

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 Разработка электромобиля-пикапа на базе автомобиля Шевроле-Нива

Студент

А.К.Батищев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

старш. преподаватель В.Г. Доронкин

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2021

АННОТАЦИЯ

Автомобиль сегодня должен иметь высокую эффективность, длительный срок службы, безопасность вождения, удобство обслуживания и устойчивость на дороге.

Тема дипломного проекта: “Разработка электромобиля-пикапа на базе автомобиля Шевроле-Нива”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломный проект состоит из 98 страниц, включая введение, разделы конструкторской, технологической, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 8 листов А1.

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

Вторая часть работы посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть содержит динамические расчеты транспортного средства, также расчеты тяговых характеристик транспортного средства и расчеты разрабатываемого объекта.

Третья часть безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть содержит экономические расчеты себестоимости разрабатываемого объекта. Также содержит расчет точки безубыточности для данной работы и расчет экономической эффективности.

Эта модернизация, описанная в дипломном проекте, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The automobile of today must have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and be stable on the road.

The topic of the diploma project is “Design of an electric pickup truck based on the Chevrolet-Niva car”. The automobile must meet up-to-date demands, that is, it must have rapid acceleration, smooth-acting clutch, silent gearbox, dependable braking and steering systems, dependable ignition system.

The diploma project consists of 94 pages, including introduction, and chapters of design, technological, economic parts and the section of the security object. It also have a graphic part of 7 sheets A1.

The first part is concerned with the design of the developed unit, its current development trends, as well as the classification of existing types of constructions.

The second part of the work is dedicated to vehicle design calculations. This part contains dynamic calculations of the vehicle, as well as calculations of the traction characteristics of the vehicle and the calculations of the developed unit.

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

The fourth part contains economic calculations of the cost of the developed unit. It also contains the calculation of the breakeven point for this project and the calculation of economic efficiency.

This modernization, described in the diploma work, can be implemented in mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение автомобилей и классификация	6
1.2 Описание конструкции автомобилей и их типы	7
1.3 Тенденции развития технологий в автомобилестроении	21
1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию автомобиля	29
2 Конструкторская часть.....	32
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	32
2.2 Расчет электродвигателя.....	48
3 Безопасность и экологичность объекта	64
4 Экономическая эффективность проекта.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета	91

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт сейчас – самый распространённый вид транспорта. Автомобильный транспорт моложе железнодорожного и водного транспорта. «Автомобильная промышленность по объёму производства, а также по стоимости основных фондов она является крупнейшей отраслью машиностроения. Продукция автомобилестроения широко используется во всех отраслях экономики и является одним из самых ходовых товаров в розничной торговле.»[18]

«Сейчас автомобильная промышленность стремится строить новую техническую политику на пути реорганизации и в сотрудничестве с различными партнерами. Опыт истории развития мирового автотранспорта показывает, что многие зарубежные автомобильные компании и фирмы находили в таком же состоянии, но, преодолев трудные времена, вновь выпускали автомобили уже известных и новых марок, моделей и модификаций.

Автомобильный транспорт является наиболее массовым видом транспорт, особенно эффективным и удобным при перевозке грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния. Экономичная и эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается рациональным использованием многомиллионного парка подвижного состава – грузовых и легковых автомобилей, автобусов, прицепов и полуприцепов.

В настоящее время в автомобилестроении существуют две очень важные тенденции, это погоня за экономичностью – современные двигатели значительно меньше потребляют топлива, чем двигатели былых лет, и экологичность – автомобиль не должен загрязнять окружающую среду.»[18]

Цель дипломного проекта это создание экологичного, экономически выгодного автомобиля для жизни и для работы человека преимущественно в городских условиях передвижения.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение автомобилей и классификация

К транспортным средством категории В относятся автомобили разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг и число сидячих мест помимо сиденья водителя не превышает 8. В самом массовом представителем данной категории является легковой автомобиль.

В Европе легковые автомобили подразделяют в зависимости от их габаритных размеров на классы. Таких классов шесть, они обозначаются буквами латинского алфавита: А плюс, В плюс, С плюс, D плюс, С плюс, Е плюс, F плюс. Класс А плюс - малогабаритные 4-5 местные легковые автомобили, длина которых не превышает 3,7 м, а ширина 1,6 м, к данному классу относятся 2-4 местные городские мини автомобилей, например, Smart в данную категорию входят модели Сеаз 11116, ВАЗ 1111 Ока, Киа пиканта, Daewoo Matiz. Класс В плюс легковые автомобили длиной от 3,7 м до 4,3 м и шириной до 1,7 м. Чаще всего они оснащаются кузовом хэтчбек три или пять дверей и передним приводом, так например, все модели Лада 2104, Renault Logan, Hyundai Accent, по устаревшей отечественной классификации автомобили нынешних классов А плюс и В плюс относились к особому малому классу с двигателем рабочим объемом до 1,1 литра, отраслевой индекс начинается с цифр 11 например ВАЗ 1111. Класс С плюс легковые автомобили длиной от 4,2 до 4,5 м и шириной до 1,8. Данный класс часто называют ниже средним или гольф классом, по самому популярному в Европе его представителю Volkswagen-Гольфа. К классу С плюс относятся также Chevrolet Lacetti, Ford Focus. Класс D плюс - легковые автомобили длиной от 4,5 до 4,8 м и шириной до 1,8 м данный класс часто называют верхний средний и данному классу относятся модели Audi a4, Mazda6, Volkswagen Passat, по устаревшей отечественной классификации автомобилей нынешних классов С плюс и D плюс относились к малому классу с двигателем рабочим объемом от 1,1 до 1,8 л. Отраслевой индекс начинался с цифр 21, например, ИЖ 2126. Класс Е плюс

- легковые автомобили длиной от 4,8 до 5 м и шириной более 1,8 метра. Данный класс именуется бизнес-классом, в этом классе представленной Lexus GS, Nissan Teana, Mitsubishi Galant, по устаревшей отечественной классификации автомобилей внешних классов E плюс и частично D плюс и плюс относились к среднему классу с двигателем рабочим объемом 1,8 до 3,5 л, отраслевой индекс начинался с цифр 31 например ГАЗ 3102. Класс F плюс состоит из автомобилей длиной более 5 м и шириной более 1,8 м. Этот класс именуется классом люкс или представительским классом к нему относятся комфортабельные мощные автомобили типа: Bentley, Maybach и Rolls-Royce, по устаревшей отечественной классификации автомобилей класс F плюс и частично E плюс относились к большому, с двигателем рабочим объемом 3 литра и выше без ограничений классов, отраслевой индекс начинался с цифр 41 например ЗИЛ 4104.

1.2 Описание конструкции автомобилей и их типы

Автомобиль состоит из следующих основных частей - несущей системы и кузова, а также из двигателя, трансмиссии, ходовой части, систем управления, электрооборудование и под системы двигателя - идиоматическое оборудование автомобиля. На рисунке 1 представлены основные узлы и агрегаты автомобиля: четырехцилиндровый двигатель внутреннего сгорания, переднеприводная трансмиссия с ручной коробкой передач и рулевое управление с гидроусилителем, тормозная система с системой ABS, независимая передняя подвеска по типу mcpherson и задняя полунезависимая подвеска.[21]



Рисунок 1 – Основные узлы и агрегаты автомобиля.

Рассмотрим строение автомобиля подробнее - начнём с несущей системы и кузова. Кузов предназначен для размещения водителя, пассажиров и грузов. Кузов как несущая система необходима для расположения и крепления на ней всех частей автомобиля, также принимает на себя нагрузки воздействующие на автомобиль при его движении. Выполняется она в виде рамы или несущего кузова, таким образом несущий кузов выполняют роль и рамы и несущего кузова, таким образом несущий кузов выполняют роль и рамы и несущего кузова. Современные легковые автомобили производятся с несущим кузовом, лишь небольшая часть внедорожников выполнена с рамой. Рассмотрим следующее устройство автомобиля - двигатель располагается обычно в передней части автомобиля, в моторном отсеке, двигатель преобразует какой-либо вид энергии в механическую работу, наиболее распространённые - двигатель внутреннего сгорания, сокращённо ДВС, которые используют энергию сгорания бензина или дизельного топлива режет другого топлива. Также набирает популярности электрические и гибридные двигатели. На рисунке 2 показан 4-цилиндровый 16-клапанный двигатель внутреннего сгорания, работающий на бензине.

ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС)



Рисунок 2 – Двигатель внутреннего сгорания – схема работы.

Один рабочий цикл в данном двигателе состоит из четырех тактов – впуска – сжатия - рабочего хода – выпуска. Двигатель имеет множество под систем, например, система впуска, выхлопная система, топливная система, система охлаждения двигателя. В двигателе внутреннего сгорания механическая работа передается через маховик крутящимся моментом в следующий узел автомобиля – трансмиссия. Трансмиссия - совокупность механизмов и агрегатов соединяющие двигатель с ведущими колёсами автомобиля, предназначена для передачи, изменения и распределения крутящего момента двигателя на ведущие колеса автомобиля. На рисунке 3 показан автомобиль с передними ведущими колесами, это значит, что это переднеприводная трансмиссия. [25]



Рисунок 3 – Схема переднеприводной трансмиссии.

Трансмиссия может иметь разную компоновку и строение, в зависимости от привода автомобиля. Переднеприводная трансмиссия с ручной коробкой передач включает в себя сцепление, коробку передач, главную передачу и дифференциал. Полуоси, сцепление, коробка передач, главная передача и дифференциал находятся под одним корпусом. Посмотрим заднеприводную трансмиссию – в ней будет добавлена карданная передача. Главной передачей и дифференциалом будут находиться вне корпуса коробки передач на ведущей оси автомобиля, схема представлена на рисунке 4.

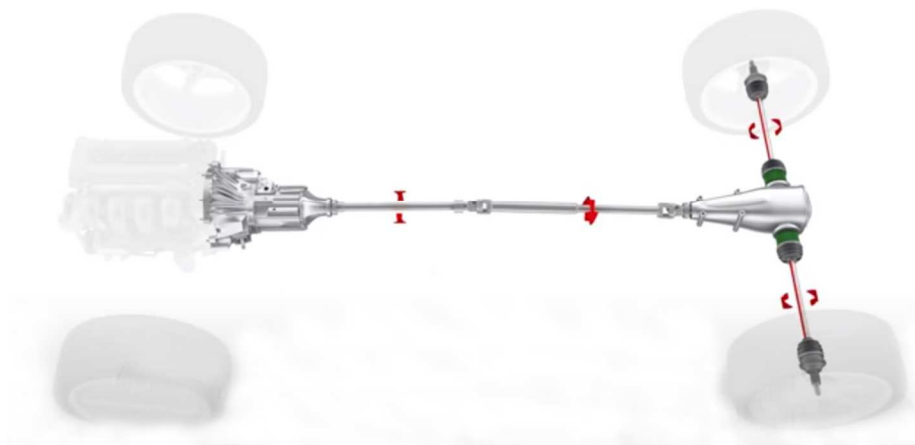


Рисунок 4 – Схема заднеприводной трансмиссии.

Теперь рассмотрим полноприводную трансмиссию, в которой будет добавлена раздаточная коробка. На полноприводном автомобиле все оси будут ведущие, это показано на рисунке 5. [22]

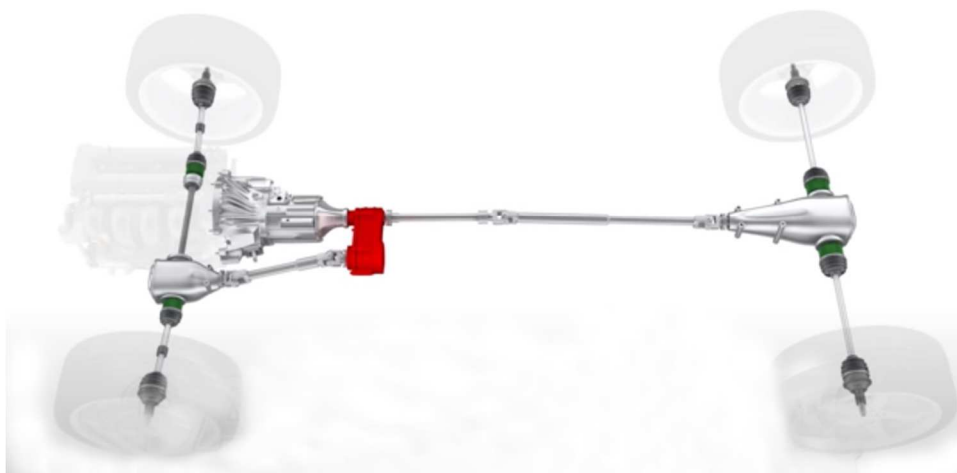


Рисунок 5 – Схема полноприводной трансмиссии.

Перейдем к ходовой части автомобиля - предназначена для перемещения автомобиля по дороге, а также воспринимает и поглощает воздействие неровной дороги на кузов. Ходовая часть состоит из колес и подвески. Колёса состоят из шин и дисков, также могут иметь в своем составе

камеру. Подвеска состоит из опор колёс в данном случае - это поворотный кулак со ступицей, упругого элемента в данном случае пружины, амортизатора, направляющие детали колес, стабилизаторы поперечной устойчивости, элементов крепления подвески. Спереди устанавливается независимая подвеска по типу Мак-Ферсон, которая пользуется большой популярностью у автопроизводителей. Сзади используется полунезависимая подвеска, представляющая торсионную балку.

Система управления автомобилем - сюда входят рулевое управление, тормозная система, управление двигателем и трансмиссией не входит в систему управления. Рулевое управление необходимо для изменения направления движения автомобиля, тормозная система необходима для замедления и полной остановки автомобиля, а также удержание его на одном месте, управление двигателем необходимо для изменения крутящего момента двигателя. Управление трансмиссией - необходимо для временного разъединения двигателя и трансмиссии и для выбора нужной скорости либо нужного режима работы коробки передач. Электрооборудование - совокупность устройств вырабатывающих передающих и потребляющих электроэнергию на автомобиле, делится на источники электроэнергии, потребители электроэнергии, электрическую проводку и вспомогательные устройства. Источники электроэнергии - это аккумуляторная батарея, генератор. Потребители электроэнергии - это всевозможные электроприборы для работы которых требуется электроэнергия, например, фары, стартер, бытовой компьютер. Электрическая проводка необходимо для взаимосвязи электрического оборудования между собой. Вспомогательные устройства - относятся блоки реле и блоки.

В настоящее время в автомобилестроении существуют следующие основные тенденции:

- Погоня за экономичностью – современные двигатели значительно меньше потребляют топлива, чем двигатели былых лет.
- Безопасность – современный автомобиль должен быть безопасен, чтобы защитить водителя и пассажира в случае аварии.

- Экологичность – автомобиль не должен загрязнять окружающую среду.
- Увеличение мощности – с развитием технологий и науки возросла и мощность двигателя.
- Хорошая обтекаемость автомобиля.
- Уменьшение размера автомобиля.

Исходя из выше приведенных пунктов – самым перспективным будет использование в автомобиле в качестве силового агрегата - это электродвигатель, который уже сейчас в наше время отвечает всем самым современным требованиям и критериям автомобилестроения в плане конструкции, технических характеристик и экономических показателей. И современные технологии уже сейчас позволяют создать и использовать повсеместно электромобили, это могло бы поднять экономику нашей страны, улучшить жизнь людей, но как видно из истории, технический прогресс не приводит к этому, и это во многом благодаря рыночному устройству мировой экономики. Сейчас мы наблюдаем пик развития двигателей внутреннего сгорания, и он уже пошел на спад, т.е. по сути это не возврат к технологии внутреннего сгорания, потому что она не эффективна по множеству параметров. Например, не говоря уже о низком коэффициенте полезного действия, кроме того какое огромное загрязнение наносит сама эта технология, при том, что потенциал самого электродвигателя он только-только на заре своего развития. Сам электродвигатель он имеют КПД порядка 95-98 процентов, но почему же он раньше не мог развивать технологию электромобилей, ведь они зародились еще в конце XIX века. Первые форды они были электрическим - Генри форд вместе с Эдисоном, они делали первые электромобили. Но в то время аккумуляторы были свинцовыми, гигантскими, они проходили очень малое количество циклов, соответственно эта технология имела свои ограничения и недостатки, и конечно же не было возможности где-то там подзарядить эту машину, но сейчас технологии шагнули настолько далеко, что наблюдаем как только аккумуляторы дешевеют не то что ежегодно, но даже ежемесячно, график представлен на рисунке 6, т.е. разрабатывается новая химия, составляющих батареи. [24]

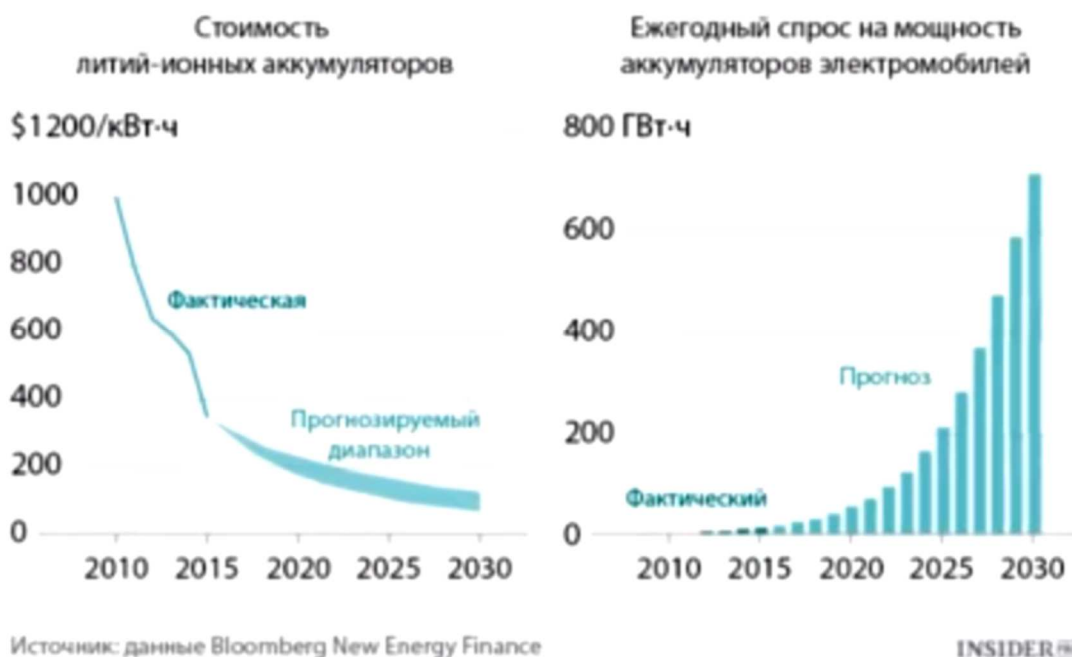


Рисунок 6 – График изменения стоимостей акб.

В современных электромобилях можно наблюдать несколько веток развития аккумуляторной химии и каждый из них имеет свой плюс и благодаря этому мы наблюдаем удешевление технологии, современные электромобили приезжают уже от 250 до 600 км, чего обычному человеку хватит минимум на один день, если он работает в такси или службе доставки, или даже на неделю если только для своих нужд. Всё это сильно упирается сейчас только в инфраструктуру, которую необходимо развивать. По прогнозам экспертов в 2023 году стоимость электромобиля, готового изделия, она сравняется со стоимостью обычного среднестатистического автомобиля на двигателе внутреннего сгорания, и в этот момент произойдёт то, что человеку в здравом уме не будет никакого смысла приобретать автомобиль с неэффективным двигателем внутреннего сгорания, потому что - это низкий ресурс, машина современная с двигателем внутреннего сгорания проходит 100 может 200000 км, и у неё начинается целый ряд проблем которых лишён электромагнит. Кроме того можно посчитать сколько по затратам уходит денег на ТО, на примере можно рассмотреть службу в такси, так чтобы

наглядно можно было оценить количество используемого масла, фильтров, колодок тормозных и прочего в сравнении с электромобилем. И в итоге стоимость бензинового автомобиля на старте она ниже, а электромобиль выше, но расходы за год на обслуживание и на топливо для бензинового автомобиля они выравнивают стоимость автомобиля и его владения и далее на следующий год электромобили обходят классический автомобиль по всем показателям.

Про проблемы утилизации аккумулятора электромобиля можно сказать, что батарея электромобиля является ценнейшим ресурсом, пока она используется в электромобиле, то есть она должна иметь запас не менее 70% своей емкости, потом она конечно потеряет 30% допустим, она становится менее пригодной, меньше километров на ней можно проехать и тогда она перемещается в системы хранения энергии, стационарные. То есть сейчас наблюдаем как допустим в Германии множество посёлков собирают эти батареи, организуют парки хранения энергии, заряжают эти аккумуляторы ночью по ночному тарифу, днём они используются для энергии. Также для возобновляемых источников энергии это ценнейший ресурс - ветряк стоит, забивает эти аккумуляторы и далее уже они используются по назначению и в таком режиме они могут проработать еще не один десяток лет. В принципе даже если говорить о разбитой батарее электромобиля после ДТП, которую нельзя применить в ней находится множество ценнейших компонентов редкоземельных металлов, которые практически на 90% обратно перерабатывается в новую батарею.

Преимущества у электромобилей - значительно комфортнее обычного автомобиля и это достигается за счет конечно же отсутствие посторонних шумов работы двигателя и когда ,например, стоишь на месте на светофоре у тебя включен кондиционер и печка и при этом ничего не трясётся, ничего не тархтит, ничего не источает лишнего тепла. Получается что электромобиль значительно комфортнее в этих случаях, ещё электромобиль он значительно управляемый, чем обычная машина. Центр тяжести находится ниже и как правило он очень равномерно распределен между осей колес. Это аккумулятор

- самая тяжелая часть электромобиля, соответственно входя в поворот и машина значительно стабильнее управляется, она устойчивее и лишней раз как бы её не занесёт и в ДТП соответственно не попадешь. Кроме этих вещей также на всех электромобилях реализованные системы устойчивости, ESP, ABS. И эти системы конструктивно реализованы не подтормаживанием, как это сделано на обычных машинах, а за счёт изменения нагрузки на сам электродвигатель, благодаря этому нету лишних задержек, то есть машина адаптируется к дорожной ситуации мгновенно, что невозможно для традиционного автомобиля и кстати говоря, если говорить об отдаче, то невозможно реализовать автопилот полноценно на классических машинах с двигателем внутреннего сгорания по той же самой причине, потому что существует задержка - пауза в момент того, как надо ускориться, когда производится подача топлива, поднялись обороты у двигателя внутреннего сгорания. У электромотора - это происходит мгновенно, и автопилот, когда такая машина высадила пассажиров, она может спокойно подъехать на бесконтактную зарядку, произвести подзарядку индукционным способом и ехать дальше. Бензиновой машине при этом нужен какой либо человек, который бы вставил пистолет в бензобак для дозаправки автомобиля. И еще один важный момент - это конечно безопасность электромобилей, представим в момент аварии происходит как правило то, что двигатель вместе с коробкой передач уходит в салон в зависимости от модели и есть огромный шанс, что все вот эти агрегаты они прилетят в салон и повредят людей. У электромобилей практически у всех - платформенная конструкция, где мотор находится внизу, батарея внизу, всё внизу и спереди мы имеем огромное пространство, сминаемая часть, так называемая зона деформации, зона жизни, это во-первых, во-вторых, электромобили очень сложно опрокинуть, это подтверждается очень многими проведенными краш-тестами. Электромобиль как неваляшка он всё время стремился встать на колёса и множество краш-тестов показывают как электромобиль опрокидывается на крышу либо на бок при сильнейшем ударе и потом всё равно встаёт обратно на колёса. Электричество этого не газ и не бензин, при некоторых условиях может

произойти возгорание, но если сравнить с традиционными видами топлива такая машина значительно менее подвержена возгоранию, тем более взрыву, то есть даже в случае сильнейшей аварии человек сможет выбраться прежде, чем автомобиль загорится. Это также подтверждает множество краш-тестов и аварий, которые уже произошли. Взрыв аккумуляторной батареи после сильного удара конечно возможен для батарей настоящих, но сейчас активно развивается аккумуляторная химия, и на данный момент уже сейчас есть такая химия, которая вообще никак не воспламеняется, то есть даже полностью заряженная батарея протыкается отверткой и оттуда идёт только дымок, но она не загорается, то есть загорается сейчас литий-ионные батареи которые устанавливаются сейчас. Ещё есть мнение, что может ударить током если заедешь в глубокую лужу или перевернешься как-то, и что не стоит трогать такую машину. На самом деле в момент аварии контакты батареи силовые, они отсоединяются и они разъединяются даже внутри батареи, между ячейками, поэтому поражение током, оно просто минимально. Объективно можно предположить, что за электромобилями будущее и совсем скоро альтернативы им просто не будет, но для того, чтобы они развивались необходимо создавать зарядную инфраструктуру, это сейчас единственный камень преткновения.

Рассмотрим устройство электромобилей на примере самого известного бренда автопроизводителя электромобилей Tesla. «Электромобили становятся всё более популярными в автомобильном мире, ожидается, что эти бесшумные экологически чистые и высокопроизводительные транспортные средства сделают двигатели внутреннего сгорания устаревшими к 2023 году. Разберем технологии автомобиля Tesla модель S, который недавно вошел в тройку самых быстрых автомобилей в мире. Анализируя устройство асинхронного двигателя, инвертора, литий-ионного аккумулятора и синхронизированной коробки передач, простой и логичный форме, в основе автомобиля Tesla лежит изобретения сделанные великим ученым Николой Теслой около 100 лет назад. Асинхронный или индукционный двигатель - асинхронный двигатель имеет две основные части статор и ротор. Ротор это просто набор электропроводящих

стержней на короткозамкнутых с торцов кольцами, трехфазный переменный ток подаётся на статор.»[23]

«Проходя по обмоткам трёхфазный переменный ток создает вращающееся магнитное поле, это вращающееся магнитное поле индуцирует ток в стержнях ротора, что заставляет ротор вращаться, в индукционном двигателе ротор всегда вращается несколько медленнее электромагнитного поля, в асинхронном двигателе нет не щёток не постоянного магнита, при этом он остается надежным и мощным. Прелесть асинхронного двигателя заключается в том, что его скорость зависит от частоты переменного тока, таким образом просто изменяя частоту тока в источнике питания можно изменить скорость вращения ведущих колес, этот факт позволяет легко и надежно контролировать скорость электромобиля. Питание двигателя осуществляется от частотно-регулируемого привода, который в свою очередь контролирует скорость двигателя, скорость двигателя может варьироваться от 0 до 18000 оборотов в минуту, это наиболее значительное преимущество электромобилей по сравнению с автомобилями с ДВС. Двигатель внутреннего сгорания обеспечивает полезный крутящий момент и выходную мощность только в ограниченном диапазоне скоростей, поэтому прямое подключение двигателя к ведущим колесам не очень хорошая идея - для изменения скорости привода необходимо ввести коробку переменных передач. Асинхронный двигатель, напротив, будет работать эффективно при любом диапазоне скоростей. Таким образом для электромобилей не требуется коробки переменных передач. Кроме того двигатель внутреннего сгорания не создаёт прямого вращательного движения, во вращательное движение преобразуется линейное движение поршня, это создает серьезные проблемы для механической балансировки плюс в отличие от асинхронного двигателя двигатель внутреннего сгорания не запускается самостоятельно, также выходная мощность двигателя внутреннего сгорания всегда неравномерна, многие дополнительные детали необходимые для решения этой проблемы, в случае же с асинхронным двигателем есть возможность прямого вращательного

движения и получения равномерной выходной мощности. Многие детали конструкции двигателя внутреннего сгорания здесь просто не нужны.»[23]

«В результате асинхронный двигатель обладает отличной скоростью реагирования и более высокой удельной мощностью на единицу веса транспортного средства демонстрируя превосходную производительность автомобиля. Питает асинхронный двигатель конечно аккумулятор - он вырабатывает мощность постоянного тока поэтому перед подачей питания на двигатель он должен быть преобразован в переменный, для этой цели используется инвертор - это электронное устройство управляет частотой переменного тока, а следовательно и скоростью двигателя, кроме того инвестор может изменять амплитуду переменного тока, которая в свою очередь будет задавать выходную мощность двигателя, другими словами инвертор это что-то вроде мозга электромобиля.

Рассмотрим аккумуляторную батарею - это набор обычных литий-ионных элементов подобных тем, которые используются в нашей повседневной жизни. Элементы объединены в блоки и соединены параллельно чтобы обеспечить мощность необходимую для запуска электромобиля. Гликолевый хладагент проходят по металлическим трубкам через зазоры между элементами аккумулятора, это нововведение использование множества маленьких элементов вместо нескольких больших позволяет эффективно охлаждать систему, что сводит к минимуму возможность появления точек перегрева и даже позволяет распределить температуру равномерно, что приводит к увеличению срока службы батареи. Элементы объединены в съёмные модули в батарейном блоке имеется 16 таких модулей состоящих из 7000 элементов. Нагретый гликоль охлаждается проходя через радиатор, который установлен в передней части двигателя. Помимо прочего такой плоский батарейный блок, будучи установленным близко к земле позволяет снизить центр тяжести транспортного средства, низкий центр тяжести значительно улучшает устойчивость автомобиля. Аккумулятор покрывает дно автомобиля по всей ширине что обеспечивает структурную жесткость против боковых столкновений.»[23]

«Трансмиссия Tesla - мощность производимая двигателем передается на ведущее колесо через коробку передач, как уже было упомянуто ранее двигатель имеет широкий диапазон выходной мощности и поэтому используется простая одна скоростная коробка передач.»[23]

«Выходная скорость двигателя уменьшается в два этапа, переход к задней передаче в электромобиле также очень прост, для этого достаточно изменить порядок чередования фаз в двигателе. Единственной целью коробки передач электромобиля является снижение скорости вращения и связанное с этим увеличение крутящего момента, второй компонент в трансмиссии - дифференциал, после понижения скорости силы передаются к нему - это простой свободный дифференциал. Однако, такие дифференциалы имеют проблемы регулирования тягового усилия, но свободный дифференциал более надежен и передает больший крутящий момент, проблема регулирования тягового усилия возникающего при свободном дифференциале может быть эффективно преодолена с помощью двух методов - селективное торможение и быстрое кратковременное отключения от источника мощности. В двигателе внутреннего сгорания такие отключения посредством прекращения подачи топлива недостаточно оперативны, однако, в асинхронном двигателе возможно быстрое отключение питания, что является эффективным средством контроля тягового усилия. Этот процесс производится в соответствии с современным алгоритмом и с помощью датчиков и контроллеров, проще говоря - заменена сложная механическая система высокочувствительным программным обеспечением.»[23]

«Вождение электромобиля можно производить с помощью одной лишь педалью - это возможно благодаря его мощной рекуперативной тормозной системе. Такая система позволяет экономить огромную кинетическую энергию автомобиля в виде электричества и не теряя её в форме выделяемого тепла. В электромобиле как только вы нажимаете педаль акселератора включается рекуперативное торможение, при этом вовремя рекуперативного торможения асинхронный двигатель работает и как генератор, колёса приводят в действие ротор асинхронного двигателя. В асинхронных двигателях скорость ротора

меньше скорости электромагнитного поля, чтобы преобразовать двигатель в генератор нужно сделать так, чтобы скорость ротора стала выше, чем скорость электромагнитного поля.»[23]

«Инвертор играет важную роль регулируя частоту тока и поддерживая скорость электромагнитного поля ниже скорости ротора - это генерирует электричество в катушках статора образуя больше электроэнергии чем требуется для работы электромобиля. Сгенерированный переизбыток электричества может быть после его преобразования сохранён в аккумуляторной батарее. Во время этого процесса на ротор действует противо-электродвижущая сила, поэтому ведущие колёса и автомобиль будут замедляться, таким образом скорость транспортного средства может легко контролироваться во время вождения при помощи одной педали. Педаль тормоза может использоваться для полной остановки электромобиля. Электромобили намного безопаснее, чем автомобили с ДВС, затраты на содержание электромобиля и на его вождение, также намного ниже.

Преимуществом электромобилей выступают такие показатели как: высокая производительность, высокий уровень реакции, бесшумный, экологичный, низкие затраты на содержание, повышенная безопасность, односкоростная коробка переменных передач, большая мощность и крутящий момент, эффективный контроль тягового усилия.

Недостатками являются: долго подзаряжается (от 6 до 1 часа), маленький запас хода, высокая стоимость. Но если новые усовершенствованные технологии позволят преодолеть недостатки этого вида транспорта, то электромобили обещают стать автомобилями будущего.»[23]

1.3 Тенденции развития технологий в автомобилестроении

Каким будет автомобиль будущего и в чём заключаются главные задачи современной автомобильной промышленности. Новые технологии за последние 100 лет кардинально изменили и усовершенствовали всё то, что начинали великие изобретатели 19 века. Немного заглянем в прошлое – в 1885

году появился первый в мире серийный автомобиль с двигателем внутреннего сгорания и это не просто трёхколёсная корыто, а настоящая революционное изобретение того времени. Шли годы и в мире постепенно сформировалась новая глобальная отрасль промышленности и на улицах городов всё чаще можно было наблюдать не повозки запряженные лошадьми, а полноценные автомобили. Но изобретатели того времени наверное застыли бы в изумлении, если бы увидели современные автомобили – мощные, комфортные, на любой вкус и цвет, но и сегодня темпы развития автомобильных технологии не стоят на месте, а даже наоборот дарят миру все более удивительные разработки. Но для того, чтобы нам хотя бы примерно иметь представление о том каким будет автомобиль будущего нужно знать слабые стороны нынешних автомобилей.

Например, экологичность, безопасность, удобство, универсальность и так далее, ведь каждый из этих показателей потенциально можно улучшить и как раз то изобретение, в котором будут интегрированы все эти достижения можно назвать автомобилем будущего. Посмотрим какие технологии уже существуют в этой сфере. Вот например, мировые СМИ уже давно готовят нас к появлению беспилотных автомобилей. Благодаря данной технологии человек навсегда может забыть о таких сложностях как обучение в школе со сдачи всех этих экзаменов и зубрежки правил дорожного движения, его не штрафуют гаишники, ну и как бы если в гостях немного перебрал в общем не проблема всё равно за руль садиться не надо, потому что ты уже не водитель там, а пассажир. Автомобиль доставит тебя туда куда тебе нужно, если одни производители всё ещё как-то робко и неуверенно подходят к автономному управлению и на всякий случай оставляют возможность пассажиру взять управление на себя, то другие не видят в этом никакого смысла и выпускает автомобили в которых нет ни руля ни педалей - всё просто сел указал на дисплее адрес и наслаждаешься поездкой. Эти машины вооружены таким огромным количеством датчиков и камер что сканирует пространство на все 360 градусов и поэтому способны всегда оценивать ситуацию на дороге и не допускать ошибок. Но на пути внедрения беспилотных автомобилей всё ещё стоят большие трудности - всё дело в том, что люди еще не готовы к такому повороту, у них нет доверия к этой

технологии и чувства безопасности, когда они будут перемещаться беспилотным авто, ведь как говорил Праймер эксперт по транспорту одного из ведущих технологических институтов - люди могут смириться и справиться с людьми, которые делают ошибки, но мы не умеем мириться с ошибками роботов. Вот например, сколько людей согласились бы попасть на самолёт без пилота, думаю желающих было бы немного. В общем беспилотное авто должны на протяжении очень длительного времени тестироваться и доказывать свою безопасность и преимущества, а тесты уже активно ведутся в Японии и некоторых штатах США.

Но также разрабатывается и другой альтернативный способ управления автомобилем специалисты компании Nissan предлагают делать это при помощи мысли, то есть водитель одевает себе на голову некое устройство, которое точно определяет импульсы его мозга и мгновенно преобразует в задачи для автомобиля, допустим человек захотел повернуть налево подумал об этом и автомобиль тут же приступает к выполнению команды правда есть одно но, а как же безопасность, например, если нейроинтерфейс используется для управления гаджетами и игрушками, но здесь речь идет об автомобиле. И мыслями то управлять нужно уметь - наверное из 1000 человек едва ли найдется один кому это действительно под силу - поэтому здесь пока еще много вопросов и сомнений касаясь такой технологии хотя креатив и находчивость её создателей восхищает. Но практически полезный способ применения нейроинтерфейсов в беспилотном автомобиле действительно есть, о нём разработчики тоже упоминают - это взаимодействие автомобиля и человека при помощи мыслей и желаний, например, человек испытывает дискомфорт от жары и автомобиль получает об этом сигнал от нейроинтерфейса и автоматически включает кондиционер или же в зависимости от желания подогрев сидения, включает приятную музыку, меняет стиль езды с агрессивного на более спокойный или позвонит нужному человеку в общем и так далее и тому подобное. При том, что в управлении самим автомобилем человек своими мыслями не вмешивается, то тогда эта штука действительно неплохая, наибольшую ценность она будет представлять для людей с

ограниченными возможностями. Но кроме управление мыслями для осуществления всех вышеперечисленных функций, есть еще несколько способов, а именно управление жестами, а также голосовое управление, но какой из этих вариантов окажется наиболее удобным и встанет на поток время покажет. При этом не исключено, что они будут скоординированы в одно целое и водитель сам будет выбирать, тот способ управления, который пожелает.

Автомобиль будущего конечно же должен быть экологичным, уже многие страны постепенно переходит исключительно на экомобили, для того чтобы снизить количество вредных выбросов в окружающую среду, а задача инженеров состоит в том, чтобы создать наиболее эффективный способ получения энергии, и чтобы её хватало на как можно больше время движения автомобиля.

Сегодня электромобили пока еще уступает моделям с двигателями внутреннего сгорания, но изобретатели не опускают руки и серьезно работают над тем, чтобы электромобили стали достойными лидерами. Например, инженеры компании Volvo создали кузовные панели накапливающие энергию, они полностью заменят старые батареи в преимущества использования таких панелей в том, что они способны накапливать энергию гораздо быстрее, а энергии тормозной система автомобиля станет дополнительным способом подзарядки, во время тестирования автомобиль оснащенный такими панелями преодолел расстояние в 130 км без подзарядки. Конечно же автопроизводители заинтересовали технологии и в сфере виртуальной реальности, Тойота представила концепт системы позволяющая при помощи сенсорного экрана приближать объекты за пределами автомобиля идентифицировать их а также оценивать расстояние до объектов, ещё его можно использовать для развлечений. А одев очки виртуальной реальности человек с легкостью может самостоятельно обслужить свой автомобиль не заглядывая при этом инструкцию, например, если он еще новичок и не знает как заменить масло или колесо в очках благодаря наличию элементов дополняющих реальность, он будет получать точные указания к действиям подкрепленные визуальными подсказками.

Автомобиль будущего должен быть универсальным настолько чтобы на нём можно было ездить не только на суше но ещё и погружаться в морские глубины, фотография представлена на рисунке 7. Были разные попытки создать автомобиль амфибию, но наибольшего успеха в этом добилась швейцарская компания RINSPEED. Однажды, вдохновившись после просмотра фильма про Джеймса Бонда главный изобретатель компании поставил себе цель доказать, что автомобиль действительно может не только нырять глубоко под воду, но ещё и всплывать на поверхность, все детали автомобиля амфибии созданы на основе нанотехнологий, а использование электродвигателей полностью исключает вредные выхлопы автомобилей, он может погрузиться на глубину до 10 м скорость автомобиля при езде на суше достигает до 120 километров в час, но на воде и под водой и всё конечно же скромнее от 3 до 6 км в час.



Рисунок 7 – Автомобиль амфибия компании RINSPEED

Следующее немаловажное направление в автомобилестроении – это создание летающих автомобилей. В начале эти автомобили правда напоминали нечто среднее между автомобилем и самолётом и у них имеется несколько недостатков, во-первых, это очень большие крылья, во-вторых для того чтобы подняться в воздух требуется отдельная взлётная полоса, исходя из этого дальнейшей перспективы того, что эти автомобили будут иметь спрос обречены на провал, но зато они стали некой промежуточной ступенью, а дальше уже гениальные умы и умелые руки принесли в эту идею кое-что более практичное. Компания Terrafugia разработала летающую беспилотную модель TFX, фото представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Летающий автомобиль компании Terrafugia модель TFX

В 2025 году они планируют начать продажу этих автомобилей, а в нынешнем году они проводят первые летные испытания. Данная модель имеет два крыла и два электрических двигателя на каждую сторону, при езде на дороге крылья складываются и габариты автомобиля позволяют спокойно перемещаться по городу и ставить его в стандартный гараж, также автомобиль оснащен добавочными пропеллерами они-то и позволяет взлетать и

приземляться практически в любом месте, поэтому для данной модели отпадает потребность во взлетно-посадочной полосе. Управление в TFX будет автономным, дополнительного обучения не потребуется, разве что соблюдение правил безопасности. Заявленная максимальная скорость 320 км в час, а дальность полёта будет достигать и 800 км.

Компания Bridgestone разработала безвоздушные каркасного типа шины, фото представлено на рисунке 9, которые не требуют подкачки и контроля давления и вообще в принципе не требуют к себе практически никакого внимания, они даже не страдают от проколов на дороге.



Рисунок 9 – Безвоздушное каркасное колесо компании Bridgestone

Mercedes придумали подушку безопасности, которая останавливает автомобиль, еще до того как произойдет авария - это работает следующим образом - датчики установленные в автомобиле при получении сигнала, о том что столкновение неизбежно, срабатывают и из-под днища автомобиля надувается мешок со специальным покрытием, которое имеет достаточно сильное сцепление с дорогой и довольно быстро останавливает транспортное средство, схема представлена на рисунке 10.

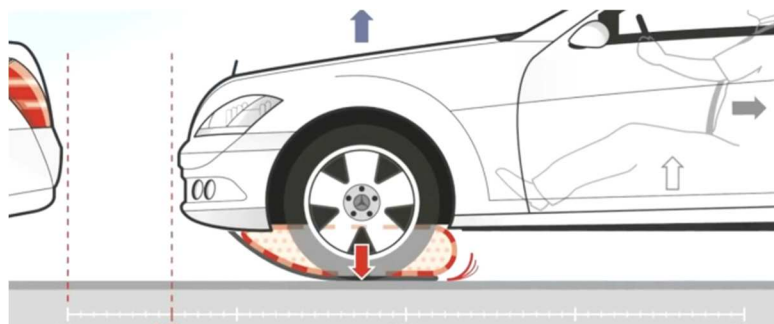


Рисунок 10 – Тормозная подушка безопасности Mercedes

До чего только не придумывают осталось только туалет в машину установить, хотя китайцы об этом давно уже позаботились ведь всякое может случиться, тем более в летающем автомобиле не делать же каждый раз аварийную посадку, фото представлено на рисунке 11.



Рисунок 11 – Разработка китайских производителей

Как можно заметить развитие технологий в автомобильной отрасли движется стремительными темпами. В этом разделе в сжатой форме описаны те из них, которые являются основными и наиболее интересными - беспилотное управление, безопасность и экологичность и универсальность пожалуй главные направления над которыми работают автопроизводители.

1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию автомобиля

Основной задачей при разработке новой конструкции автомобиля является разработка автомобиля пикапа электромобиля на базе автомобиля Шевроле-Нива, а именно предлагается вместо двигателя внутреннего сгорания использовать асинхронный электродвигатель, в место топливного бака будут установлены литий-ионные аккумуляторные батареи суммарной мощностью 24 кВт/ч, расположение аккумуляторных батарей показано на чертеже А1, а также присутствует инвертор для питания электродвигателя и для подзарядки аккумуляторных батарей.

Коробка передач исключается из автомобиля, поскольку она не требуется в электромобиле, благодаря КПД электродвигателя, который больше, чем у ДВС более чем в два раза и возможности получения более высоких оборотов. Электродвигатель устанавливается соосно с осью коленчатого вала стандартного ДВС и крепится на штатные кронштейны с подушками. Через карданный вал, который компоновочно располагается на месте предшествующей коробки передач, передается крутящий момент от электродвигателя сразу на раздаточную коробку передач, которая в свою очередь как и в стандартной комплектации автомобиля Шевроле-Нива передает крутящий момент на передний и задний мосты. Таким образом общая компоновочная схема практически особо не изменяется, и автомобиль также остается полноприводным.

Также исключается из конструкции автомобиля водяной насос системы охлаждения, радиатор и вентиляторы, все трубки для охлаждающей жидкости, поскольку у электродвигателя предусмотрен своя встроенная крыльчатка для охлаждения двигателя. Исключается также соответственно бачок охлаждающей жидкости. Исключается генератор и насос ГУРа и механизм рулевой заменяется на старый рулевой редуктор, поскольку теперь не будет гидроусилителя рулевого управления. А вместо него предлагается использовать электроусилитель рулевого управления

такого же типа, который устанавливается например на Гранте, который устанавливается на рулевой колонке. Поскольку выпускного коллектора двигателя внутреннего сгорания не будет в данной конструкции автомобиля, то вакуумный усилитель не будет работать должным образом, есть два решения данной проблемы, можно установить воздушный электронасос, он небольшого размера и вполне может быть установлен в подкапотном пространстве, он будет создавать вакуум в вакуумном усилителе. Или можно полностью исключить вакуумный усилитель из конструкции автомобиля и использовать электроусилитель педали тормоза, это упростит конструкции тормозного привода вопрос только в цене и в компоновке. Вместо салонной печки можно использовать электротепловентилятор для обогрева салона или можно использовать автономный отопитель работающий на дизельном топливе, такой используется на всех грузовиках, бачок для дизельного топлива можно установить под капотом вместо бачка охлаждающей жидкости. Потребление у них приблизительно 100 грамм топлива в час при выдаваемой тепловой мощности до 4 кВт. Также можно использовать данный отопитель для обогрева аккумуляторных батарей для зимнего периода для использования в сильные морозы для запуска электромобиля. Хотя можно просто содержать автомобиль в гаражных отапливаемых условиях и к тому же, когда батарея стоит на зарядке она нагревается. Все предлагаемые замены давно уже изобретены и существуют в мире и работают.

Из всего множества на данный момент существующих асинхронных электродвигателей, опираясь на критерии выбора это размеры необходимые для компоновки в проектный кузов автомобиля, это мощность электродвигателя, его обороты, рабочее напряжение, вес электродвигателя, и немаловажный параметр это его цена, и в итоге был выбран для использования в качестве силового агрегата асинхронный электродвигатель марки 5АН200L2 и также в настоящий момент многие производители электродвигателей принимают заказы на изготовление электродвигателей по

вашим заданным параметрам, диапазон технических характеристик асинхронных электродвигателей очень большой и при этом размеры электродвигателя сильно не меняются, больше всего меняется только цена на него. Поэтому с выбором электродвигателя проблем никаких не может быть, поскольку можно использовать двигатель любой мощности. Из типов электромоторов был выбран именно асинхронный электромотор с короткозамкнутым контуром, потому что и них отсутствуют постоянные магниты как в обычных электродвигателях, которые продаются в обычных магазинах и отсутствуют графитовые щетки электродвигателя, которые тоже стоят только у обычных электродвигателей из обычных магазинов. Асинхронные электромоторы это практически вечные двигатели для процесса эксплуатации, поскольку расходных материалов в конструкции электродвигателя отсутствуют, т.е. это щетки которые стираются и требуют замены, и постоянные магниты которые со временем размагничиваются и здесь требуется уже замена статора или замена целого электродвигателя. Поэтому и был выбран данный тип электродвигателя для данного дипломного проекта по теме согласно выданному заданию на дипломное проектирование.

Из плюсов данной конструкции можно выделить следующие факторы – это: не требуется замена фильтров воздушного, масляного; не требуется замена масла в двигателе, нет необходимости следить за уровнем масла, нет необходимости следить за уровнем охлаждающей жидкости, не требуется замена помпы, у которых довольно часто появляется люфт на шкиве и требуется ее замена или может вытечь весь антифриз и двигатель перегреется и потом будет очень дорого его отремонтировать на капитальном ремонте. Также отсутствует бачок жидкости ГУРа, поэтому тоже нет необходимости следить за уровнем жидкости в бачке, отсутствуют трубки для жидкости ГУРа, что тоже упрощает конструкцию.

Цель дипломного проекта это создание экологичного, экономически выгодного автомобиля, а также вездеходного автомобиля для жизни и для работы человека преимущественно в городских условиях передвижения.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 4$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1570$
Количество мест.....	2
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 27,78$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 400$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 1$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,45$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,32$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Число передач в коробке передач.....	1
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	45
задняя ось.....	55
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$ »[20]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_n + G_B, \quad (1)$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_0 - вес багажа; »[20]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1570 \cdot 9,807 = 15397 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 2 = m_{II1} \cdot g \cdot 2 = 75 \cdot 9,807 \cdot 2 = 1471 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 2 = m_{B1} \cdot g \cdot 2 = 10 \cdot 9,807 \cdot 2 = 196 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 15397 + 1471 + 196 = 17064 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17064 \cdot 45 = 7679 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17064 \cdot 55 = 9385 \text{ Н} \quad (6)$$

б) Подбор шин

«Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью «Краткого автомобильного справочника». »[20]

«На автомобиле установлены радиальные шины 205/75 R15. »[20]

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«где r_K – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины. »[20]

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

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 1,000 - поскольку коробка передач отсутствует),; U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передаче раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2). »[20]

$$U_0 = (0,321 \cdot 400) / (1,000 \cdot 1,2 \cdot 27,78) = 3,854$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении. »[20]

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

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

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что: »[20]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 27,78^2 / 2000) = 0,019$$

$$N_v = (17064 \cdot 0,019 \cdot 27,78 + 0,45 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 27,78^3 / 2) / 0,92 = 25856 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$). »[20]

$$N_{MAX} = 25856 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 75000 \text{ Вт}$$

« Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана: »[20]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

Определение значений крутящего момента производится по формуле:
»[20]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

«Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
10	1	0,1	108,7
280	29	2,9	99,3
553	58	5,4	92,9
826	86	8,0	91,9
1099	115	11,1	96,8
1372	144	15,3	106,2
1645	172	20,5	118,9
1918	201	26,9	133,9
2191	229	34,5	150,4
2464	258	43,2	167,6
2737	287	52,9	184,5
3010	315	63,0	199,8
3283	344	72,4	210,7
3556	372	77,7	208,8
3820	400	0,0	0,0

« n_e - обороты двигателя, об/мин; »[20]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (14)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

«Поскольку в данном проекте коробка передач исключается из конструкции автомобиля, будет только одна прямая передача.

Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению и максимальному динамическому фактору на первой передаче.

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия: »[20]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (15)$$

«Где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ($\psi_{MAX} = f_{Vmax} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$); U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1). »[20]

$$\psi_{MAX} = 0,019 + 0,32 = 0,339 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 17064 \cdot 0,339 \cdot 0,321 / (210,7 \cdot 0,92 \cdot 3,854 \cdot 2,1) = 1,186$$

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

«Где $G_{СЦ}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{СЦ} = G_1 \cdot m_1 = 7679 \cdot 0,9 = 6911$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$). »[20]

$$U_1 \leq 6911 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (210,7 \cdot 0,92 \cdot 3,854 \cdot 2,1) = 2,795$$

«Примем значение первой передачи равным:

$$U_1 = 1,000.$$

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[20]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (1,000 / 1,000)^{1/4} = 1,000 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 1,000 / 1,000 = 1,000; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,000 / 1,000 = 1,000; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,000 / 1,000 = 1,000; \quad (20)$$

$$U_5 = 1,000. \quad (21)$$

«Дальнейшие расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала: »[20]

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (22)$$

«Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с
10	0,1
280	2,0
553	4,0
826	5,9
1099	7,9
1372	9,9
1645	11,8
1918	13,8
2191	15,7
2464	17,7
2737	19,7
3010	21,6
3283	23,6
3556	25,6
3820	27,5

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (23)$$

«Таблица 3 - Тяговый баланс»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н
10	1457
280	1332
553	1246
826	1232
1099	1298
1372	1424
1645	1594
1918	1795
2191	2017
2464	2247
2737	2474
3010	2678
3283	2824
3556	2799
3820	0

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[20]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (24)$$

«Сила сопротивления качению: »[20]

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (25)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (26)$$

«Полученные данные заносим в таблицу и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости. »[20]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	239	239
5	17	242	259
10	68	251	319
15	153	266	419
20	272	287	559
25	425	314	739
30	613	346	959
35	834	385	1219
40	1089	430	1519
45	1379	481	1859
50	1702	538	2239
55	2059	600	2660
60	2451	669	3120
65	2876	744	3620

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (27)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A} \quad (28)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче
10	0,085
280	0,078
553	0,072
826	0,071
1099	0,074
1372	0,080
1645	0,088
1918	0,098
2191	0,108
2464	0,119
2737	0,130
3010	0,138
3283	0,143
3556	0,138
3820	-0,030

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}} \quad (29)$$

«Где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[20]

$$\Psi = f + i$$

« i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$). »[20]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2) \quad (30)$$

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

Таблица 6- Коэффициент учета вращающихся масс»[20]

	$U1$
$\delta_{ж}$	1,0

«Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с ²
10	0,68
280	0,61
553	0,55
826	0,54
1099	0,56
1372	0,62
1645	0,69
1918	0,78
2191	0,88
2464	0,98
2737	1,07
3010	1,15
3283	1,19
3556	1,14
3820	-0,47

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

«Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с2/м
10	1,47
280	1,64
553	1,80
826	1,86
1099	1,78
1372	1,62
1645	1,44
1918	1,28
2191	1,13
2464	1,02
2737	0,93
3010	0,87
3283	0,84
3556	0,88
3820	-2,13

2.1.12 Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин: »[20]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \quad (31)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = const$, которому соответствуют значения $(1/j) = const$. Эти величины можно определить следующим образом: »[20]

$$\left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2} \quad (32)$$

«Где k – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой $(1/j)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{CP})_k$, переходим к приближённому интегрированию: »[20]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (33)$$

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

«Где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице:

Таблица 9 - Время разгона автомобиля»[20]

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	874	4,4
0-10	2622	13,1
0-15	4221	21,1
0-20	5356	26,8
0-25	5707	28,5
0-30	4958	24,8
0-35	2791	14,0
0-40	-1112	-5,6
0-45	-7067	-35,3

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.

В данном случае кривая $t = f(V)$ разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения V_{CPk} .

Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_k есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью V_{CPk} .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом : »[20]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k \quad (34)$$

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

Путь разгона от скорости V_o

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля»[20]

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм2	Путь, м
0-5	218	11
0-10	1529	76
0-15	3529	176
0-20	5514	276
0-25	6304	315
0-30	4244	212
0-35	-2799	-140
0-40	-17433	-872
0-45	-42743	-2137

2.1.13 Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением»[20]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (35)$$

« N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.

Таблица 11 - Мощностной баланс»[20]

Скорость, м/с	Мощность на колесе, кВт
10	0,1
280	2,7
553	5,0
826	7,3
1099	10,2
1372	14,0
1645	18,8
1918	24,7
2191	31,8
2464	39,8
2737	48,7
3010	57,9
3283	66,6
3556	71,5
3820	0,0

«Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[20]

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,2	1,3
10	0,7	2,5	3,2
15	2,3	4,0	6,3
20	5,4	5,7	11,2
25	10,6	7,8	18,5
30	18,4	10,4	28,8
35	29,2	13,5	42,7
40	43,6	17,2	60,8
45	62,0	21,6	83,7
50	85,1	26,9	112,0
55	113,3	33,0	146,3
60	147,0	40,1	187,2
65	187,0	48,3	235,3

2.1.14 Энерго-экономическая характеристика

«Для получения характеристики расхода энергии следует рассчитать расход при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. »[20]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (36)$$

«где $g_{E\min} = 1/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ – минимальный удельный расход энергии. »[20]

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (37)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (38)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (39)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (40)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 13 - Путь расход энергии»[20]

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>KI</i>	<i>KE</i>	<i>QS</i>
553	4,0	0,202	0,003	1,221	1,275	5,2
826	5,9	0,217	0,077	1,203	1,222	5,3
1099	7,9	0,223	0,152	1,195	1,175	5,4
1372	9,9	0,222	0,227	1,196	1,133	5,7
1645	11,8	0,220	0,302	1,199	1,098	6,2
1918	13,8	0,218	0,377	1,201	1,068	6,7
2191	15,7	0,217	0,452	1,202	1,045	7,3
2464	17,7	0,218	0,527	1,201	1,027	8,1
2737	19,7	0,222	0,602	1,197	1,016	8,9
3010	21,6	0,229	0,677	1,188	1,010	9,8
3283	23,6	0,242	0,752	1,172	1,010	10,8
3556	25,6	0,272	0,827	1,138	1,017	11,8
3820	27,5	0,323	0,902	1,085	1,029	12,6

2.2 Расчет электродвигателя

Из всего множества на данный момент существующих асинхронных электродвигателей, опираясь на критерии выбора это размеры необходимые для компоновки в проектный кузов автомобиля, это мощность электродвигателя, его обороты, рабочее напряжение, вес электродвигателя, и немаловажный параметр это его цена, и в итоге был выбран для использования в качестве силового агрегата асинхронный электродвигатель марки 5АН200L2 и основные его технические характеристики приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Основные технические характеристики электродвигателя 5АН200L2

$P_{2ном}$, кВт	n , об/мин	$Bб$, Тл	КПД, %	$\cos \varphi$	A , А/мм	J , А/мм ²
75	3800	0,77	95	0,89	409	4,4

В таблице 15 приведены параметры схемы замещения фазы электродвигателя 5АН200L2 (значения сопротивлений указаны в относительных величинах).

Таблица 15 - Параметры схемы замещения фазы электродвигателя 5АН200L2

R_1'	X_1'	R_2''	X_2''	R_2'''	X_M	$R_{кп}$	$X_{кп}$
0,021	0,08	0,015	0,13	0,029	4,8	0,050	0,16

Пусковые характеристики электродвигателя 5АН200L2 представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Пусковые характеристики электродвигателя 5АН200L2

$m_{п}$	m_M	m_K	$S_{ном}$, %	S_K , %	$i_{п}$, %	V_t , °C/C	J_{ap}	$t_{по}$	n_0
1,2	1,0	2,5	1,4	10,0	7,5	5,4	0,47	0,46	520

Таблица 17 – Обмоточные данные электродвигателя 5АН200L2

2p	$U_{1л}, В$	$\frac{D_{a1}, мм}{D_{i1}, мм}$	$l_1, мм$	$\delta, мм$	$\frac{z_1}{z_2}$		
2	$\frac{220}{380}$	$\frac{437}{232}$	200	1,2	36/30		
	$\frac{380}{660}$						
Обмотка статора							
Y	S _{II}	n/a	$\frac{d, мм}{d', мм}$	k _{об}	l _о , мм	r ₁₍₂₀₎ , Ом	G _м , кг
1-15	8+8	6/2	1,56*1,32/1,64*1,4	0,758	1110	0,0772	31,6
Паз статора							
$\frac{b1, мм}{b2, мм}$	h, мм		$\frac{e, мм}{m, мм}$				
8,7/12,7	32,3		1,0/4,0				

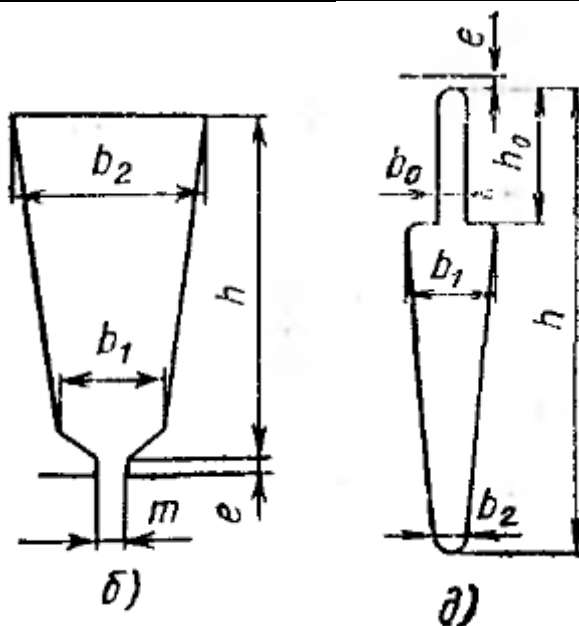


Рисунок 12 – Паза статора и ротора

«Перечень условных обозначений, употребляемых в ходе выполнения данного проекта, схема представлена на рисунке 12:

$P_{2ном}$ – номинальная мощность;

$Bб$ – максимальная индукция в воздушном зазоре;

A – линейная токовая нагрузка статора;
 J – плотность потока в обмотке статора;
 X_M – главное индуктивное сопротивление;
 R_1 – активное сопротивление;
 X_1 – индуктивное сопротивление рассеивания обмотки статора;
 R_2 – приведенное к обмотке статора активное сопротивление;
 X_2 – индуктивное сопротивление ротора;
 R_{2n} – приведенное к обмотке статора активное сопротивление обмотки ротора с учетом вытеснения тока в стержнях беличьей клетки;
 $R_{кп}$ – активное сопротивление короткого замыкания;
 $X_{кп}$ – индуктивное сопротивление короткого замыкания;»[20]
 $\langle i_n = I_n/I_{ном}$ – отношение начального пускового тока к номинальному;
 V_t – начальная скорость нарастания температуры обмотки статора при заторможенном роторе и пуске двигателя из практически холодного состояния;
 $J_{др}$ – динамический момент инерции ротора;
 $t_{но}$ – длительность пуска двигателя;
 t_o – предельно допустимое число пусков в час при отсутствии статического и динамического моментов сопротивлений на валу двигателя;
 $U_{1л}$ – нелинейное напряжение;
 D_{a1} – внешний диаметр сердечника статора;
 D_{i1} – внутренний диаметр сердечника статора;
 l_1 – длина сердечника статора;
 σ – односторонний воздушный зазор между статором и ротором;
 z_1, z_2 – число пазов статора и ротора соответственно;
 y – шаг обмотки в зубцовых делениях;
 S_n – число эффективных проводников в пазу;
 d – номинальный диаметр проволоки;
 $K_{об}$ – обмоточный коэффициент;
 l_w – средняя длина витка;
 $r_1(20)$ – активное сопротивление обмотки фазы статора при 20 С;
 G_M – масса обмотки.»[20]

2.2.1 Анализ обмотки статора двигателя 5АН200L2

Схема обмотки статора

«Два проводника расположенные в пазах, отстоящие друг от друга на шаг u и соединенные между собой, образуют простейший контур - виток. Каждый виток может состоять из нескольких параллельных (элементарных) проводников. Совокупность последовательно соединенных витков, уложенных в одну и ту же пару пазов, образуют катушку (или секцию). Проводники катушки, лежащие в одном и том же пазу, называются стороной катушки. Расстояние между сторонами катушки называется шагом обмотки u и выражается в долях полюсного деления или в зубцовых делениях. Шаг u , равный полюсному делению τ , называется диаметральным или полным ($u=\tau$). Если $u < \tau$, шаг укороченный, если $u > \tau$, шаг удлиненный.»[20]

«В общем случае обмотки переменного тока подразделяются на однослойные и двухслойные. В современных машинах переменного тока применяются преимущественно двухслойные обмотки. В двухслойных обмотках, как и в якорных обмотках машин постоянного тока, стороны катушек имеют в пазах два слоя и каждая катушка одной стороной лежит в верхнем, а другой стороной в нижнем слое. При этом все катушки имеют одинаковые размеры и формы. Широкое применение двухслойных обмоток объясняется следующими их преимуществами:

- 1) возможностью укорочения шага на любое число зубцовых делений, что выгодно с точки зрения подавления высших гармоник;
- 2) одинаковые размеры и формы все катушек, что упрощает и облегчает изготовление обмоток;
- 3) относительно простой формой лобовых частей катушек, что также упрощает изготовление обмотки.»[15]

«Как и якорные обмотки машин постоянного тока, двухслойные обмотки переменного тока делятся на петлевые и волновые, которые в электромагнитном отношении равноценны. Преимущественно применяются петлевые обмотки. Обмотки могут иметь как целое, так и дробное число пазов

на полюс. В последнем случае обмотки называются дробными. В двигателе 5АН200L2 применена двухслойная петлевая равносекционная статорная обмотка.»[20]

2.2.2 Определение фазных зон и составление обмоток статора

В двигателе 5АН200L2 применена двухслойная петлевая равносекционная статорная обмотка с $z_1=36$ и $2p=2$. Тогда

$$q = \frac{z_1}{2p \cdot m} \quad (41)$$

где

« q – число пазов на полюс и фазу;

z_1 – число пазов статора;

$2p$ – число полюсов;

m – число фаз, $m=3$.»[20]

$$q = \frac{36}{2 \cdot 3} = 6$$

И полюсное деление, выраженное в зубцовых делениях:

$$\tau = \frac{z_1}{2p} \quad (42)$$

где

« τ – полюсное деление в числах пазов;

z_1 – число пазов статора;

$2p$ – число полюсов.»[20]

$$\tau = \frac{48}{2} = 24$$

Шаг обмотки:

$$y = (0,82 \div 0,85)\tau \quad (43)$$

где

«у – шаг обмотки;

τ – полюсное деление в числах пазов

схема обмотки допускает применение полного шага. В соответствии с табличными данными принимаю $y = 20$.»[20]

«Схема этой обмотки при последовательном соединении всех групп сразу изображены на рисунке 2.1, причем для большей наглядности разные группы показаны линиями разного цвета. Порядок составления схемы 2.1. можно пояснить следующим образом.»[20]

«Сначала распределяем верхние стороны катушек (пазов) по фазным зонам по $q=6$ стороны (пазов) в каждой зоне. Если пазы 1, 2, 3, 4, 5, 6 отнести для зоны фазы А, то зоне В нужно отнести пазы 13, 14, 15, 16, 17, 18, так как зона В должна быть сдвинута относительно фазы А на 120^0 , или на 12 пазов. Зона С сдвинута относительно зоны В также на 120^0 и занимает пазы 25, 26, 27, 28, 29, 30.»[20]

«Другие фазные зоны также распределены по фазам А, В, С и обозначены соответственно Х, Y, Z. При этом для зоны Х принадлежащей фазе А, отводим пазы, которые сдвинуты относительно зон А на $\tau=18$, т. е. пазы 19, 20, 21, 22, 23, 24. Аналогично зонам Y – пазы 31, 32, 33, 34, 35, 36, а зоне Z – пазы 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Различие между зонами А, В, С, и Х, Y, Z состоит в том, что ЭДС в соответствующих сторонах катушек сдвинуты по фазе на 180^0 . В следствии их сдвига, в магнитном поле на одно деление или нечетное число полюсных

делений. В результате получим распределение верхних сторон катушек (пазов) по фазным зонам.

Распределение пазов по фазам можно также на основании звезды пазовых ЭДС обмотки.

Сдвиг ЭДС проводников соседних пазов по фазе вычисляется по формуле:»[20]

$$\gamma = \frac{p \cdot 360}{Z} = \frac{p \cdot 360}{2ptq} = \frac{180}{tq} \quad (44)$$

где

γ – сдвиг ЭДС проводников соседних пазов по фазе;

m – число фаз, $m=3$;

q – число пазов на полюс и фазу.

$$\gamma = \frac{180}{3 \cdot 8} = 7,5 \quad (45)$$

«Вектора 1, 2, 3, 4, 5, 6 отводятся для зоны А. Векторы зон В (13, 14, 15, 16, 17, 18) и С (25, 26, 27, 28, 29, 30) сдвинуты от векторов зоны А на 120^0 и 240^0 . Векторы Х (19,20, 21, 22, 23, 24), Y (31, 32 ,33, 34, 35, 36), Z (7, 8, 9, 10, 11, 12) будут сдвинуты относительно зон А, В, С соответственно на 180^0 .»[20]

2.2.3 Анализ магнитодвижущей силы обмоток статора

«На практике кривая магнитодвижущей силы строится следующим образом: вычерчивают график распределения катушечных сторон по фазным зонам, где сечение разных фаз изображены разными буквами. Затем для определенного момента времени определяются значения и направления токов в катушечных сторонах.

Кривую МДС разделяют осью абсцисс так, чтобы сумма площадей положительных полуволин равнялась сумме площадей отрицательных полуволин.

Для полного представления о форме кривой МДС достаточно построить одну полуволну. На рисунке 3 представлена кривая МДС обмотки статора двигателя 5АН200L2.»[20]

2.2.4 Тепловой расчет статорной обмотки

«В активных и конструктивных элементах электрических машин выделяются значительные потери, природа и характер которых определяются основными и добавочными (вторичными) процессами. Мощность тепловых потоков, выделяемая во внутренних объемах машины, такова, что для их отвода в окружающую среду создают специальные принудительные системы охлаждения.

Тепловая напряженность машины может быть оценена по мощности потерь, приходящейся на единицу наружной поверхности машины. Однако полная тепловая схема машины представляет собой сложную многомерную тепловую систему. Температурные поля, в общем случае, изменяются по каждой из трех пространственных координат и не остаются постоянными с течением времени.»[15]

«Температура частей электрической машины зависит от температуры окружающей среды. В связи с неизбежными колебаниями температуры охлаждающей среды принято тепловую напряженность частей электрической машины характеризовать превышением их температуры над температурой охлаждающей среды.»[15]

$$\Delta\vartheta = \vartheta - \vartheta_{\text{охл}}, \quad (46)$$

«где ϑ - температура рассматриваемой части электрической машины; $\vartheta_{\text{охл}}$ - температура охлаждающей среды.

Номинальные данные электрической машины (мощность, напряжение, ток, частота, КПД и др.) обычно относятся к работе машины на высоте 1000 м над уровнем моря при температуре окружающей среды +40 °С.

При длительной работе электрической машины влияние на тепловой режим и нагрев ее отдельных частей оказывают изменение напряжения сети, частоты, нагрузки и другие факторы.

Предельная допускаемая температура для какой-либо части электрической машины определяется как сумма допускаемого превышения температуры, и предельной допускаемой температуры охлаждающей среды $+40^{\circ}\text{C}$.

Предельная допускаемая температура подшипников не должна превышать следующих значений: для подшипников скольжения 80°C (температура масла не должна быть при этом выше 65°C), для подшипников качения 100°C .»[15]

«Тепловой расчет электрической машины включает в себя следующие пункты:

а) расчет превышения температуры внутренней поверхности сердечника статора над температурой воздуха внутри двигателя.

б) перепад температуры в изоляции пазовой части обмотки статора.

в) перепад температуры по толщине изоляции лобовых частей.

с) превышение температуры наружной поверхности лобовых частей над температурой воздуха внутри двигателя.

д) среднее превышение температуры обмотки статора над температурой воздуха внутри двигателя.

е) превышение температуры воздуха внутри двигателя над температурой окружающей среды.

ж) среднее превышение температуры обмотки статора над температурой окружающей среды.

з) проверка условий охлаждения двигателя.»[15]

«Тепловая энергия, выделяемая на элементах машин при ее работе, может вызвать недопустимое повышение температуры активных и конструктивных элементов машины, снижение электрической и механической прочности изоляции обмоток, уменьшение времени безотказной работы машины. Поэтому определение тепловых потоков, расчет изменения температуры в пространстве внутреннего объема и на поверхности охлаждения машины являются важными разделами проектирования электрической машины. Тем не менее, в данном проекте мы не будем выполнять подробный тепловой расчет в виду его

сложности и объемности, а ограничимся лишь приведенным кратким описанием. При этом будем считать, что нагрев частей двигателя находится в допустимых пределах.»[15]

«Превышение температуры внутренней поверхности сердечника статора над температурой воздуха внутри двигателя по формуле: »[15]

$$\Delta v_{\text{пов1}} = \frac{K(P_{\text{э.п.1}} + P_{\text{ст.очн.}})}{\pi D l_1 \alpha_1} \quad (47)$$

где $\alpha_1 = 113 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ - коэффициент теплоотдачи с поверхности в зависимости от исполнения машины; [1, рис. 6-59]

$P'_{\text{э.п.1}}$ - электрические потери в пазовой части обмотки статора;

l_1 - длина якоря;

D - внешний диаметр якоря.

« $K = 0,20$ - коэффициент, учитывающий, что часть потерь в сердечнике статора и в пазовой части обмотки передается через станину непосредственно в окружающую среду. [1, табл. 6-30] »[15]

$$P_{\text{ст.очн.}} = p_{1,0/50} \left(\frac{f_1}{50}\right)^\beta \cdot (k_{\text{ДА}} \cdot B_a^2 \cdot m_a + k_{\text{ДЗ}} \cdot B_{\text{ЗСР}}^2 \cdot m_{\text{З1}}) \quad (48)$$

«где B - показатель степени ($\beta=1,5$ [1 табл. 6 – 24];

$p_{1,0/50}$ - удельные потери Вт/кг ($p_{1,0/50}=2,5$ [1 табл. 6 – 24];

$k_{\text{ДА}}$ и $k_{\text{ДЗ}}$ - коэффициенты, учитывающие влияние на потери в стали неравномерности распределения потока по сечениям участков магнитопровода и технологических факторов (для данного случая $k_{\text{ДЗ}}=1,8$, $k_{\text{ДА}}=1,6$ [2 стр. 206]);

B_a и $B_{\text{ЗСР}}$ - индукция в ярме и средняя индукция в зубцах статора, Тл;

m_a и $m_{\text{З1}}$ - масса стали ярма и зубцов статора, кг; »[15]

$$P_{\text{ст.очн}} = 272 \text{ Вт}; \quad (49)$$

$$P'_{\text{э,лп}} = k_{\rho} P_{\text{э1}} \frac{2l_1}{l_{\text{сп1}}}; \quad (50)$$

$$P'_{\text{э,лп}} = 220,6 \text{ Вт}; \quad (51)$$

где $P'_{\text{э,лп}}$ - потери в пазовых частях обмотки;

$$P_{\text{э1}} = 3I_1^2 \cdot r_1 \quad (52)$$

$$P_{\text{э1}} = 3 \cdot 18,37^2 \cdot 0,592 = 599,4 \text{ Вт} \quad (53)$$

где l_1 - длина статора;

k_{ρ} для обмотки класса В составляет $k_{\rho} = 1,15$.

$$P_{\text{э1}} = 3 \cdot 18,37^2 \cdot 0,592 = 599,4 \text{ Вт} \quad (54)$$

Тогда получим:

$$\Delta v_{\text{пов1}} = \frac{0,20(272+220,6)}{3,14 \cdot 0,225 \cdot 0,115 \cdot 113} = 11^{\circ}\text{C} \quad (55)$$

Перепад температуры в изоляции пазовой части обмотки статора рассчитываем по следующей формуле:

$$\Delta v_{\text{из,лп}} = \frac{P'_{\text{э,лп}}}{z_1 \Pi_{\text{лп}} l_1} \cdot \left(\frac{b_{\text{из1}}}{\lambda_{\text{эке}}} + \frac{b_1 + b_2}{16 \cdot \lambda'_{\text{эке}}} \right) \quad (56)$$

«где b_1, b_2 - размеры паза в штампе;

$\lambda_{\text{эке}}$ - средняя эквивалентная теплопроводность пазовой изоляции;

$b_{\text{из1}}$ - односторонняя толщина изоляции в пазу. »[15]

$$\Pi_{\text{лп}} = 2 \cdot h_{\text{лп}} + b_1 + b_2 \quad (57)$$

$$\Pi_{\text{пл}} = 2 \cdot 17,8 + 6,1 + 9,2 = 50,9 \text{ мм (0,051 м)} \quad (58)$$

Для изоляции класса нагревостойкости В $\lambda_{\text{экв}} = 0,16 \text{ Вт} \cdot (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$;

$$\lambda'_{\text{экв}} = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) \text{ [1 рис. 6-62]}$$

$$\Delta v_{\text{изл1}} = \frac{220,6}{36 \cdot 0,051 \cdot 0,115} \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 10^{-3}}{0,16} + \frac{(0,0061 + 0,0092)}{16 \cdot 0,88} \right) = 4,1^\circ \text{C} \quad (59)$$

«Перепад температуры по толщине изоляции лобовых частей находим по формуле: »[15]

$$\Delta v_{\text{ИЗ,Л1}} = \frac{P'_{\text{Э,Л1}}}{2 \cdot Z_1 \cdot \Pi_{\text{Л1}} \cdot l_{\text{Л1}}} \cdot \left(\frac{b_{\text{ИЗ,Л1}}}{\lambda_{\text{экв}}} + \frac{h_{\text{П1}}}{12 \cdot \lambda'_{\text{экв}}} \right) \quad (60)$$

где $\Pi_{\text{Л1}} = \Pi_{\text{пл}} = 0,051$ - периметр условной поверхности охлаждения лобовой части одной катушки;

$b_{\text{ИЗ,Л1}} = 0$ - односторонняя толщина изоляции лобовой части катушки;

$\lambda'_{\text{экв}}$ - средняя эквивалентная теплопроводность пазовой изоляции.

$$P'_{\text{Э,Л1}} = k_p \cdot P_{\text{Э1}} \cdot \frac{2l_{\text{н1}}}{l_{\text{сп1}}} \quad (61)$$

$$P'_{\text{Э,Л1}} = 441,2 \text{ Вт};$$

$$\Delta v_{\text{изл1}} = \frac{441,2}{36 \cdot 0,051 \cdot 0,231} \cdot \frac{0,0178}{12 \cdot 0,88} = 1,75^\circ \text{C} \quad (62)$$

«Превышение температуры наружной поверхности лобовых частей над температурой воздуха внутри машины находим по формуле: »[15]

$$\Delta v_{\text{ПОВ,Л1}} = \frac{K \cdot P'_{\text{Э,Л1}}}{2 \cdot \pi \cdot D \cdot l_{\text{выл1}} \cdot \alpha_1} \quad (63)$$

Вылет лобовой части определяется по формуле:

$$l_{\text{выл1}} = k_{\text{выл}} b_{\text{КТ}} + B \quad (64)$$

$$K_{\text{выл}} = 0,4 \text{ [1, табл. 6-19]}$$

$B = 0,025 \text{ м}$ – вылет прямолинейной части катушек из паза [1, табл. 6-2]

$$b_{\text{КТ}} = \frac{\pi(D+h_{\text{П1}})}{2p} \quad (65)$$

$$b_{\text{КТ}} = \frac{3,14(0,145+0,0178)}{4} = 0,13 \quad (66)$$

$$l_{\text{ВЫЛ1}} = 0,4 \cdot 0,13 + 0,025 = 0,077 \text{ м}; \quad (67)$$

$$\Delta v_{\text{пов1}} = \frac{0,2 \cdot 441,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,225 \cdot 0,077 \cdot 113} = 7,4^{\circ}\text{C} \quad (68)$$

«Среднее превышение температуры обмотки статора над температурой воздуха внутри машины вычисляем по формуле: »[15]

$$\Delta v'_1 = \frac{(\Delta v_{\text{ПОВ1}} + \Delta v_{\text{ИЗ,Л1}}) \cdot 2 \cdot l_1}{l_{\text{СП1}}} + \frac{(\Delta v_{\text{ИЗ,Л1}} + \Delta v_{\text{ПОВ,Л1}}) \cdot 2 \cdot l_{\text{Л1}}}{l_{\text{СП1}}} \quad (69)$$

$$\Delta v'_1 = \frac{(11+4,1) \cdot 2 \cdot 0,115}{0,596} + \frac{(1,75+7,4) \cdot 2 \cdot 0,115}{0,596} = 8^{\circ}\text{C} \quad (70)$$

«Превышение температуры воздуха внутри машины над температурой воздуха окружающей среды находят по формуле: »[15]

$$\Delta v_B = \frac{\sum P'_B}{S_{\text{КОР}} \cdot \alpha_B} \quad (71)$$

$$\sum P'_B = \sum P' - (1-k) \cdot (P'_{\text{ЭЛ}} + P_{\text{СТ.ОСН}}) \quad (72)$$

$$\sum P' = \sum P + (k_p - 1) \cdot (P_{\text{Э1}} + P_{\text{Э2}}) \quad (73)$$

$$S_{\text{КОР}} = (\pi \cdot D_a + 8 \cdot \Pi_p) \cdot (l_1 + 2 \cdot l_{\text{ВЫЛ1}}) \quad (74)$$

«где $\sum P'_B$ - сумма потерь, отводимых в воздух внутри двигателя, Вт;

$\alpha_B = 25$ - коэффициент подогрева воздуха, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ [1, рис. 6.59];

$S_{\text{КОР}}$ - эквивалентная поверхность охлаждения корпуса, м^2 ;

$\sum P$ - сумма всех потерь в двигателе при номинальном режиме и расчетной температуре;

Π_p – среднее значение периметра поперечного сечения ребер асинхронного двигателя серии 4А ($\Pi_p=0,28$ м) [1, табл. 6-63]. »[15]

$$S_{\text{КОР}} = (3,14 \cdot 0,225 + 8 \cdot 0,28) \cdot (0,115 + 2 \cdot 0,077) = 0,4 \text{ м}^2;$$

$$\sum P = P_{\text{мех}} + P_{\text{э1}} + P_{\text{э2}} + P_{\text{см}} \quad (75)$$

Механические потери определяются по формуле:

$$P_{\text{мех}} = \kappa_m \left(\frac{n}{10}\right)^2 D_a^4 = 589,4 \text{ Вт} \quad (76)$$

Электрические потери в обмотке короткозамкнутого ротора определяются по формуле:

$$P_{\text{э2}} = 3I_2'^2 r_2' \quad (77)$$

$$I_2'' = \frac{U_{1н}}{Z} \quad (78)$$

$$P_{\text{э2}} = 972 \text{ Вт};$$

$$\sum P = 35,7 + 589,4 + 599,4 + 972 = 2196,5 \text{ Вт} \quad (79)$$

$$\sum P' = 2196,5 + (1,15 - 1)(599,4 + 972) = 2432,21 \text{ Вт} \quad (80)$$

$$\sum P'_B = 2432,21 - (1 - 0,2) \cdot (220,6 + 272) - 0,9 \cdot 589,4 = 1559,19 \text{ Вт} \quad (81)$$

$$\Delta v_B = \frac{1559,19}{0,4 \cdot 25} = 156^\circ \text{C} \quad (82)$$

Среднее превышение температуры обмотки статора над температурой окружающей среды вычисляем по формуле:

$$\Delta v_1 = \Delta v_1' + \Delta v_B \quad (83)$$

$$\Delta v_1 = 156 + 8 = 164^\circ \text{C} \quad (84)$$

«Полученный перегрев больше допустимого для изоляции класса F (Температура 155 °С). Поэтому следует выбрать изоляцию класса H (Температура 180 °С). К этому классу относят материалы на основе щепаной слюды, без подложки или с неорганической подложкой, стекловолокнистая изоляция проводов, стеклолакоткани и стеклолакочулки, слоистые пластики на основе стекловолокнистых на основе стекловолокнистых и асбестовых материалов, пластические массы с неорганическим наполнителем, асбестоцемент, кремнийорганические эластомеры без подложек и с неорганическими подложками, асбестовая пряжа, бумаги и ткани.

При производстве материалов класса нагревостойкости Н для пропитки применяются кремнийорганические лаки и смолы. »[15]

2.2.5 Расчет механической характеристики двигателя

Для получения приближенных значений момента при заданном скольжении, используют упрощенную формулу Клосса:

$$M = \frac{2 \cdot M_{кр}}{\frac{s_{кр}}{s} + \frac{s}{s_{кр}}}, \quad (85)$$

где s и $s_{кр}$ – величины скольжения;

$M_{кр}$ – критический момент двигателя, Нм.

Подставляя в формулу Клосса значения скольжений, вычисляются значения момента для каждой из выбранных точек характеристики.

Критический момент двигателя определяется с использованием коэффициента перегрузочной способности (m_k) из таблицы 3. Для определения величины критического момента, необходимо знать номинальный момент двигателя. Он вычисляется по формуле:

$$M_{ном} = 9570 \frac{P_2}{n_c(1-s_{ном})}, \quad (86)$$

где P_2 – мощность двигателя, Вт;

n_c – синхронная частота вращения;

$s_{ном}$ – номинальное скольжение двигателя.

$$M_{ном} = 9570 \frac{75000}{3800(1-0,014)} = 191,5 \text{ Нм.} \quad (87)$$

$$M_k = 2,5 * 191,5 = 478,75 \text{ Нм.}$$

Критическое скольжение двигателя определяется по формуле:

$$s_{кр} = s_{ном} \left(m_k + \sqrt{m_k^2 - 1} \right); \quad (88)$$

$$s_{кр} = 1,4 \left(2,5 + \sqrt{2,5^2 - 1} \right) = 6,7 \text{ \%}.$$

Рассчитаем основные опорные точки механической характеристики:

$$M_{ном} = \frac{2 * 191,5}{\frac{6,7}{1,4} + \frac{1,4}{6,7}} = 76,6 \text{ Нм;} \quad (89)$$

$$M_K = \frac{2 \cdot 191,5}{\frac{6,7}{6,7} + \frac{6,7}{6,7}} = 191,5 \text{ Нм}; \quad (90)$$

$$M_{II} = \frac{2 \cdot 191,5}{\frac{6,7}{100} + \frac{100}{6,7}} = 25,53 \text{ Нм}; \quad (91)$$

$$M_{min} = \frac{2 \cdot 606,25}{\frac{6,7}{80} + \frac{80}{6,7}} = 31,86 \text{ Нм}; \quad (92)$$

$$M_1 = \frac{2 \cdot 191,5}{\frac{6,7}{20} + \frac{20}{6,7}} = 115,5 \text{ Нм}; \quad (93)$$

$$M_2 = \frac{2 \cdot 606,25}{\frac{6,7}{40} + \frac{40}{6,7}} = 62,4 \text{ Нм}. \quad (94)$$

В таблице 2.2.5 представлены данные механической характеристики.

Таблица 18 – Данные механической характеристики

S, %	1,4	6,7	20	40	80	100
M, Нм	76,6	478,75	115,5	62,4	31,86	25,53
m	1	2,5	1,39	0,74	0,31	0,25
n, об/мин	3058	3225,7	2000	1800	1500	0

3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Сборку разрабатываемого автомобиля планируется разместить на площадях ПАО "АВТОВАЗ" Тольятти. Принято решение в данном разделе представить сборочную площадку карданного вала соединяющего электродвигатель и раздаточную коробку передач, схема представлена на рисунке 13.

Таблица 19 – Список технического оснащения для сборочного объекта

Номер поз. на схеме. объекта	Названия технического оснащения	Стадии исполняемые с использованием технического
1.	Пресовая установка с пневмо-приводом	1. Запрессовка шариков в деталь-корпус шарнира
2.	Зажимное механическое устройство	1. Установка датали-обоймы в деталь-корпус КШРУСа.
3.	Специальный стол-установка для сборки приводных карданных валов, установка для загрузки смазки в КШРУС. Отвертка-плоская. Отвертка-крестовая. Кувалда слесарная стальная по ГОСТ 2311-67. Щипцы установки хомута.	1.Загрузка смазки. 2.Установка стопорного кольца. 3. Установка чехла-КШРУСа. 4.Установка КШРУСов на вал. 5.Выпуск избыточного воздуха из чехлов-КШРУСов. 6.Монтаж хомутов.

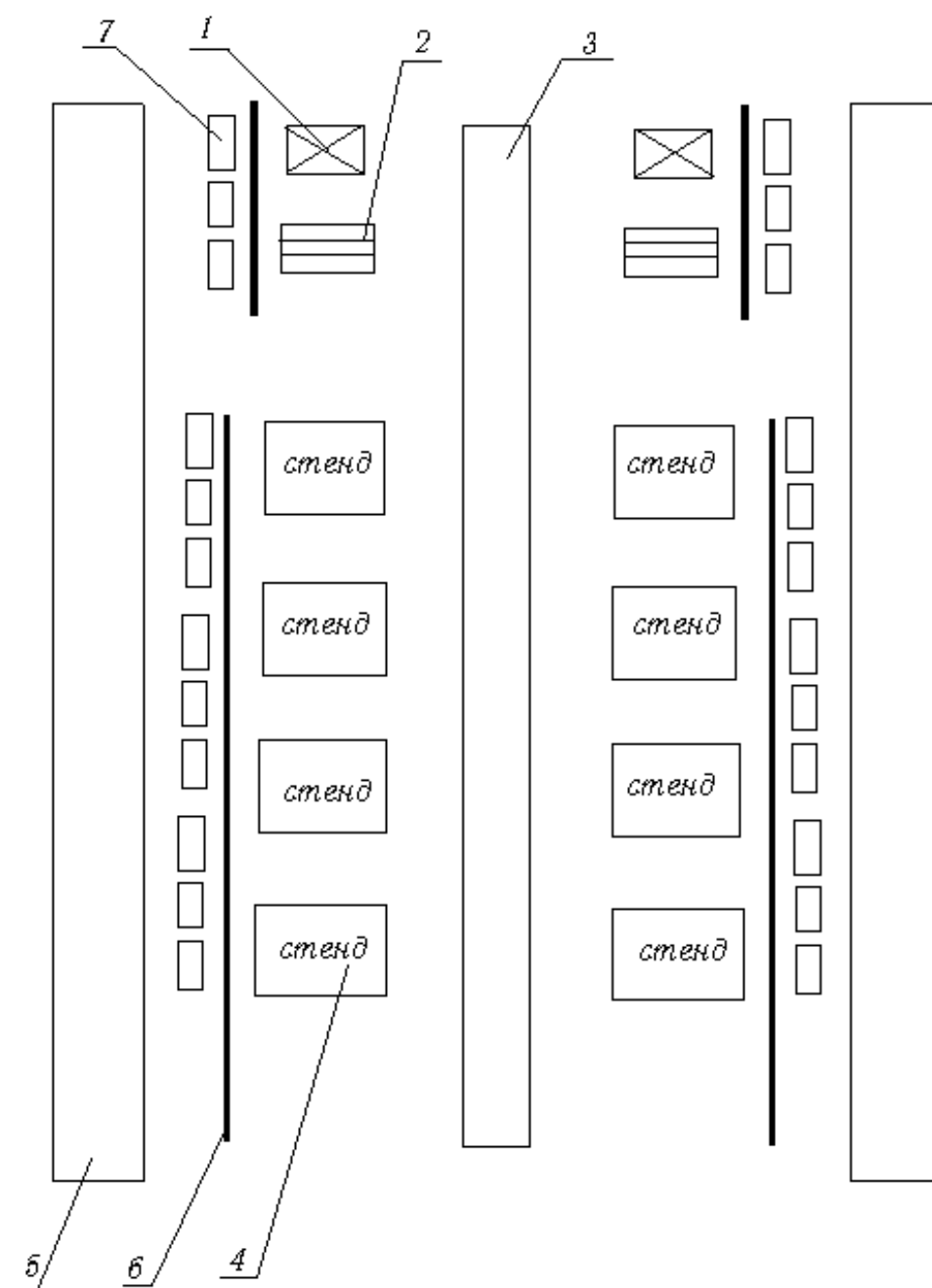


Рисунок 13 - Схема участка для сборки карданного вала.

1 - Пресовая установка с пневмоприводом, 2 - Зажимное механическое устройство, 3 - Линия сборки конвейерно-ленточного типа, 4 - Специальный стол-установка для сборки, 5 - Дорога для доставки боксов для запчастей, 6 - Отражающий забор, 7 - Контейнер для запчастей

3.2 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки привода колес

Таблица 20 - Опасные и вредные производственные факторы

Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор.
Движущиеся детали машин и механизмов	а) травмы при контакте руки с рабочим органом клещей для установки хомутов; б) травмы при падении деталей; в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки шариков. г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. д) травмы при столкновении с погрузчиком
Повышенный уровень шума, 99 дБ.	а) работающее приспособление для запрессовки шариков; б) молоток, на операции когда устанавливаются шарниры на вал; в) шум механизмов привода конвейера
Повышенный уровень напряжения в электрической сети, 380 В.	Проводка освещения или механизмов и приспособлений.
Напряжение зрительных анализаторов	Все виды ручного труда при сборке карданного вала.
Повышенная запыленность и загазованность	На производстве используются погрузчики
Рабочий процесс сборки на конвейере	Использования ручного труда на операциях общей сборки карданного вала.

3.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

1. Организационные мероприятия

«В целях охраны труда рабочие и служащие должны быть уведомлены о правилах безопасности и промышленной гигиены.

"Пожарные и другие правила охраны труда.

Существует несколько типов инструкций:

- Все новые абитуриенты, предприятия, а также бывшие в употреблении студенты и студенты, прибывшие на практику, должны были пройти начальное образование. Его проводил инженер по охране труда.

- Начальная учебная работа проводится на всех вновь поступивших предприятиях, при переводе из одной секции в другую, прикомандированных и т.д.

- Повторное обучение проводится не менее чем через полгода. Целью данной инструкции является восстановление в памяти правил работы по охране труда, а также анализ конкретных нарушений практики работы магазина или предприятия.

- При изменении технического процесса, изменении правил охраны труда, введении нового оборудования, за нарушение работниками требований охраны труда, которое может привести или привело к травме, несчастному случаю, взрыву или пожару; при перерывах в работе-работа, требующая дополнительных требований охраны труда не более 30 календарных дней, при других работах– 60 календарных дней.

Выбор специалиста важен для гарантирования безопасности труда, целью которого является выявление лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным для участия в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, также возлагаются следующие обязанности: соблюдение инструкций по охране труда,

установленных требований»[5]

«Управление машинами и механизмами и использование средств индивидуальной защиты.

Рабочий день будет проходить с 7: 00 в 15-45, с перерывом на обед с 11: 00 до 11: 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье-выходные дни.

Чтобы обеспечить хорошую производительность и поддерживать здоровье профессиональных пользователей, необходимо установить контрольный перерыв во время рабочей смены. Сотрудникам участка, учитывая их трудовую категорию и уровень тяжести, контрольные перерывы должны устанавливаться через два часа после начала рабочей смены и 1,5-2,0 часа обеденного перерыва через 15 минут или каждые 10 минут после каждого часа работы.

Во время контрольных перерывов меньше нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устраняется влияние гиподинамии и гипокинезии, предотвращается развитие постнатального утомления, необходимо осуществлять физическую нагрузку минут полного воздействия или физических перерывов. Для этого необходимо оборудовать специальное помещение для психологической разгрузки.

2. Мероприятия проекта

1. Применение строительной техники должно соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность функционирования технического процесса.

2. Использование строительной техники, сырья, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и упаковки в производственных помещениях и на рабочем месте не должно представлять опасности для персонала. »[5]

3. «Расстояние между узлами оборудования, а также между устройством и стенами производственных зданий, сооружений и

помещений должно соответствовать требованиям действующего качества технического проектирования, строительных норм и правил. »[5]

«4 .Размещение цехов и перестройка существующей технологии работы оборудования должны быть отражены в техническом плане. Техническое планирование проекта и вновь построенных цехов, секций и категорий должно быть утверждено местными органами государственного санитарно-пожарного надзора.

5. При размещении строительной техники, организации транспортировочного прохода, распределении агрегатов, узлов, деталей и материалов работы следует учитывать. Ширина прохода устанавливается в зависимости от размера транспортируемого материала и

Транспортные средства и принимаются в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов работ должна определяться с учетом габаритов ремонтного агрегата и обрабатываемых изделий.

7. Работы, подъездные пути, проходы и оборудование должны быть свободны и загромождены материалами, агрегатами, деталями, строительными отходами и контейнерами, которые затем собираются погрузчиками и вывозятся обычной посудой.

8. Работа должна обеспечивать удобство труда, свободу передвижения, минимальную физическую нагрузку и безопасные высокоэффективные условия труда.

9. Инструменты, приспособления и узлы должны быть рядом с работой: что левая рука слева, то правая рука справа; на этом основании размещают и принадлежности (ящики для инструментов, стеллажи и т. д.).

10. Материалы, детали, узлы, изделия труда должны быть уложены в стеллажи таким образом, чтобы обеспечить их устойчивость и легкость захвата для вас при использовании тренажеров. »[5]

«11. Изготавливаться для замков должна была жесткая и прочная конструкция, отрегулированная по высоте работы с помощью подставок для них или опор для ног. Чтобы обезопасить людей в непосредственной

близости от возможных травм от летящих кусков обрабатываемого материала, необходимо было иметь защитные экраны высотой не менее 750 мм.»[5]

«12. Установить его крупным планом со стен можно только в том случае, если в нем размещены радиатор, трубопроводы и другое оборудование.

3. Технические средства

Эффективным методом обеспечения чистоты и приемлемых параметров в рабочей зоне является вентиляция воздуха, которая включает в себя удаление загрязненного и находящегося в отапливаемом помещении приточного воздуха, а именно свежего воздуха. По способу движения воздуха воздух делится на естественный (вентиляция, аэрация), механический и комбинированный.

При необходимости управления микроклиматом участка обеспечивается искусственный (механический) регулярный обмен воздуха, а там, где организован естественный обмен воздуха (ветер).

Для защиты человека от теплового излучения при наличии устройства или участка рабочих органов, излучающих тепло интенсивности, превышающей норму, используется тепло экрана.

Необходимо убедиться в освещенности, участок оборудован комбинированной световой системой, в которой достаточное естественное освещение обеспечивается искусственным освещением. Участок также имеет рабочее световое оформление, общее выполнение производственного процесса, прохождение людей и движения транспорта и является обязательным во всех помещениях.

Безопасное передвижение рабочих на объекте-последний оборудован бамперными устройствами. »[5]

«Производство, процесс демпфирование вибрации используется для борьбы с вибрацией. Этот процесс основан на низком уровне вибрации защищаемого объекта путем преобразования энергии механических колебаний этой колебательной системы в тепловую энергию. Увеличение

потерь энергии в системе осуществляется с использованием в качестве конструкционного материала высокого внутреннего трения: резины, пластмассы, дерева, нейлона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесением слоя упруго-вязкого материала с высокими потерями внутреннего трения на вибрирующую поверхность. Также используется метод виброгашения - он осуществляется при установке оборудования на фундамент. »[5]

«Для борьбы с шумом на строительной площадке используйте средства индивидуальной защиты (наушники и беруши).

4. Средства индивидуальной защиты

Рекомендуется использовать хлопчатобумажную спецодежду, вязанные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

5. Инструкция слесаря МСР

Общие положения

1. Лица прошедшие следующие испытания позволяют работать самостоятельно на оборудовании:

- Начальное образование;
- Уведомление о пожарной безопасности;
- Начальное обучение на рабочем месте;
- Курсы по электробезопасности и работе по проверке

совместимости ее содержания.

2. Рабочие должны иметь:

- Повышение квалификации по технике безопасности труда не реже одного раза в три месяца;

- Древнее Примечание: при изменении технического процесса или правил охраны труда, замене или модернизации производственного оборудования, приборов и инструментов, изменении правил и профсоюзов, нарушении инструкций по охране труда, перерывах в работе более 60 календарных дней; »[5]

«- диспансерное медицинское обследование-ежегодно.

3. Рабочие должны быть:

- Соблюдать установленные на предприятии правила внутреннего трудового распорядка; »[5]

«- Соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции по мерам пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;

- Которые отвечают требованиям, предъявляемым к эксплуатации оборудования;

- Намерены использовать и беречь выданные средства индивидуальной защиты.

4. Рабочие должны быть:

- Уметь оказывать первую помощь (доврачебную) пострадавшему в результате несчастного случая;

- Знать расположение объектов первой медицинской помощи, первичного противопожарного оборудования, главных и аварийных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;

- Показывайте только назначенную работу и не передавайте ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;

- Во время работы внимание, отсутствие внимания или внимания других людей, не позволяйте людям, связанным с работой, входить в работу;

- держите рабочее место в чистоте и порядке.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Ешьте, курите, а остальное просто отведенные места и зоны. Воду пьют только в специально разработанных установках. »[5]

3.4 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

«Чрезвычайное положение, в результате возникновения которого возникает угроза жизни, здоровью, имуществу населения, экономике и окружающей среде. Во-первых, разработаны технические и организационные меры, снижающие возможность реализации опасного потенциала современных технических систем.

Для этого в технических системах установлены щиты-средства взрывозащиты и пожаротушения. »[5]

«Во-вторых, в направлении подготовки объекта, персонала и Службы государственного акта в чрезвычайных ситуациях необходимо создавать детальные сценарии развития и вероятности аварий и катастроф в момент конкретных объектов. Правительство РФ ввело обязательную для разработки декларацию промышленной безопасности»[5]

«Она содержит следующие разделы:

- Общая информация об объекте;
- Анализ рисков промышленного оборудования;
- Обеспечение готовности промышленных объектов, реагирование на чрезвычайные ситуации;
- Общественная информация.

Компонентно-распределительная компания расположена ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия, которые были разработаны в этой отрасли компании, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, относятся именно к этой категории.

В результате работы в этом разделе мы обнаружили следующее:

- Выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при монтаже распределительной системы;
- Разработка мер по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- Разрешение категории пожарной опасности «Б» – противопожарные мероприятия.
- В категории партии по безопасности - 2. Определено в классе (помещения повышенной опасности). Разработаны мероприятия по предотвращению поражения электрическим током, а также описаны действия в случае возникновения аварийной ситуации на промышленном объекте. »[5]

4 Экономическая эффективность проекта

4.1 Расчет себестоимости проектируемого автомобиля

«Таблица 21 - Исходные данные

Наименование	Обозн.	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталобразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,19

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

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (95)$$

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

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

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

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.»[8]

«Таблица 22 - Расчет затрат на сырье и материалы»[8]

Марки материалов стали цветмет чермет	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
СЧ-23	кг	145,5	0,7	101,85
Сталь 3	кг	47,36	1,1	52,10
Сталь 20ХГНМ	кг	130,07	0,85	110,56
Отходы бронзы	кг	3,1	1,52	4,71
Сталь 20	кг	134,72	0,3	40,42
Чермет отходы	кг	4,7	1,23	5,78
Итого		-		315,41
<i>Ктзр</i>		1,45		4,57
<i>Квот</i>		1		3,15
Всего		-		323,14

$$M = 323,14$$

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

$$\Sigma\Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (96)$$

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

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

Таблица 23 - Покупные изделия »[8]

Название необходимых деталей	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Защищающий чехол	шт.	85,11	2	170,22
Метизы	шт.	53,21	1	53,21
Малые хомуты	шт.	9,8	2	19,60
Хомуты средние	шт.	15,7	2	31,40
Внутренняя часть узла сепаратора	шт.	133,52	1	133,52
Наружняя часть узла сепаратора	шт.	157,84	1	157,84
Итого		-		565,79
<i>Ктзр</i>		1,45		8,20
Всего		-		573,99

$$\Pi u = 573,99$$

«Расчет статьи затрат "Основная заработная плата »[8]

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (97)$$

«где - Z_t - тарифная заработная плата, руб., которая »[8]

$$\langle Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (98)$$

«где - $Cp.i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 24 - Расчет затрат на выполнение операций»[8]

Специальности рабочие	уровень работника	часовые затраты	Тариф за час работы	Общая зарплата по тарифу
Заготовщик	5	0,90	95,29	85,76
Токарь	6	0,78	99,44	77,56
Фрезер	5	0,55	95,29	52,41
Термичка	7	0,23	103,53	23,81
Полировочная	5	1,20	95,29	114,35
Сборщик	7	1,32	103,53	136,66
Итого		-		490,55
$K_{прем}$		12		58,87
Всего		-		549,42

$$Zo = 549,42$$

«Дополнительная заработная плата производственных рабочих»[8]

$$Z_{доп} = Zo \cdot K_{вып} \quad (99)$$

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

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

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

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

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

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

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»[8]

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \quad (101)$$

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

$$\langle \text{Ссод.обор.} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87$$

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

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (102)$$

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

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

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

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (103)$$

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

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

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

$$C_{цех.с.с.} = M + \Pi + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (104)$$

$$C_{цех.с.с.} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 187,90 + 76,92 + 1065,87$$

$$+ 945,002 + 16,48 = 3738,73$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы: »[8]

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (105)$$

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

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

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

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (106)$$

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

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

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (107)$$

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

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

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

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (108)$$

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

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

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (109)$$

« где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %»[8]

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

«Таблица 25 - Сравнительная калькуляция себестоимости »[8]

Названия главных и основных расчетных показателей	Символы обозначений	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Основные материалы	<i>М</i>	355,46	323,14
Изделия покупные	<i>Пи</i>	631,39	573,99
Зар.плата основная	<i>Зо</i>	549,42	549,42
Зар.плата дополнительная	<i>Здоп.</i>	76,92	76,92
Взносы страховочные	<i>Ссоц.н.</i>	187,90	187,90
Эксплуатационные расходы на содержание	<i>Ссод.обор.</i>	1065,87	1065,87
Расходы цеха	<i>Сцех.</i>	945,00	945,00
Инструментальный расход	<i>Синстр.</i>	16,48	16,48
Первичная стоимость цеховая	<i>Сцех.с.с.</i>	3828,45	3738,73
Расходы общие завода	<i>Собзав.</i>	1082,36	1082,36
Первичная стоимость общая завода	<i>Соб.зав.с.с.</i>	4910,80	4821,09
Расход на коммерцию пр-ва	<i>Ском.</i>	14,24	13,98
Вся стоимость полная	<i>Сполн.с.с.</i>	4925,05	4835,07
Цена продажная	<i>Цотп.</i>	6402,56	6402,56

4.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат: »[8]

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (110)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (111)$$

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

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

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (112)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (113)$$

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

$$Z_{\text{перем.б.}} = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37$$

«Определение постоянных затрат: »[8]

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (114)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (115)$$

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

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

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (116)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (117)$$

$$З_{пост.б.} = 3123,96 \cdot 100000 = 312395617,82$$

$$З_{пост.пр.} = 3123,70 \cdot 100000 = 312369600,87$$

«Определение амортизационных отчислений: »[8]

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot Н_A / 100 \quad (118)$$

«где - H_A - доля амортизационных отчислений,% »[8]

$$H_A = 12 \%$$

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

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия: »[8]

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (119)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 4835,07 \cdot 100000 = 483507194,24$$

«Расчет выручки от реализации изделия: »[8]

$$В_{ыручка} = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (120)$$

$$В_{ыручка} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98$$

«Расчет маржинального дохода: »[8]

$$Д_{марж.} = В_{ыручка} - З_{перем.пр.} \quad (121)$$

$$Д_{марж.} = 640255943,98 - 171137593,37 = 469118350,61$$

«Расчет критического объема продаж: »[8]

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (122)$$

$$А_{крит.} = 312369600,87 / (6402,56 - 1711,38) = 66586,52$$

$$А_{крит.} = 66590$$

4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (123)$$

«где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объём продукции, шт.
 $A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.
 n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

Объём продаж по годам: »[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (124)$$

« где – $V_{\text{прод.}i}$ – объём продаж в i - году, шт»[8].

$$V_{\text{прод.}1} = 66590 + 1 \cdot 6682 = 73272 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 66590 + 2 \cdot 6682 = 79954 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 66590 + 3 \cdot 6682 = 86636 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 66590 + 4 \cdot 6682 = 93318 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 66590 + 5 \cdot 6682 = 100000 \text{ шт.}$$

«Выручка по годам: »[8]

$$V_{\text{выручка.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (125)$$

$$V_{\text{выручка.}1} = 6402,56 \cdot 73272 = 469128335,27$$

$$V_{\text{выручка.}2} = 6402,56 \cdot 79954 = 511910237,45$$

$$V_{\text{выручка.}3} = 6402,56 \cdot 86636 = 554692139,63$$

$$V_{\text{выручка.}4} = 6402,56 \cdot 93318 = 597474041,80$$

$$V_{\text{выручка.}5} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98$$

«Переменные затраты по годам

для базового варианта: »[8]

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (126)$$

$$Зперем.б.1 = 1801,09 \cdot 73272 = 131969433,12$$

$$Зперем.б.2 = 1801,09 \cdot 79954 = 144004313,46$$

$$Зперем.б.3 = 1801,09 \cdot 86636 = 156039193,80$$

$$Зперем.б.4 = 1801,09 \cdot 93318 = 168074074,14$$

$$Зперем.б.5 = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48$$

«для проектного варианта: »[8]

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (127)$$

$$Зперем.пр.1 = 1711,38 \cdot 73272 = 125395937,42$$

$$Зперем.пр.2 = 1711,38 \cdot 79954 = 136831351,41$$

$$Зперем.пр.3 = 1711,38 \cdot 86636 = 148266765,40$$

$$Зперем.пр.4 = 1711,38 \cdot 93318 = 159702179,38$$

$$Зперем.пр.5 = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта): »[8]

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (128)$$

$$Ам. = 129,88 \cdot 100000 = 12988278,97$$

«Полная себестоимость по годам

для базового варианта: »[8]

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (129)$$

$$Сполн.б.1 = 131969433,12 + 312395617,82 = 444365050,94$$

$$Сполн.б.2 = 144004313,46 + 312395617,82 = 456399931,28$$

$$\langle \text{Сполн.б.3} = 156039193,80 + 312395617,82 = 468434811,62$$

$$\text{Сполн.б.4} = 168074074,14 + 312395617,82 = 480469691,96$$

$$\text{Сполн.б.5} = 180108954,48 + 312395617,82 = 492504572,29$$

«для проектного варианта: »[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (130)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 125395937,42 + 312369600,87 = 437765538,29$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 136831351,41 + 312369600,87 = 449200952,28$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 148266765,40 + 312369600,87 = 460636366,27$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 159702179,38 + 312369600,87 = 472071780,25$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 171137593,37 + 312369600,87 = 483507194,24$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (131)$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.1} = & (469128335,27 - 437765538,29) - (469128335,27 - \\ & - 444365050,94) = 6599512,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.2} = & (511910237,45 - 449200952,28) - (511910237,45 - \\ & - 456399931,28) = 7198979,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.3} = & (554692139,63 - 460636366,27) - (554692139,63 - \\ & - 468434811,62) = 7798445,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.4} = & (597474041,80 - 472071780,25) - (597474041,80 - \\ & - 480469691,96) = 8397911,70 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.5} = & (640255943,98 - 483507194,24) - (640255943,98 - \\ & - 492504572,29) = 8997378,05 \end{aligned}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (132)$$

$$\text{Нпр.1} = 6599512,65 \cdot 0,20 = 1319902,53$$

$$\text{Нпр.2} = 7198979,00 \cdot 0,20 = 1439795,80$$

$$\langle H_{np.3} = 7798445,35 \cdot 0,20 = 1559689,07$$

$$H_{np.4} = 8397911,70 \cdot 0,20 = 1679582,34$$

$$H_{np.5} = 8997378,05 \cdot 0,20 = 1799475,61$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$Pr.ч.i = Pr.обл.i - H_{np.i} \quad (133)$$

$$Pr.ч.1 = 6599512,65 - 1319902,53 = 5279610,12$$

$$Pr.ч.2 = 7198979,00 - 1439795,80 = 5759183,20$$

$$Pr.ч.3 = 7798445,35 - 1559689,07 = 6238756,28$$

$$Pr.ч.4 = 8397911,70 - 1679582,34 = 6718329,36$$

$$Pr.ч.5 = 8997378,05 - 1799475,61 = 7197902,44$$

«Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого автомобиля. »[8]

$$Pr.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (134)$$

« где - $Д1$ и $Д2$ - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту»[8]

$$Д1 = 100000 \quad \text{циклов}$$

$$Д2 = 150000 \quad \text{циклов}$$

$$Pr.ож.д. = 6402,56 \cdot 150000 / 100000 - 6402,56 = 3201,28$$

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

$$ЧДi = Pr.ч.i + A_m + Pr.ож.д. \cdot V_{прод.i} \quad (135)$$

$$ЧД1 = 5279610,12 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 73272 = 252832056,73$$

$$ЧД2 = 5759183,20 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 79954 = 274702580,89$$

$$ЧД3 = 6238756,28 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 86636 = 296573105,06$$

$$ЧД4 = 6718329,36 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 93318 = 318443629,23$$

$$ЧД5 = 7197902,44 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 100000 = 340314153,40$$

«Дисконтирование денежного потока»[8]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (136)$$

«где - $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСПи = ЧДи \cdot \alpha_i \quad (137)$$

$$ДСП1 = 252832056,73 \cdot 0,909 = 229824339,56$$

$$ДСП2 = 274702580,89 \cdot 0,826 = 226904331,82$$

$$ДСП3 = 296573105,06 \cdot 0,751 = 222726401,90$$

$$ДСП4 = 318443629,23 \cdot 0,863 = 274816852,02$$

$$ДСП5 = 340314153,40 \cdot 0,621 = 211335089,26$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (138)$$

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

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

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (139)$$

« где - $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций. »[8]

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,19 \cdot (437765538,29 + 449200952,28 + 460636366,27 + \\ & + 472071780,25 + 483507194,24) = 437604547,95 \end{aligned}$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (140)$$

$$ЧДД = 1165607014,57 - 437604547,95 = 728002466,61$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле: »[8]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (141)$$

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

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (142)$$

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

На рисунке 14 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

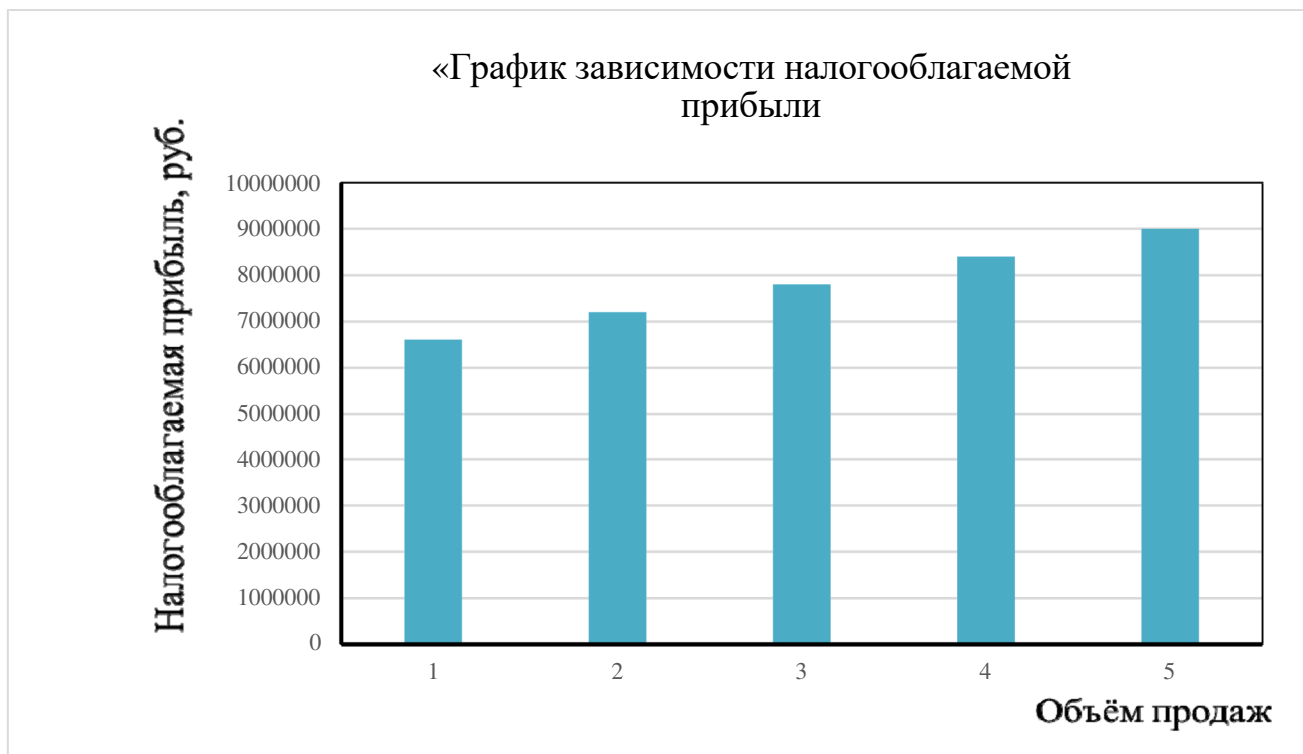


Рисунок 14 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

Выводы и рекомендации

Эффект экономический положительный при ID равном 1,66, увеличились ресурсы автомобиля в результате мероприятий технического плана.

Основные показатели стоимости проект дизайна высокие, при серийном производственном конструкционном внедрении автокомпонентов, данные показатели получены финансовым расчетом. Схема производства реализованная может принести прибыль ожидаемую расчетную, была рассчитана проектная эффективность социального характера.

Проектный автомобиль реализованный в производство, может чистую прибыль принести в размере данной суммы 728002466,61 руб.

Проектный риск низкий, об этом свидетельствует рассчитанный проектный окупаемый срок составляющий 0,6 года. В направлении новом для автомобилестроения, о его применении говорить можно по данным полученным выше представленным расчётом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа выбора схем проектируемой сборки автомобиля, этапа проектирования конструкции и сравнения с ближайшими аналогами, технологического исследования возможности изготовления была выбрана схема, наиболее удачно сочетающая в себе решение всех указанных вопросов.

Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов сопоставимости капитальных затрат конструкция проектируемого электромобиля имеет очевидные преимущества по потребительским и эксплуатационным свойствам. Улучшение качеств может быть достигнуто за счет использования современных материалов. Значительный опыт, накопленный в конструкторских подразделениях, позволяет предполагать появление новых технических решений для перспективных автомобилей.

В этом проекте разрабатывается новая конструкция автомобиля - пикап-электромобиль на базе автомобиля Chevrolet Niva, а именно предлагается использовать асинхронный электродвигатель вместо двигателя внутреннего сгорания, на месте топливного бака будут установлены аккумуляторы и инвертор, он будет использоваться для питания электродвигателя, а также для подзарядки аккумуляторов. Этот автомобиль будет экономически выгоден для жизни и для работы человека преимущественно в городских условиях передвижения. А также большим положительным показателем для владельца автомобиля это то что практически не нужно проходить технический осмотр в том виде, в котором все привыкли видеть, т.е. не требуется замена фильтров воздушного, масляного; не требуется замена масла в двигателе, нет необходимости следить за уровнем масла ни в двигателе ни в коробке, нет необходимости следить за уровнем охлаждающей жидкости.

Исходя из вышеизложенного, конструктивно-технологическое решение, используемое в проекте, приводит к увеличению технических параметров автомобиля в целом, то есть к повышению потребительских качеств и конкурентоспособности автомобиля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
2. Асинхронные двигатели общего назначения. Е.П. Бойко и др. – М.: Энергия, 1980 г. – 488 с.
3. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-95.
5. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
6. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
7. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
8. Капрора, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрора;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.
14. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ,

1978. – 195 с.
15. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
 16. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
 17. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
 18. Справочник по электротехнике. А.А. Иванов. – Киев.: Высшая школа, 1984 г. – 303 с.
 19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
 20. 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.
 21. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.
 22. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
 23. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. – International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
 24. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
 25. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

Внешняя скоростная характеристика

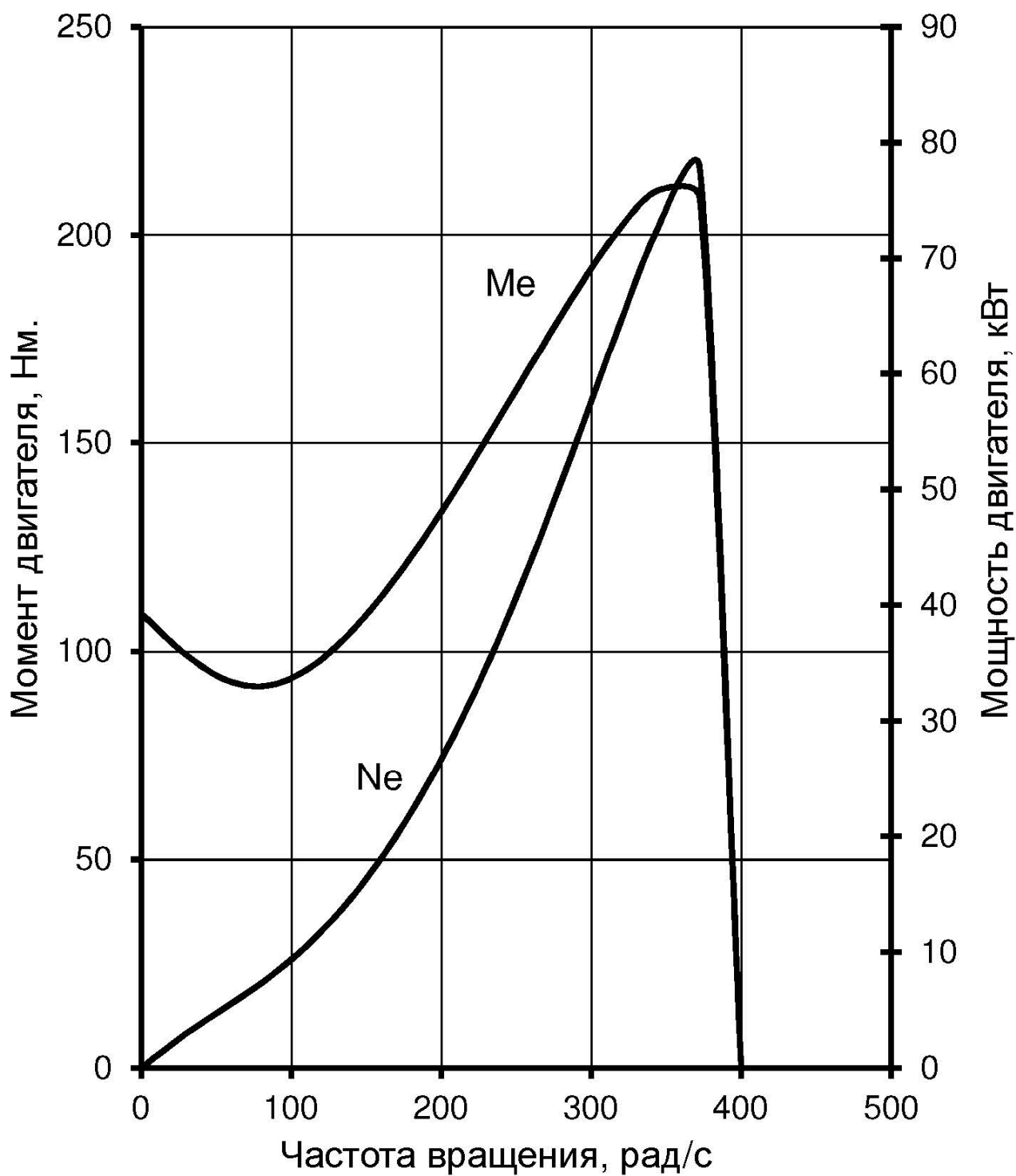


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

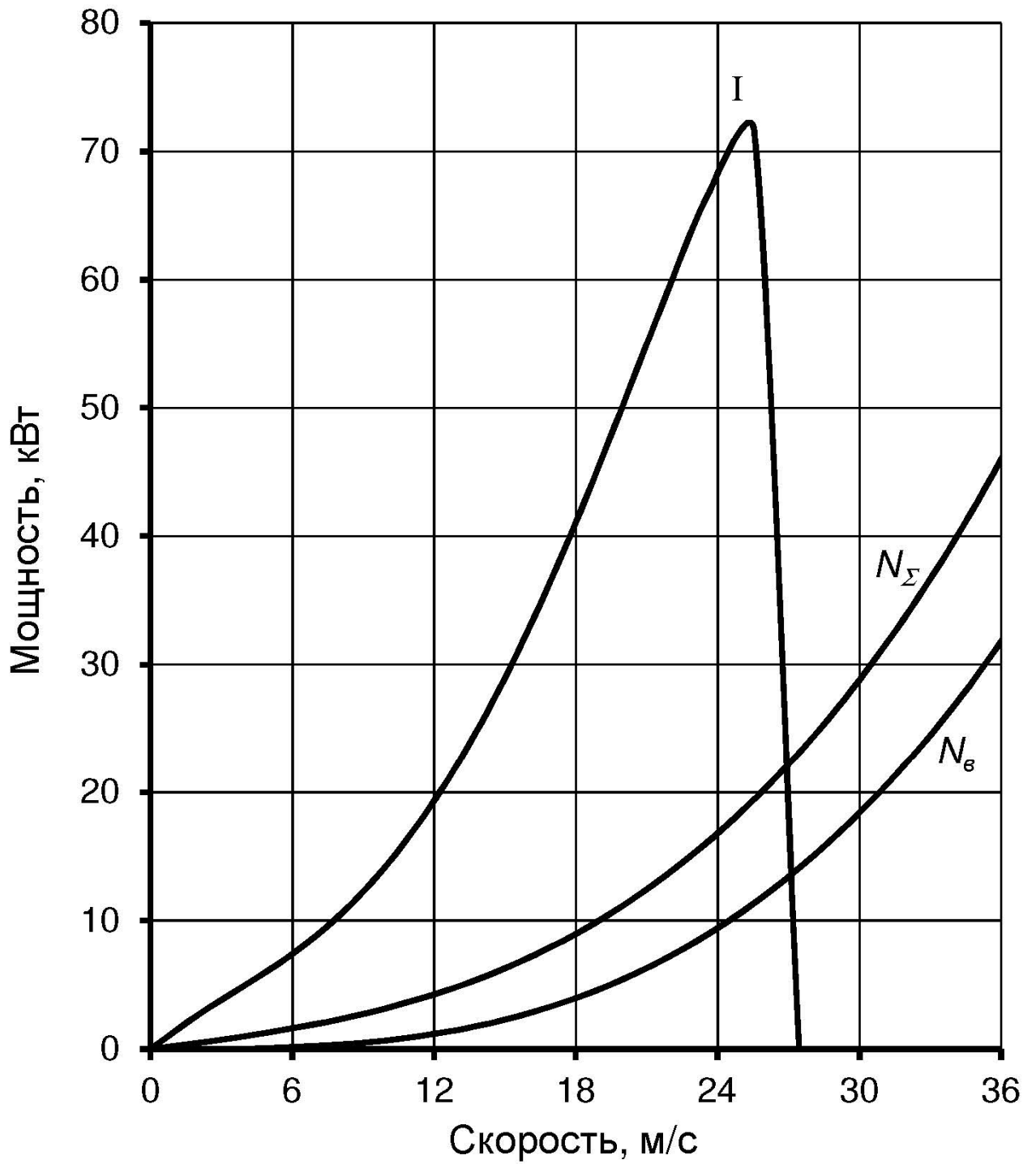


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

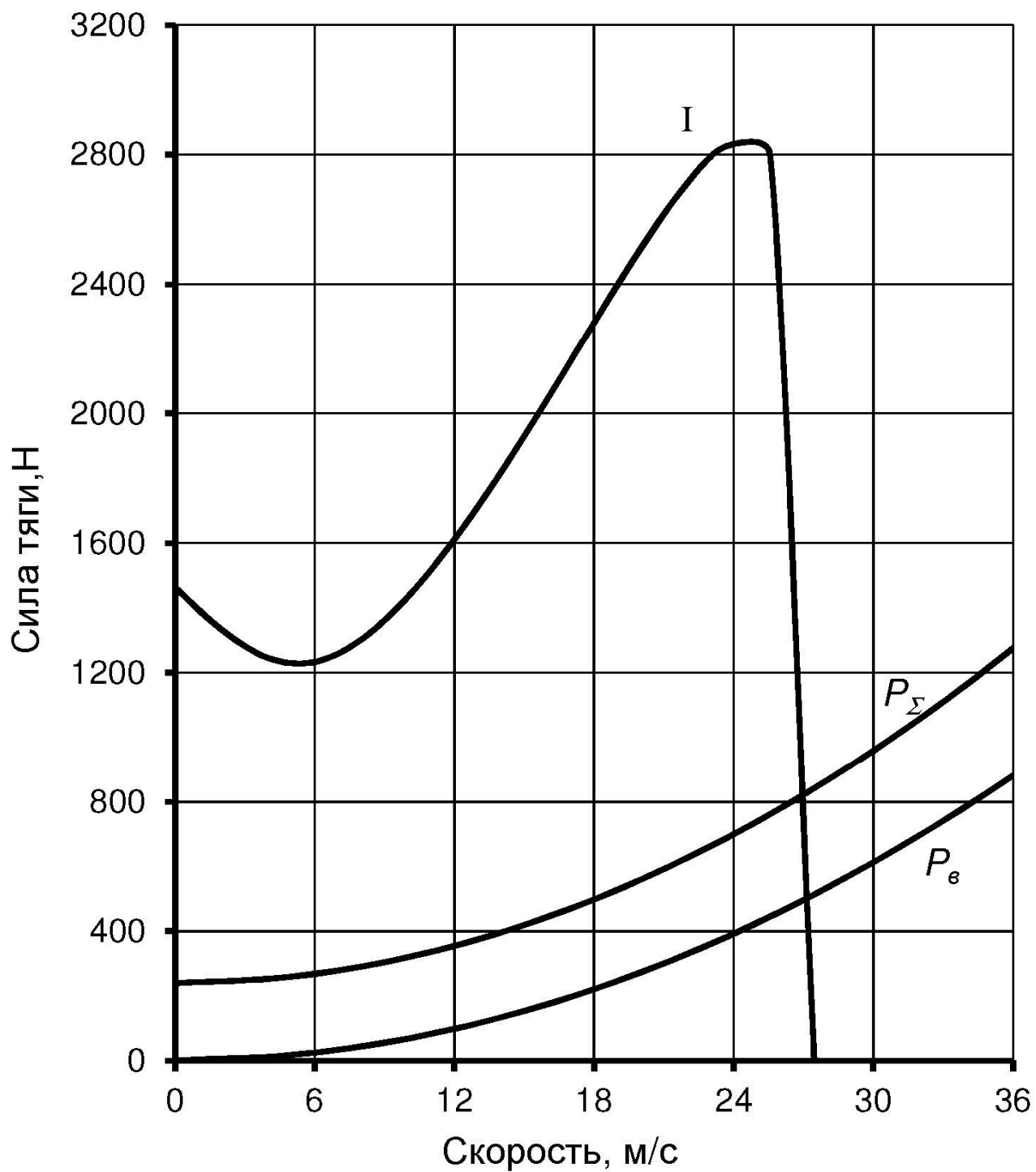


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

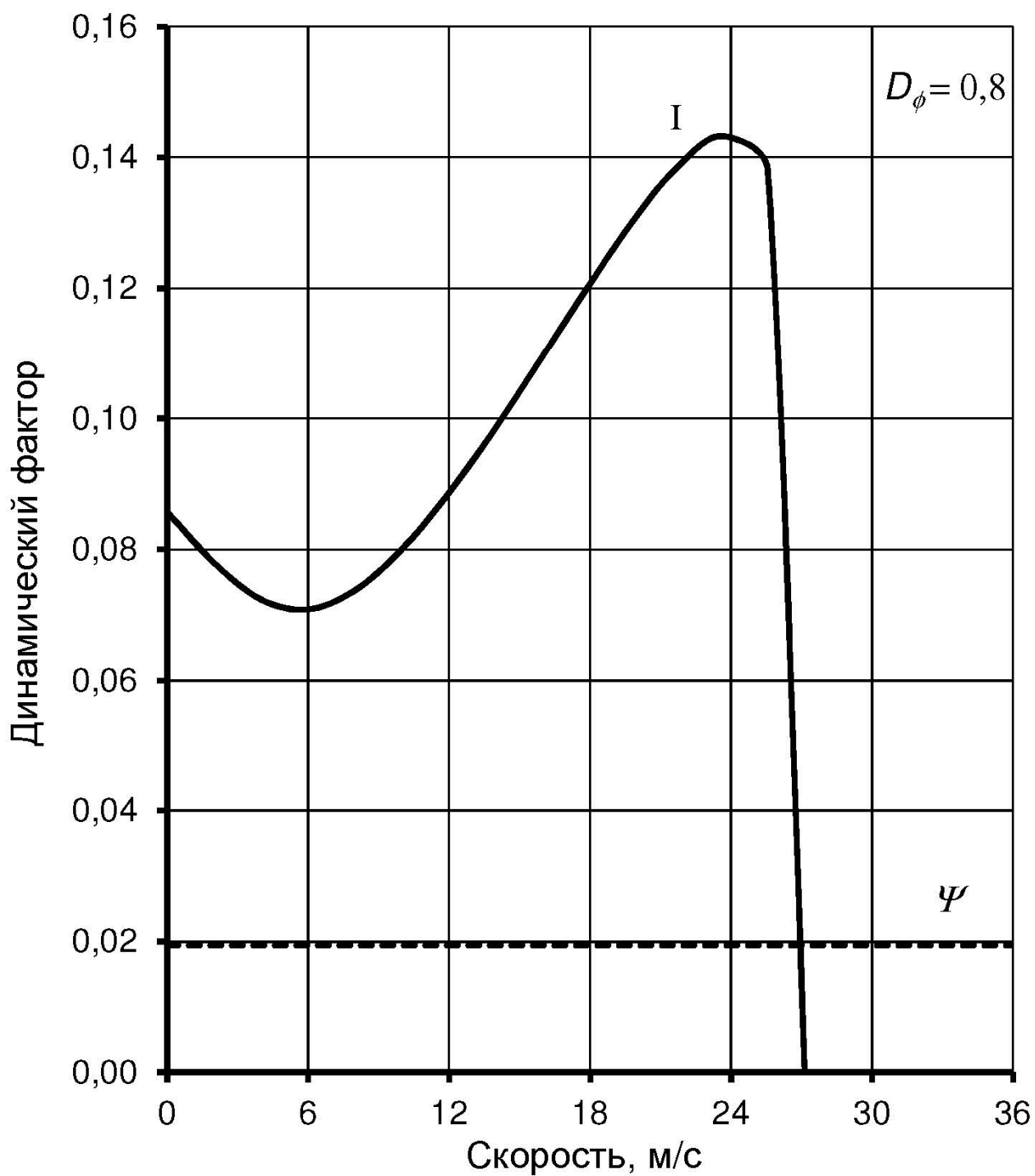


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

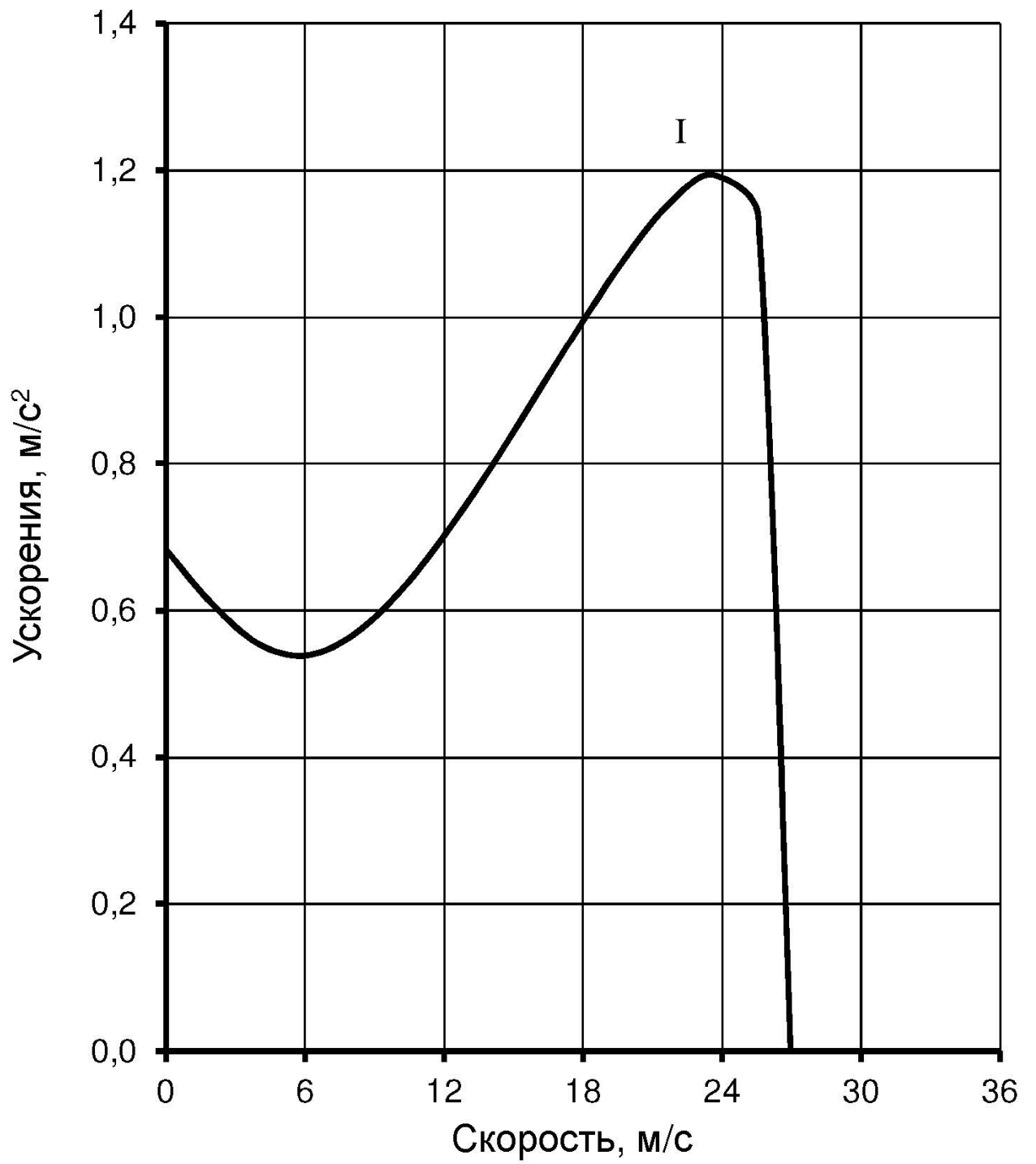


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

Время разгона

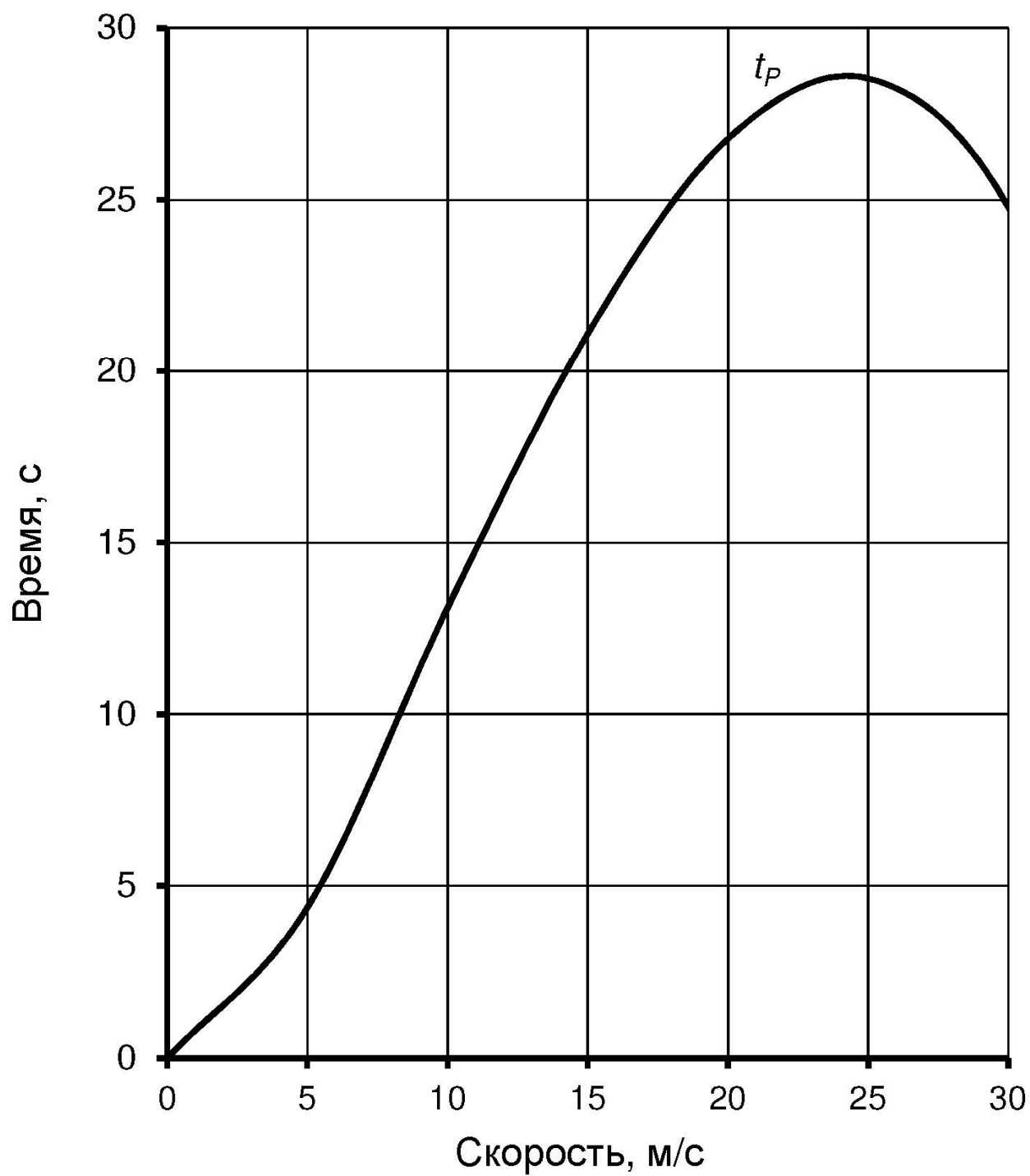


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

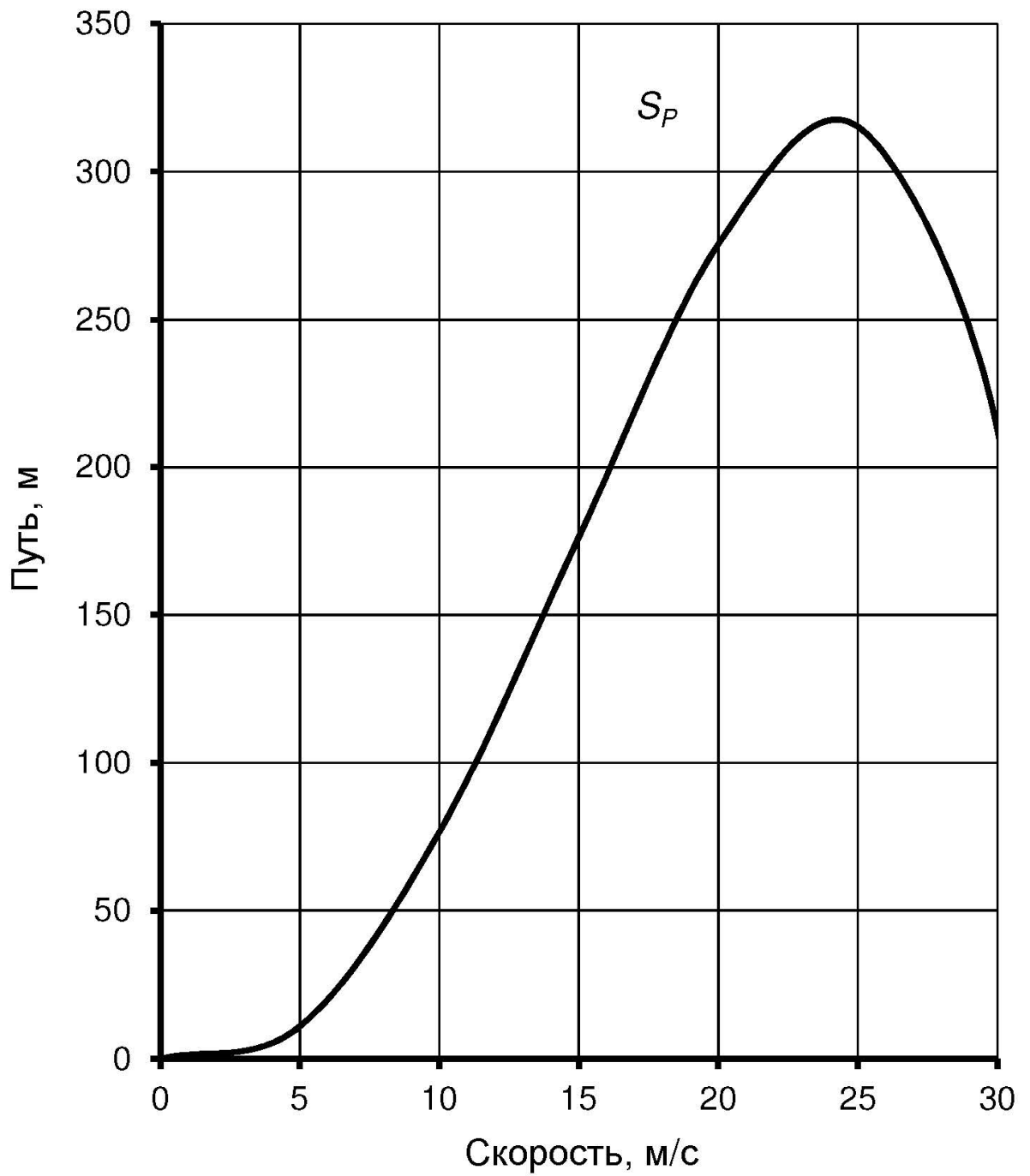


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход энергии

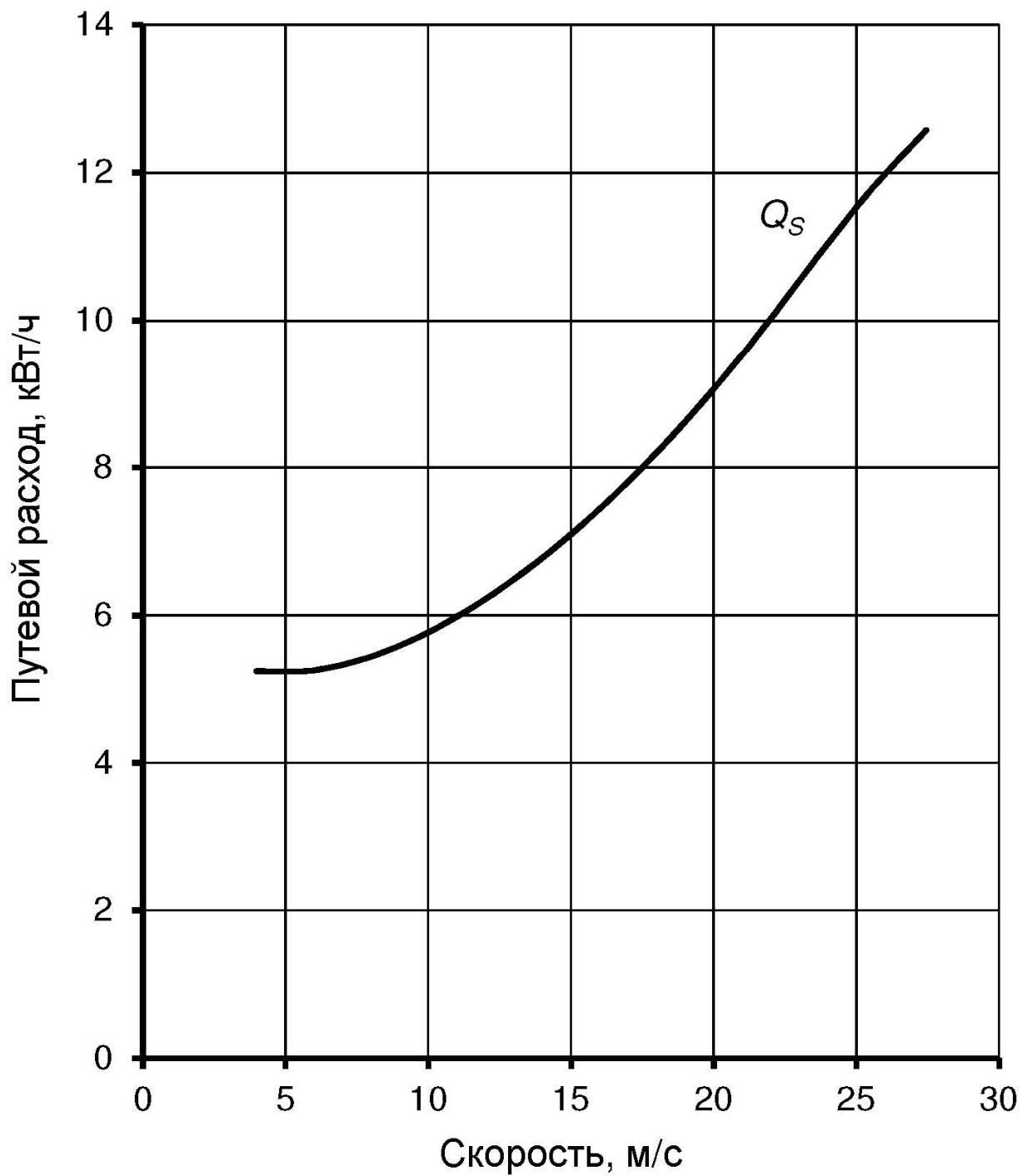


Рисунок А.8 – Путевой расход энергии