерни к картеру, корпуса электроусилителя к картеру. 3. Заворачивание гайки упора рейки 4.Заворачивание винта в отверстие для закладки шариков 5.Навинчивание гайки на тягу рулевую, навинчивание рулевого наконечника на тягу рулевую 6.Загонтировать тягу в рейке



1. Пресс гидродинамический
2. Спецустановка для привязки деталizations
3. Полоса комплектации ленточно-транспортёрного типажа
4. Спецустановка для комплектации узлов
5. Дорога для доставки боксов с деталizations
6. Забор
7. Боксы с деталями

Рисунок 22 - План участка по комплектации электромагнитного усилителя рулевого управления

3.3 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки электрического усилителя рулевого управления

Таблица 15 – Опасные и вредные производственные факторы

Типы выполняемого действия	Техническое оснащение	Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
1	2	3	4
Приклепывание накладок к ведомому диску	Полуавтоматический аппарат для заклепывания «Вик-Ман»	<p>«Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве»[7].</p>	<p>«Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>Нарушения ориентации мозга, вызывает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>Температурные электрические бионические</p> <p>Травматичность. Травматичность. Усталость»[7]</p>
Расклепывание стоек с двух сторон	Пресс с поворотным столом и двуручным управлением «Викман».	<p>строта краев деталей и заусенцы на них.</p> <p>Монотонность труда</p>	

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
		<p>«Повышенное увеличение уровня шумности</p> <p>Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов</p> <p>Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.»[7]</p>	<p>«Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>Термическое электролитическое биологическое Травматизм.</p> <p>Травматизм.»[7]</p>
		<p>Острые кромки и заусенцы.</p> <p>Монотонность труда.</p>	<p>Утомляемость, сонливость, снижение внимания.</p>

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
		Физическое перенапряжение	Утомляемость, стресс.
Определение величины дисбаланса ведомого диска.	Балансировочный станок “Шенк”.	Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве. Напряжение зрительных анализаторов.	Травматизм. Ухудшение всех систем и органов всего организма человека
Расклёпывание заклёпок и стоек.	Сверлильный станок 2Н135 “Стерлитоман”.	Повышенное увеличение уровня шумности. Повышенное увеличение уровня	Негативное на слух, мозг и сердце. Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает резонанс,
		Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической цепи. Двигающиеся	воздействует на сосуды. Температурные (ожоги участков тела), электрическое (разложение крови и плазмы), бионические (возбуждение и раздражение тканей)

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
		<p>перемещающи еся объекты и элементы на производстве Острота краев деталей и заусенцы на них.</p> <p>Завышенная температура поверхности детали.</p> <p>Повышенная металлическая пыльность.</p> <p>Перегрузка мышц Усталость глаз</p>	<p>организма, как следс твие-судорожные сокращения мышц, прекращение деятельности дыхания и кровообращения). Ранения мягких тканей Ранения мягких тканей Обгорание кожи человека-ожоги Раздражители Отравление токсинами, Усталость нервной системы 9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль,раздражительнос ть, нервное перенапряжение, стресс.</p>

3.3 Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников

«Движение машин и механизмов, подвижных частей техники, передвижных изделий и заготовок при неправильном соблюдении мер защиты может вызвать переломы, ушибы, ссадины, ссадины и так далее в различных органах и конечностях человека.

Повышенная влажность и влажность воздуха в рабочем участке.

Пыль негативно сказывается на дыхательных путях, коже, органах зрения и пищеварительном тракте. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе сопровождается зудом, при длительном вмешательстве возникает кашель и отхаркивает грязную мокроту. Пыль в дыхательных путях приводит к тому, что в них развивается патологический процесс, называемый пневмонией.»[7]

Повышение температуры поверхности прибора приводит к повышенной температуре поверхности человека.

Повышение уровня шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на сердце человека. Вторая степень воздействия – орган слухового слуха. При давлении 2×10^2 Па, интенсивность J 10 Вт, частота 1000 Гц, человек ощущает боль – болезненный порог частоты. Человек может воспринимать звуковые вибрации от 20 до 20 000 Гц. Наименьшая частота звука P_0 $2 \cdot 10^{-5}$ Па и частота J_0 10-12 Вт/м² при 1000 Гц. Третья степень воздействия является гипофизом человека. Даже кратковременные пребывания в местах, где звуковое давление выше 135 дБ, в любом октановом поле запрещено.

Повышенное напряжение в электроцепи.

Повышается уровень статической электроэнергии. Электрические ток, проходящие через человеческий организм, оказывают следующие воздействия: - электролитические: разложение кровяной плазмы и крови;

- Термические: нагреваются ткани, сосуды человека, нервы, появляются ожоги, - биологические: раздражаются и возбуждаются живые

ткани организма, они непроизвольно сокирают мышцы, которые могут привести к остановке деятельности органов вдоха и дыхания. Увлажнение. Повышение влажности сочетается с пониженной температурой и очень сильно охлаждает, сочетается с высокой температурой – сильно перегревает.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения рабочей зоны, повышение пульсации потока света.

Естественное освещение обладает высоким биологическим и санитарным значением и сильно влияет на психологию человека и, в конце концов, на производственную травматизацию и трудовую производительность. Таким образом, в летнее время года, благодаря большому использованию естественного света, количество случаев несчастного случая существенно меньше в осеннее-зимнее время года. Чтобы защитить от слепых действий прямых солнцезащитных лучей и их отражения от блестящей детали, световые проёмы покрывают тонкой краской или простое стекло заменяют матовой. Использовать только местное освещение не разрешено, поскольку резкое контрастирование ярких и не ярких мест вредит зрению работников, уменьшает скорость работы и иногда приводит к несчастным случаям. Пульс световых потоков негативно сказывается на глазах человека, оказывает боли, раздражение, приводят к снижению зрения человека. Острая кромка, заусенец, шероховатая техника, инструменты и заготовки при неправильном применении специальных защитных мер, например, нехватка кожухов, могут вызвать опасные травмы: порезы, инфекции. Это ухудшает производительность человека. Химические и производственные пыли.

В организм человека проникают токсические вещества через дыхательные органы, кишечник и кожу. В воздухе рабочей комнаты вдыхаются токсины, и входят в лёгкие. После них всасываются яды в кровь, распространяются по всем органам и тканям организма, а затем происходит отравление всего организма и органов. Яды проникают в пищеварительную систему, когда токсические вещества попадают на слизистую оболочку ротовой полости. Далее направляются в печень яды, где части их

обезвреживают, но большинство их разносятся по всему телу. Через кожу проникают вещества, хорошо растворимые в жире, такие как бензол и тетраэтилсвинец. Часть яда задерживается в желудке, мышцы, селезенке, костях, вызывая болезни.

Промышленная пыль на этом участке - стальная пыль.

Для организма наибольшая опасность представляет мелкие дисперсные пылевые частицы. Частицы длиной 0.2-0.5 мкм задерживаются в верхнем дыхании. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе связано с раздражением и длительным воздействием провоцирует кашель и отхаркивание грязных мокрот. Частицы менее 0.1 мкм являются наибольшей опасностью организма, поскольку они не задерживаются в верхней части дыхания, но проникают в легкие, оседают и вызывают патологический процесс.

Перечень веществ может содержаться в воздухе работающей зоны:
Бензин 100 мкг/м³ Керосин 300 мкг/м³ бензол 15 м³ тулуол 50 мкг/м³
Клилол 50 мкг/м³.

Параметры климата.

Определение температуры воздуха зависит от количества тепловых выделений, источником которых может быть нагрев металлов. В соответствии с санитарными нормами, это помещение, из-за недостатка тепловыделения, воздействующего на температуру воздуха, является «горячим», из-за недостатка тепловыделения более 23 г/м³.

Увлажненность воздуха составляет 70 процентов. Протяженность воздуха не более 0.2 м.с. «Статическая и динамическая перегрузка; перенапряжения зрительного и слухового анализатора; монотонная работа негативно влияет на здоровье и приводит к расшатываниям психики, умственной и психической перегрузке.»[7]

3.4 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

«Требования к воздуховоду. Для того, чтобы обеспечить чистый

воздух и нормализовать параметры микроклимата производственных помещений, кроме местных отсасывающих устройств, которые позволяют удалить вредные вещества из зоны сжигания пыли, мелкой стружки и жидкости смазывания аэрозолей СОЖ, необходимо предусмотреть приточный-вытяжной общеобменную вентиляционную систему.

Требования к свету. Естественное, искусственное освещение производственного помещения должно быть соответствующим 8 разрядам зрительных работ по СН, П23-05-95.»[7]

Для локального освещения следует использовать светодиодные лампы с непросвеченными отражателями и защитный угол не меньше 30 градусов. Также следует предусматривать меры по уменьшению отражённой плотности. Требования к процессам технического обеспечения.

Мероприятия, направленные на защиту человека от опасного и вредного производственного фактора, могут состоять из следующих:

«1- для предупреждения травматизма рабочего персонала все движения и вращения станков, механизмов, инструментов ограждены; 2- для предупреждения травмирования глаз используются смотровые экраны из прозрачных материалов; 3- для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства; 4- для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства;»[7] 5- для предупреждения шума и вибрации поддерживаются в норме при использовании материалов для прокладки станка и виброгашения на основе принципа жесткой фиксации оборудования, и применения виброгашения; «6- Кроме технических работ в цеху предусмотрено обеспечение персоналом спецодежды, спецобуви и других индивидуальных средств защиты очков, рукавиц и пр. Санитарно-гигиеническое положение, необходимое для нормального труда работников, обеспечивается системой отопления и освещения. Освещение в помещениях производства возможно от естественного и искусственного света.»[7] Она необходима для повышения условий зрительного труда, уменьшения утомления, улучшения производительности работы и повышения качества выпускаемых изделий. В

дневном режиме естественное световое освещение происходит через верхние окна и боковые окна, а в вечернее – искусственное, используя люминесцентные лампы. «Искусственные освещения выполняются системой общих освещений, а некоторыми местами - комбинированными.

Значительная роль в обеспечении надлежащей санитарной и санитарной нормы воздуха в рабочем помещении играет вентиляция, отопление. В комплексной системе вентиляции входят принудительная и естественная.»[7]

Естественная вентиляция - процесс осуществляется сквозь окна, расположенные в крыше завода. Принудительное вентиляционное обслуживание осуществляется при помощи вентиляционных установок и кондиционирующих систем. Система центрального отопления - водяное отопление используется для теплоснабжения.

Средства индивидуальной защиты работников. Для защиты работников и сотрудников цеха и участка обработки реза для того, чтобы защитить себя от воздействия опасности и вреда производственного фактора, необходимо обеспечить специальную одежду, специальную обувь и защитные приспособления.

Для того чтобы защитить кожу от воздействий СОЖ, применяются профилактические маски, мази и кремы. Специализированная одежда, защищающая от механических воздействий, устанавливается в ГОСТ 12. 4. 038-78. Средства для защиты от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства для защиты глаз – очки защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80. Требования безопасности для термической обработки. Освещение цехов термического назначения должно быть 300 лк по СН, П23-05-95.

Обеспечение пожарной безопасности. Помещения цехов термического назначения оборудованы общеобменной вентиляционной системой. Воздух подается в верхнюю или рассеянную зону помещений или рассеивается в рабочей зоне с скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха на рабочей зоне не более 0.2 м.с. Оборудование, которое является источником выбросов вредного и ядовитого вещества, оснащено местным отсосом. SN и

Р21-07-97. Индивидуальная защита. Для того, чтобы защитить глаза от излучения, используется металлическая лента с ячеек 0.8 x 0.8 мм, где на уровне лица устанавливается органическое стекло 80 x 80 мм толщиной 3 мм, гнутое по лицу. Для защиты дыхательных органов применяется респиратор РМП- 62 по ТТУ1-301-0521-81. «Специализированная одежда по ГОСТу 12. 4. 038-78. Специализированная обувь, защищающая от повышенной температуры, ГОСТ12. 4. 0050-78. Средства для защиты рук – специальный рукав ГОСТ 12. 4. 0010-78, защитные средства для дерматологии ГОСТ 12 12. 4. 068-79.

Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию»[7]

Главным требованием охраны труда, предъявляемым в ходе разработки техники и машин, отдельных узлов и оборудования в целом является безопасность для работника. Конечно, немаловажно, чтобы в использовании все было удобно и максимально надежно. И на данный момент есть установленные стандарты безопасности труда, которые нужно соблюдать.

В первую очередь безопасность оборудования, используемого на производстве обеспечивается грамотным подбором принципов работы, конструктивных решений и рабочих элементов, параметров процессов и так далее. Но при этом отдельного внимания заслуживают средства защиты, и лучше всего чтобы они сразу вписывались в конструкцию оборудования. В качестве защиты должны выступать элементы многофункционального типа, то есть они сразу должны решать ряд задач. К примеру, в случае с конструктивными особенностями механизмов, в обязательном порядке станина должна не только обеспечивать ограду опасных предметов, но также снизить уровень шума при выполнении работы, а также минимизировать вибрацию, оградить абразивный круг заточной техники должно совпадать с системой локальной вытяжки.

Что касается систем чрезмерной угрозы, то они необходимы быть исполнены с мониторингом дополнительных условий Госгортехнадзора. Если присутствуют электрические провода, то нужно в

обязательном порядке следовать правилам устройства электрических установок. При использовании рабочих тел под высоким давлением, не соответствующим атмосферному, также следует опираться на требования Госгортехнадзора. Всегда обеспечиваются средства защиты от ионизированного или электромагнитного излучения, загрязнений и воздействия лучистого тепла.

Надежность работы техники определяется возможностью сбоев или нарушения в процессе эксплуатации. Ведь самые разные сбои могут повлечь за собой серьезные последствия, это как минимум аварии на производстве или травмы. Огромное значение в обеспечении безопасности играет прочность оборудования и установок. Конструкционная прочность определяется в первую очередь прочностными характеристиками основного используемого материала для изготовления, а также соединительных элементов. Немаловажным условием являются и условия эксплуатации, к примеру, наличие смазочного материала или возможности возникновения ржавчины под воздействием окружающей среды, повышенный износ и так далее.

В процессе эксплуатации стоит учитывать и исправность измерительных и контрольных приборов, система автоматической регуляции и так далее. Если автоматика не работает, то нужно подключать к работе обслуживающий персонал. Исходя из этого, рабочее место оператора нужно проектировать с учетом возможных физиологических особенностей и психологической устойчивости человека, а также нужно принимать в расчет антропометрические данные. Важно, чтобы оператор мог максимально быстро и при этом грамотно считать все показания контрольного оборудования, четко воспринять тот или иной сигнал и так далее. При избытке механизмов управления оператор с большой долей вероятности будет быстро испытывать утомление. Нужно чтобы все рычаги и элементы управления были в беспрепятственной доступности, хорошо различимы и удобны для управления. Чаще всего расположены такие

элементы на самом оборудовании или отдельно на специальном пульте, расположенном в непосредственной близости к самому оборудованию.

Абсолютно все виды оборудования должны быть удобны для осмотра и обслуживания, разборки, настройки, смазки и так далее. В общем не должно быть никаких проблем в ходе работы.

Степень утомления персонала, работающего на основных видах оборудования связана в первую очередь с физической нагрузкой, но стоит учитывать и психологическое утомление. Ведь обстановка часто играет свою роль при работе, даже выбор цвета в большинстве ситуаций имеет огромное значение.

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Основные требования перед рабочим процессом:

- важно привести в полный порядок собственную робу, застегнуть рукава и тем самым обезопасить кисти рук; в общем сделать все так, чтобы не было развивающихся концов, которые могут зацепиться за оборудование; рабочая одежда в обязательном порядке должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты;
- в процессе работы с использованием сож, нужно использовать только закрытую обувь, нанести на руки защитный состав, и в зоне повышенного шума использовать беруши;
- рабочее место должно быть в чистоте и полном порядке;
- оценить фронт работ и составить алгоритм действий, подготовить требуемый инвентарь и разместить все на рабочем месте так, чтобы было удобно пользоваться; важно понимать, что весь инструмент и инвентарь тоже должен быть в полном порядке, исправный и полностью рабочий;
- убедиться в том, что все детали, поступившие для сборки на конкретный участок, расположены в соответствующих контейнерах или ной таре, но чтобы все соответствовало установленным нормам;

Все пусковые устройства тоже должны быть в порядке, как и ограждения или блокиратор автоматике оборудования.

Требования к безопасности при работе:

При подготовительных манипуляциях нужно убедиться в исправности сборочных установок, электрического или пневматического инструмента на холостом ходу. При необходимости провести настройку осветительного оборудования таким образом, чтобы рабочая зона была хорошо освещена и было комфортно работать.

В механизме деятельности на механосборочных прессах подключение осуществлять только клавишами или переключателями двуручного ведения. При движении штока руками трогать деталь категорически запрещено, как и блокировать кнопки включения и выключения.

При работе с ударным оборудованием нужно использовать специальный защитный экран или очки, а также принять ряд мер чтобы исключить риск получения травмы.

Не допускается:

- работа на сборочном прессе при снятом или даже неисправном ограждении;
- выполнять загрузку деталей, при работающем оборудовании тем более при наличии вращающихся элементов;
- пускать посторонних людей на место работы;
- эксплуатировать технику с самопроизвольным включением, переключаться на автоматику или принудительно воздействовать на электрические клапаны, блокировать устройства ограждения, выключатели и так далее; так как в противном случае повышается риск получения травмы;
- начинать рабочий процесс при неисправных сигнальных устройствах на пульте управления, указывающих на включение или отключение линии;

- начинать работу, надежно не закрепив обрабатываемый элемент или даже при неверном расположении данного элемента;
- в процессе работы оборудования самостоятельно опускать подъемный механизм, транспортное устройство и механизм поворота, механику и так далее;
- устанавливать или снимать, крепить изделие или инструмент, мерить детали и проводить другие манипуляции, которые не предусмотрены технологией выполнения данной работы;
 - при переходе через транспорт линии использовать мостик;
 - в обязательном порядке выключить оборудование их сети;
- если оператор уходит с места работы даже не пару минут; но не в ситуации, если поручено обслуживание сразу нескольких станков;
- при прекращении работы на определенный срок;
- при перерыве в подаче электрической энергии;
- в процессе обслуживания, при уборке или смазке, чистке и так далее;
- если есть неисправность, которую нужно устранить;

В случае необходимости подтянуть гайки или болты, и иные соединительные элементы.

Нужно все съемные детали с подвески контейнера укладывать устойчиво на заранее подготовленное место. Ни в коем случае не нужно их перебрасывать.

В процессе эксплуатации сверлильных установок или подобного оборудования, в первую очередь нужно пройти инструктаж. Деталь для обработки закрепляют максимально прочно в тиски или планками на столе.

Не работать в перчатках или не притрагиваться к сверлу во время вращения. Возникающую стружку при работе устранять только щеткой или крючком, и лишь после окончательной остановки вращающего элемента.

Требования безопасности по завершении рабочего процесса:

- нужно полностью проверить технику и убедиться в том, что все выключено;
- ручной инструмент нужно положить на свое место;
- убедиться, что смазывающие и охлаждающие жидкости расположены на своих местах;
- привести в порядок робу;
- помыть руки;

Правила пожарной безопасности на месте работы

Пожарная безопасность на данный момент представляет собой полноценный комплекс организационных мер, а также технических средств, нацеленных на предупреждение воздействия опасных для работников пожарных факторов, а также для минимизации ущерба материального характера.

Противопожарная поддержка субъектов промышленного предназначения гарантируется в первую очередь высокообразованным отбором информативности огнестойкости, по группировке возгораемости колонны на производственном месте негорючие по приделу огнестойкости. Важно ограничить распространение огня при возникновении открытого очага. Нужно обваловать и бункеровать взрывоопасные участки. Нужно использовать системы противодымной защиты и разработать план эвакуации с объекта людей, при этом настроить автоматические системы оповещения и пожаротушения.

Огромное значение при выполнении мер пожарной безопасности, а также взрывобезопасности играет оценка безопасности на производстве.

Опираясь на строительные нормы и правила указанные в своде норм и правил, производственные склады, как и здания по взрывопожарной и взрывной опасности делят на категории А, Б, В, Г, Д.

К примеру, участок производства по обработке деталей узла – это участок Г. То есть на производстве используется вещества, которые не горят в независимости от состояния.

Если во время обработки выделяется лучистая теплота или искры, а в случае возгорания используют порошковый огнетушитель ОП-10А, то это группа Д.

Обеспечение электробезопасности на производстве

По электрической безопасности участок производства по сборке узла относят к особенно опасным, так как относительная влажность достигает отметки в 70%. При этом среда химически активная, что негативно сказывается на изоляции электрического оборудования. Так что требуется определенная конструкция установок, использование технических способов, а также средств защиты, проведение технических или организационных мероприятий.

Главными техническими методами и средствами защиты от поражения электрическим током является заземление и разделение сетей, а также отключение. Разумеется, нужно качественно изолировать токоведущие части. Ну и требуются знаки безопасности, предохранительные приспособления и ограждения.

Экологическая экспертиза объекта

Для того чтобы защитить людей, нужно предпринимать меры и соблюдать предельно допустимые вредные вещества, выбрасываемые в окружающую среду.

Для того чтобы защитить атмосферу на объекте применяют специальные установки для очистки воздуха в участках, где располагается малярное или заточное оборудование. Для этого служит:

1. Обеспыливающее механическое оборудование, где пыль оседает при воздействии силы тяжести, центробежной силы или просто инерции.

2. Присадки к топливу для минимизации вредных выбросов, сажи, углеводорода и так далее.

Помимо всего прочего на рабочем месте создают стоки для ливневых, производственных или бытовых вод, или вод при мойке авто. Что касается хозяйственно-бытовых стоков, то они направляются в центральную канализационную систему, где утилизируются на отведенных участках.

Иные виды сточных вод очищаются на специальном оборудовании. В первую очередь выполняется механическая очистка, то есть отстой, где удаляется взвесь и дисперсно-коллоидные частицы. В завершении с поверхности воды собираются и утилизируются все продукты.

Для очистки сооружений ливнеотоков и мойки авто используют специальное ЖБ оборудование, которое включает в себя:

- песколовку;
- мусоросборник;
- фильтрующий атрибут;
- компонент автоматизации устранения углеводов;
- усадка;

Результативность использования вышеуказанного из строений подтверждается посредством подбора проб выкидываемого их них воздуха и проведения анализа в лабораторных условиях. И после этого полученные данные сравнивают с нормой допустимых выбросов соответствующими инстанциями. Если же норма превышена, то нужно внести в технологический процесс коррективы, или просто улучшить систему очистки.

Защита персонала при аварийных ситуациях

- если появляется чрезвычайная ситуация, то в первую очередь отключается все оборудование аварийным выключателем, к примеру:
- если в транспорт автоматизированной линии попадает посторонний предмет, как и на позицию выгрузки или загрузки;
- если человек в опасной зоне;
- при возгорании электрического оборудования;
- в случае короткого замыкания;
- при неверной ориентации элемента на транспорте в рабочем положении;

- при срабатывании любого агрегата, который в свою очередь может повлечь за собой серьезную поломку;

Если работник получил травму, нужно незамедлительно оказать первую медицинскую помощь, а также оповестить начальство по происшествии. Разумеется, сам пострадавший должен отправляться в медпункт.

При возгорании или природном катаклизме нужно обеспечить возможность оперативной эвакуации сотрудников. В соответствии со СНиП П-2 – 80, должно быть как минимум 2 пожарных выхода.

- должна быть только одна дверь, ведущая к пожарному выходу, в независимости от этажа;
- допустима работа пяти человек на площади не более 110 квадратных метра, где производство категории а, б, е;
- если площадь достигает 300 квадратных метров, то должно работать не более 25 человек с производством категории в;
- и 50 человек на площади территории не менее 600 квадратов с производством категории г и д;

Важно отметить, что эвакуационный выход из цокольного этажа проектируется в помещении, расположенном исключительно на первом этаже.

4 Технологическая часть

В широком понимании технология представляет собой совокупность приемов и методов получения и обработки сырья материала, полуфабриката, изделий, выполняемых в процессе изготовления изделий. А если говорить простым языком, то технология представляет собой «комплекс организационных мероприятий, направленных на создание обслуживания ремонта и эксплуатации изделий номинального качества и оптимальных расходов и определяющих текущее развитие науки и техники.»[5]

В целом она разработана инженерами, программистами и другими специалистами предприятия, работающими в соответствующих сферах. «Технология, как правило, рассматривается по конкретной отрасли производства, различает технологии машиностроения, информационных, телекоммуникационных, инновационных, социальных, педагогических, строительных, химических и других. В результате выполнения технологических процессов, состоящих из совокупных технологических действий, происходит качественное изменение обрабатываемой среды, ее форма строения материального технического и потребительского свойств,»[5] чтобы технологический процесс был технологическим должен иметь обязательные признаки.

Выбирать предметы труда, функционал, наук ёмкость, иметь материально-техническое обеспечение в соответствии с техническим заданием, соблюдать заданную технологию - все эти самые важнейшие понятия, необходимые для правильного соблюдения технологий. Выбирать предметы труда – предметы труда в технологическом производстве – материалы, энергоресурсы, информация, предметы живой среды и общественной среды – этот список включает в себя все компоненты живой, неживой и искусственных материальных сред, техносферу, которая используется для изготовления потребительских товаров. Функционирование означает соответствие своей задаче, в технологиях объединены средства и методы воздействия на выбранный объект труда,

методики получения или трансформации выбранного объекта труда в большинстве случаев зависят от средства труда, таких как, к примеру, существует различное средство труда для изготовления подшипника. Источники теплоты, научность в разработке новой техники должны учитывать, научные результаты технологии напрямую зависят от знаний общества, квалификации сотрудников, наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства. Материальная и техническая база представляет собой комплекс средств производства материалов и веществ, которые необходимы для осуществления деятельности предприятия, не входят в состав производства, но являются необходимой базой для работы производственной системы – зданий, подъездных путей, мостов коммуникаций, источников и линий электропередач. В соответствии с техническим заданием предназначение каждой технологии - удовлетворение любых потребностей человека, и поэтому в технологиях чётко, с указанием качество и количество задаются желаемые конечные результаты или продукты. Соблюдение технологии, специфики структуры, последовательность действий в технологической системе всегда точно задано, нельзя изменять, она определяет алгоритм точное неизменное действие, если это правило нарушено, получится абсолютно другой продукт, или ничего не получится. Если технологическая операция и соответствующий метод воспроизводится стереотипным образом, т.е. повторно в том же неизменном порядке, то получится тот же результат, почти не отличающийся от предыдущего результата. По этим признакам процесса технологических процессов можно получить новое полное определение понятия технологий - строго организованного или построенного по алгоритмам, комплекса действий, организационных действий и методик воздействия вещества, энергии, информации, объектов живого природного или социального окружения. Качество, ритмичность любого производства определяется соблюдением трудовых технологических и производственных дисциплин, трудовая дисциплина - это порядок производства, обеспечение работников сырьем, инструментом, материалом,

трудом без потерь времени. Не соблюдая производственную дисциплину, нарушается принцип организации трудовых процессов в пространстве и времени - это порождает хаос и беспорядок, сама работа и ее результативность оказываются под вопросом, потому что они лишены направленности процессов. За организацию производства ответственность несёт работодатель, за ее соблюдение отвечают работники производства, дисциплина является порядком поведения или действия людей, она делится на общую обязательность и специальную общую обязательность - соблюдение законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является конституция Российской Федерации, специальные дисциплины распространяются на определенные сферы деятельности и обязательны только работникам и сотрудникам какой-либо организации. Специальные дисциплины - школьные дисциплины, военнослужащие, дисциплина поведения в дорогах, трудовые дисциплины, технологические дисциплины. Техничко-техническая дисциплина является строгим и тщательным соблюдением требований к технологической последовательности производства, содержащихся в документах технологической продукции, нарушение технологической техники приводит к появлению брака, в ряде случаев это может привести к серьезным авариям как на производстве, так и при эксплуатации изделий, изготовленных с нарушением технологической техники. Работникам на производстве следует следовать правилам поведения, регламентированным трудовым кодексом, трудовой кодекс является основным законодательным актом по труду.

4.1 Технология сборки усилителя рулевого управления. Анализ конструкции редуктора

«Общее требование к технологической конструкции изделий: возможность сборки узлов, потому что в конструкции есть сборочные единицы, которые допускают независимую сборку; возможность одновременной и самостоятельного присоединения узлов к базовым

элементам изделия; возможность автоматического механизма сборки;»[5] инструментальный доступ; пригодность для контроля качества сборки, применение несложной сборочной конструкции; использование методик обеспечения точностью.

Редуктор электроусилителя руля - это червячная передача, колесо червячного колеса которой закрепляется на ведомой оси усиления. Червяк конструктивно является валом, который является ротором электрического усилителя и поэтому входит в сборную единицу «Электроусилитель в сборе». Усилитель ведущего вала связан с торсионным валом, который находится в отверстиях оси вала и соединяется с ним штифтами. Валы закреплены в корпусе, состоящем из передних и задних частей и соединенных трёх болтов М8. Передние части корпуса сзади закрываются передним креплением усилителя, который приворачивается к корпусу с помощью трех болтов М8. Задняя сторона корпуса задней стороны закрыта задней крышкой, соединенной с ведущим валом усилителя. На ведущем валу усилителя вращаются два подшипника качения, одна опора из них закреплена в задней стороне корпуса, а другая в трубе усилителя. Ведомые валы вращаются на двух качающих подшипниках, которые закреплены в переднем корпусе.

В целях упрощения сборки, а также для более высокого качества сборки, элементы усилителей разделены на следующие элементы сборки:

– В сборе вал усилителя рулевого управления. В нее входит вал ведущий; вала ведущего втулка, установленный на шлице и закрепляемый от смещения стопорным кольцом; вал торсионный, входящий в отверстие осевого отверстия в ведущем валу и соединенный с ним штифтом; вал торсионный, входящий в отверстие осевого отверстия в ведущем валу и соединенный с ним штифтом; вал качения, внутренняя часть которого с тягой насаживается на ведущем валу;

– Усилитель рулевого управления ведомая часть. В его состав входят: ведомый вал; червячное колесо, устанавливаемое на вал и штифта; два колеса качения с различных сторон вала, внутренние колеса устанавливаются

на вал и штифт; регулировочные прокладки между задними подшипниками внутренних колес; гайка переднего конца вала, фиксирующая внутренние колеса передних подшипников;

– Корпус оснащен датчиком. В его состав входят: корпус, датчик моментов в сборе с пружиной и стопором; электрический разъем с крышкой, проводкой и датчиком момента, задняя крышка корпуса с тройной трубой, присоединенной к корпусу, присоединенный к корпусу 4 болтами. Его состав включает в себя корпус передний и элемент крепления электродвигателя, датчика положений. Кроме комплектующих, в «Редуктор электроусилителя руля» входит передний рычаг усиления, три болта М8. Подшипник рулевого вала в комплекте с резиновым кольцом-втулкой.

4.2 Разработка технологических схем сборки

«Технологический процесс изготовления – процесс, включающий действия установки и формирования соединений составной части изделия по ГОСТ 2387-79. Сборная операция является технологической операцией по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий.

Технологический переход – окончательная часть технологического процесса, выполняемого одним и тем же технологическим оборудованием при постоянном технологическом режиме и монтаже.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке. Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности организации сборочного

процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь. Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой.

Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется подгруппой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории. Сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй группы и так далее. На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных частей.»[5] «Графический вид в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий.»[5]

«При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.»[5]

Сборные операции строятся на принципе дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет выполнять параллельно узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это уменьшает длительность сборки, а следовательно, увеличивает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, концентрация – во всех других ситуациях.

При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять

выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.

4.3 Составление перечня сборочных работ

«Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех требуемых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точностью механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д.»[5] В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовлением соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;

Описание технологических процессов изготовления. В этом процессе характеризуется в первую очередь установившийся объект производства, который выявил отнесение этого к массовым производствам. Перечень сборочных работ в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень сборочных работ

№ и наименование технологических переходов	Время,
1	2
Узловая сборка вала редуктора в сборе	
1. Осмотреть вторичный вал редуктора со всех сторон	0,09
2. установить вторичный вал редуктора	0,10
3. осмотреть червячное колесо с венцом в сборе	0,19
4. запрессовать червячное колесо с венцом в сборе на вторичный вал редуктора	0,13
5. осмотреть подшипник	0,07
6. запрессовать подшипник на вторичный вал редуктора	0,13
7. установить вторичный вал редуктора в корпус датчика до упора подшипника в заднюю крышку корпуса датчика	0,10
8. установить вторичный вал редуктора с датчиком в корпусе в приспособление	0,10
9. осмотреть первичный вал редуктора со всех сторон	0,19
10. установить первичный вал редуктора в корпус датчика	0,12
11. осмотреть штифт первичного вала	0,07
12. запрессовать штифт в паз первичного вала	0,11
13. извлечь вал редуктора в сборе с датчиком и корпусом датчика	0,10
14. осмотреть кольцо 10	0,07
15. запрессовать кольцо 10 на первичный вал редуктора до упора	0,03
16. осмотреть кольцо 9	0,10
17. установить кольцо 9 до плотного прилегания в конусной поверхности паза Б	0,13
18. переместить вал редуктора в сборе на следующую позицию	0,02
ИТОГО:	1,85

Продолжение таблицы 16

1	2
Общая сборка корпуса электроусилителя с электродвигателем в сборе	
1. осмотреть корпус со всех сторон	0,19
2. установить корпус на первичный вал редуктора до соприкосновения с корпусом датчика	0,10
3. закрепить корпус на корпусе датчика 3 болтами М8х20 с шайбами моментом заворачивания $M_{3ном}=17,6$ Нм	0,52
4. осмотреть и запрессовать подшипник с опорным кольцом на вторичный вал	0,2
5. осмотреть и установить крышку корпуса заднюю	0,1
6. закрепить 4 болтами М6х14 с шайбами моментом 17,6Нм	0,08
7. осмотреть гайку с нейлоновым кольцом рулевой колонки	0,04
8. установить гайку с нейлоновым кольцом на первичный вал и затянуть моментом 17,6Нм	0,10
9. осмотреть рычаг угловой регулировки рулевой колонки	0,07
10. осмотреть кронштейн крепления кожухов рулевой колонки	0,07
11. установить рычаг угловой регулировки рулевой колонки и кронштейн крепления кожухов рулевой колонки на первичный вал редуктора, закрепить при помощи штифта	0,17
12. осмотреть передний кронштейн в сборе и осмотреть со всех сторон	0,09
13. установить передний кронштейн в сборе на корпус	0,10
14. закрепить передний кронштейн в сборе 3 болтами М8х20 с шайбами , момент затяжки 17,6Нм	0,18
15. осмотреть задний кронштейн в сборе со всех сторон	0,09
16. установить задний кронштейн в сборе на первичный вал редуктора	0,10
17. взять и осмотреть 2 пружины	0,14
18. установить пружины	0,1
19. переместить корпус электроусилителя с электродвигателем в сборе на следующую позицию техпроцесса	0,04
	ИТОГО: 2,48
	ИТОГО: $ton_{общ}$ 4,33

4.4 Определение трудоемкости сборки

Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 4.33_{мин} \quad (140)$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{шт}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 4.33 + 4.33 \cdot 0.075 = 4.65_{мин} \quad (141)$$

« 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 $\beta = 5\%$ »[5]

4.5 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

$$T_{в} = \frac{F_{д} \cdot 60m}{N} = \frac{4080 \cdot 60}{120000} = 2.04_{мин} \quad (142)$$

« N -годовой объем выпуска = 120000 шт в год

$F_{д}$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем $F_{д}=4015ч$ »[5]

Технологическая карта представлена в таблице 17.

4.6 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 17 – Технологическая карта

№ опер	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	
1	2	3	4	5
005	Сборка вала редуктора в сборе	<p>1. установить вторичный вал редуктора</p> <p>2. запрессовать червячное колесо с венцом в сборе на вторичный вал редуктора</p> <p>3. запрессовать подшипник на вторичный вал редуктора</p> <p>4. установить вторичный вал редуктора в корпус датчика до упора подшипника в заднюю крышку корпуса датчика</p> <p>5. установить вторичный вал редуктора с датчиком в корпусе в приспособление</p> <p>6. установить первичный вал редуктора в корпус датчика</p> <p>7. запрессовать штифт в паз первичного вала</p> <p>8. извлечь вал редуктора в сборе с датчиком и корпусом датчика</p> <p>9. запрессовать кольцо 10 на первичный вал редуктора до упора</p>	«Стенд сборочный, приспособление для запрессовки»[5]	2.04

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
		10. установить кольцо 9 до плотного прилегания в конусной поверхности паза Б		
		11. переместить вал редуктора в сборе на следующую позицию		
010	сборка корпуса электроусилителя с электродвигателем в сборе	1. установить корпус на первичный вал редуктора до соприкосновения с корпусом датчика	«Стол, слесарный, приспособление зажимное, гайковерт динамометрический с пневмоприводом»[5]	2.02
2. закрепить корпус на корпусе датчика 3 болтами М8х20 с шайбами моментом заворачивания $M_{3}^{НОМ}=17,6 \text{ Нм}$				
3. запрессовать подшипник с опорным кольцом на вторичный вал				
4. установить крышку корпуса заднюю				
5. закрепить 4 болтами М6х14 с шайбами моментом 17,6Нм				
6. установить гайку с нейлоновым кольцом на первичный вал и затянуть моментом 17,6Нм				
7. установить рычаг угловой регулировки рулевой колонки и кронштейн крепления кожухов рулевой колонки на первичный вал редуктора, закрепить при помощи штифта				
8. осмотреть передний кронштейн в сборе и осмотреть со всех сторон				
9. установить передний кронштейн в сборе на корпус				

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
		10. закрепить передний кронштейн в сборе 3 болтами М8х20 с шайбами , момент затяжки 17,6Нм		
		11. установить задний кронштейн в сборе на первичный вал редуктора		
		12. установить пружины		
		13. переместить корпус электроусилителя с электродвигателем в сборе на следующую позицию техпроцесса		

5 Экономическая эффективность проекта

Чтобы успешно конкурировать на внутренних и мировых рынках, осуществляется ряд мероприятий, направленных на повышение конкурентоспособности изделий предприятия. Целью дипломной работы является снижение усилий руля автомобиля Lada Niva Travel. Использование рулевого усилителя позволило уменьшить наибольшее нагружение на руль при поворотах на месте.

Следует отметить, что стоимость автомобиля, оборудованного электроусилителем руля, ниже, чем у соответствующего автомобиля, имеющего гидравлический усилитель; также электроусилитель обладает рядом преимуществ, таких как меньшая габаритность и возможность изменения времени компенсации при большом количестве факторов, например. «Модернизацию проводят для перспективных автомобилей, которые конкурируют на рынке на равных с другими автомобилями иностранных производителей,»[5] так что этот автомобиль в любой момент будет оснащен усилителем руля, поэтому основным вариантом будет выбран автомобиль с усилителем руля. В этом дипломном проекте была разработана рулевая механизм типа червяка глобоидного и ролика с электродвигателем.

5.1 Расчет себестоимости проектной конструкции

Параметрами продуктивности инвестпроекта есть чистый дивиденд, чистый дисконтированный дивиденд, внутренняя норма рентабельности, показателя рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. «Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования,»[8] второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, «внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности это такое число E_v или E внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю.

Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам по проекту. Индекс доходности

инвестиций чаще всего его рассчитывают и он оценивается как Чдд делёное на дисконтированные капитальные вложения по проекту и плюс единица. Следующие показатели - это срок окупаемости проекта, то есть это тот период времени который прошёл от начала проекта до момента окупаемости, то есть того периода, когда накопленные чистые дисконтированные денежные притоки,»[8] дисконтированные или не дисконтированные зависит от вида срока окупаемости, превышают вложенные в проект средства. Различают дисконтированный и не дисконтированный или простой срок окупаемости проекта, соответственно «при расчёте дисконтированного срока окупаемости рассчитываются накопленные дисконтированные денежные притоки, а при расчёте простого срока окупаемости рассчитываются или берутся во внимание не дисконтированные денежные потоки по проекту.

Срок окупаемости по проекту это не основной показатель эффективности - это тот показатель, который присутствует или учитывается в качестве ограничения по проекту, соответственно он должен существовать в любом случае,»[8] если оценивается этот проект и в принципе в будущем может быть принятым и срок окупаемости по проекту для дисконтированных денежных потоков он должен быть, укладываться в пределы жизненного цикла проекта конечно же. Основополагающие параметры для того, чтобы подсчитать продуктивность инвестпроекта, всё же характеризуются двумя критериями: чистым дисконтированным дивидендом и показателем рентабельности вложения в инвестпроект, т.е. вот эти два критерия разрешают нам сделать выводы о результативности или несостоятельности инвестпроекта. Если чистая дисконтированная прибыль на проекте не отрицательная, т.е. больше либо равна нулю, и если индекс прибыли больше единицы, то мы считаем, что проект эффективен, поэтому рекомендуем его к реализации. Исходные данные к расчеты в таблице 18.

Таблица 18 – Исходные данные к расчету

Наименование	Обозначение	Е д.	Значение
Выпуск изделий в год	Vг.	Шт	120000
Страховой взнос в структуры ФОМС, ПФР, ФСС	Есц.	%	30
Расходы общие заводские	Ео.зав.	%	215
Коммерческие расходы	Ек.	%	5
Содержательные и эксплуатационные расходы на оборудование	Еоб.	%	194
Транспортные заготовительные расходы	Кт.зр.	%	1,45
Цеховые расходы	Ецх	%	183
Расходы на оснащение и инструменты	Еинс.	%	3
Рентабельность плана накопительного	Крнт.	%	30
Доплаты и выплаты не связанные с производством	Квп.	%	12
Премии и доплаты связанные с производством	Кпрм.	%	23
Возвратные отходы производства	Квт	%	1
Часовой тариф – 3 разряд	Ср3	руб	66,71
Часовой тариф – 4 разряд	Ср4	руб	72,24
Часовой тариф – 6 разряд	Ср6	руб	93,81
Образующие капитал инвестиции	Ки	%	0,065

«Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:»[8]

Данные расчета в таблицах 19 - 20

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_{вом}}{100} \right) \quad (143)$$

« C_{M_i} – опт-я цена мат-ла i -го вида,руб.;

Q_{M_i} – норм. расхс мат-ла i -го вида,кг.,м.;

Кт.зр – Коэффициент трансп.-загот-ых расх-в,%;

Кв – Коэффициент возвр-х отх.,%»[8]

Таблица 19 – «Расчет затрат на сырье и материалы»[8]

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71	кг	52,41	2,2	115,302
Сталь ШХ4 ГОСТ 801-78	кг	68,2	1,5	102,3
Итого:				217,60
Ктз		1,45		3,16
Квот		1		2,18
Всего				222,93

Таблица 20 – «Расчет затрат на электроэнергию и газ»[8]

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Электричество	Квт.ч	2,582	1,6	4,13
Газ	м3	1,35	0,6	0,81
Итого:				4,94
Ктз		1,45		0,07
Квот		1		0,05
Всего				5,06

«Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:»[8]

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100}\right) \quad (144)$$

«Ci - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида,руб.;

ni - количество покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида,шт.»[8]

Данные расчета в таблицах 21 - 22

Таблица 21 – «Расчет затрат на покупные изделия»[8]

Наименование	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Кнопки управления	24	6	144,00
Сигнальные кнопки	59	2	118,00
Подшипник	78	2	156,00
Сальник	45	2	90,00
Модуль подушки безопасности	2226,46	1	2226,46
Комплект метизов	521,54	1	521,54
Винты крепления	4	3	12,00
Итого			3268,00
Ктз		1,45	47,39
Всего			3315,39

$$P_{и} = 3315.39$$

«Расходы "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:»[8]

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{прем.}}{100} \right) \quad (145)$$

« Z_T – тариф. зараб. плата,руб., которая рассчит-ся по формуле»[8]

$$m = C_{p.i} T_i \quad (146)$$

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

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

$K_{прм}$ – Коэффициент прем. и доп., связ-х с раб-й на произв.,%.»[8]

Таблица 22 – «Расчет затрат на выполнение операций»[8]

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн.	Зар.Пл.
Заготовительная	3	0,178	66,71	11,87438
Токарная	4	0,187	72,24	13,50888
Фрезерная	4	0,134	72,24	9,68016
Термообработки	4	0,235	72,24	16,98
Шлифовальная	6	0,244	93,81	22,89
Итого				74,93
Премияльные доплаты			23	17,23
Основная з/п				92,16

$$Z_o = 92.16$$

«Расходы "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:»[8]

$$K_{вп} = 0.12$$

$$Зд = З_о \cdot K_{вп} \quad (147)$$

$$Зд = 92.16 \cdot 0.12 = 11.02 \quad (148)$$

«где Квп - Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве,%.

Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:»[8]

$$E_{с.н} = 0.3$$

$$C_{с.н} = (З_о + Зд_{оп}) \cdot E_{соц.н} \quad (149)$$

$$C_{с.н} = (92.16 + 11.06) \cdot 0.3 = 30.97 \quad (150)$$

«где Ес.н - Коэффициент отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС,%;

Расходы "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:»[8]

$$E_{об} = 1.94$$

$$C_{с.об} = З_о \cdot E_{обор} \quad (151)$$

«где Еоб - Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования,%;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:»[8]

$$E_{цх} = 1.83$$

$$C_{цх} = 30 \cdot E_{цх} \quad (152)$$

$$C_{цх} = 92.16 \cdot 1.83 = 168.65$$

«где $E_{цх}$ – Коэффициент цех-х расх-в,%;

Расходы "Расходы на инструмент и оснастку" выполняется по формуле:»[8]

$$E_{инс} = 0.03$$

$$C_{инс} = 30 \cdot E_{инс} \quad (153)$$

$$C_{инс} = 92.16 \cdot 0.03 = 2.76 \quad (154)$$

«где $E_{инс}$ – Коэффициент расх-в на INSTR-т и оснастку,%;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{ц.с.с.} = M + ПИ + 30 + C_{с.н} + 3\delta + C_{с.об} + C_{цх} + C_{инс} \quad (155)$$

$$C_{ц.с.с.} = 227.99 + 3315.39 + 92.16 + 30.97 + 11.06 + 178.79 + 168.65 + 2.76 = 4027.77$$

«Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:»[8]

$$E_{o.zav} = 2.15$$

$$C_{o.zav} = 30 \cdot E_{o.zav} \quad (156)$$

$$C_{o.zav} = 92.16 \cdot 2.15 = 198.14$$

«где $E_{o.zav}$ - Коэффициент общезаводских расходов,%;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{o.zav.c.c.} = C_{o.zav} + C_{ц.с.с.} \quad (157)$$

$$C_{o.zav.c.c.} = 198.14 + 4027.77 = 4225.92$$

«Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:»[8]

$$E_k = 0.05$$

$$C_k = C_{o.zav.c.c.} \cdot E_{ком} \quad (158)$$

$$C_k = 4225.92 \cdot 0.05 = 211.3$$

«где E_k - Коэффициент коммерческих расходов,%;

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

$$C_{п.пр.} = C_{o.zav.c.c.} + C_{ком} \quad (159)$$

$$C_{п.пр.} = 4225.92 + 211.3 = 4437.21$$

«Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции выполняется по формуле:»[8]

$$K_{рнт} = 0.3$$

$$C_{п.пр.} = 4437.21$$

$$Цот.пр. = C_{пол.пр.} \cdot (1 + K_{рент}) \quad Цот.пр. = 5768.38 \quad (160)$$

«где Крнт – Коэффициент рент-ти и план-х накопл-й,%;»[8]

Сравнительная калькуляция в таблице 23.

Таблица 23 – Сравнение себестоимостей

Названия критериев	Обозн-е	Расх. на е.из.(станд.)	Расх. на е.из.(пр-т)
Основные материалы	М	198,70	227,99
Комплекующие изделия	Пи	3201,10	3315,39
Заработная плата	Зо	91,40	92,16
Дополнительная зар.плата	Зд	10,97	11,06
Страховой взнос в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.н.	30,71	30,97
Содержательные и экспл. расходы	Сс.обор	177,32	178,79
Цеховые расходы	Сцх	167,26	168,65
Расходы на оснащение и инстр.	Синс	2,74	2,76
Себестоимость по цеху	Сц.с.с.	3880,20	4027,77
Общие заводские расходы	Со.зав	196,51	198,14
Себестоимость по заводу	Со.зав.с.с.	4076,71	4225,92
Коммерч. расходы	Ск	203,84	211,30
Себестоимость	Спол	4280,54	4437,21
Цена	Цот	5768,38	5768,38

5.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат на единицу изделия:»[8]

$$Зперуд = M + Пу + Зо + Зд + C_{с.н} \quad (161)$$

$$Зперуд = 227.99 + 3315.39 + 92.16 + 11.06 + 30.97 = 3677.56$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Зпер = Зперуд \cdot V_2 \quad V_{год} = 120000 \quad (162)$$

$$Зпер = 3677.56 \cdot 120000 = 441307795.2$$

«Определение постоянных затрат на единицу изделия:»[8]

«Амортизационные отчисления,руб. :»[8]

$$НА = 13$$

$$A_{м.у} = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot НА}{100} \quad (163)$$

$$A_{м.у} = ((178.79 + 2.76) \cdot 13) / 100 = 23.6$$

«здесь НА - доля амортизационных отчислений,%;»[8]

$$Знос.у = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot (100 - НА)}{100} \cdot C_{цх} + C_{о.зав} \dots + C_{к} + A_{м.у} \quad (164)$$

$$Знос.у = ((178.79 + 2.76) \cdot (100 - 13)) / 100 + 168.65 + 198.14 + 211.3 + 23.6 = 759.65$$

«на годовую программу выпуска:»[8]

$$Z_{no.} = Z_{noc.y} \cdot V_2 \quad (165)$$

$$Z_{no.} = 759.65 \cdot 120000 = 91157741.76$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{пол.г.} = C_{пол.пр.} \cdot V_2 \quad (166)$$

$$C_{пол.г.} = 4437.21 \cdot 120000 = 532465536.96$$

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

$$Выр = Ц_{от.пр.} \cdot V_2 \quad (167)$$

$$Выр = 5768.38 \cdot 120000 = 692205198.05$$

«Расчет маржинального дохода:»[8]

$$Д_{мрж} = Выр - Z_{пер} \quad (168)$$

$$Д_{мрж} = 692205198.05 - 441307795.2 = 250897402.85$$

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$A_{крт} = \frac{Z_{no.}}{Ц_{от.пр.} - Z_{перуд}} \quad (169)$$

$$A_{крт} = 91157741.76 / (5768.38 - 3677.56) = 43599.21 \sim 43600$$

График точки безубыточности на рисунке 23.

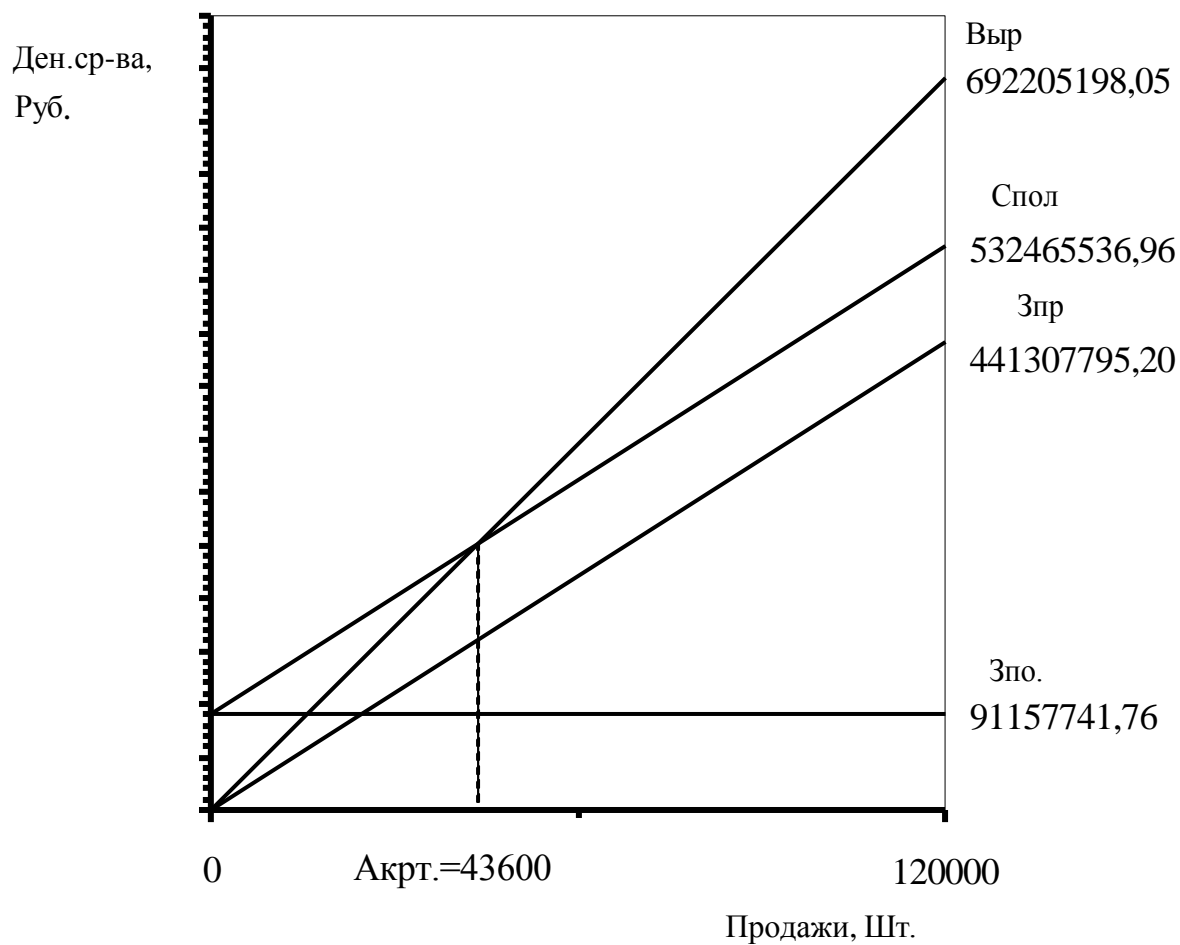


Рисунок 23 - График точки безубыточности.

5.3 Расчет коммерческой эффективности

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:»[8]

$$A_{крт} = 43600 \quad V_2 = 120000 \quad V_{МК} = V_2 \quad n = 6$$

$$\Delta = \frac{V_{МК} - A_{крт}}{n - 1} \quad (170)$$

$$\Delta = 15280$$

«Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:»[8]

$$Цот = Цот_{пр.}$$

$$Цот = 5768.38$$

$$V_{прод1} = A_{крт} + \Delta \quad (171)$$

$$V_{пр1} = 43600 + 15280 = 58880 \quad (172)$$

Выр по годам:

$$Выр1 = Цот \cdot V_{пр1} \quad (173)$$

$$Выр1 = 5768.38 \cdot 58880 = 339642017.18 \quad (174)$$

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

для базового варианта:»[8]

$$M = 198.7 \quad \Pi u = 3201.1 \quad 3o = 91.40 \quad 3\delta = 10.97 \quad C_c = 30.71$$

$$Зперудб = M + \Pi u + 3o + 3\delta + C_c \quad (175)$$

$$Зперудб = 3532.88$$

$$Зперб1 = Зперудб \cdot Vnp1 \quad (176)$$

$$Зперб1 = 3532.88 \cdot 58880 = 208015974.40 \quad (177)$$

для проектного варианта:

$$Зперудпр = Зперуд \quad (178)$$

$$Зперудпр = 3677.56$$

$$Зперпр1 = Зперудпр \cdot Vnp1 \quad (179)$$

$$Зперпр1 = 3677.56 \cdot 58880 = 216535024.84 \quad (180)$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} = 177.32 \quad C_{цх.} = 167.26 \quad C_{инс.} = 2.74$$

$$C_{об.зав.} = 196.51 \quad C_{к.} = 203.84$$

$$Зно.уб = C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.} \quad (181)$$

$$Зно.б = Знос.уб \cdot V_{год} \quad Знос.уб = 747.67$$

$$Зно.б = 747.67 \cdot 120000 = 89720400 \quad (182)$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зно.пр = Зно.$$

$$Зно.пр = 91157741.76 \quad (183)$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 23.6$$

$$A_{м.} = A_{м.у} \cdot V_2 \quad (184)$$

$$A_{м.} = 23.6 \cdot 120000 = 2832261.12 \quad (185)$$

«Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:»[8]

$$Зн.нр1 = Зно.нр + Зпернр1 \quad (186)$$

$$Зн.нр1 = 91157741.76 + 216535024.84 = 307692766.6 \quad (187)$$

«для базового варианта:»[8]

$$Зн.б1 = Зно.б + Зперб1 \quad (188)$$

$$Зн.б1 = 89720400 + 208015974.4 = 297736374.4 \quad (189)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:»[8]

$$Проб.нр.1 = Выр1 - Зн.нр1 \quad (190)$$

$$Проб.нр.1 = 339642017.18 - 307692766.6 = 31949250.57$$

«для базового варианта:»[8]

$$Проб.б.1 = Выр1 - Зн.б1 \quad (191)$$

$$Проб.б.1 = 339642017.18 - 297736374.4 = 41905642.78$$

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

для проектного варианта:»[8]

$$Hn1 = Проб._{np.1} \cdot 0.20 \quad (192)$$

$$Hn1 = 31949250.57 \cdot 0.20 = 6389850.11$$

для базового варианта:

$$Hб1 = Проб._{б.1} \cdot 0.20 \quad (193)$$

$$Hб1 = 41905642.78 \cdot 0.20 = 8381128.56$$

«Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:»[8]

$$Прчпр_1 = Проб._{np.1} - Hn1 \quad (194)$$

для базового варианта:

$$Прчб_1 = Проб._{б.1} - Hб1 \quad (195)$$

«Расчет общественного эффекта

Расчет экономии от снижения аварийности.

Среднестатистический автомобиль проезжает в год 20 тыс.км. Исходя и годовой программы выпуска, получаем:»[8]

$$L_i = L_{cp} \cdot V_{np_i}$$

«где L_{cp} - величина пробега среднестатистического автомобиля до списания, км;

L_i - величина пробега реализованных в i - м году автомобилей, км;

V_{np_i} - объем реализации автомобилей в i - м году, шт;»[8]

$$L_{cp} = 20000$$

$$L_1 = L_{cp} \cdot V_{np_1} \tag{196}$$

$$L_1 = 20000 \cdot 58880 = 1177600000 \tag{197}$$

«Среднестатистический водитель попадает в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) с ранением одного из пассажиров через 380000 км (ДТПр), со смертельным исходом для одного из участников - через 1400000 км.(ДТПс).

Следовательно:»[8]

$$Ch_i = \frac{L_i}{ДТПр} \quad \begin{array}{l} ДТПр = 380000 \\ ДТПС = 1400000 \end{array} \tag{198}$$

где Ch_i - возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел;

$$\text{Ч}_{р1} = \frac{L_1}{\text{ДТП}_{р}} \quad (199)$$

$$\text{Ч}_{р1} = \frac{1177600000}{380000} = 3098.95 \quad (200)$$

$$\text{Ч}_{сi} = \frac{L_i}{\text{ДТП}_{с}} \quad (201)$$

«где $\text{Ч}_{сi}$ - возможное количество человек погибших в результате ДТП, чел;»[8]

$$\text{Ч}_{с1} = \frac{L_1}{\text{ДТП}_{с}} \quad (202)$$

$$\text{Ч}_{с1} = \frac{1177600000}{1400000} = 841.14 \quad (203)$$

«Расчет возможных травм и смертей из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля»[8]

$$\text{Ч}_{р_{м.i}} = \text{Ч}_{рi} \cdot K_{ст}, \text{ чел} \quad (204)$$

«где $K_{ст}$ - доля статистических травм людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля»[8]

$$K_{ст} = 0.85$$

$$\text{Ч}_{р_{м1}} = \text{Ч}_{р1} \cdot K_{ст} \quad (205)$$

$$\text{Ч}_{р_{м1}} = 3098.95 \cdot 0.85 = 2634.11$$

$$\text{Ч}_{с_{мi}} = \text{Ч}_{сi} \cdot K_{сст}$$

«где K_{cc} - доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля»[8]

$$K_{cc} = 0.75$$

$$Ч_{см1} = Ч_{с1} \cdot K_{cc} \quad (206)$$

$$Ч_{см1} = 841.14 \cdot 0.75 = 630.86$$

«Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека.»[8]

$$\Delta Нд = \frac{Пр}{Ч_{тн}} \cdot (L_2 - L_1) \quad (207)$$

«где $\Delta Нд$ – потери национального дохода в результате гибели одного человека

$Пр$ – прибыль, полученная во всех отраслях экономики, млн.руб.;

$Ч_{тн}$ – количество трудоспособного населения, млн.чел.;

L_1 – средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

L_2 – пенсионный возраст.»[8]

$$Пр = 85.44 \cdot 10^8 \quad L_1 = 35 \quad (208)$$

$$Ч_{тн} = 75000000 \qquad L_2 = 60 \qquad (209)$$

$$\Delta H\partial = \frac{Pr}{Ч_{тн}} \cdot (L_2 - L_1) \qquad (210)$$

$$\Delta H\partial = 2848$$

«Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести:

Легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней;

Тяжелые ранения – телесные повреждения, вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %;

Смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

Для расчета общественного эффекта необходимо оценить процент снижения пострадавших в ДТП после внедрение нового механизма.

Расчет общественного эффекта сводим в таблицу.

Число пострадавших и число смертей до мероприятия заполняем исходя из выше приведенного расчета.

Число пострадавших после мероприятия исходя из статистических данных снижается на 80 %, число смертельных случаев на 90 %.»[8]»[8]

Расчетные данные в таблицах 24 – 28.

Таблица 24 - 1-й год

Повреждения	Соотношение тяжести и ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	2634	527	2107			
Легкие	71%	1870	374	1496	0,028	6586	275895
Тяжелые	29%	764	153	611	0,56	6586	2253790
Смертельные		630	63	567	1	6586	3734262
Итого:							6263947

$$Э_{дтп1} = 6263947$$

Таблица 25 - 2-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	3317	663	2654			
Легкие	71%	2355	471	1884	0,028	6586	347435
Тяжелые	29%	962	192	770	0,56	6586	2838201
Смертельные		794	79	715	1	6586	4706356
Итого:							7891992

$$Э_{дтп2} = 7891992$$

Таблица 26 - 3-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	4001	800	3201			
Легкие	71%	2841	568	2273	0,028	6586	419079,72
Тяжелые	29%	1160	232	928	0,56	6586	3423468,13
Смертельные		958	96	862	1	6586	5678449,2
Итого:							9520997

$$\mathcal{E}_{\text{дтп3}} = 9520997$$

Таблица 27 - 4-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, тыс.	Экономия по группам ранений, тыс.руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	4684	937	3747			
Легкие	71%	3326	665	2661	0,028	6586	490619,7
Тяжелые	29%	1358	272	1087	0,56	6586	4007879
Смертельные		1122	112	1010	1	6586	6650543
Итого:							11149042

$$\mathcal{E}_{\text{дтп4}} = 11149042$$

Таблица 28 - 5-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	5368	1074	4294			
Легкие	71%	3811	762	3049	0,028	6586	562264,4
Тяжелые	29%	1557	311	1245	0,56	6586	4593146
Смертельные		1285	129	1157	1	6586	7616709
Итого:							12772119

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}5} = 12772119$$

«Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:»[8]

$$\mathcal{ЧД}_1 = \text{Прчпр}_1 - \text{Прчб}_1 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}1} \quad (211)$$

$$\mathcal{ЧД}_1 = 25559400.46 - 33524514.22 + 2832261.12 + 6263947 = 1131094.36$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{cm} = 10$$

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{cmi})^t} \quad (212)$$

«где E_{cmi} - проц-я ставка на капитал;

t - год приведения затрат и результатов;»[8]

$$\alpha_1 = 0.909 \quad \alpha_2 = 0.826 \quad \alpha_3 = 0.753 \quad \alpha_4 = 0.683 \quad \alpha_5 = 0.621$$

«Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:»[8]

$$ЧПД1 = ЧД1 \cdot \alpha_1 \quad (213)$$

$$ЧПД1 = 1131094.36 \cdot 0.909 = 1028164.77$$

«Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:»[8]

$$\Sigma \text{ЧПД} = \text{ЧПД1} + \text{ЧПД2} + \text{ЧПД3} + \text{ЧПД4} + \text{ЧПД5} \quad (214)$$

$$\Sigma \text{ЧПД} = 3322890.57$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:»[8]

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} = 3n.\text{пр1} + 3n.\text{пр2} + 3n.\text{пр3} + 3n.\text{пр4} + 3n.\text{пр5} \quad (215)$$

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} = 307692766.6 + 363885959.19 + 514923364.71 + 476272344.37 \dots \\ + 532465536.96$$

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} = 2100395758.91$$

$$K_{u.} = 0.00065$$

$$I = K_{u.} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}} \quad (216)$$

$$I = 0.00065 \cdot 2100395758.91 = 1365257.24$$

«Чистый дисконтированный доход.»[8]

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧПД} - I \quad (217)$$

$$\text{ЧДД} = 3322890.57 - 2625494.7 = 697395.87$$

Индекс доходности.

$$ID = \frac{\text{ЧДД}}{I} \quad (218)$$

$$ID = \frac{697395.87}{2625494.7} = 1.43$$

Срок окупаемости проекта.

$$Ток = \frac{I}{ЧДД} \quad (219)$$

$$Ток = \frac{2625494.7}{697395.87} = 0.7$$

График прибыли представлен на рисунке 24.

Облагаемый
доход, т. руб.

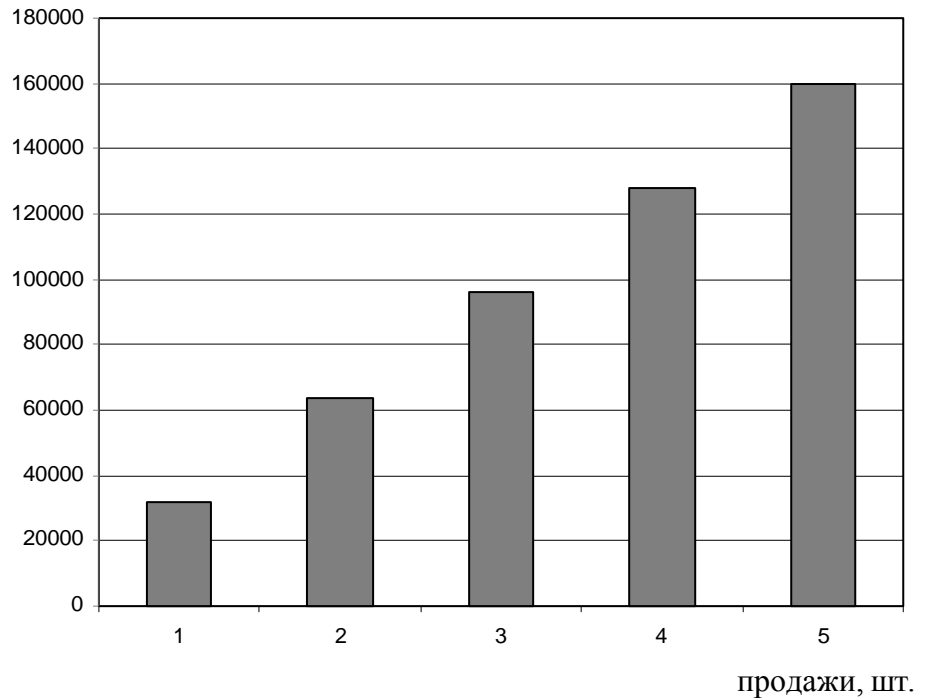


Рисунок 24 - График облагаемого дохода от продаж

Выводы и рекомендации

«В этом экономическом разделе проекта, рассчитанные параметры разработанного рулевого механизма показали что стоимость его выше, чем базовая структура, однако благодаря усовершенствованным характеристикам руля повышает удобство, безопасность и устойчивость автомобиля, а также снижает аварийность. Таким образом, расчет общественных эффектов-сбережений был сделан в связи с уменьшением аварий, и можно было сделать выводы о необходимости проектирования рулевой колесной конструкции, так как этот проект обладает положительным экономическим эффектом.»[8] Точка безубыточности продаж составляет 43 600 штук, т.е. этот объем продаж покрывает расходы компании, а плановый выпуск – 120 000 штук. Компания имеет чистую дисконтированную прибыль, учитывая инвестиционные инвестиции. 195 763 3.32 руб.

Из всех вышеперечисленных коэффициентов для инвестиционного решения приемлема абсолютная величина ПДД для расчета. Благодаря чистому эффекту чистого дисконтированного дохода, проект эффективен. Индекс прибыли составляет 1,43, что больше единицы, что является показателем минимальной рискованности и прибыли этого проекта.

Инвестиции, вложенные за год, окупятся не менее чем за год. При анализе результатов расчетов эффективности реализации разработанного типа рулевого управления можно делать вывод, что его реализация в производстве должна быть целесообразна.

Заключение

В результате проведения анализов выбора схем для проектируемого узла автомобиля, конструкторской стадии проектирования, сравнения ближайших аналогов, технологической обработки возможностей изготовления была выбрана модель, которая наиболее успешно сочетает все отмеченные вопросы.

Дальнейшее повышение потребительского качества можно добиться применения современных материалов конструкции и использования последних технологий в этой области.

«Во первых, представлены требования для электрического усилителя; во вторых, выполнена адаптация электрического усилителя; в третьих, выполнены прочностны расчеты измененных деталей рулевого механизма и электрического усилителя; в четвертых, разработана технологическая схема сборки усилителя; в пятых, разработаны меры для обеспечения экологической безопасности работы по сборке электроусилителя рулевой машины.»[14]

Предложения.

«В дальнейшем следует проводить более подробную и многоплановую разработку требований к параметрам компенсации, стабилизации управляемого рулевого колеса, обеспечивающей электрический усилитель руля с возможностью управления и перепрограммированием.»[11] Требуется решение и установка блоков управления, а также электрических усилителей. С развитием микроэлектроники на корпусе усилителя уже установлен блок управления, поэтому рекомендуется передать сигналы от датчика усилителя к блоку управления, а также питание от блока управления к электродвигателю усилителя, без проводов, блок управления имеет разъем, жестко соединяющийся с разъёмом усилителя. Эти работы позволят повысить потребительские показатели управления рулем, надежность работы и простоту, а также снизить стоимости электроусилителя. Следует отметить, что для электрического усилителя руля потребуются новый генератор большей мощности, и аккумуляторная батарея большей ёмкости.

Список используемых источников

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

14. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
15. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Дмитриевский А. В. Автомобильные бензиновые двигатели / А. В. Дмитриевский. - М.: ООО «Издательство АСТ» : ООО «Издательство Астрель», 2005. - 127 с.
19. 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.
20. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.
21. Шестопапов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопапов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
22. 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.
23. 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.
24. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
25. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.

26. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. - 392 с.
27. Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание и ремонт / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
28. Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.
29. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
30. Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. - Springer, 1972. - p.164.
31. Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.
32. Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.
33. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
34. Maten, J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.

Приложение А
Графики тягового расчета

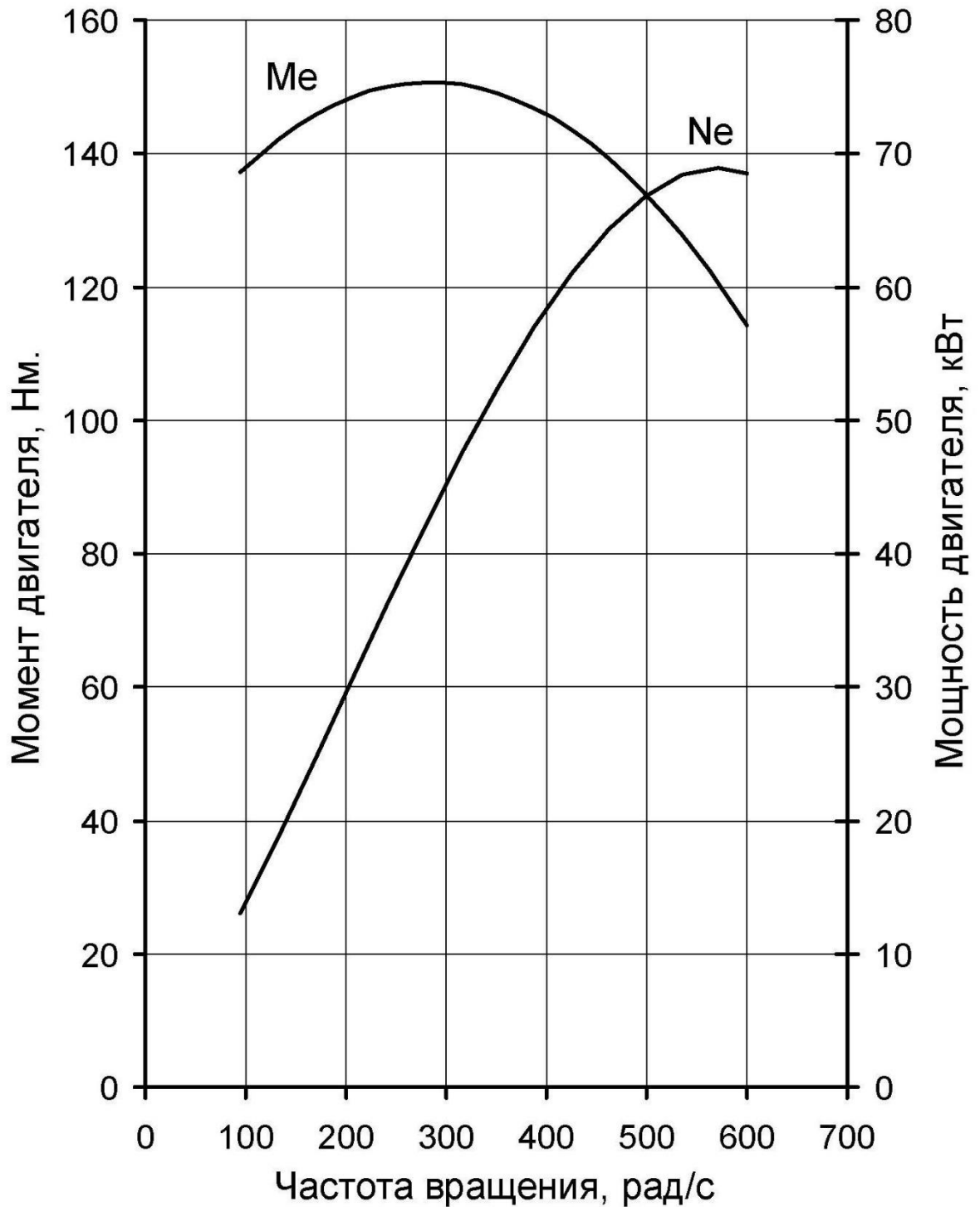


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

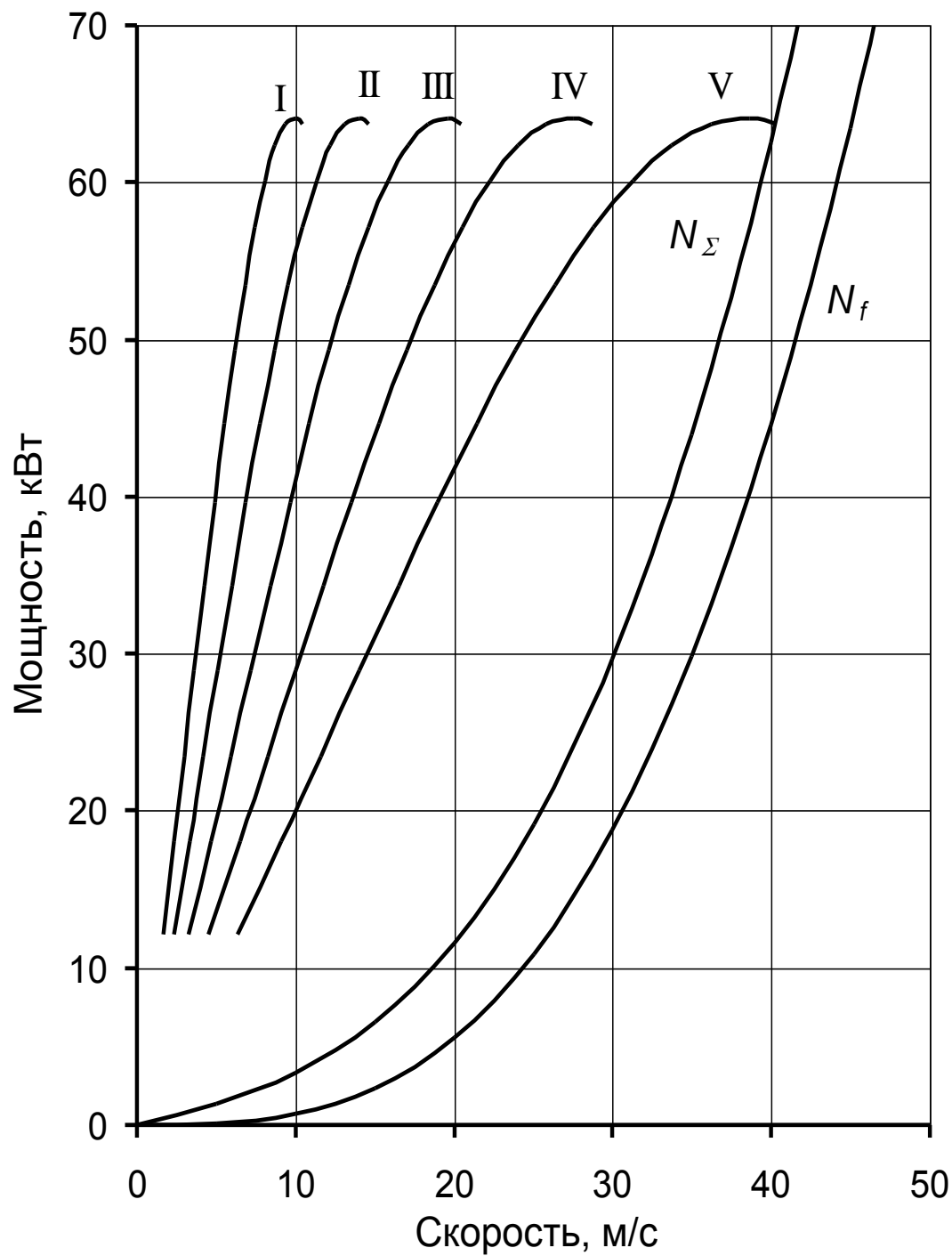


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

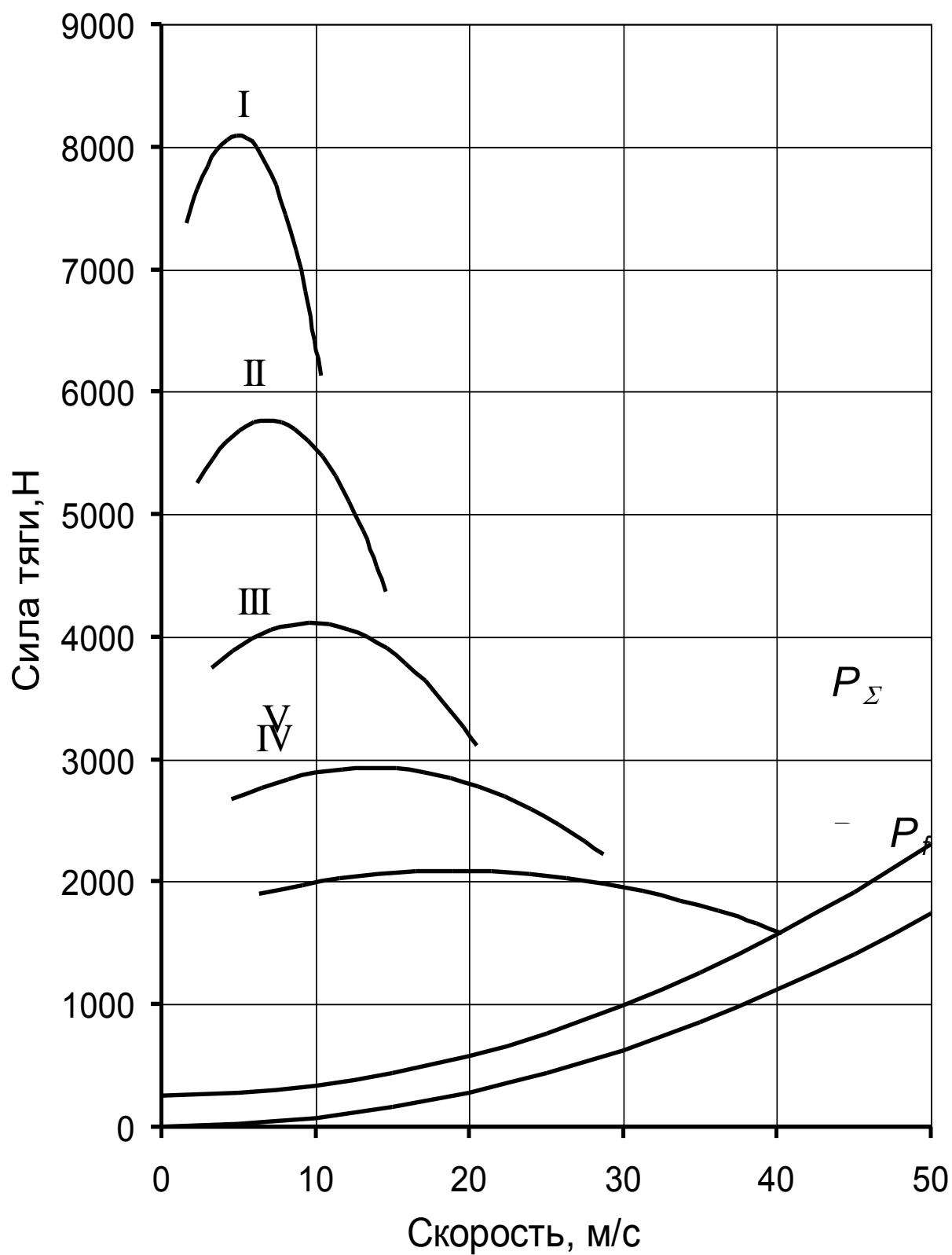


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

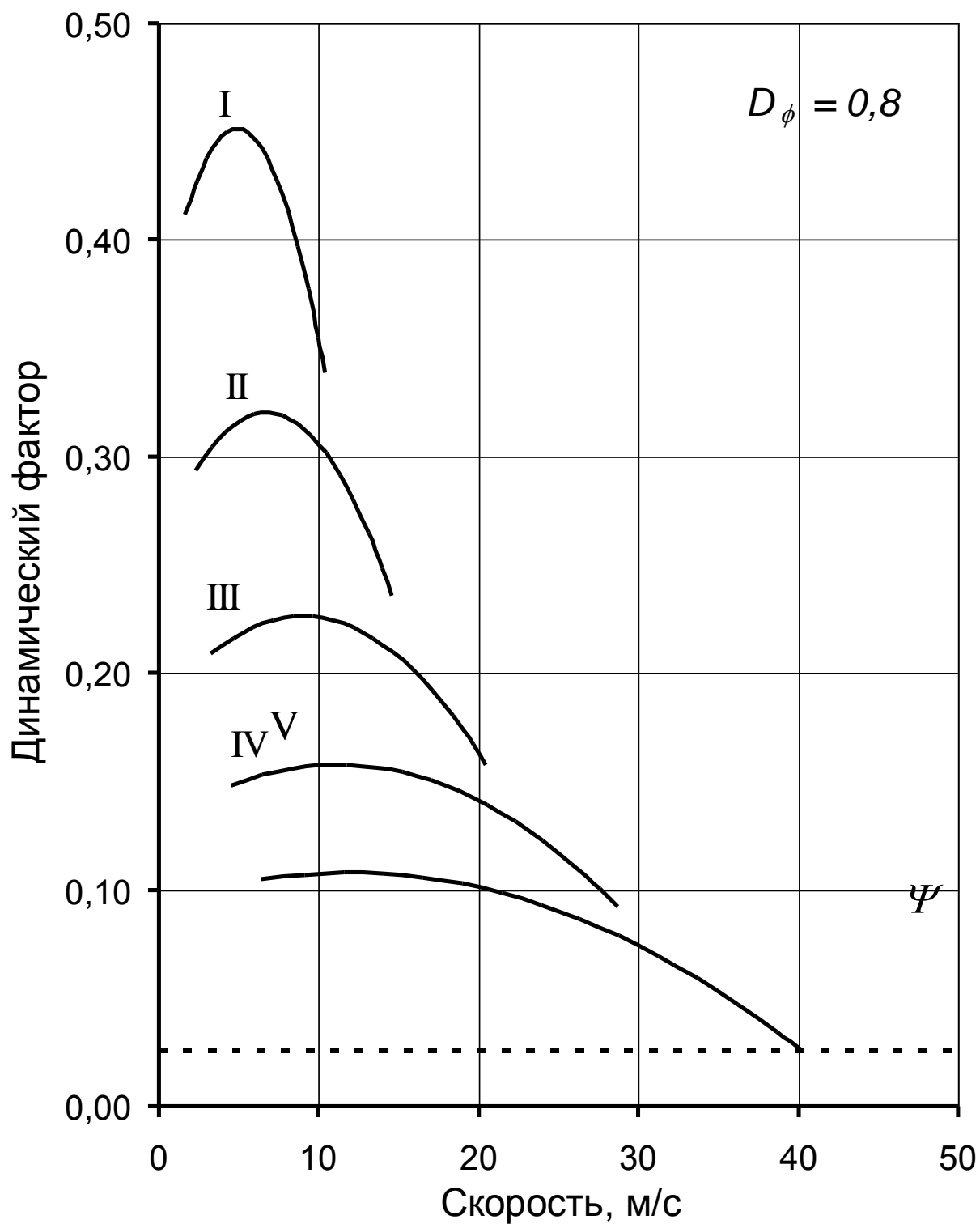


Рисунок А.4 – Динамический баланс

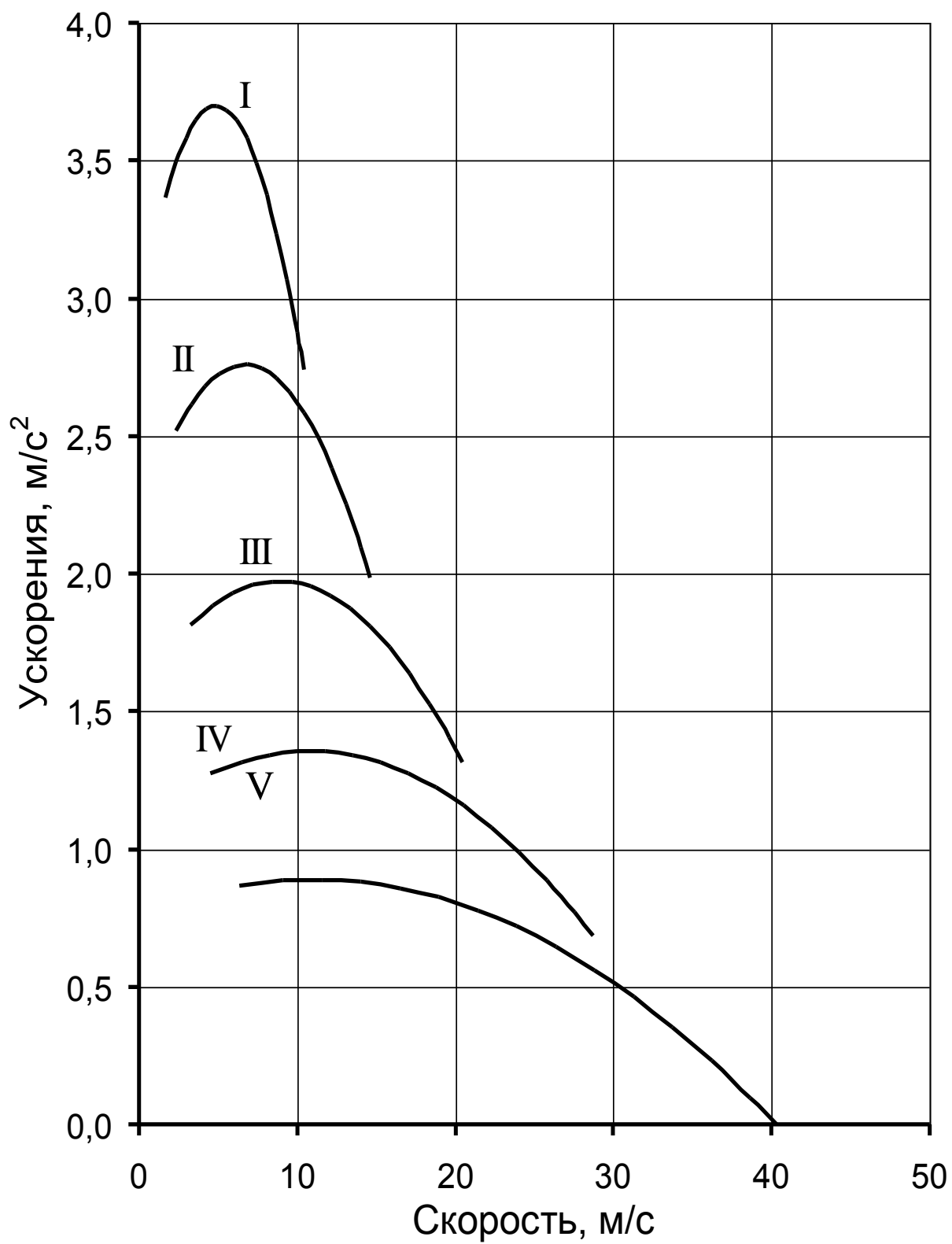


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

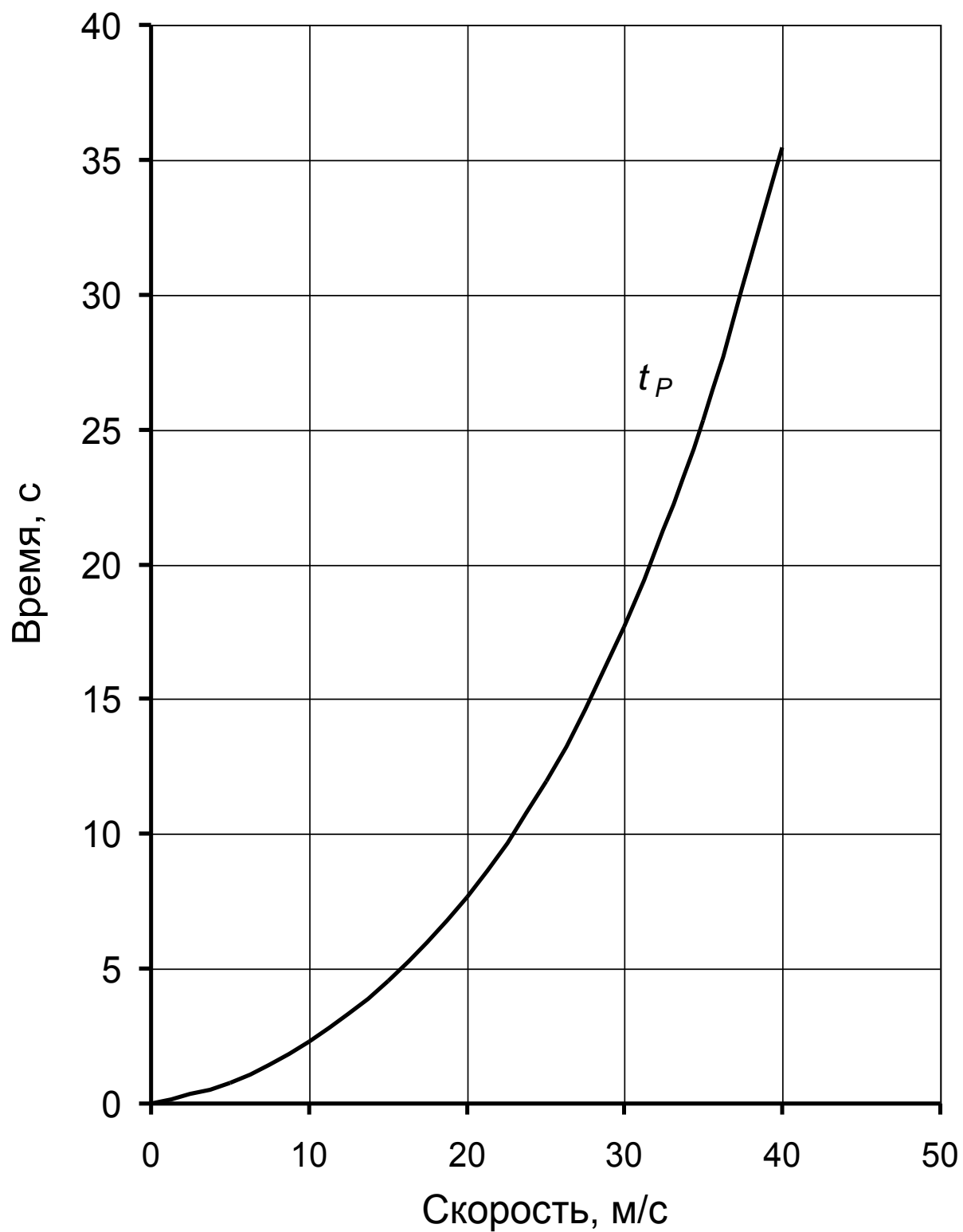


Рисунок А.6 – Время разгона

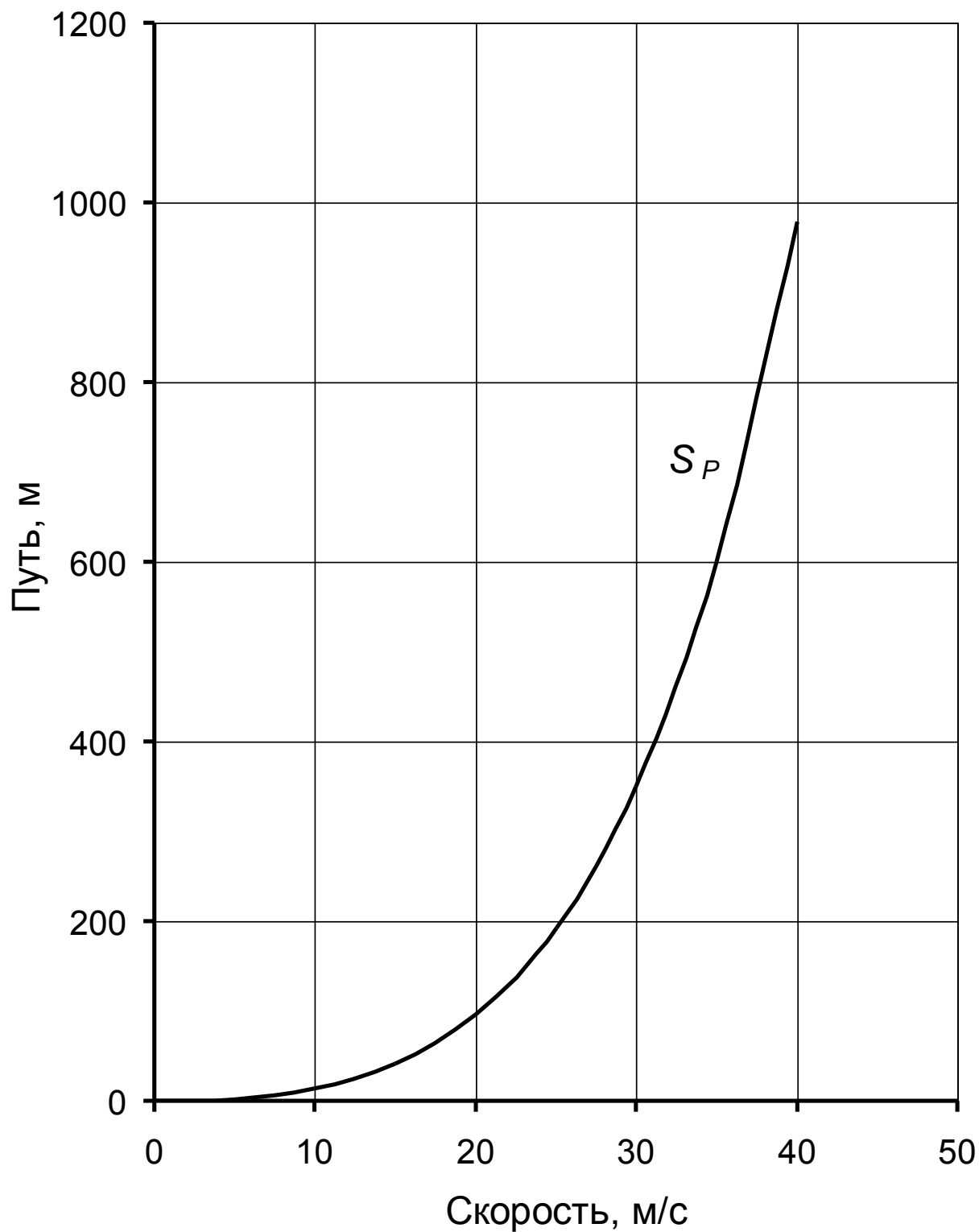


Рисунок А.7 – Путь разгона

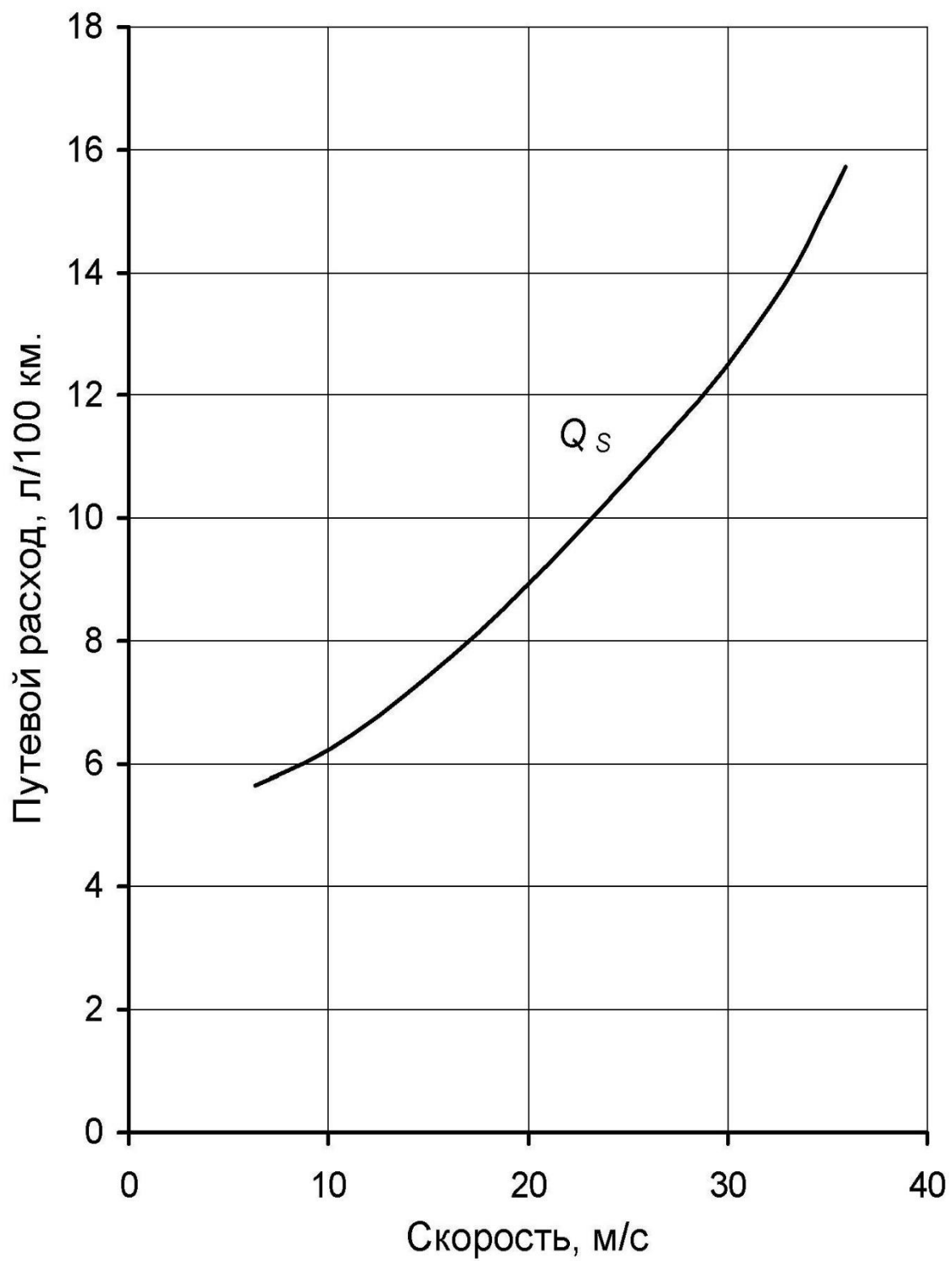


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива