

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация карданной передачи автомобиля КАМАЗ-5490

Студент

А.А. Кирилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2022

Аннотация

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

Тема дипломного проекта «Модернизация карданной передачи автомобиля КАМАЗ-5490». Из-за всеобщего усложнения мира и его скорости автомобиль просто обязан обеспечивать тот ритм жизни человека, который есть сейчас в настоящее время, и поэтому требования к автомобилю тоже возросли, то есть он должен иметь надежную систему зажигания, надежные системы рулевого управления и тормозную систему, комфортную тихую коробку передач, плавное сцепление, хорошее динамичное ускорение.

Графическая часть дипломного проекта состоит из 10 страниц формата А1. Пояснительная записка включает в себя введение, части конструкторской, экономической, безопасности и технологической, а также приложение в виде графиков и спецификаций, всего состоит из 107 страниц формата А4.

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

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

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть дипломного проекта является технологическим разделом.

Пятая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.»[6]

Abstract

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

The topic of the graduation project is " Modernization of the gimbal transmission of the KAMAZ-5490 car". Due to the universal complication of the world and its speed, the car is simply obliged to provide the rhythm of human life that exists now, and therefore the requirements for the car have also increased, that is, it must have a reliable ignition system, reliable steering and braking systems, a comfortable quiet gearbox, smooth clutch, good dynamic acceleration.

The graphic part of the diploma project consists of 10 pages of A1 format. The explanatory note includes an introduction, parts of design, economic, safety and technological, as well as an appendix in the form of graphs and specifications, in total it consists of 107 A4 pages.

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

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

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

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

The fifth part is devoted to economic calculations of the cost of the developed node. Calculation of the break-even point for this project and calculation of economic efficiency.»[6]

Содержание

	Стр.
Введение	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение карданных передач	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции карданных передач	6
1.3 Описание конструкции приводных карданных валов	8
1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию карданного вала	17
2 Конструкторская часть.....	18
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	18
2.2 Расчет элементов карданного вала	33
3 Безопасность и экологичность объекта.....	45
4 Технологическая часть.....	70
5 Экономическая эффективность проекта	81
Заключение	97
Список используемых источников	98
Приложение А Графики тягового расчета	101

Введение

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

Во всех узлах автомобилей необходимы более совершенные технологии, а также улучшить топливную экономичность. Необходимо также улучшать аэродинамику кузова автомобиля, и его массу это влечет за собой уменьшение расхода топлива. Еще также возможно повсеместно переводить автомобили на газ метан или дизельное топливо, а также устанавливать более современные двигатели.

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

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение карданных передач

«Карданная передача автомобиля используется для передачи момента передачи от второго вала КПП и двигателя в переменном углу. Карданные передачи состоят из передних и задних осей, промежуточные опоры, поперечины с винтами и шлицами, соединенные цепными подшипниками, эластичные муфты. Шарнирные рычаги и крестовины позволяют передавать крутящий момент на четырех шипах с измененным углом, что компенсирует линейный сдвиг трансмиссии в зависимости от положения кузова, благодаря вибрации кузова происходит линейный сдвиг расстояния между коробкой передач и задней осью.»[4] Переменные эластичные муфты сглаживают пульсацию поворотного момента в передаче, особенно при включении сцепления автомобиля, т.е. при его старте с места.[1]

1.2 Требования предъявляемые к конструкции карданных передач

«На сегодняшний день на мировом авторынке представлено много моделей, имеющих три разных вида приводов: задний, передний, полный привод.»[4] Виды приводов различаются в зависимости от того, какая ось является преимущественно ведущей.

Машины с передним приводом, это те, у которых передние колёса играют роль и ведущих, и управляющих. Крутящий момент создаётся двигателем машины и после этого передаётся вперед, на переднюю ось.

Автомобиль с передним приводом впервые был изобретен практически 100 лет назад, в 1929 году. А сейчас, конструкция схожая по виду и применению стала встроенной. Среди её главных достоинств отмечают высокую надежность, если сравнивать с моделями, имеющими задним и полным приводом. Потенциала двигателя с передним приводом значительно выше, что добивается с поддержкой маленькой затраты энергии при передаче от движка к колёсам. Так же, стоит отметить, что машины с передним

приводом лучше управляемы, имеют высокочувствительный руль.

Ещё одно достоинство достигается отсутствием карданного вала, в переднеприводных автомобилях это позволяет создать более просторный салон.[2]-[4]

Среди минусов данной модели отмечается сложность в производстве конструкции, которая в свою очередь имеет не дешёвый ремонт и обслуживание. Так же негативной стороной является сильно ощутимая вибрация при высокой скорости движения, при резком разгоне машины не исключен вариант буксировки передних колес.

Если говорить об других моделях, имеющих задний привод, то можно с лёгкостью догадаться о том, что главными здесь характеризуются передние колёса. Вращение колёса приводят с помощью карданной передачи. Такой вариант конструкции даёт надобную кинетическую загруженность на заднюю ось, что гарантирует внедорожнику оптимальную манёвренность в любых дорожных условиях, единственное, кроме зимней снежной дороги, где лучше маневрирует авто с передним приводом.

Считается, что заднеприводные автомобили более легкие в управлении например в заносе. Да и сама конструкция изготовлена более крепкой и надёжной, что делает её не только более практичной, но и легкой в ремонте и техническом обслуживании.

Среди минусов отмечена низкая проходимость туннеля, из-за чего уменьшается пространство внутри салона автомобиля.

Полноприводные автомобили отличаются тем, что в них ведущие не какие-то конкретно, а все колёса вместе, как передние, так и задние.

В полноприводных автомобилях есть два режима работы. При стандартном режиме работы ведущей является только одна ось, но если нужно в работу включаются все колёса. Но все же ведущие в любом режиме работы - это что-то среднее между постоянными и подключенными приводами. Тогда его называют общим приводом.

По надобности в данной разновидности модели с полным приводом переключение происходит автоматически.

Так же, из положительных сторон полного привода отмечают повышенную проходимость на любых дорогах, отличная устойчивость в условиях сколькой дороги, а вот минусом является высокий расход топлива и слишком сложная конструкция. А так же, заднеприводные и переднеприводные автомобили считаются более быстрыми, в сравнении с передним приводом, поэтому например на спортивные машины устанавливают именно такие виды привода.[9]-[11]

1.3 Описание конструкции приводных карданных валов

«Привод колес состоит из колесных валов, колесных шарниров с равными угловыми скоростями. Такая конструкция приводов позволяет равномерно вращать ведомые элементы хода автомобиля. Конструкция привода к ведущим колесам показана на рисунке 1. [12]

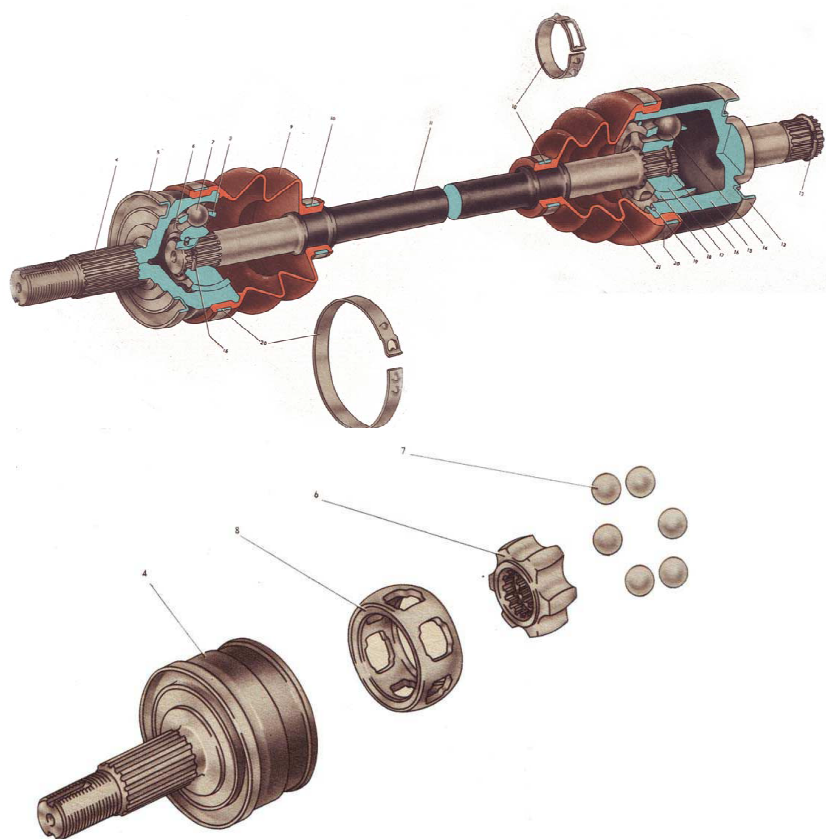


Рисунок 1 - Привод к ведущим и управляемым колесам легкового автомобиля с шарнирами равных угловых скоростей»[4]

«В основном универсальные шарниры используются для переноса механических энергий между двумя валами при их угловых расположениях оси. Эти шарниры изобретены уже многие века назад, хотя механизм универсального шарнира кажется простой, физическое основание этого шарнира довольно сложное и интересное, универсальный шарнир состоит из трех основных элементов 2 вилки и крестовины.»[4] Схема универсального шарнира показана на рисунке 2. [14]- [16]

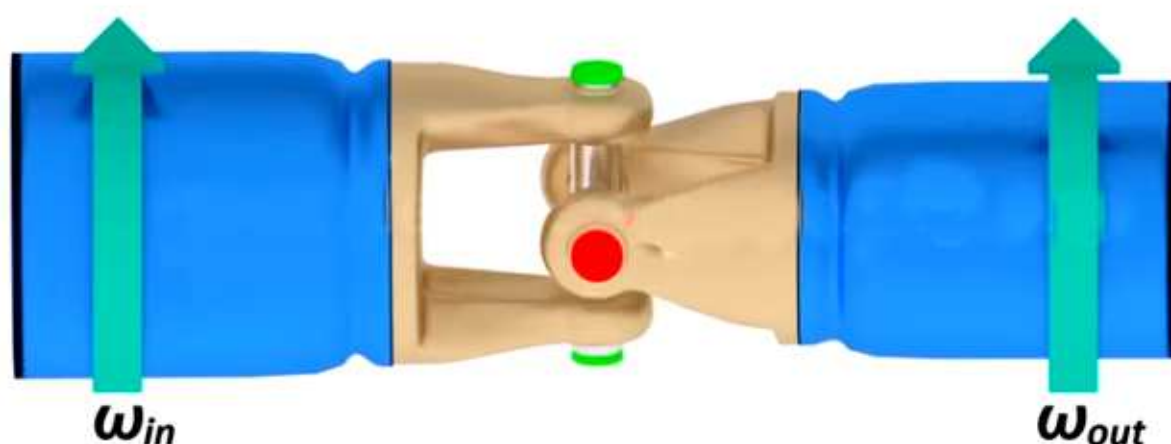


Рисунок 2 – Универсальный шарнир модель - схема

Сейчас мы можем рассмотреть всевозможные виды механической передачи. Первый вариант - когда «входные и выходные валы соединяются прямой линией, в этой ситуации движение их очень простое, ведущие и выходные валы поворачивают крестовину, а крестовины поворачивают ведомые валы, становится ясно, что ведущие и выходные валы вращаются в одинаковой скоростной степени, и теперь посмотрим, что будет, если под углом оси. Например, если ведущие валы движутся постоянно, то движение здесь происходит совершенно иначе.»[4] Модель шарнира в прямолинейном движении показана на рисунке 3. [18]



Рисунок 3 - Универсальный шарнир модель – схема – прямолинейное движение

Чтобы было понятно принцип работы, следует обращать внимание на движение красных и зеленых концов креста. Хорошо видно, что зеленые и ведущие концы вращаются вертикально, а красное и соединенное с ведущими концами вращается в другой плоскости наклона. Движение шарнира под углом показано на рисунке 4.

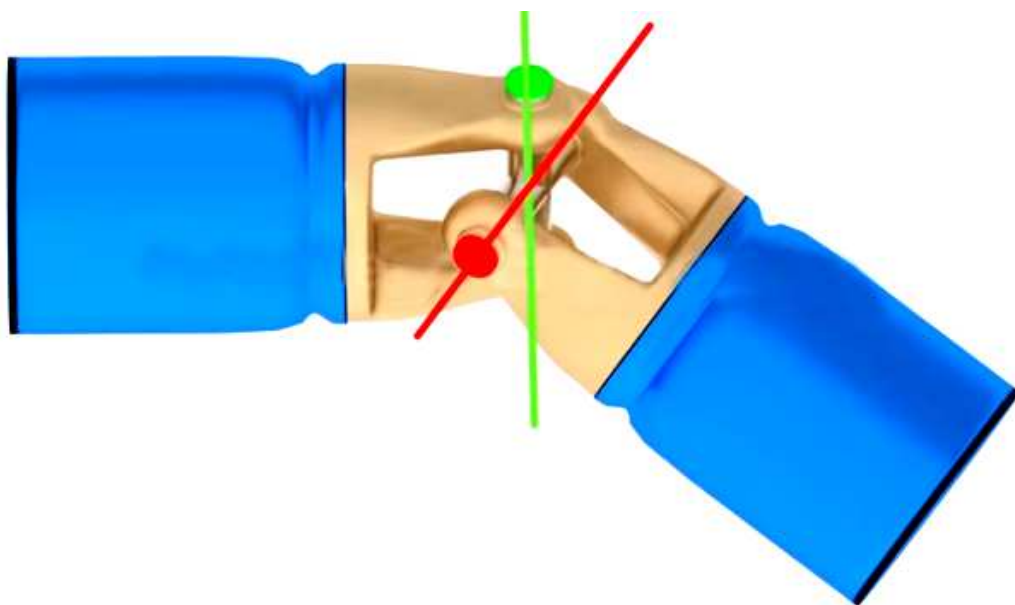


Рисунок 4 - Универсальный шарнир модель – схема – движение под углом

«Для запуска красных концов двигаться в какой-то плоскости крестовину нужно правильно поворотить по оси соединяющей зеленые концы. Также, если следить за отметками креста, то можно увидеть, как соединение происходит.»[4] Для упрощения понимания принципа движения креста, допустим, вращение зеленого колеса блокируется, тогда будет ясно, что при таком вращении шарнир не может двигаться под углом. [19]- [21]

Угол, скорость вращения крестовины сильно влияют на скорость движения ведомой оси. Отсюда видно, что при одновременном вращении креста и вращении скорость установленного вала изменится. «На первых 90 градусах вращения главного вала зеленая ось также вращается, достигая максимальной точки возможного вращения. Данное движение вперед позволяет вращать ведомый вал, изменяя его характер, как видно на нижеуказанной диаграмме, но после прохождения следующего 90 градуса зеленый вал должен вернуться к исходному положению. Здесь поворот обратно будет оказывать обратное воздействие на вращение ведомой оси.»[4] Диаграмма изменения траекторий движения осей крестовины показан на рисунке 5.

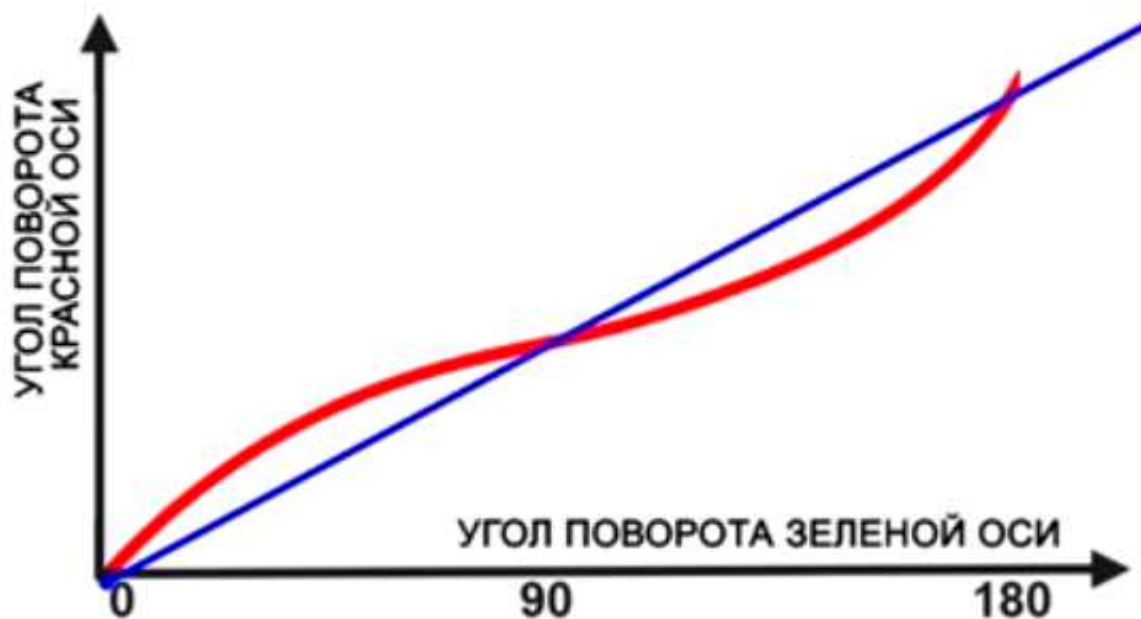


Рисунок 5 – Диаграмма изменения траекторий движения осей крестовины универсального шарнира

Для расчёта скорости вращающе-ведущего вала необходимо взять производные по времени, обращать внимание на график и перемещения, и сразу будет понятно, что ведущая скорость изменится так, как будет показано на рисунке графика, представленный ниже. «Отсюда следует вывод о том, что универсальные шарниры не дают постоянной скорости вращения - скорее всего, это неравномерное вращение дает бесполезный эффект использования универсальных шарниров в исходной форме.»[4] Диаграмма зависимости скорости вращения и угла поворота крестовины на рисунке 6.

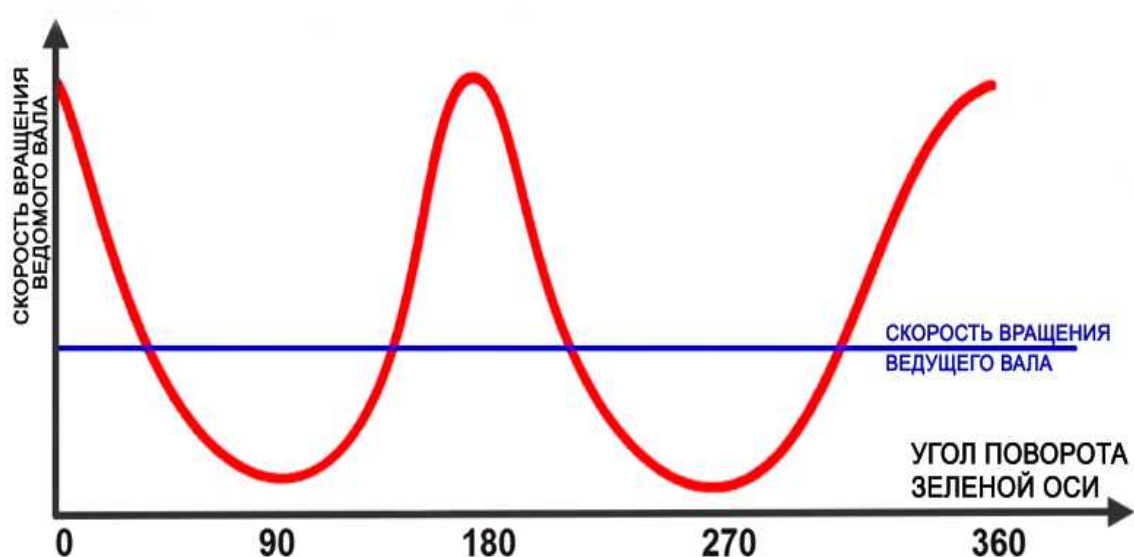


Рисунок 6 – Диаграмма зависимости скорости вращения и угла поворота крестовины универсального шарнира

Но в целом, есть способность приобрести непрерывную устойчивую скорость, прибавив ещё один шарнир так, как наглядно представлено на изображении модели. Когда скорость ведущего вала становится стабильной, у ведомого вала скорость начинает колебаться, в этой ситуации скорость одного будет компенсировать и давать другому стабильную скорость. В таком случае, двойной многофункциональный шарнир будет функционировать как шарнир со устойчивой, единообразной угловой быстротой. [22]

Это означает, что ШРУС как элемент подвески является одним из ключевых узлов, которые связаны конкретно с частями подвески автомобиля. Для уточнения можно отметить, что ранее эти детали использовались и в подвеске задней, а также в передних элементах, но, опять же, массовый характер этого процесса изготовления шарниров для подвески задней не получил в связи с невозможностью материального решения. Схема двойного шарнира изображена на рисунке 7.

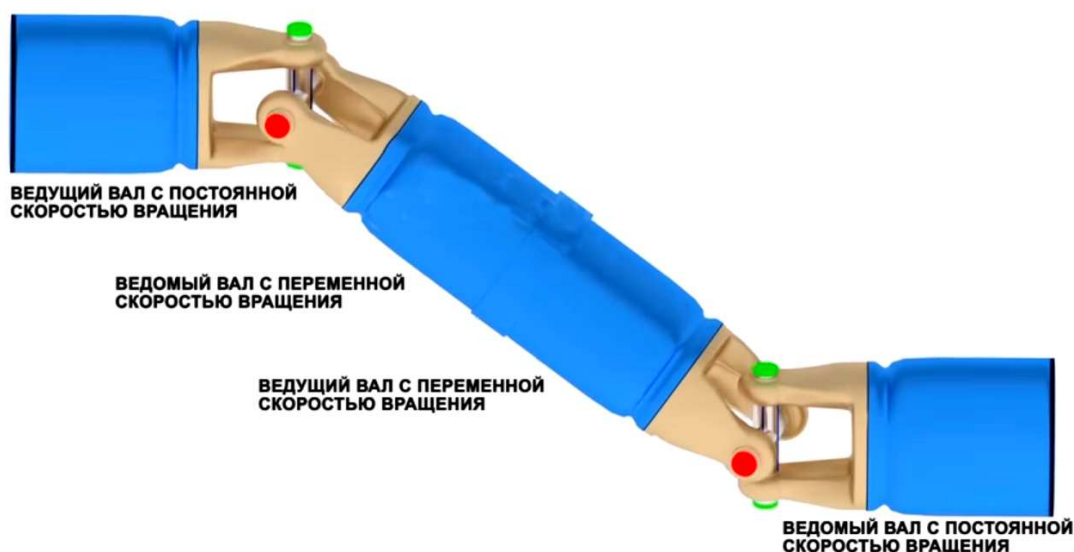


Рисунок 7 - Универсальный шарнир модель – схема двойного шарнира с постоянной угловой скоростью

В целом говоря, сам ШРУС имеет внешний вид специально движущегося подшипника, который должен отвечать за момент кручения, из-за чего происходит приведение в подвижный вид колёса автомобиле. Здесь становится более понятным следующий момент: данный шарнир – один из важнейших узлов в ходовой части машины. Это звено, связывающее между собой колесо и трансмиссию, передающую кручение к нужной оси в условиях смены угла поворота.

Здесь можно понятным языком объяснить, что именно имеет название шарнира или ШРУСа подвески. Буквосочетание это переводится как шарнир равных угловых скоростей, такое приспособление, которое нужно для предоставления трансляции специально созданного крутящего момента из коробки передач к ведущим и управляемым колёсам машины.

Главнейшим различием вышеуказанного приспособления от заднего

моста, который по своей функции обычно действует только по прямой линии, является возможность поворачивать колёса на 65-70 градусов.

Для справки можно заметить, что в простом языке у многих автомехаников благодаря своей необычной форме, которая напоминает собой оружие эта конструкция называется гранатой.

Теперь нужно более подробно и внимательно посмотреть на особенности и разновидности строения такого типа подвески. При помощи шарниров, которые ставят на большинство автомобилей с полным приводом, передается момент кручения от двигателя к трансмиссии и колеса. Данные шарниры могут приводить колеса в движение, а ещё поэтому водитель может управлять ими, при этом, они не занимают много места и очень легкие. Что касается ШРУСа, который ставится на машины заднеприводные, то на практике видно, что их функционал ограничен в своих возможностях, и нет способности управлять колесами. Так же данный механизм исполняет сложнейшие работы под сильной нагрузкой. Но сейчас, в наше время, благодаря огромным возможностям производства машин и запчастей на них, шарниры у передней подвески стали более качественными, долговечными, надежными. [23]

Более подробно мы посмотрим на главные виды таких шарниров автомобиля: сухариковые типы или сухариковый вид чаще всего используют только для больших грузовых машин, на очень крупные тяжелые грузовики, на автобусы, перевозящие пассажиров, ещё есть вид, который называется трипоидный, который изображен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Трипоидный вид шарнира

Ещё одна модель – это вид кардана, который спаен углом. Эта модель не стала популярной потому что в сборке стала очень сложной, а так же очень дорогостоящей и трудозатратой в производстве.

Ещё один существующий вид, четвертый, называется шариковый. Вот он в свою очередь стал уже известным и популярным у производителей автомобилей в наше время. На автомобилях с передним приводом такая модель шарнира стала для них основной. [24]-[28]

Ранее был сделан вывод о том, что ведущим видом ШРУСа стал именно шариковый, четвертый из возможных видов. И так как он больше привлекает внимание у людей, разберем его строение более подробно.

Принцип работы называется сухой, всё из-за конструкции этого самого шарнира. Все элементы работают на сухую, то есть только смазаны специальной смазкой, вроде солидола, но в масле не находятся. На первый взгляд может показаться что данный узел подвески очень сложный по своему устройству, но вообще, это совсем не так. На самом деле, механизм очень примитивный. Имеет в своём составе четыре основных детали, с помощью которых обеспечивается самое правильное и удобное из возможного функционирование механизма. Запчасть состоит из основного корпуса шарнира, который по своему внешнему виду напоминает чашечку, её ставят на вал привода машины. Шариковый шарнир на рисунке 9.



Рисунок 9 – Шариковый шарнир – составные детали

После верхней части к установке подлежит нижняя, она называется специальным сферическим кулачком с ведущим валом. Так же в составе есть специальный шарнир под названием сепаратор. Он выглядит как кольцо, имеющее отверстие. В колечках устанавливаются и удерживаются специальные шарики. Завершают элемент этой конструкции шарики из металла, которые обычно содержатся в количестве 6 штук или более. Как раз с помощью этих шариков, которые «располагаются в агрегате шарнира передней подвески такой типаж металлоконструкции именуется шариковый. Как видим структура металлоконструкции простейшего обычного шарнира приводного вала рассматривается как очень несложным узлом. Строение сепаратора шарнира на рисунке 10.



Рисунок 10 – Шариковый шарнир – строение сепаратора.

Механизм отличается хорошей плавностью в процессе работы.»[4]

Поэтому средство передвижения может достаточно аккуратно набирать скорость без пинков, рывков и прочих не нужных движений. А вот если сравнить с карданной передачей, то можно увидеть, что у нее нет плавности при работе. [28]-[30]

Ниже более подробно посмотрим на алгоритмы деятельности, потенциалы и неполадки металлоконструкции подвески, когда мы сейчас понимаем строение и устройство ШРУСа передней подвески, логично

поговорить и о том, как он функционирует. Для этого начнём с ознакомления корпуса шарнира, в конфигурации нижней половины есть горизонтальные бороздки, в которые по одному ставятся стальные шарики, о которых было выше сказано. Шарики удерживаются таким элементом, который называется сепаратор.

А ещё металлические шарики могут перемещаться как хотят, с единственным условием, движение возможно только по продольным канавкам в корпусе.

При рассмотрении ситуации, когда автомобиль ведет поворот, можно увидеть, как изменяется угол поворота между колёсами. Металлические шарики теперь начинают двигаться по канавкам корпуса с той силой, которая на них воздействует и передается дальше в цепочку. Таким образом, благодаря такому строению механизм оптимальным образом подходит к передним колёсам, которые меняют угол с помощью рулевой рейки. Далее можно сделать вывод, что эта конструкция является достаточно прочной и долговечной.

Но в свою очередь нужно знать, что шарнир будет надёжным только в тех агрегатах, которые сконструированы по всем нормативам, из сверхпрочных металлов. «Если ШРУС характеризуется определенной резервной частью автотранспорта, то он может отслужить верой и правдой не менее 100000-120000 км километража, а то и весь срок эксплуатации автотранспорта.»[10] Но всё равно очень часто встречаются случаи поломки детали, которая в основном происходит из-за прорыва защитного пыльника.

Ведь целью такого пыльника, который изготавливается из резины или силикона, является защита тех самых шариков и канавок в корпусе, от попадания грязи и пыли. Ведь именно засорение деталей негативно влияет на всю конструкцию.

Когда пыльник рвётся, то конструкции уже не хватает на долгую работу, максимум это пара тысяч километров пробега.

Как происходит поломка? При попадании грязи вовнутрь, песчинки и другие её составляющие начинают тереть детали, как жесткая бумага,

разрушительно действуя на поверхности деталей искажая поверхность и целостность канавок, в которых впоследствии заклинивают шарики, что приводит к поломке автомобиля.[31]-[33]

И в заключение можно отметить что ШРУС или шарнирная конструкция любого автомобиля независимо от его типа, является одним из самых важных составляющих в системе трансмиссии, любого транспортного средства. Так же, любому водителю или автомеханику следует запомнить, что пыльники ШРУСов необходимо регулярно и вовремя просматривать с целью выявления возможных повреждений, возможной утечки смазки. Ведь если вовремя заметить возникшие в эксплуатации повреждения, на защитных элементах ШРУСа, то можно исправить ситуацию до того момента, когда запчасть выйдет из строя и нужно будет менять всё целиком. Так же, следует отметить тот момент, что если всё-таки случилась поломка, и пришлось заменить данный механизм, то перед эксплуатацией нужно обязательно сделать развал-схождение колёс на станции шиномонтажа.

1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию

карданного вала

«Основной задачей при разработке новой конструкции карданного вала привода является обеспечение его надежной работы.»[6] Таким образом, был модернизирован карданный вал, а именно модернизация в данном дипломном проекте подразумевает адаптацию конструкции карданного вала под более мощный силовой агрегат 500 л.с., который предполагается для установки на автомобиль, на настоящий момент на заводе Камаз устанавливаются два варианта силовых агрегатов это 401 л.с. и 428 л.с.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 44000$
Количество мест.....	2
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 30,56$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 200$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 54$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,49$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,18$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,89$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 9,64$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,018$
Число передач в коробке передач.....	8
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	16,1
задняя ось.....	26,1
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,92$

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

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

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

«где G_0 - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 44000 \cdot 9,807 = 431508 \text{ Н} \quad (2)$$

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

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

$$G_A = 431508 + 1471 + 196 = 433175 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 16,1 = 433175 \cdot 16,1 = 69741 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 26,1 = 433175 \cdot 26,1 = 113059 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 315/70 R22,5»[2].

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

«Где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 315$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,70$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 571,5$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 571,5 + 0,70 \cdot 0,85 \cdot 315) \cdot 10^{-3} = 0,473 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

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

«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),;

U_D - передаточное число делителя коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи делителя коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2).»[2]

$$U_0 = (0,473 \cdot 200) / (1,000 \cdot 1,2 \cdot 30,56) = 2,581$$

«2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.»[2]

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

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

Для автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что:»[2]

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

$$\psi_v = 0,018 \cdot (1 + 30,56^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (433175 \cdot 0,026 \cdot 30,56 + 0,49 \cdot 1,293 \cdot 9,64 \cdot 30,56^3 / 2) / 0,89 = 490543 \text{ Вт}$$

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

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

$$N_{MAX} = 490543 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 493070 \text{ Вт}$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:»[2]

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

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле:»[2]

Все полученные данные заносятся в таблицу 1.

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

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
516	54	168,2	3114,4
620	65	205,8	3170,2
720	75	241,9	3207,7
820	86	277,3	3229,5
920	96	311,7	3235,7
1020	107	344,6	3226,2
1120	117	375,4	3201,1
1220	128	403,8	3160,3
1320	138	429,1	3103,9
1420	149	450,8	3031,8
1520	159	468,6	2944,1
1620	170	481,9	2840,7
1720	180	490,2	2721,7
1820	191	493,1	2587,1
1910	200	490,5	2452,7

« n_e - обороты двигателя, об/мин;»[2]

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

«2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

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:»[2]

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

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

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,18 = 0,206 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 433175 \cdot 0,206 \cdot 0,473 / (3235,7 \cdot 0,89 \cdot 2,581 \cdot 2,1) = 2,710$$

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

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 69741 \cdot 0,9 = 62767$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[2]

$$U_1 \leq 62767 \cdot 0,8 \cdot 0,473 / (3235,7 \cdot 0,89 \cdot 2,581 \cdot 2,1) = 3,016$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 13,800$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:»[2]

$$q = (U_1 / U_8)^{1/7} = (13,800 / 3,075)^{1/7} = 1,455 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 13,800 / 1,455 = 9,481; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 9,481 / 1,455 = 6,514; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 6,514 / 1,455 = 4,476; \quad (20)$$

$$U_5 = U_4 / q = 4,476 / 1,455 = 3,075; \quad (21)$$

$$U_6 = U_5 / q = 3,075 / 1,455 = 2,113; \quad (22)$$

$$U_7 = U_6 / q = 2,113 / 1,455 = 1,452; \quad (23)$$

$$U_8 = 0,997. \quad (24)$$

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

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала:»[2]

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

Все полученные данные заносятся в таблицу 2.

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

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с	Скорость на 6ой передаче, м/с	Скорость на 7ой передаче, м/с	Скорость на 8ой передаче, м/с
516	0,6	0,9	1,3	1,8	2,7	3,9	5,7	8,3
620	0,7	1,0	1,5	2,2	3,2	4,7	6,8	9,9
720	0,8	1,2	1,8	2,6	3,7	5,5	7,9	11,5
820	1,0	1,4	2,0	2,9	4,3	6,2	9,0	13,2
920	1,1	1,6	2,3	3,3	4,8	7,0	10,1	14,8
1020	1,2	1,7	2,5	3,6	5,3	7,7	11,2	16,4
1120	1,3	1,9	2,8	4,0	5,8	8,5	12,3	18,0
1220	1,4	2,1	3,0	4,4	6,3	9,2	13,4	19,6
1320	1,5	2,2	3,2	4,7	6,9	10,0	14,5	21,2
1420	1,6	2,4	3,5	5,1	7,4	10,8	15,7	22,8
1520	1,8	2,6	3,7	5,4	7,9	11,5	16,8	24,4
1620	1,9	2,7	4,0	5,8	8,4	12,3	17,9	26,0
1720	2,0	2,9	4,2	6,1	8,9	13,0	19,0	27,6
1820	2,1	3,1	4,5	6,5	9,5	13,8	20,1	29,2
1910	2,2	3,2	4,7	6,8	9,9	14,5	21,0	30,6

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

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

Все полученные данные заносятся в таблицу 3.

«Таблица 3 - Тяговый баланс»[2]

Обороты двигателя, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н	Сила тяги на 2ой передаче, Н	Сила тяги на 3ей передаче, Н	Сила тяги на 4ой передаче, Н	Сила тяги на 5ой передаче, Н	Сила тяги на 6ой передаче, Н	Сила тяги на 7ой передаче, Н	Сила тяги на 8ой передаче, Н
516	250374	172023	118191	81205	55793	38333	26337	18095
620	254858	175104	120307	82659	56792	39020	26809	18420
720	257870	177173	121730	83636	57463	39481	27126	18637
820	259625	178379	122558	84205	57854	39750	27311	18764
920	260121	178720	122792	84366	57965	39826	27363	18800
1020	259359	178197	122432	84119	57795	39709	27283	18745
1120	257340	176809	121479	83464	57345	39400	27070	18599
1220	254062	174557	119932	82401	56615	38898	26725	18362
1320	249526	171441	117791	80930	55604	38203	26248	18034
1420	243733	167460	115056	79051	54313	37316	25639	17615
1520	236681	162615	111727	76764	52742	36237	24897	17106
1620	228371	156906	107804	74069	50890	34965	24023	16505
1720	218804	150332	103288	70965	48758	33500	23016	15814
1820	207978	142894	98178	67454	46345	31842	21878	15031
1910	197177	135473	93079	63951	43939	30189	20741	14251

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху:»[2]

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

«Сила сопротивления качению:»[2]

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

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

«Полученные данные заносим в таблицу 4 и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению»[2]

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	7797	7797
5	76	7895	7971
10	305	8187	8492
15	687	8674	9361
20	1222	9357	10578
25	1909	10234	12142
30	2748	11306	14054
35	3741	12573	16314
40	4886	14035	18921
45	6184	15692	21876
50	7635	17544	25178
55	9238	19590	28828
60	10994	21832	32826
65	12902	24269	37171

2.1.9 Динамический фактор

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

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

«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 5 и представляют графически.»[2]

«Таблица 5 - Динамический фактор на передачах»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче	Динамический фактор на 6ой передаче	Динамический фактор на 7ой передаче	Динамический фактор на 8ой передаче
516	0,578	0,397	0,273	0,187	0,129	0,088	0,061	0,041
620	0,588	0,404	0,278	0,191	0,131	0,090	0,062	0,042
720	0,595	0,409	0,281	0,193	0,133	0,091	0,062	0,042
820	0,599	0,412	0,283	0,194	0,133	0,091	0,062	0,042
920	0,600	0,413	0,283	0,195	0,134	0,092	0,062	0,042
1020	0,599	0,411	0,283	0,194	0,133	0,091	0,062	0,041
1120	0,594	0,408	0,280	0,193	0,132	0,090	0,061	0,041
1220	0,586	0,403	0,277	0,190	0,130	0,089	0,060	0,040
1320	0,576	0,396	0,272	0,187	0,128	0,087	0,059	0,038
1420	0,563	0,387	0,266	0,182	0,125	0,085	0,057	0,037
1520	0,546	0,375	0,258	0,177	0,121	0,083	0,055	0,035
1620	0,527	0,362	0,249	0,171	0,117	0,080	0,053	0,033
1720	0,505	0,347	0,238	0,164	0,112	0,076	0,051	0,031
1820	0,480	0,330	0,227	0,155	0,106	0,072	0,048	0,029
1910	0,455	0,313	0,215	0,147	0,101	0,068	0,045	0,026

2.1.10 Ускорения автомобиля

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

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

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2] $\Psi = f + i$

« i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).»[2]

Все полученные данные заносятся в таблицу 6, таблицу 7, таблицу 8.

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (33)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,05$.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс»[2]

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8
δ_{BP}	10,572	5,545	3,172	2,052	1,523	1,273	1,155	1,100

«Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	Ускор на 1ой передач е, м/с ²	Ускор на 2ой передач е, м/с ²	Ускор на 3ей передач е, м/с ²	Ускор на 4ой передач е, м/с ²	Ускор на 5ой передач е, м/с ²	Ускор на 6ой передач е, м/с ³	Ускор на 7ой передач е, м/с ⁴	Ускор на 8ой передач е, м/с ⁵
516	0,52	0,67	0,79	0,81	0,71	0,54	0,36	0,20
620	0,53	0,68	0,80	0,83	0,73	0,55	0,37	0,20
720	0,54	0,69	0,81	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
820	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
920	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
1020	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,36	0,19
1120	0,53	0,69	0,81	0,83	0,73	0,55	0,36	0,18
1220	0,53	0,68	0,80	0,82	0,72	0,54	0,35	0,16
1320	0,52	0,67	0,78	0,81	0,71	0,53	0,33	0,15
1420	0,51	0,65	0,77	0,78	0,69	0,51	0,32	0,13
1520	0,49	0,63	0,74	0,76	0,66	0,49	0,30	0,11
1620	0,47	0,61	0,71	0,73	0,63	0,46	0,27	0,08
1720	0,45	0,58	0,68	0,69	0,60	0,44	0,25	0,06
1820	0,43	0,55	0,64	0,66	0,56	0,40	0,22	0,03
1910	0,41	0,52	0,61	0,62	0,53	0,37	0,19	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

«Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передач е, с ² /м	1/j на 2ой передач е, с ² /м	1/j на 3ей передач е, с ² /м	1/j на 4ой передач е, с ² /м	1/j на 5ой передач е, с ² /м	1/j на 6ой передач е, с ² /м	1/j на 7ой передач е, с ² /м	1/j на 8ой передач е, с ² /м
516	1,92	1,49	1,27	1,23	1,40	1,85	2,79	4,94
620	1,89	1,46	1,25	1,21	1,37	1,81	2,73	4,89
720	1,87	1,45	1,23	1,20	1,36	1,79	2,70	4,90
820	1,85	1,44	1,22	1,19	1,35	1,77	2,69	4,97
920	1,85	1,43	1,22	1,18	1,34	1,77	2,71	5,12
1020	1,86	1,44	1,22	1,19	1,35	1,79	2,74	5,34
1120	1,87	1,45	1,23	1,20	1,36	1,81	2,80	5,68
1220	1,90	1,47	1,25	1,22	1,39	1,84	2,89	6,15
1320	1,93	1,50	1,27	1,24	1,42	1,89	3,00	6,82
1420	1,98	1,53	1,31	1,27	1,46	1,96	3,16	7,82
1520	2,04	1,58	1,35	1,32	1,51	2,04	3,37	9,38
1620	2,12	1,64	1,40	1,37	1,58	2,15	3,64	12,10
1720	2,21	1,72	1,47	1,44	1,66	2,29	4,01	17,83
1820	2,33	1,81	1,55	1,53	1,77	2,47	4,52	37,12
1910	2,47	1,92	1,65	1,62	1,90	2,69	5,17	-675,24

2.1.12 Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:»[2]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (34)$$

«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:»[2]

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (35)$$

«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:»[2]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (36)$$

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

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 9:»[2]

«Таблица 9 - Время разгона автомобиля»[2]

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	1410	7,1
0-10	3402	17,0
0-15	7684	38,4
0-20	15967	79,8
0-25	29960	149,8
0-30	51373	256,9
0-35	81917	409,6
0-40	123299	616,5
0-45	177232	886,2

«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 :»[2]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (37)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,»[2]

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля»[2]

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Путь, м
0-5	353	18
0-10	1846	92
0-15	7199	360
0-20	21694	1085
0-25	53179	2659
0-30	112066	5603
0-35	211331	10567
0-40	366517	18326
0-45	595728	29786

2.1.13 Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением:»[2]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (38)$$

«где N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.»[2]

Все полученные данные заносятся в таблицу 11 и таблицу 12.

«Таблица 11 - Мощностной баланс»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
516	149,7
620	183,2
720	215,3
820	246,8
920	277,4
1020	306,7
1120	334,1
1220	359,3
1320	381,9
1420	401,2
1520	417,1
1620	428,9
1720	436,3
1820	438,8
1910	436,6

«Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[2]

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,4	39,5	39,9
10	3,1	81,9	84,9
15	10,3	130,1	140,4
20	24,4	187,1	211,6
25	47,7	255,8	303,6
30	82,5	339,2	421,6
35	130,9	440,1	571,0
40	195,4	561,4	756,8
45	278,3	706,1	984,4
50	381,7	877,2	1258,9
55	508,1	1077,5	1585,5
60	659,6	1309,9	1969,5
65	838,7	1577,5	2416,1

2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.»[2]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_I \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (39)$$

«Где $g_{E\min} = 100$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[2]

$$K_I = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (40)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (41)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (42)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (43)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	I	E	KI	KE	Q_s
516	8,3	0,457	0,284	0,974	1,106	33,3
620	9,9	0,461	0,341	0,971	1,082	33,3
720	11,5	0,468	0,396	0,967	1,062	33,4
820	13,2	0,480	0,451	0,959	1,045	33,7
920	14,8	0,495	0,506	0,950	1,032	34,0
1020	16,4	0,515	0,561	0,938	1,021	34,5
1120	18,0	0,540	0,616	0,926	1,014	35,2
1220	19,6	0,570	0,671	0,912	1,010	36,0
1320	21,2	0,605	0,726	0,899	1,010	37,0
1420	22,8	0,647	0,781	0,887	1,012	38,2
1520	24,4	0,697	0,836	0,878	1,018	39,8
1620	26,0	0,757	0,891	0,875	1,027	41,9
1720	27,6	0,828	0,946	0,882	1,039	44,8

2.2 Расчет элементов карданного вала

2.2.1 Расчет карданного вала

«Исходные данные:»[5]

$$T_{emax} = 3300 \text{ Нм} \quad U_1 = 13.8 \quad U_{2n} = 2.5$$
$$M_{кр} = \frac{T_{emax} \cdot U_1 \cdot U_{2n}}{2} \quad (44)$$

$$M_{кр} = \frac{3300 \cdot 13.8 \cdot 2.5}{2} = 56.9 \text{ кН*м}$$

$$\rho = 0.0375 \text{ м}$$

$$d = 0.075 \text{ м}$$

«где ρ - радиус карданного вала; d - диаметр карданного вала;»[5]

$$\rho_{max} = \rho$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (45)$$

«где J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала;

Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.»[5]

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (46)$$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.075^4}{32} = 7.95 \times 10^{-8} \text{ м}^4$$

«Максимальное касательное напряжение будет равно:»[5]

$$\tau_{max} = \frac{56900 \cdot 0.0375}{7.95 \times 10^{-8}} = 1.51 \times 10^8 \text{ Нм}^2$$

«Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:»[5]

$$[\tau] = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Нм}^2$$

«Значение расчетного касательного напряжения меньше чем допустимое, следовательно условие выполняется:»[5]

$$\tau < [\tau]$$

«Расчет полярного момента сопротивления.»[5]

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \tag{47}$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.075^3}{32} = 2.65 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

«Определяем допустимый момент сопротивления.»[5]

$$W_p = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \tag{48}$$

$$W_p = \frac{56900}{2.3 \cdot 10^8} = 3.49 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W_{pmax} < [W_p]$$

«Условие выполняется.»[5]

«Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:»[5]

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J_p} \quad (49)$$

«где G - модуль сдвига; l - длина вала;»[5]

$$G = 78 \cdot 10^9 \frac{H}{m^2}$$

$$l = 0.73m$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{56900 \cdot 0.73}{78 \cdot 10^9 \cdot 7.95 \times 10^{-8}} = 2.99$$

«Расчет на жесткость.

Для нормальной работы вала и связанных с ним деталей он должен иметь достаточную жесткость, т.е. наибольший относительный угол закручивания бруса не должен превышать допускаемого.

Условие жесткости вала:»[5]

$$\Theta_{max} \leq . [\theta]$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (50)$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{3.14} \cdot \frac{56900}{(78 \cdot 10^9) \cdot (7.95 \times 10^{-8})} = 7.42 \quad \text{град/м}$$

$[\theta] = (2,5...8)$ град/м

«Условие жесткости вала выполняется.»[5]

«Исходные данные:»[5]

$$M_{кр} = 56900 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.0375 \quad \text{м}$$

$$d = 0.075 \quad \text{м}$$

$$d_0 = 0.036 \quad \text{м}$$

«где ρ - расстояние от оси вала до исследуемой точки; d - диаметр карданного вала;

d_0 - внутренний диаметр вала;

Расчет касательных напряжений.

Наибольшей величины касательные напряжения достигают в крайних точках сечения, наиболее удаленных от оси вала.»[5]

$$\rho_{max} = \rho$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (51)$$

«где: J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала;»[5]

«Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.»[5]

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4 \cdot (1-c)^4}{32} \quad (52)$$

где $c = \frac{d_0}{d} = \frac{0.036}{0.042} = 0.86$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.073^4 \cdot (1-0.86)^4}{32} = 1.38 \times 10^{-7} \text{ м}^4$$

«Максимальное касательное напряжение будет равно:»[5]

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (53)$$

$$\tau_{max} = \frac{56900 \cdot 0.0375}{1.38 \times 10^{-7}} = 2.27 \times 10^8 \text{ Нм}^2$$

«Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:»[5]

$$[\tau] = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Нм}^2$$

«Значение расчетного касательного напряжения меньше чем допустимое, следовательно условие выполняется:»[5]

$$\tau < [\tau]$$

«Расчет полярного момента сопротивления.»[5]

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1-c)^4}{32} \quad (54)$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.073^3 \cdot (1-0.86)^4}{32} = 3.29 \times 10^{-6} \text{ м}^3 \text{ [2]}$$

«Определяем допустимый момент сопротивления.»[5]

$$W\rho = \frac{M_{кр}}{\tau_0} \quad (55)$$

$$W\rho = \frac{56900}{2.3 \cdot 10^8} = 3.49 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W\rho_{max} < [W\rho]$$

«Условие выполняется.

Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:»[5]

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J\rho} \quad (56)$$

«где: G - модуль сдвига; l - длина вала;»[5]

$$G = 78 \cdot 10^9 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$l = 0.73 \text{ м}$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{56900 \cdot 0.73}{78 \cdot 10^9 \cdot (1.38 \times 10^{-7})} = 1.77$$

«Расчет на жесткость.

Для нормальной работы вала и связанных с ним деталей он должен иметь достаточную жесткость, т.е. наибольший относительный угол закручивания бруса не должен превышать допустимого.

Условие жесткости вала:»[5]

$$\theta_{max} \leq [\theta]$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (57)$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{3.14} \cdot \frac{56900}{78 \cdot 10^9 \cdot 1.38 \times 10^{-7}}$$

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м}$$

$$[\theta] = (2,5 \dots 8) \text{ град/м}$$

«Условие жесткости вала выполняется.

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м} \gg [5]$$

2.2.2 Расчет крестовины карданного вала

«Величина силы P воздействующая на шип крестовины определяется по формуле:»[5]

$$P = \frac{M_{кр}}{2R} = \frac{56900}{2 \cdot 3,1} = 917 \text{ кгс} \quad (58)$$

«где R - расстояние от оси вала до середины шипа, $R = 3,1$ см.

Сила P действует на шип, вызывая его смятие, изгиб и срез.

Напряжение смятия не должно превышать 800 кгс/см^2 ,

напряжение изгиба - 3500 кгс/см^2 ,

напряжение среза - 1700 кгс/см^2 .

Напряжение смятия определяется по формуле:»[5]

$$\sigma_{смятия} = \frac{P}{l \cdot d} = \frac{917}{1,6 \cdot 3,1} = 40 \text{ кгс/см}^2 \quad (59)$$

«где d - диаметр шипа, $d = 2,7$ см

l - длина шипа, $l = 2,3$ см

Напряжение изгиба:»[5]

$$\sigma_{изгиба} = \frac{P \cdot l}{W \cdot 2} = \frac{917 \cdot 2,3}{1,93 \cdot 2} = 546 \text{ кгс/см}^2 \quad (60)$$

«для шипа:»[5]

$$W = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,35^3}{4} = 1,93 \text{ кгс/см}^2 \quad (61)$$

«Напряжение среза:»[5]

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 917}{3,14 \cdot 2,7^2} = 160 \text{ кгс/см}^2 \quad (62)$$

«Определение допустимого усилия, действующего на игольчатый подшипник»[5]

$$P_{\text{д}} = 780 \frac{ldk}{\sqrt[3]{n_{\text{п}}}} \quad (63)$$

«Допустимое усилие определяется по формуле:

где i -число роликов или иголок; l -рабочая длина ролика, см; d – диаметр ролика, см;»[5]

$$n_{\text{п}} = \frac{n_{M \text{ max}}}{I_1} \cdot \text{tg} \gamma \quad (64)$$

«где $n_{\text{п}}$ -число оборотов шипа в минуту,

γ - может достигать 16–18°, примем $\gamma = 17^\circ$;

k - поправочный коэффициент, учитывающий твердость.

При твердости поверхностей качения шипа обоймы корпуса подшипника и самих роликов, составляющих по Роквеллу HRC=59-60, $k=1$.

где $i=40$ шт.»[5]

$M_{\text{кр}}=56900$ кгс

$l=10$ мм

при $n=920$ об/мин

$d = 2,7$ мм

$\gamma = 17^\circ$

$k = 1$

$I_1 = 7,44$

$$n_{II} = \frac{n}{i_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma = \frac{920 \cdot 0,3057}{7,44} = 37 \text{ об / мин.} \quad (65)$$

«Тогда P_d будет равно»[5]

$$P_d = 780 \cdot \frac{40 \cdot 1,4 \cdot 1}{\sqrt[3]{37}} = 131 \text{ кгс} \quad (66)$$

$P_d < P$

2.2.3 Расчет шлицевого зацепления

«Боковые поверхности зубьев шлицевых соединений работают на смятие, а основание их на изгиб и срез.

Для применяемых соотношений элементов шлицевых соединений основным является расчет на смятие:»[5]

$$M_{кр} = 802,94$$

$$\sigma_{см} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{ср}} \quad (67)$$

«где $T_{max_{пр}}$ - наибольший допустимый вращающий момент, передаваемый соединением, Н.м.

ϕ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузок по рабочим поверхностям зубьев; $\phi = (0,7 - 0,8)$;

Принимаем $\phi = 0,75$.

F - площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1 мм длины, мм²/мм.»[5]

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right]^2 \quad (68)$$

«где z - число зубьев;

D_B - наружный диаметр зубьев вала, мм;

d_a - диаметр отверстия шлицевой втулки, мм;

f - размер фаски шлицев, мм;

r - размер закругления, мм;

l - рабочая длина зуба, мм;»[5]

Схема действия сил шлицевого соединения показана на рисунке 11.

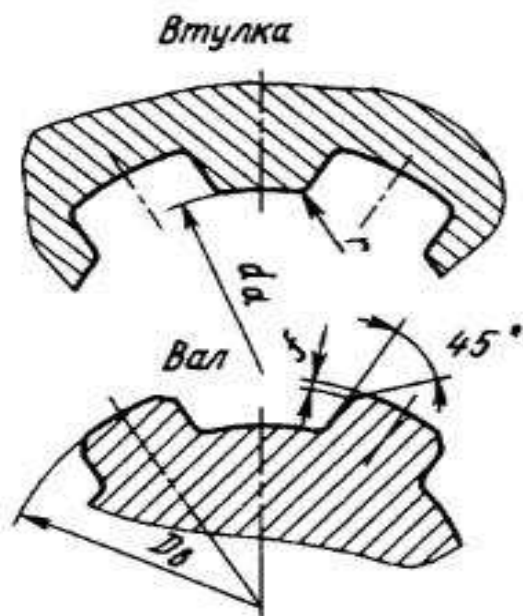


Рисунок 11 – Схема действия сил шлицевого соединения

$$r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (69)$$

$$D_B := 62 \quad d_a := 53$$

$$r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (2.59)$$

$$r_{cp} = 28.75 \quad z := 22 \quad f := 0.5 \quad r := 1$$

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right] \quad (70)$$

$$F = 66$$

где $l := 225$; $\phi := 0.75$

$$\sigma_{cm} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{cp}} \quad (71)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{10^3 \cdot 56900}{0,75 \cdot 66 \cdot 225 \cdot 28,75} = 177.7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{cm} = 177.7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}]$$

$$[\sigma_{cm}] = 450 \text{ МПа};$$

«Условие выполняется.»[5]

3 Безопасность и экологичность объекта

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

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

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

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

Поэтому необходимо четкое инженерное решение задач, направленных на обеспечение безопасности людей в производстве и снижение антропогенного воздействия автотранспортных предприятий к окружающей среде. В процессе работы человек обращается к объектам труда, к орудиям труда, к остальным людям. К тому же на него воздействуют всевозможные аспекты промышленной обстановке, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ.

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

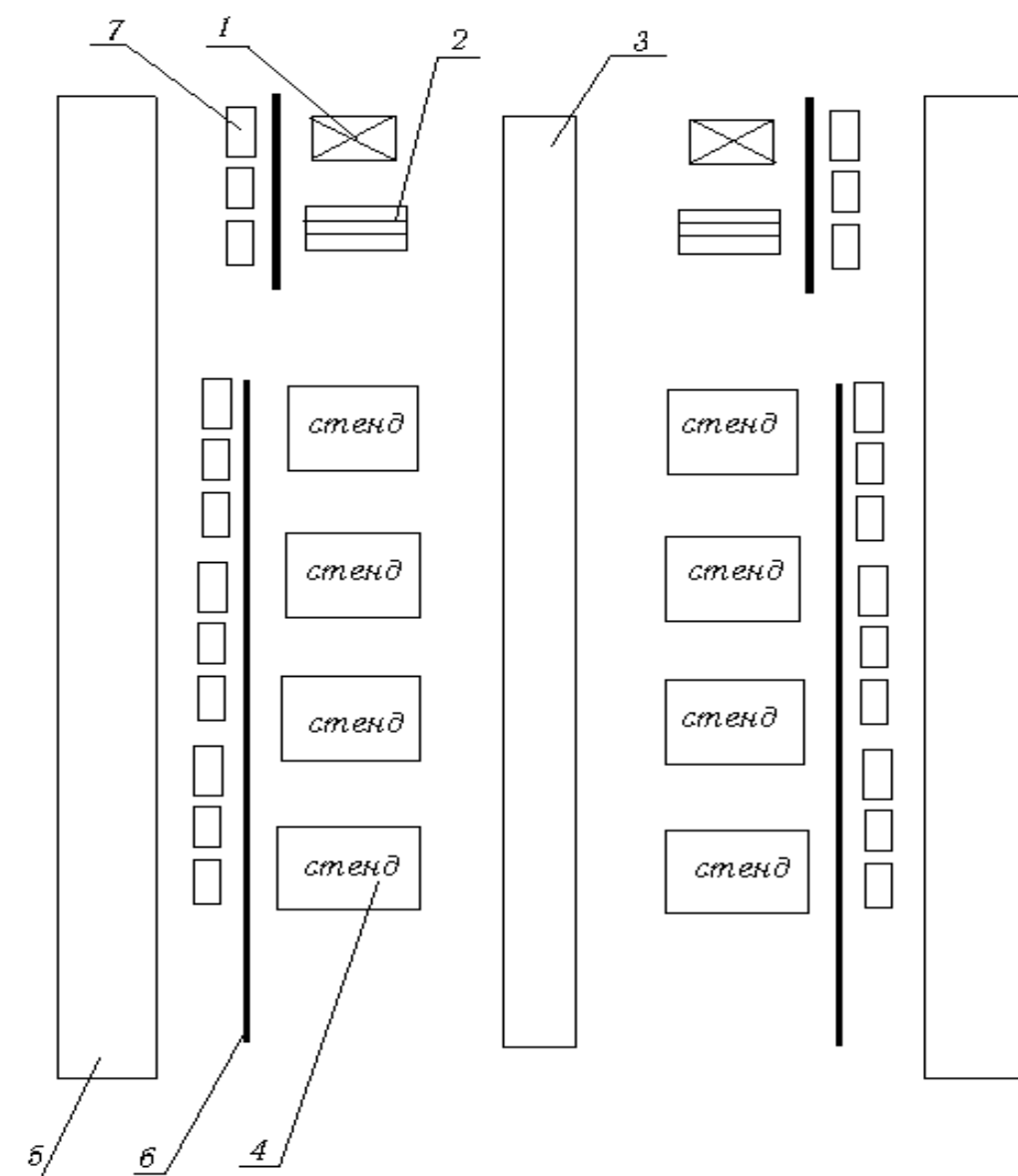
возникают предпосылки к травмам и профессиональным заболеваниям.

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

«Монтаж разрабатываемого узла планируется разместить на площадях ПАО "АВТОВАЗ" Тольятти. Система монтажа представляет собой линию конвейера с ленточным транспортером и монтажными стойками. План монтажной площадки представлен на рисунке 12. Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства. В таблице 14 представлены опасные и вредные факторы производства.»[7] Схема производственного участка сборки показано на рисунке 12.

Таблица 14 – 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 подшипника в деталь шарнира
2.	Зажимное механическое устройство	1. Установка детали крестовины в корпус.
3.	Специальный стол-установка для сборки приводных карданных валов, установка для загрузки смазки. Отвертка-плоская. Отвертка-крестовая. Кувалда слесарная стальная по ГОСТ 2311-67. Щипцы установки стопорных колец.	1.Загрузка смазки. 2.Установка стопорного кольца. 3. Установка подшипника. 4.Установка крестовины на вал. 5.Выпуск избыточного воздуха. 6.Монтаж колец.



«1 - Прессовая 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 - Ограждающий забор, 7 - Контейнер для запчастей»[7]

Рисунок 12 - Схема участка для сборки валов привода колес а/м.

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

Опасные и вредные производственные факторы представлены в таблице 15.

Таблица 15 - 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
Монотонность труда	Использования ручного труда на операциях общей сборки карданного вала.

3.3 Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников

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

Повышенная влажность и влажность воздуха в рабочем участке.

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

Повышение температуры поверхности прибора приводит к повышенной температуре поверхности человека.

Повышение уровня шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на сердце человека. Вторая степень воздействия – орган слухового слуха. При давлении 2×10^2 Па, интенсивность J 10 Вт, частота 1000 Гц, человек ощущает боль – болезненный порог частоты. Человек может воспринимать звуковые вибрации от 20 до 20 000 Гц. Наименьшая частота звука R_0 2 10-5Pa и частота J_0 10-12 Вт/м² при 1000Гц. Третья степень воздействия является гипофизом человека. Даже кратковременные пребывания в местах, где звуковое давление выше 135 дБ, в любом октановом поле запрещено.

Повышенное напряжение в электроцепи.

Повышается уровень статической электроэнергии. «Электрические ток, проходящие через человеческий организм, оказывают следующие воздействия:

- электролитические: разложение кровяной плазмы и крови;
- Термические: нагреваются ткани, сосуды человека, нервы, появляются ожоги,»[7]

- биологические: раздражаются и возбуждаются живые ткани организма, они непроизвольно сокращают мышцы, которые могут привести к остановке деятельности органов вдоха и дыхания. Увлажнение. Повышение влажности сочетается с пониженной температурой и очень сильно охлаждает, сочетается с высокой температурой – сильно перегревает.

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

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

В организм человека проникают токсические вещества через дыхательные органы, кишечник и кожу. В воздухе рабочей комнаты вдыхаются токсины, и входят в лёгкие. После них всасываются яды в кровь, распространяются по всем органам и тканям организма, а затем происходит отравление всего организма и органов. Яды проникают в пищеварительную систему, когда токсические вещества попадают на слизистую оболочку ротовой полости. Далее направляются в печень яды, где части их обезвреживают, но большинство их разносятся по всему телу. Через кожу проникают вещества, хорошо растворимые в жире, такие как бензол и тетраэтилсвинец. Часть яда задерживается в желудке, мышцы, селезенке, костях, вызывая болезни.

Промышленная пыль на этом участке - стальная пыль.

Для организма наибольшая опасность представляет мелкие дисперсные пылевые частицы. Частицы длиной 0.2-0.5 мкм задерживаются в верхнем дыхании. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе связано с

раздражением и длительным воздействием провоцирует кашель и отхаркивание грязных мокрот. Частицы менее 0.1 мкм являются наибольшей опасностью организма, поскольку они не задерживаются в верхней части дыхания, но проникают в легкие, оседают и вызывают патологический процесс.

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

Параметры климата.

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

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

3.4 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

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

Требования к свету.

Естественное, искусственное освещение производственного помещения должно быть соответствующим 8 разрядам зрительных работ по СН, П23-05-95.»[7] Для локального освещения следует использовать светодиодные лампы с непросвеченными отражателями и защитный угол не меньше 30 градусов. Также

следует предусматривать меры по уменьшению отражённой плотности. Требования к процессам технического обеспечения.

Мероприятия, направленные на защиту человека от опасного и вредного производственного фактора, могут состоять из следующих: «для предупреждения травматизма рабочего персонала все движения и вращения станков, механизмов, инструментов ограждены; для предупреждения травмирования глаз используются смотровые экраны из прозрачных материалов; для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства; для предупреждения поражения отлетающими частями»[7] используются зажимные устройства; для предупреждения шума и вибрации поддерживаются в норме при использовании материалов для прокладки станка и виброгашения на основе принципа жесткой фиксации оборудования, и применения виброгашения;

«Кроме технических работ в цеху предусмотрено обеспечение персоналом спецодежды, спецобуви и других индивидуальных средств защиты очков, рукавиц и пр.

Санитарно-гигиеническое положение, необходимое для нормального труда работников, обеспечивается системой отопления и освещения. Освещение в помещениях производства возможно от естественного и искусственного света. Она необходима для повышения условий зрительного труда.»[7] уменьшения утомления, улучшения производительности работы и повышения качества выпускаемых изделий. В дневном режиме естественное световое освещение происходит через верхние окна и боковые окна, а в вечернее – искусственное, используя люминесцентные лампы. Искусственные освещения выполняются системой общих освещений, а некоторыми местами - комбинированными.

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

Естественная вентиляция - процесс осуществляется сквозь окна, расположенные в крыше завода. Принудительное вентиляционное

обслуживание осуществляется при помощи вентиляционных установок и кондиционирующих систем. Система центрального отопления - водяное отопление используется для теплоснабжения.

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

Для того чтобы защитить кожу от воздействий СОЖ, применяются профилактические маски, мази и кремы. Специализированная одежда, защищающая от механических воздействий, устанавливается в ГОСТ12. 4. 038-78. Средства для защиты от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства для защиты глаз – очки защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80. Требования безопасности для термической обработки. Освещение цехов термического назначения должно быть 300 лк по СН, П23-05-95.

Обеспечение пожарной безопасности. Помещения цехов термического назначения оборудованы общеобменной вентиляционной системой. Воздух подается в верхнюю или рассеянную зону помещений или рассеивается в рабочей зоне с скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха на рабочей зоне не более 0.2 м.с. Оборудование, которое является источником выбросов вредного и ядовитого вещества, оснащено местным отсосом. SN и P21-07-97. Индивидуальная защита. Для того, чтобы защитить глаза от излучения, используется металлическая лента с ячеек 0.8 x 0.8 мм, где на уровне лица устанавливается органическое стекло 80 x 80 мм толщиной 3 мм, гнутое по лицу. Для защиты дыхательных органов применяется респиратор РМП- 62 по ТТУ1-301-0521-81. Специализированная одежда по ГОСТу 12. 4. 038-78. Специализированная обувь, защищающая от повышенной температуры, ГОСТ12. 4. 0050-78. Средства для защиты рук – специальный рукав ГОСТ 12. 4. 0010-78, защитные средства для дерматологии ГОСТ 12 12. 4. 068-79.

Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию

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

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

Что соприкасается систем чрезмерной угрозы, то они необходимы быть исполнены с мониторингом дополнительных условий Госгортехнадзора. Если присутствуют электрические провода, то нужно в обязательном порядке следовать правилам устройства электрических установок. При использовании рабочих тел под высоким давлением, не соответствующим атмосферному, также следует опираться на требования Госгортехнадзора. Всегда обеспечиваются средства защиты от ионизированного или электромагнитного излучения, загрязнений и воздействия лучистого тепла.

Надежность работы техники определяется возможностью сбоя или нарушения в процессе эксплуатации. Ведь самые разные сбои могут повлечь за собой серьезные последствия, это как минимум аварии на производстве или травмы. Огромное значение в обеспечении безопасности играет прочность оборудования и установок. Конструкционная прочность определяется в первую очередь прочностными характеристиками основного используемого материала

для изготовления, а также соединительных элементов. Немаловажным условием являются и условия эксплуатации, к примеру, наличие смазочного материала или возможности возникновения ржавчины под воздействием окружающей среды, повышенный износ и так далее.

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

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

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

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Основные требования перед рабочим процессом

1. Важно привести в полный порядок собственную робу, застегнуть рукава и тем самым обезопасить кисти рук. В общем сделать все так, чтобы не было развивающихся концов, которые могут зацепиться за оборудование.

Рабочая одежда в обязательном порядке должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты.

2. В процессе работы с использованием СОЖ, нужно использовать только закрытую обувь, нанести на руки защитный состав, и в зоне повышенного шума использовать беруши.

3. Рабочее место должно быть в чистоте и полном порядке.

4. Оценить фронт работ и составить алгоритм действий, подготовить требуемый инвентарь и разместить все на рабочем месте так, чтобы было удобно пользоваться. Важно понимать, что весь инструмент и инвентарь тоже должен быть в полном порядке, исправный и полностью рабочий.

5. Убедиться в том, что все детали, поступившие для сборки на конкретный участок, расположены в соответствующих контейнерах или ной таре, но чтобы все соответствовало установленным нормам.

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

Требования к безопасности при работе

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

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

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

4. Не допускается:

- Работа на сборочном прессе при снятом или даже неисправном ограждении.

- Выполнять загрузку деталей, при работающем оборудовании тем более при наличии вращающихся элементов.
 - Пускать посторонних людей на место работы.
 - Эксплуатировать технику с самопроизвольным включением, переключаться на автоматику или принудительно воздействовать на электрические клапаны, блокировать устройства ограждения, выключатели и так далее. Так как в противном случае повышается риск получения травмы.
 - Начинать рабочий процесс при неисправных сигнальных устройствах на пульте управления, указывающих на включение или отключение линии.
 - Начинать работу, надежно не закрепив обрабатываемый элемент или даже при неверном расположении данного элемента.
 - В процессе работы оборудования самостоятельно опускать подъемный механизм, транспортное устройство и механизм поворота, механику и так далее.
 - Устанавливать или снимать, крепить изделие или инструмент, мерить детали и проводить другие манипуляции, которые не предусмотрены технологией выполнения данной работы.
5. При переходе через транспорт линии использовать мостик.
 6. В обязательном порядке выключить оборудование их сети:
 - Если оператор уходит с места работы даже не пару минут. Но не в ситуации, если поручено обслуживание сразу нескольких станков.
 - При прекращении работы на определенный срок.
 - При перерыве в подаче электрической энергии.
 - В процессе обслуживания, при уборке или смазке, чистке и так далее.
 - Если есть неисправность, которую нужно устранить.
 7. В случае необходимости подтянуть гайки или болты, и иные соединительные элементы.
 8. Нужно все съемные детали из контейнера укладывать устойчиво на заранее подготовленное место. Ни в коем случае не нужно их перебрасывать.

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

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

Требования безопасности по завершении рабочего процесса:

1. Нужно полностью проверить технику и убедиться в том, что все выключено.

2. Ручной инструмент нужно положить на свое место.

3. Убедиться, что смазывающие и охлаждающие жидкости расположены на своих местах.

4. Привести в порядок робу.

5. Помыть руки.

Правила пожарной безопасности на месте работы

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

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

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

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

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

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

Обеспечение электробезопасности на производстве

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

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

Экологическая экспертиза объекта

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

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

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

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

Помимо всего прочего на рабочем месте создают стоки для ливневых, производственных или бытовых вод, или вод при мойке авто. Что касается хозяйственно-бытовых стоков, то они направляются в центральную канализационную систему, где утилизируются на отведенных участках. Иные виды сточных вод очищаются на специальном оборудовании. В первую очередь выполняется механическая очистка, то есть отстой, где удаляется взвесь и дисперсно-коллоидные частицы. В завершении с поверхности воды собираются и утилизируются все продукты.

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

1. Песколовку.
2. Мусоросборник.
3. Фильтрующий атрибут.
4. Компонент автоматизации устранения углеводородов.
5. Усадка.

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

Защита персонала при аварийных ситуациях

Если появляется чрезвычайная ситуация, то в первую очередь отключается все оборудование аварийным выключателем, к примеру:

1. Если в транспорт автоматизированной линии попадает посторонний предмет, как и на позицию выгрузки или загрузки.
2. Если человек в опасной зоне.
3. При возгорании электрического оборудования.
4. В случае короткого замыкания.

5. При неверной ориентации элемента на транспорте в рабочем положении.

6. При срабатывании любого агрегата, который в свою очередь может повлечь за собой серьезную поломку.

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

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

1. Должна быть только одна дверь, ведущая к пожарному выходу, в независимости от этажа.

2. Допустима работа пяти человек на площади не более 110 квадратных метра, где производство категории А, Б, Е.

3. Если площадь достигает 300 квадратных метров, то должно работать не более 25 человек с производством категории В.

4. И 50 человек на площади территории не менее 600 квадратов с производством категории Г и Д.

Важно отметить, что эвакуационный выход из цокольного этажа проектируется в помещении, расположенном исключительно на первом этаже. Ширина лестничного проема должна составлять как минимум 70 сантиметров и уклон 1:1 и не больше. При соблюдении всех установленных норм и требований на предприятии не возникнет никаких проблем даже при аварийной ситуации. Это крайне важно, так как от этого зависит безопасность какого либо сотрудника предприятия и эффективность рабочего процесса. Притом что налаженная система минимизирует риски и убытки компании.

Общие требования по охране труда

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

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

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

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

5. «Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162» [16]

Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

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

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

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

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

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

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

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

«Общие положения и область применения» [16]

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

10. «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.» [16]

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

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

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

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

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

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

«Нормативные ссылки» [16]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[16]

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

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

«Термины и определения» [16]

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

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

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

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

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

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$.» [16]

«Общие требования и показатели микроклимата» [16]

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

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [16]

28. «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

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

«Оптимальные условия микроклимата» [16]

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

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

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

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

33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности.»[16]

Вывод

В результате работы над разделом было выявлено следующее:

- выявлены опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе сборки.

- разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

- проведено описание действий в случае возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

При соблюдении выполнения разработанных мероприятий данный участок может считаться безопасным для человека и окружающей среды.

4 Технологическая часть

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

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

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

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

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

4.1 Анализ технологичности конструкции изделий

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

инструментальный доступ; пригодность для контроля качества сборки, применение несложной сборочной конструкции; использование методик обеспечения точностью.

4.2 Разработка технологической схемы сборки

Технологический процесс изготовления – процесс, включающий действия установки и формирования соединений составной части изделия по ГОСТ 2387-79. Сборная операция является технологической операцией по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий. Технологический переход – окончательная часть технологического процесса, выполняемого одним и тем же технологическим оборудованием при постоянном технологическом режиме и монтаже.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке.

Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности организации сборочного процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь. Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой. Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется под группой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории. Сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй группы и так далее.

На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками,

разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части. Графический образ в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий. При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.

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

При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.

4.3 Составление перечня сборочных работ

Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех требуемых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точностью механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д.

В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовление соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;

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

При большом объеме производства продукции это позволяет закреплять операции за определенное оборудование с его расположением в технологическом порядке по потоку, с широким использованием специального оборудования и механизации и автоматизации процессов производства, строгим соблюдением принципа совместимости, что позволяет резко сократить время производства сборки.

Высшая форма массового производства – это производство в непрерывном потоке, которое характеризуется тем, что каждая операция технологического линии равна времени по всем потоке, что обеспечивает производство обработки и сборки без задержек в строго установленные сроки. Для осуществления операций, которые не укладываются в установленную такту, используются дополнительные орудия. При потоке перемещение с позиции в позицию происходит непрерывно принудительно, что позволяет параллельно, одновременно выполнять все операции.

Перечень сборочных работ представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень сборочных работ

№ операции	Содержание основных и вспомогательных работ	Время t_{on} , мин.
1. Узловая сборка скользящей вилки карданного вала		
1	Взять фланец	0,08
2	Установить фланец в приспособление	0,14
3	Взять крестовину	0,08
4	Установить крестовину	0,12
5	Взять подшипники	0,08
6	Запрессовать подшипники	0,11
7	Взять скользящую вилку	0,08
8	Установить крестовину	0,11
9	Запрессовать подшипники	0,10
10	Вставить стопорные кольца	0,09
11	Снять скользящую вилку в сборе из приспособления	0,15
ИТОГО:		1,14
2. Общая сборка карданного		
1	Взять основной вал в сборе	0,22
2	Осмотреть основной вал	0,29
3	Установить основной вал в приспособление	0,31
4	Взять монтажные кольца комплект	0,19
5	Взять скользящую вилку в сборе	0,17
6	Установить монтажные кольца на скользящую вилку	0,31
7	Установить войлочное кольцо	0,21
8	Установить резиновое кольцо	0,23
9	Смазать все сопрягаемые поверхности	0,21
10	Скользкую вилку в основной карданный вал	0,22
20	Проверить качество выполненной работы	0,24
ИТОГО:		2,6
Всего $\sum t_{on}$		3,74

4.4 Определение трудоёмкости сборки

«В соотнесении с перечнем деятельности, приведённом в плане комплектации, проводится распределение работ по данным регламента. В этих регламентах приведены нормы оперативного времени $t_{оп}$ на механосборочные и второстепенные переходы. Итоги распределения деятельности сводят в соответствующую графу.

Общее оперативное время на все виды работ при сборке разрабатываемого узла определяется как сумма отдельных оперативных времён:»[5]

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 3,74 \text{ мин.}$$

«Суммарная трудоёмкость сборки узла может быть определена как:»[5]

$$t_{ит}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} * \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (72)$$

«где α - часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, $\alpha = 2 \div 3\%$;

β - часть оперативного времени на перерывы для отдыха, $\beta = 4 \div 6\%$;

Примем $\alpha = 2\%$; $\beta = 4\%$.»[5]

$$\text{Тогда } t_{ит}^{общ} = 3,74 + 3,74 * \frac{2+4}{100} = 3,96 \text{ мин.}$$

4.5 Определение типа производства

Тип производств при сборке должен определяться в соответствии с годовым выпуском изделий, а также определённым суммарным числом трудоёмкости сборки узла.

В нашем случае $N = 150000$ шт.; $t_{шт}^{общ} = 3,96 \text{ мин.}$, поэтому принимаем крупносерийное производство.

«Для крупносерийного производства, где применяют поточные формы организации производства, следует определить такт выпуска изделий:»[5]

$$T_g = \frac{F_g * 60 * m}{N}, \quad (73)$$

«где F_g – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, час;

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объём выпуска изделий, шт.»[5]

$$T_g = 4015 * \frac{60}{150000} = 1,61 \text{ мин.}$$

4.6 Выбор организационной формы сборки

На выбор организационной формы сборки влияют, конструкция изделия, его масса, объём выпуска изделий и сроки (длительность) выпуска.

Для крупносерийного производства применяют подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.

4.7 Составление маршрутной технологии

Технология маршрутизации включает в себя установление последовательностей и содержание технологических операций общего и узлового сбора. Последовательность изготовления определяется на основании технологических схем общего и узлового сбора. Формирование

содержимого операций должно быть проведено с учетом однородности и законченности работы. Признак завершения этапа работы – целостность соединений при изменении положения или транспортировке сборочного объекта. Для формирования операций массовых и крупных производств из общей номенклатуры работ в плане исключается работа, которая может быть выделена вне общих и узловых сборок: упаковки, промывки, продувки, очистки, контроля входа. Технологический маршрут производства изделий оформляется в таблице, (см. Таблица 16), где приводятся данные о номерах, наименованиях операций, их содержании без разграничения по техническому переходу, технологическому оборудованию и временной норме. Маршрутная технология представлена в таблице 17

Таблица 17 – Маршрутная технология

№ операц	Название операции	Наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин
005	Узловая скользящей вилки карданного вала	Взять фланец Установить фланец в приспособление Взять крестовину Установить крестовину Взять подшипники Запрессовать подшипники Взять скользящую вилку Установить крестовину Запрессовать подшипники Вставить стопорные кольца Снять скользящую вилку в сборе из приспособления	Специальное установочно-зажимное приспособление Грузонесущий подвесной конвейер	1,61
010	Общая сборка карданного вала	Взять основной вал в сборе Осмотреть основной вал Установить основной вал в приспособление Взять монтажные кольца комплект Взять скользящую вилку в сборе Установить монтажные кольца на скользящую вилку Установить войлочное кольцо Установить резиновое кольцо Смазать все сопрягаемые поверхности Скользкую вилку в основной карданный вал Проверить качество выполненной работы	Специальное установочно-зажимное приспособление Грузонесущий подвесной конвейер	1,61

5 Экономическая эффективность проекта

Продуктивность инвестпроекта включает в себя следующие аспекты это есть чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности, показатель рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования, второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности это такое число E_v или E внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю. Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам по проекту. Индекс доходности инвестиций чаще всего его рассчитывают и он оценивается как чистый дисконт делёное на дисконтированные капитальные вложения по проекту и плюс единица.

Также очень важным есть показатель срок окупаемости проекта, то есть это тот период времени который прошёл от начала проекта до момента окупаемости, то есть того периода, когда накопленные чистые дисконтированные денежные притоки, дисконтированные или не дисконтированные зависит от вида срока окупаемости, превышают вложенные в проект средства. Различают дисконтированный и не дисконтированный или простой срок окупаемости проекта, соответственно при расчёте дисконтированного срока окупаемости рассчитываются накопленные дисконтированные денежные притоки, а при расчёте простого срока окупаемости рассчитываются или берутся во внимание не дисконтированные денежные потоки по инвестпроекту.

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

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 18 - Исходные данные

Наименование	Обозн	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	150000
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 капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,15

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (44)$$

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 19 - Расчет затрат на сырье и материалы»

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	1,54	224,07
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,55	73,41
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	1,98	257,54
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,78	5,52
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,3	175,14
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	2,8	13,16
Итого				748,83
<i>Ктзр</i>		1,45		10,86
<i>Квот</i>		1		7,49
Всего				767,18

$M = 767,18$ руб.

Расчет статьи затрат "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma Pi = \Sigma Ci \cdot ni + K_{тзр} / 100 \quad (45)$$

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

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

Таблица 20 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Подшипник	шт.	1750,54	2	3501,08
Стакан подшипника	шт.	1358,88	2	2717,76
Смазка	шт.	254,45	2	508,90
Комплект уплотнительных шайб	шт.	554,88	2	1109,76
Кольцо уплотнительное	шт.	35,68	4	142,72
Болт	шт.	111,54	4	446,16
Итого				8426,38
<i>Ктзр</i>		1,45		122,18
Всего				8548,56

$Pi = 8548,56$ руб.

"Основная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (46)$$

где Z_t – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[8]

$$\ll Zm = Cp.i \cdot Ti \tag{47}$$

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

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 21 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,58	95,29	55,27
Токарная	6	0,59	99,44	58,67
Фрезерная	5	0,45	95,29	42,88
Термообработка	7	0,85	103,53	88,00
Шлифовальная	5	1,85	95,29	176,29
Сборочная	7	2,20	103,53	227,77
Итого				648,87
$K_{прем}$		12		77,86
Всего				726,74

$$Zo = 726,74 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = Zo \cdot K_{вып} \tag{48}$$

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

$$Z_{доп} = 726,74 \cdot 0,14 = 101,74 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"

$$C_{соц.н.} = (Zo + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \tag{49}$$

где $E_{соц.н.}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

$$C_{соц.н.} = (726,74 + 101,74) \cdot 0,3 = 248,54 \text{ руб.}$$

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \tag{50}$$

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

«Ссод.обор. = 726,74 · 1,94 = 1409,87 руб.

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (51)$$

где $E_{цех}$. - коэффициент цеховых расходов, %

$$C_{цех} = 726,74 \cdot 1,72 = 1249,99 \text{ руб.}$$

Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (52)$$

где $E_{инстр.}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

$$C_{инстр.} = 726,74 \cdot 0,03 = 21,80 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех.с.с.} = M + Пн + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (53)$$

$$C_{цех.с.с.} = 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 248,54 + 101,74 + 1409,87 + 1249,99 + 21,80 = 13074,42 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (54)$$

где $E_{обзав.}$ - коэффициент общезаводских расходов, %

$$C_{обзав.} = 726,74 \cdot 1,97 = 1431,67 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (55)$$

$$C_{об.зав.с.с.} = 1431,67 + 13074,42 = 14506,09 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (56)$$

где $E_{ком.}$ - коэффициент коммерческих расходов

$$C_{ком.} = 14506,09 \cdot 0,0029 = 42,07 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (57)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 14506,09 + 42,07 = 14548,15 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (58)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 14548,15 \cdot (1 + 0,3) = 18912,60 \text{ руб.}$$

Таблица 22 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	843,89	767,18
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8548,56	8548,56
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	726,74	726,74
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	101,74	101,74
Страховые взносы	<i>Соц.н.</i>	248,54	248,54
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1409,87	1409,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1249,99	1249,99
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	21,80	21,80
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	13151,14	13074,42
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1431,67	1431,67
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	14582,80	14506,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	42,29	42,07
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	14625,09	14548,15
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	19012,62	19012,62»[8]

5.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (59)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (60)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 843,89 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10469,48 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10392,76 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (61)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (62)$$

где $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 10392,7 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (63)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (64)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,29 = \\ &= 4155,62 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,07 = \\ &= 4155,39 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (65)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (66)$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 4155,62 \cdot 150000 = 623342261,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 4155,39 \cdot 150000 = 623308889,56 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot N_A / 100 \quad (67)$$

где N_A - доля амортизационных отчислений, %

$$N_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1409,87 + 21,80) \cdot 12 / 100 = 171,80 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (68)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 14548,15 \cdot 150000 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (69)$$

$$\text{Выручка} = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (70)$$

$$\text{Дмарж.} = 2851893480,48 - 1558914299,74 = 1292979180,73 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (71)$$

$$\text{Акрит.} = 623308889,56 / (19012,62 - 10392,76) = 72310,78 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 72315 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

«

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (72)$$

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

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

n – количество лет, с учетом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{150000 - 72315}{6 - 1} = 15537 \text{ шт.}$$

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (73)$$

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

$$V_{\text{прод.}1} = 72315 + 1 \cdot 15537 = 87852 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 72315 + 2 \cdot 15537 = 103389 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 72315 + 3 \cdot 15537 = 118926 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 72315 + 4 \cdot 15537 = 134463 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 72315 + 5 \cdot 15537 = 150000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (74)$$

$$\text{Выручка.}1 = 19012,62 \cdot 87852 = 1670296973,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}2 = 19012,62 \cdot 103389 = 1965696100,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}3 = 19012,62 \cdot 118926 = 2261095227,06 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}4 = 19012,62 \cdot 134463 = 2556494353,77 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}5 = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

»[8]

«Переменные затраты

для базового варианта:

$$З_{перем.б.i} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{прод.i} \quad (75)$$

$$З_{перем.б.1} = 10469,48 \cdot 87852 = 919764730,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.2} = 10469,48 \cdot 103389 = 1082429036,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.3} = 10469,48 \cdot 118926 = 1245093342,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.4} = 10469,48 \cdot 134463 = 1407757648,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.5} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$З_{перем.пр.i} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{прод.i} \quad (76)$$

$$З_{перем.пр.1} = 10392,76 \cdot 87852 = 913024927,07 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.2} = 10392,76 \cdot 103389 = 1074497270,24 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.3} = 10392,76 \cdot 118926 = 1235969613,41 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.4} = 10392,76 \cdot 134463 = 1397441956,58 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.5} = 10392,76 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (77)$$

$$Ам. = 171,80 \cdot 150000 = 25770053,45 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость

для базового варианта:

$$С_{полн.б.i} = З_{перем.б.i} + З_{пост.б} \quad (78)$$

$$С_{полн.б.1} = 919764730,01 + 623342261,76 = 1543106991,77 \text{ руб.}$$

$$С_{полн.б.2} = 1082429036,01 + 623342261,76 = 1705771297,77 \text{ руб.} \\ \gg[8]$$

$$\text{«Сполн.б.3} = 1245093342,00 + 623342261,76 = 1868435603,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 1407757648,00 + 623342261,76 = 2031099909,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 1570421953,99 + 623342261,76 = 2193764215,75 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (79)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 913024927,07 + 623308889,56 = 1536333816,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 1074497270,24 + 623308889,56 = 1697806159,81 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 1235969613,41 + 623308889,56 = 1859278502,97 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 1397441956,58 + 623308889,56 = 2020750846,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 1558914299,74 + 623308889,56 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (80)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (1670296973,65 - 1536333816,64) - (1670296973,65 - 1543106991,77) = 6773175,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (1965696100,35 - 1697806159,81) - (1965696100,35 - 1705771297,77) = 7965137,96 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (2261095227,06 - 1859278502,97) - (2261095227,06 - 1868435603,76) = 9157100,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (2556494353,77 - 2020750846,14) - (2556494353,77 - 2031099909,76) = 10349063,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (2851893480,48 - 2182223189,31) - (2851893480,48 - 2193764215,75) = 11541026,44 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (81)$$

$$\text{Нпр.1} = 6773175,14 \cdot 0,20 = 1354635,03 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7965137,96 \cdot 0,20 = 1593027,59 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 9157100,79 \cdot 0,20 = 1831420,16 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.4} = 10349063,62 \cdot 0,20 = 2069812,72 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 11541026,44 \cdot 0,20 = 2308205,29 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (82)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6773175,14 - 1354635,03 = 5418540,11 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7965137,96 - 1593027,59 = 6372110,37 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 9157100,79 - 1831420,16 = 7325680,63 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 10349063,62 - 2069812,72 = 8279250,89 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 11541026,44 - 2308205,29 = 9232821,15 \text{ руб.}$$

Расчет экономии

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (83)$$

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

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 140000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 19012,62 \cdot 140000 / 100000 - 19012,62 = 7605,05 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Впрод.}i \quad (84)$$

$$\text{ЧД1} = 5418540,11 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 87852 = 699307383,02 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 6372110,37 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 103389 = 818420603,97 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 7325680,63 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 118926 = 937533824,91 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 8279250,89 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 134463 = 1056647045,85 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 9232821,15 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 150000 = 1175760266,80 \text{ руб}$$

»[8]

«Дисконтирование денежного потока.

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (85)$$

где $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (86)$$

$$ДСП_1 = 699307383,02 \cdot 0,909 = 635670411,17 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 818420603,97 \cdot 0,826 = 676015418,88 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 937533824,91 \cdot 0,751 = 704087902,51 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 1056647045,85 \cdot 0,863 = 911886400,57 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 1175760266,80 \cdot 0,621 = 730147125,68 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (87)$$

$$\Sigma ДСП = 635670411,17 + 676015418,88 + 704087902,51 +$$

$$+ 911886400,57 + 730147125,68 = 3657807258,80 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (88)$$

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

$$J_0 = 0,15 \cdot (1536333816,64 + 1697806159,81 + 1859278502,97 +$$

$$+ 2020750846,14 + 2182223189,31) = 1394458877,23 \text{ руб.} \text{»}[8]$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (89)$$

$$ЧДД = 3657807258,80 - 1394458877,23 = 2263348381,57 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (90)$$

$$JD = 2263348381,57 / 1394458877,23 = 1,62$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (91)$$

$$Токуп. = 1394458877,23 / 2263348381,57 = 0,62$$

На рисунке 17 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.



Рисунок 17 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.»[8]

Выводы и рекомендации

Экономический эффект положительный, когда ID равняется 1,62, увеличилось количество ресурсов автомобиля в результатах технических мероприятий.

Основной показатель стоимости дизайн-проекта высокий, когда будет серийное производственное конструкционное внедрение данных автозапчастей, эти показатели были получены по финансовому расчету. Схема производства, реализованная может привести к прибыли, ожидаемой расчетной, рассчитана социальная эффективность проектов.

Проектная машина, которая реализуется в производстве, может принести чистые прибыли в размере 2263 348381. 57 рублей.

Проектные риски низкие, это свидетельствует о рассчитанном проектном показателе окупаемости 0.62 года. Что касается новой модернизированной конструкции карданного вала для автопроизводства, то можно говорить о применении его в массовом производстве.

Заключение

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

Экономические оценки показали, что, учитывая все рассмотренные аспекты сопоставления капитальных расходов, конструкция проекта имеет очевидные преимущества в потребительском и эксплуатационном отношении. Для дальнейшего улучшения потребительского качества можно добиться применения современных материалов конструкции. Накопленный опыт в конструкторских отделах позволяет предполагать новые технические решения для перспективных автомобилей.

Основной задачей при разработке новой конструкции карданного вала привода является обеспечение его надежной работы. Таким образом, был модернизирован карданный вал, а именно модернизация в данном дипломном проекте подразумевает адаптацию конструкции карданного вала под более мощный силовой агрегат, который предполагается для установки на автомобиль.

Эта работа соответствует текущему состоянию, будущему развитию науки в области технического машиностроения. Из вышеперечисленного, конструкторские и технологические решения, применяемые в проекте, способствуют улучшению ресурса, надежности и технических характеристик автомобиля, то есть повышению потребительского качества и конкурентоспособности автомобиля.

Список используемых источников

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

Машиностроение, 1972.-233 с.

14. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.

15. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.

17. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.

18. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.

20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.

21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.

22. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.

23. Шестопапов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопапов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.

24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.

25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and

electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

Приложение А

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

Внешняя скоростная характеристика

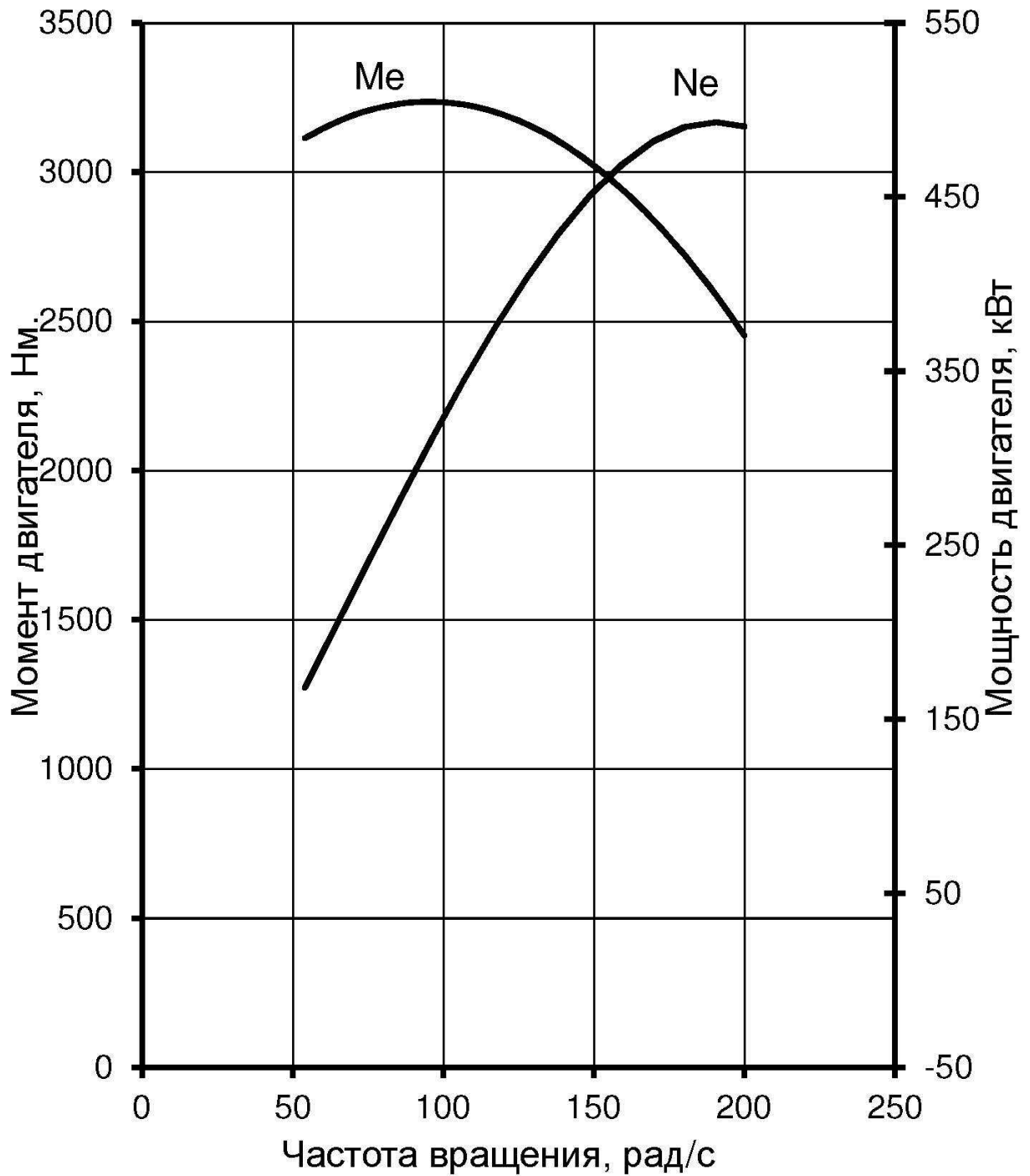


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

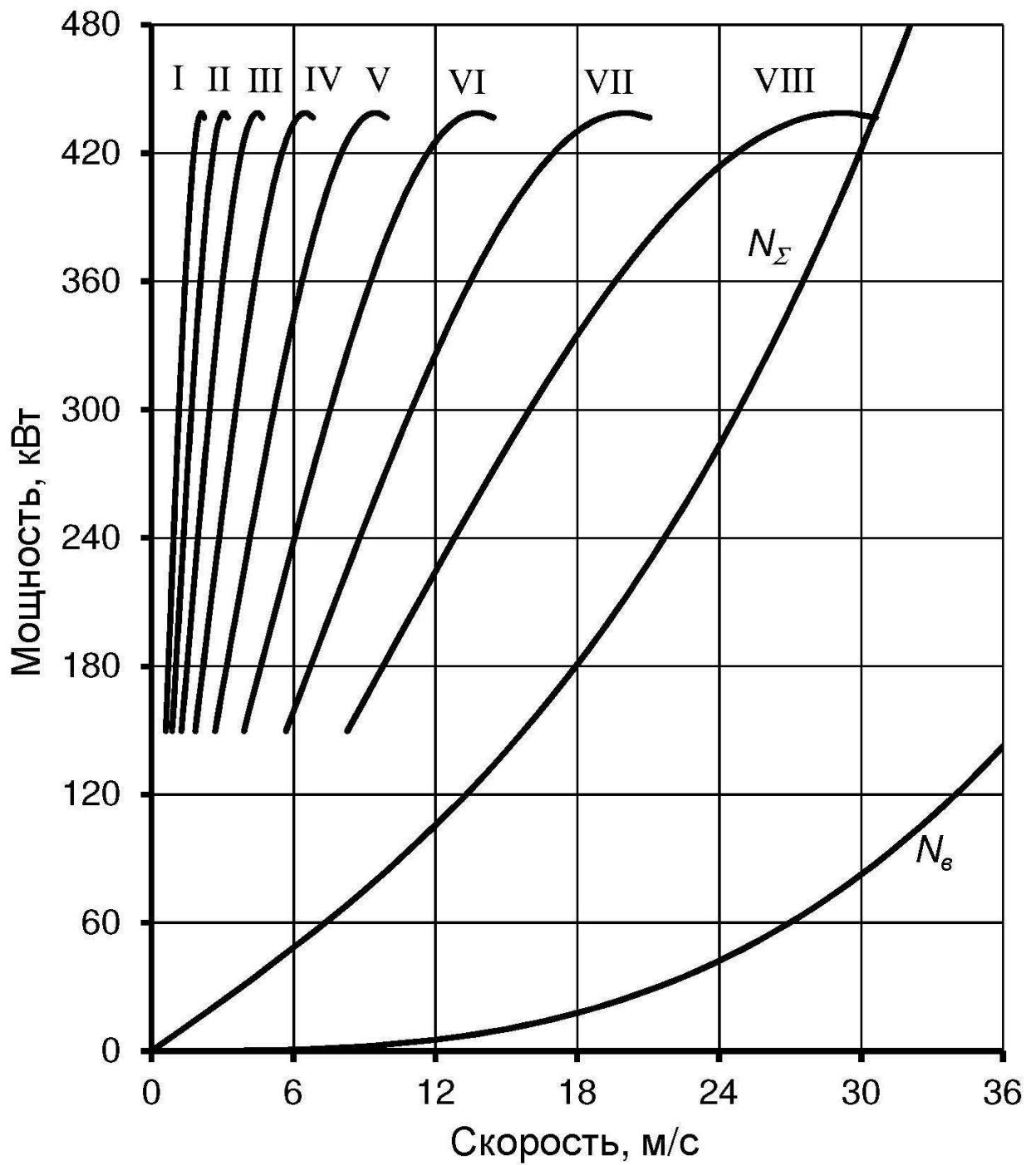


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

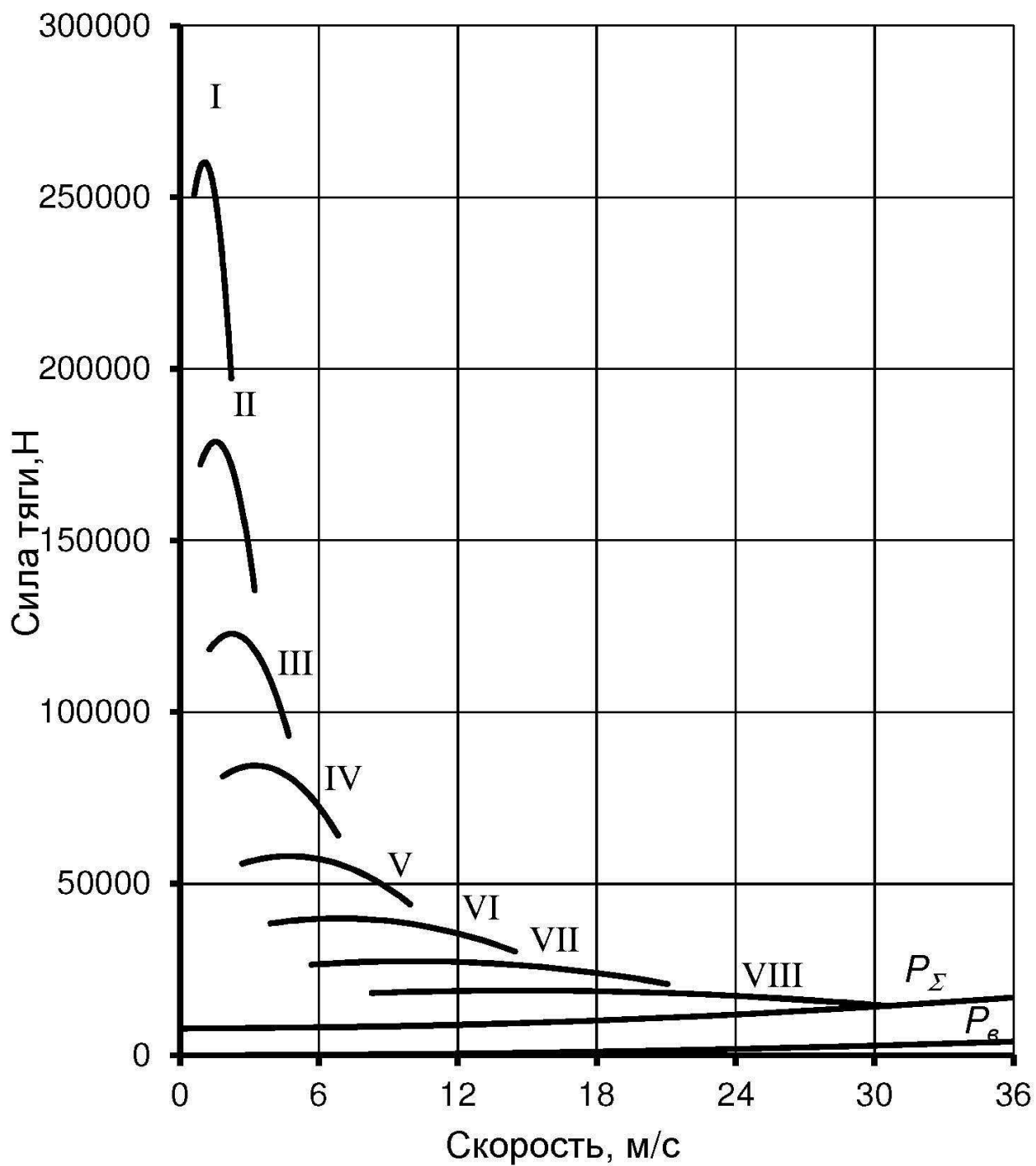


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

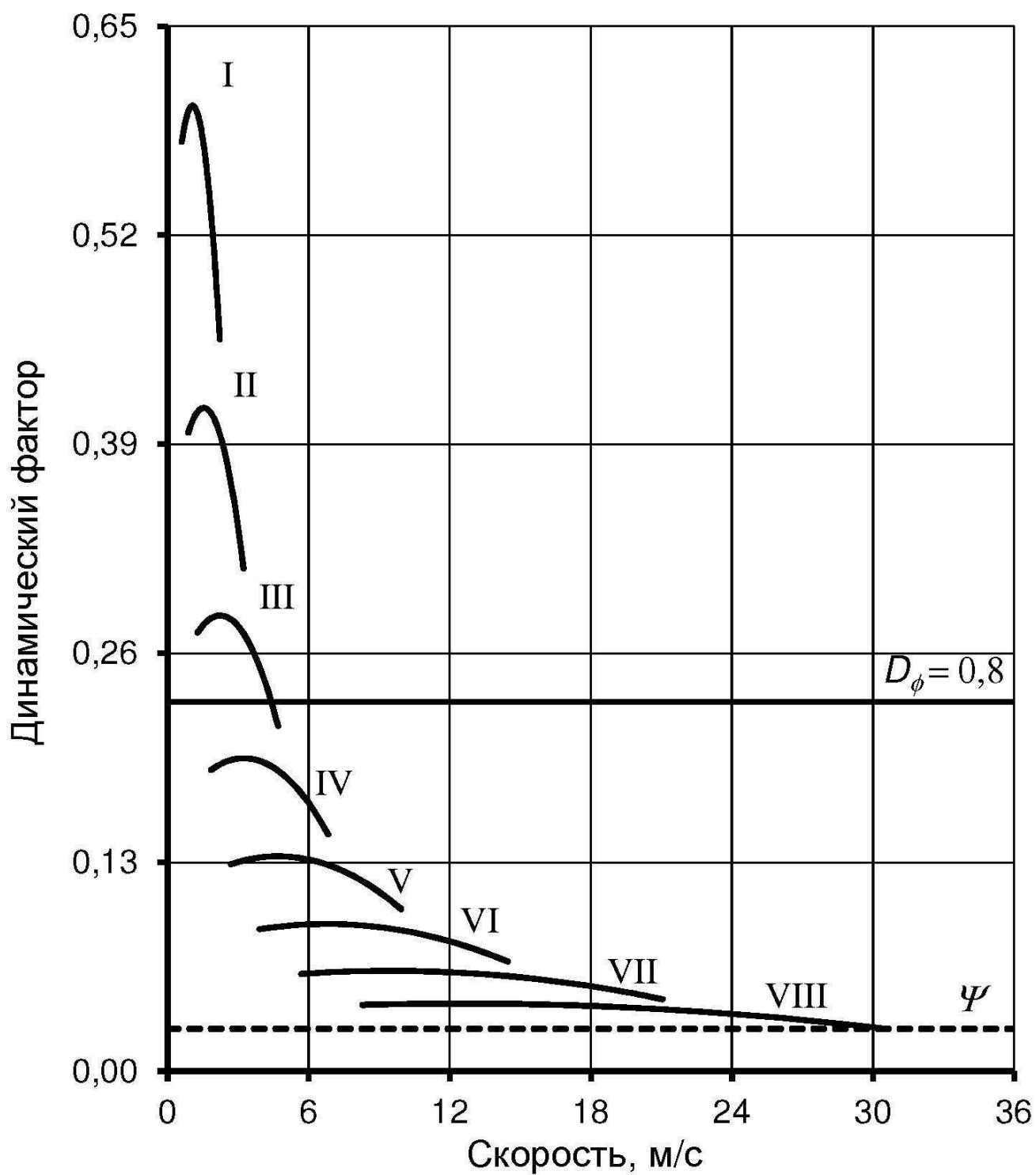


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

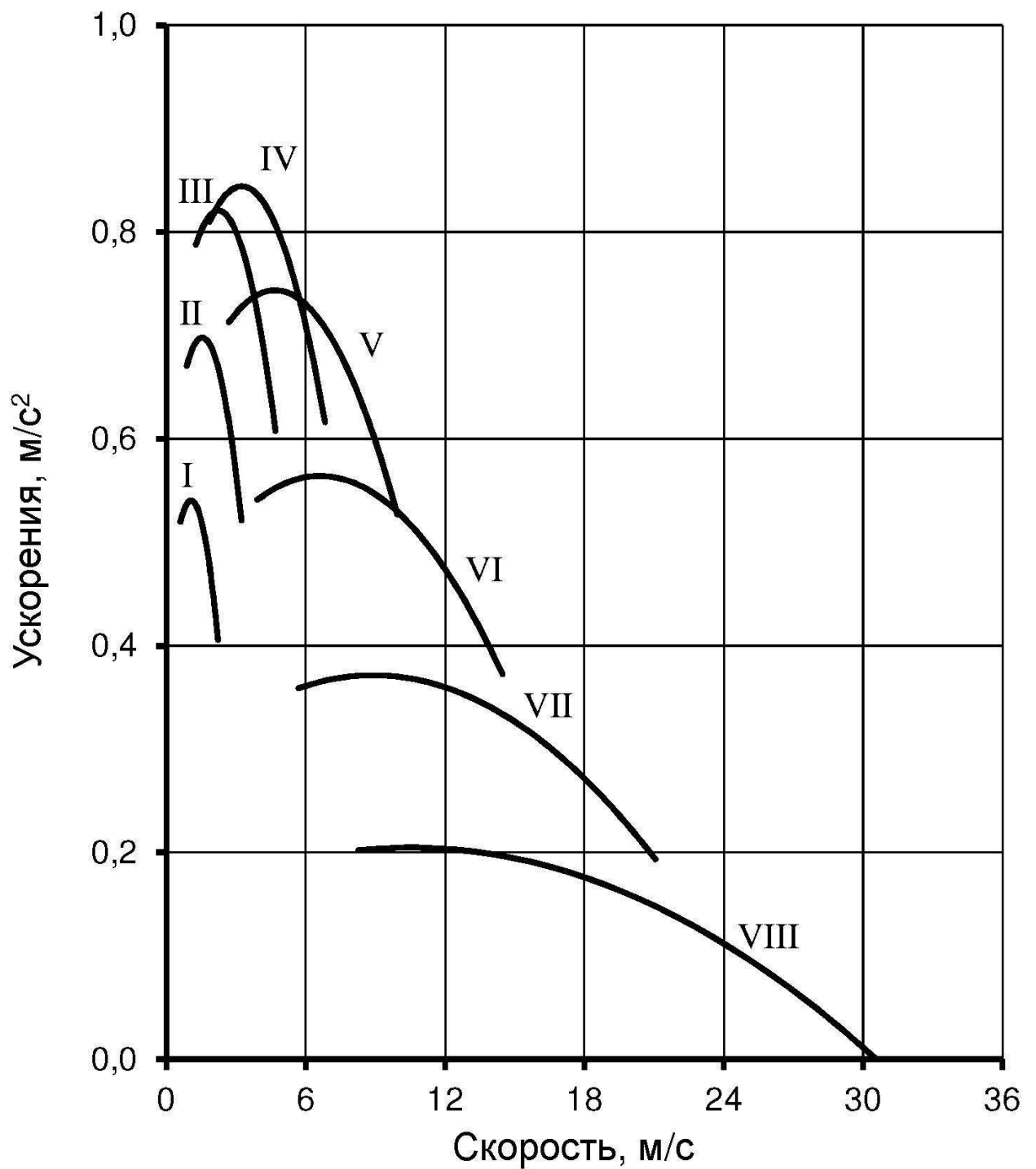


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

Время разгона

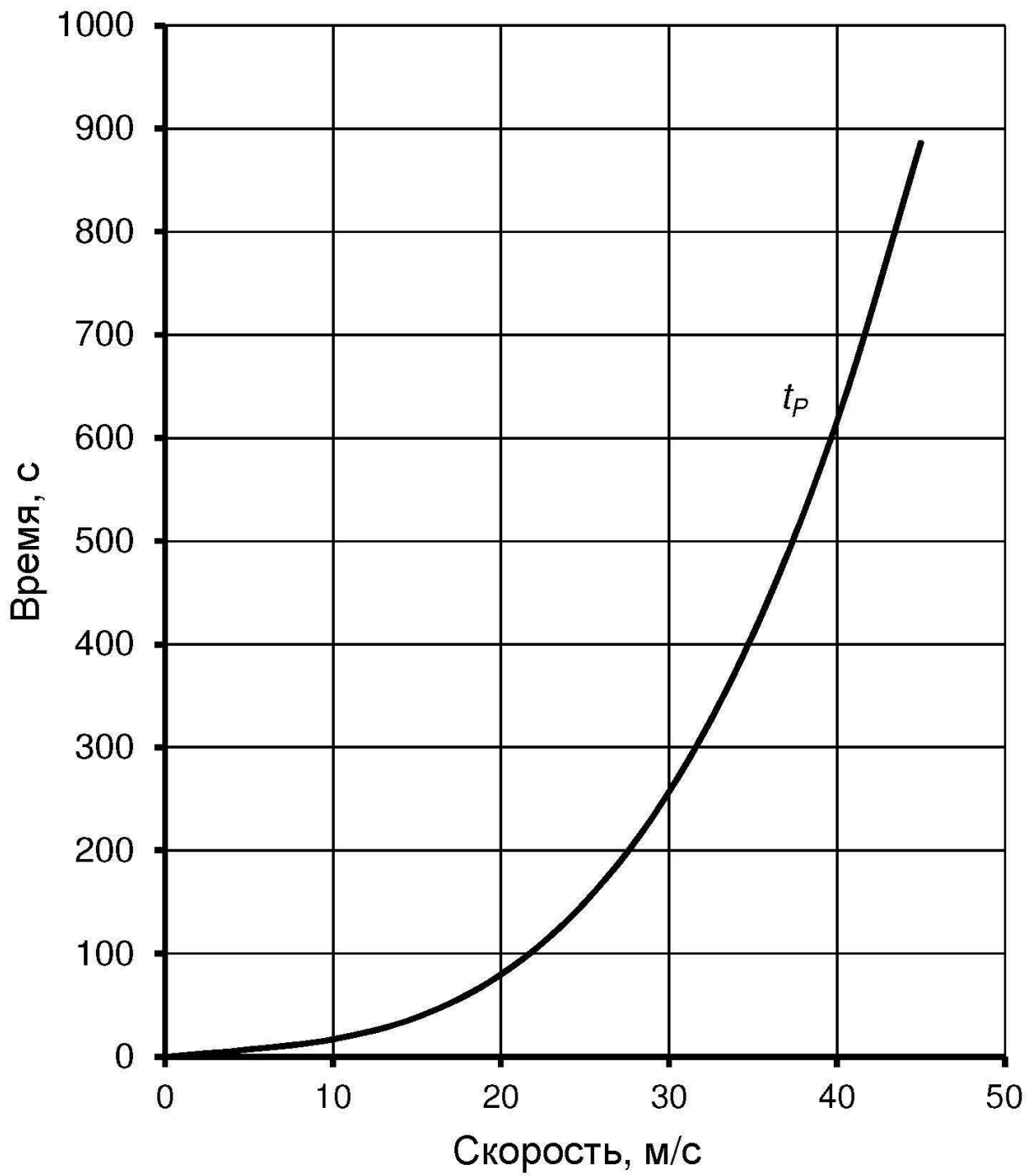


Рисунок А.6 – Время разгона

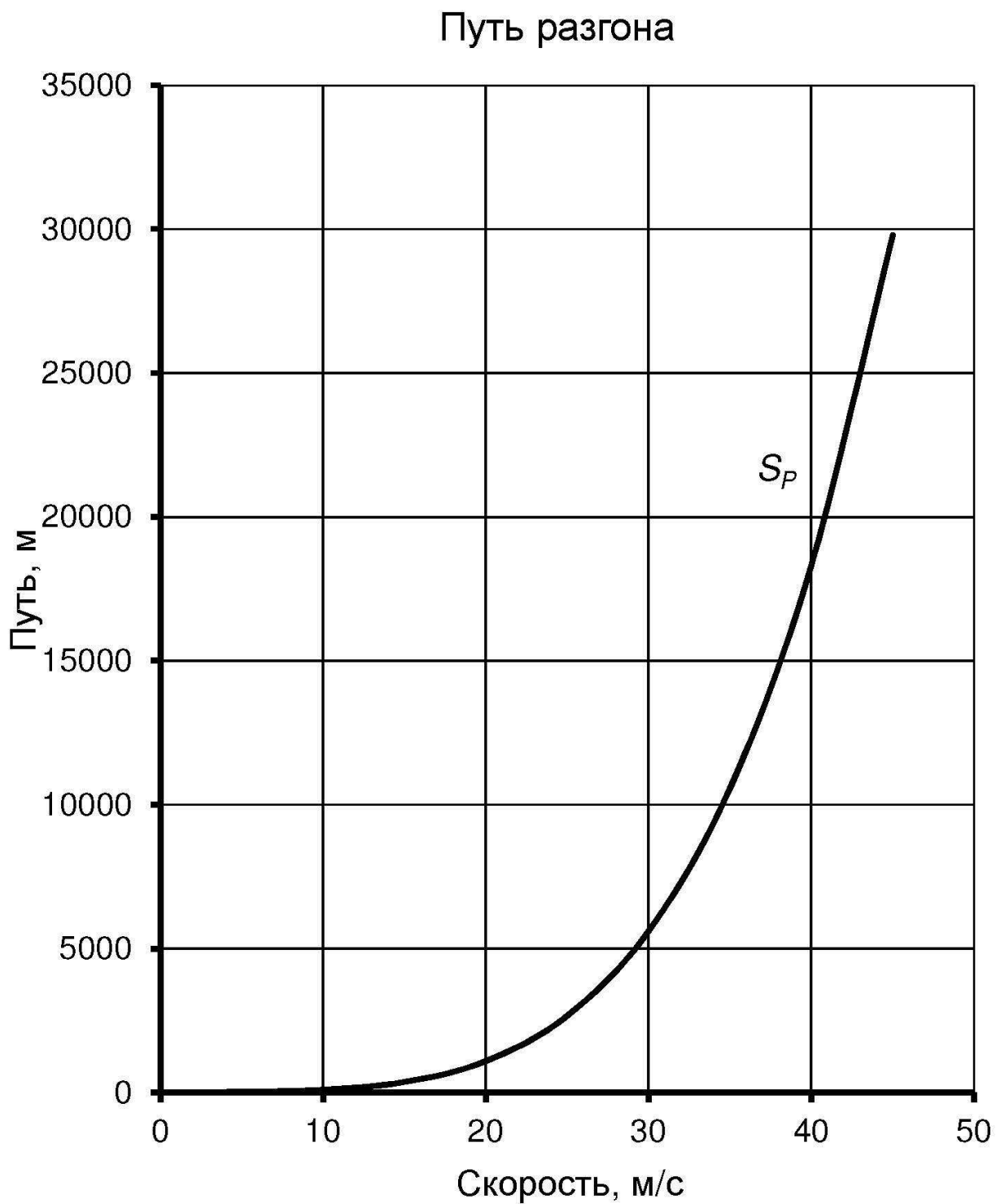


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

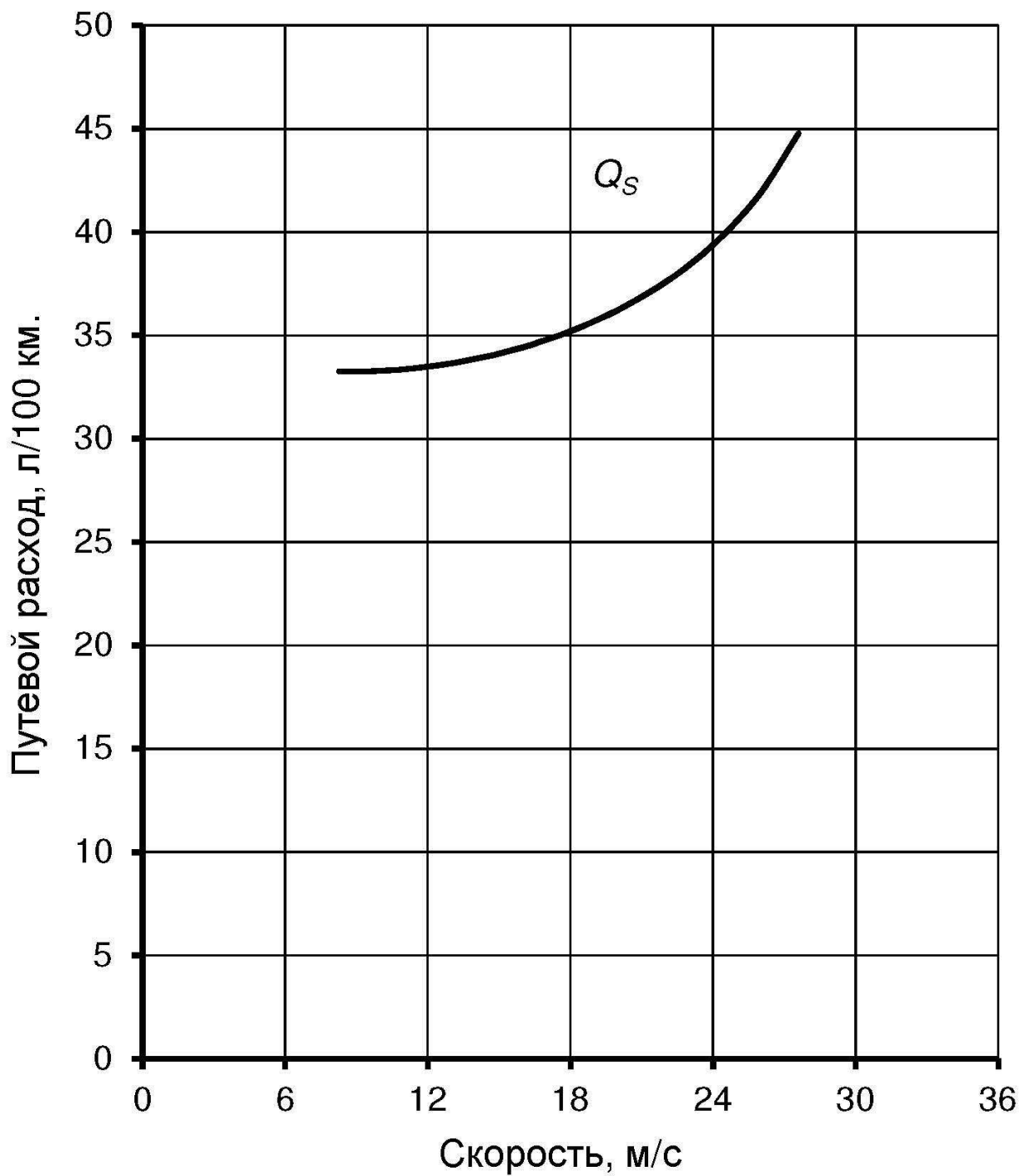


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива