

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка бортового прицепа для перевозки длинномерных
грузов для автомобиля ВАЗ-2123

Студент	<u>А.З. Гафуров</u>	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководите	<u>канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский</u>	(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
ль			
Консультан	<u>канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк</u>	(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
ты			
	<u>канд. экон. наук, доцент О.М. Сярова</u>	(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
	<u>канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова</u>	(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2021

Аннотация

Устойчивость на дороге, удобство обслуживания, безопасность вождения, длительный срок службы и высокую эффективность должен сегодня иметь современный автомобиль.

Тема дипломного проекта: “ Разработка бортового прицепа для перевозки длинномерных грузов для автомобиля ВАЗ-2123”. Автотранспортное средство настоящего времени должно иметь комфортную подвеску и надежную систему зажигания, а также бесшумную коробку передач, плавное сцепление, должен иметь относительно быстрое ускорение и отвечать всем современным требованиям безопасности для водителя, пассажиров и всех окружающих его.

Проект состоит из графической части, это 8 листов формата А1, а также из пояснительной записки, включающая в себя разделы конструкторский, экономический, охраны труда. Пояснительная записка содержит 76 страниц формата А4.

Первая часть посвящается классификации существующих в мире типов конструкций, его тенденциям развития в настоящее время, и также проектированию разрабатываемого узла.

Во второй части проекта содержится расчет характеристик автомобиля и конструкторские расчеты, также эта часть касается динамического расчета автомобиля, т.е. эта часть посвящена конструкторским расчетам транспортного средства.

В третьей части проекта содержится перечень опасных и вредных производственных факторов, мероприятия безопасных условий труда и экологичность объекта.

В четвертой части приводятся расчеты экономической эффективности проекта, расчеты точки безубыточности, а также экономические расчеты себестоимости разрабатываемого узла.

В массовое производство внедрение модернизации описанной в

ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ ВОЗМОЖНО ПРИ СООТВЕТСТВУЮЩЕМ ФИНАНСИРОВАНИИ.

Abstract

Stability on the road, ease of maintenance, driving safety, long service life and high efficiency should have a modern car today.

The topic of the diploma project: "Development of a flatbed trailer for the transportation of long-length goods for the VAZ-2123 car". A vehicle of the present time must have a comfortable suspension and a reliable ignition system, as well as a silent gearbox, a smooth clutch, must have a relatively fast acceleration and meet all modern safety requirements for the driver, passengers and everyone around him.

The project consists of a graphic part, it is 8 sheets of A1 format, as well as an explanatory note, which includes the sections design, economic, labor protection. The explanatory note contains 76 pages of A4 format.

The first part is devoted to the classification of existing types of structures in the world, its current development trends, and also the design of the node being developed.

The second part of the project contains the calculation of the characteristics of the car and design calculations, this part also concerns the dynamic calculation of the car, i.e. this part is devoted to the design calculations of the vehicle.

The third part of the project contains a list of dangerous and harmful production factors, measures for safe working conditions and environmental friendliness of the facility.

The fourth part contains calculations of the economic efficiency of the project, calculations of the break-even point, as well as economic calculations of the cost of the developed node.

In mass production, the implementation of the modernization described in the diploma project is possible with appropriate funding.

Содержание

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1. Назначение и требования предъявляемые к прицепам	6
1.2. Общее устройство прицепов и тягово-сцепных устройств.	7
1.3. Классификация прицепов и их типы.	13
1.4. Состав и описание вносимых изменений в конструкцию автомобиля.	18
2 Конструкторская часть	19
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	19
2.2 Расчет элементов конструкции прицепа	36
3 Безопасность и экологичность объекта	46
4 Экономическая эффективность проекта	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета	69

Введение

«Автомобиль уже считается постоянным помощником человека при выполнении различных ситуаций связанных с перевозками. Но прогресс развивается и появляются новые устройства передвижения и средства перевозки для отдыха, работы, для всех случаев жизни.»[2]

«Прицепы для легковых автомобилей решают многие транспортные вопросы, и поэтому они относятся к устройствам передвижения в составе тягач- автомобиль и должны проходить регистрацию в органах ГИБДД. Применение автоприцепов постоянно расширяется во многих отраслях производства: сельского хозяйства, животноводства, промышленного, дорожного хозяйства, в торговле и других сферах.»[3]

Совершенствование и улучшение конструкций автомобильной техники необходимо для снижения себестоимости грузоперевозок, улучшения безопасности движения и роста производительности подвижного состава автотранспорта. Наиболее прогрессивный и быстрый метод увеличения производительности труда и освоения объемов грузоперевозок автотранспортом заключается в переходе от эксплуатации одиночных автомобилей к автопоездам, в совершенствовании их конструкций. Производительность автопоезда, при учете равенства дорожно-эксплуатационных условий, в 1,5-2 раза выше, чем у соответствующего одиночного автомобиля. Замена одиночных автомобилей автомобильными поездами вполне обоснована, так как сопровождается снижением затрат на обслуживание и эксплуатацию, расход топлива и масел на единицу перевозимого груза снижается на 15%. Вместе с тем увеличение численности подвижного состава автопоездов еще не ведет к рациональному их использованию в народном хозяйстве. Ведь то, что сходит с конвейеров автозаводов, представляет собой продукцию универсального назначения. Однако известно, что наибольшего подъема производительности труда удастся добиться за счет специализации транспортных средств.»[5]

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования предъявляемые к прицепах

«Прицепом считается транспортное устройство, которые не имеет собственного двигателя и может двигаться

только в составе с механическим тягачом. Прицепы для легковых автомобилей решают многие транспортные вопросы, и поэтому они относятся к устройствам передвижения в составе тягач- автомобиль

Наиболее прогрессивный и быстрый метод увеличения производительности труда и освоения объемов грузоперевозок автотранспортом заключается в переходе от эксплуатации одиночных автомобилей к автопоездам, в совершенствовании их конструкций. Производительность автопоезда, при учете равенства дорожно-эксплуатационных условий, в 1,5-2 раза выше, чем у соответствующего одиночного автомобиля. Замена одиночных автомобилей автомобильными поездами вполне обоснована, так как сопровождается снижением затрат на обслуживание и эксплуатацию, расход топлива и масел на единицу перевозимого груза снижается на 15%, удобством и быстротой доставки грузов от "порога до порога".»[18]

Основными требованиями к прицепной технике это конечно, во первых, является грузоподъемность, надежность конструкции несущей системы прицепа, устойчивость на различных типах дорожного покрытия, а также выдержка необходимых габаритных размеров заданных правилами дорожно-эксплуатационного движения.

1.2 Общее устройство прицепов и тягово-сцепных устройств

В соответствии с техническим регламентом таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств все прицепы для транспортных средств объединены в категорию O при этом в зависимости от величины допустимой максимальной массы все прицепы делятся на четыре категории первая категория категория o1 к ней относятся все прицепы технически допустимая максимальная масса которых не превышает 750 кг и к этой категории относятся самые лёгкие прицепы. Прицепы, которые относятся категории o1 может буксировать водитель имеющий категорию начиная от б и выше при этом не требуется наличие категории е категория включает прицепы допустимая максимальная масса которых превышает 750кг для буксировки таких прицепов требуется наличие категории е то есть требуется категория b c d c1e или d1e в частности категории прицепов o2 относятся прицепы технически допустимая максимальная масса которых превышает 750кг, но не превышает 3,5 тонны. К следующей категории o3 относятся прицепы технически допустимая максимальная масса которых более 3,5 тонн, но не более 10 тонн и к последней категории o4 относятся прицепы технически допустимая максимальная масса которых более 10 тонн. Далее как уже было сказано водитель, который имеет категорию не ниже б может буксировать лишь небольшой прицеп допустимая максимальная масса которого не превышает 750 кг, такие прицепы в зависимости от своего назначения делятся на универсальные, они служат для транспортировки разнообразных грузов. Прицепы самосвалы такие прицепы и кроме перевозки груза имеют еще и возможность выгрузки сыпучих материалов, прицепы цистерны используются для транспортировки жидкостей или прицеп-дача коммерческие прицепы они представляют собой именно павильоны для торговли и последний вид прицепа который мы выделим это прицепы для транспортировки животных.

Рассмотрим устройство универсального прицепа - основными узлами прицепов для легковых автомобилей являются: рама, подвеска, ось и кузов.

Конструкция прицепов представленная на рисунке 1 состоит из следующих элементов: Из рамной высокопрочной обвязки: из алюминиевого сплава или оцинкованной стали; Дышло, часть продолжения рамы с элементом сцепного устройства; Рама прицепа представляет собой сварную конструкцию, которая состоит из двух продольных лонжеронов и нескольких поперечин дышло является продолжением рамы, на конце дышла располагается замковое устройство и опорное устройство прицепа, рама прицепа опирается на подвеску.

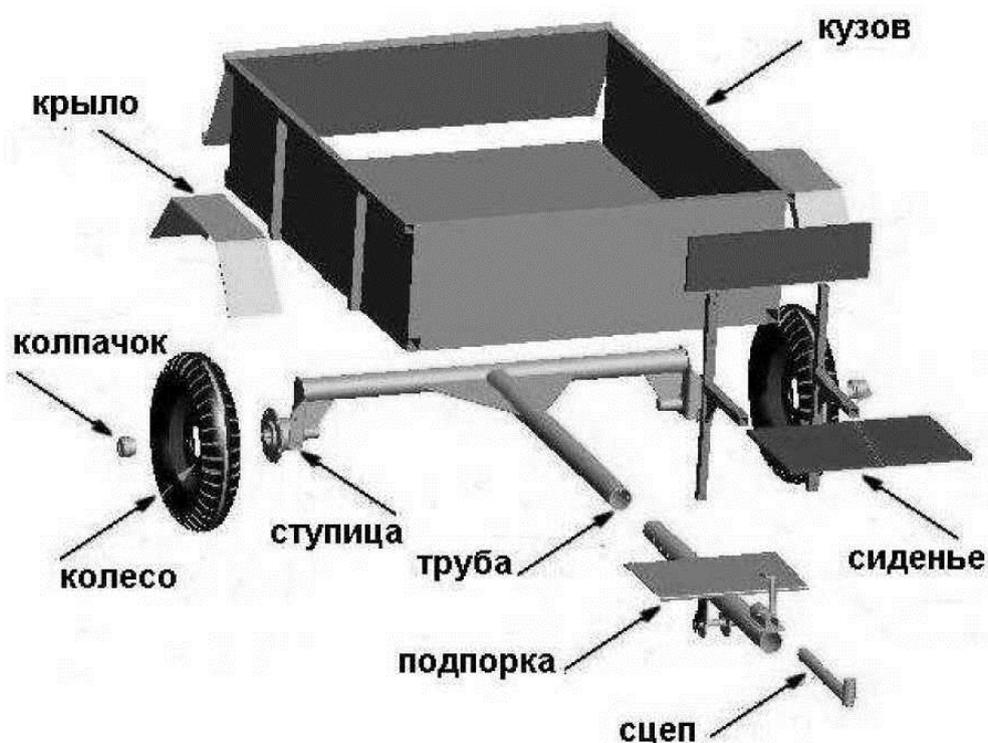


Рисунок 1 – Конструктивная схема бортового прицепа

- Кузова
- погрузочной площадки;
- Колёсного узла
- подвески.

«Автоприцеп может быть выполнен в одноосном или двухосном исполнении, с пружиной, рессорной или резино-жгутовой независимой подвеской или торсионного независимого типа.»[11] Подвеска прицепа может быть нескольких видов: первое - рессорная подвеска она состоит из балки, рессор и гидравлических амортизаторов; второе - пружинная зависимая подвеска в ней рессоры заменены на цилиндрические пружины балка в такой подвески крепится к кузову при помощи одной поперечной тяги и двух продольных; третье - рычажная пружинная независимая подвеска в такой подвески отсутствует поперечная балка рычажная пружинная подвеска включает продольные и поперечные рычаги цилиндрические пружины и гидравлические амортизаторы.

«Кузовная часть автоприцепа может иметь борта или площадку из разных лёгких металлов или строительных материалов:

- Фольгированного ламината;
- Влагостойкой фанеры;
- Перфорированного металла;
- Пластиковых конструкций.

В конструкциях автоприцепа широко используют дополнительное оборудование и приспособления выполняющие специальные функции для разных ситуаций.

К примеру к дополнительным элементам прицепа относится следующее:

Борта с увеличенной высотой конструкций;

Подкатное колесо в дышле автоприцепа, обеспечивающее подпорку прицепа при большой грузоподъёмности и обеспечивающее устойчивость;

При перевалке сыпучих элементов применяется система самосвала с откидыванием борта, с помощью подъёмного встроенного домкратного механизма;»[12]

«При перевозке длинных конструкций подходит автоприцеп с удлинённым устройством на дышле, позволяющий транспортировать грузы до

5 метров длиной;

Для автоприцепов, перевозящих лодочные агрегаты, применяют специальные ложементы и специальные устройства на роликах выполняющие роль удержания агрегата и фиксацию в упорах;

Для тентовых ограждений применяют устройства из дуг или стальным тросом и люверсами. Есть устройства, закрывающие автоприцеп из жёстких пластиковых конструкций с запирающими фиксаторами к кузову.

Эксплуатация автоприцепа без регистрационных документов запрещена, при невыполнении требований накладывается штраф;

Для случаев страховки автоприцепа при отсоединении от автотранспорта существует специальный страховочный трос, который в нормальном положении пристыкован к прицепу и ослаблен, при отсоединении автоприцепа трос натягивается и приводит в действие тормозные механизмы колёс прицепа, в салон автомобиля идёт световая сигнализация об отсутствии стыковки;»[13]

Прицеп к авто может оснащаться тормозной системой гидравлического типа, а так же стояночным или аварийным тормозом. Для уменьшения тормозного пути на прицепах применяется тормозная система, работающая следующим образом: при замедлении автомобиль продолжает двигаться вперед по инерции при этом прицеп упирается в автомобиль через замковые устройства в свою очередь замковое устройство жестко связана с механизмом наката в момент торможения этот механизм начинает давить на один из концов передаточного рычага благодаря этому давлению второй конец рычага начинает тянуть тормозную тягу которая связана с тормозным механизмом через трос. Схема тормозной системы прицепа изображена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Конструктивная схема тормозной системы прицепа

Таким образом при замедлении автомобиля происходит автоматическое замедление и прицепа следует отметить, что с тормозной тягой также связан аварийный трос.

«Для случаев страховки автоприцепа при отсоединении от автотранспорта существует специальный страховочный трос, который в нормальном положении пристыкован к прицепу и ослаблен, при отсоединении автоприцепа трос натягивается и приводит в действие тормозные механизмы колёс прицепа, в салон автомобиля идёт световая сигнализация об отсутствии стыковки;»[14]

Благодаря этому, если происходит случайное открытие замкового устройства, то прицеп будет автоматически останавливаться, следует сказать, что страховочный трос должен быть на любом прицепе, как на оборудованном тормозной системой так и на не имеющим тормозной системы, причём таких тросов должно быть 2 и они должны иметь несъёмную конструкцию. В зависимости от производителя вместо страховочных тросов могут быть применены страховочные цепи однако вне зависимости от того, что применено цепь или трос оба они в случае обрыва тягово-сцепного устройства

не должны позволять дышлу касаться поверхности дороги при этом управление прицепом не должно теряться.

Далее на прицепах является обязательным применение системы внешней световой сигнализации. «Система светосигнальная имеет разные системы освещения, активные световые источники и пассивные светоотражатели, позволяющие сигнализировать движущемуся сзади транспорту о манёврах.»[14] Эта система включает в себя два указателя поворота, два стоп-сигнала и габаритных огней, фонарей освещения номерного знака, один или два противотуманных фонаря. Питание всех перечисленных электроприборов осуществляется от бортовой сети автомобиля через розетку, которая располагается на тягово-сцепного устройстве. Теперь рассмотрим те неисправности при которых запрещается эксплуатация прицепа вначале следует напомнить, что запрещается вообще начинать движение с прицепом если неисправно тягово-сцепное устройство, при прочих же неисправностях, при которых запрещена эксплуатация водитель должен двигаться к месту ремонта. Эксплуатация запрещается: первое - если отсутствует или неисправные предусмотренные конструкцией страховочные тросы или цепи и второе эксплуатация запрещается если на прицепе отсутствует или неисправно опорное устройство.

«Сцепление прицепного устройства с автотранспортом должно выполняться с сертифицированным фаркопом, оборудованным специальными устройствами фиксации и светосигнализации;

Нельзя перевозить в прицепах людей, это касается так же домов-прицепов;

Различаются автоприцепы разным уровнем клиренса, расположение колёс и осей. Правильный подбор прицепа и надёжность его сцепления обеспечивают высокий процент безопасности на дороге.

Размещение груза на прицепном устройстве должно выполняться равномерно, чтобы обеспечивать центр тяжести примерно над осью колёс.»[15]

«Перевозимый груз не должен выступать за пределы габаритов прицепного устройства, сзади не более чем на 2 метра, по ширине не более 2,55 метра. По высоте груз в прицепе должен быть не выше 4 метров от поверхности проезжей части дороги.

Очень важным является как правильно загрузить прицеп - если груз выступает за пределы габаритов автоприцепа более чем на 1 м. сзади или спереди и по бокам на 0,4метра, то необходимо выполнить обозначение опознавательным знаком «Крупногабаритный груз», а для тёмного времени суток спереди белым и сзади красным светоотражающими фонарями.

Колёса прицепного устройства двигаются по меньшему радиусу поворота, это следует учесть выполняя повороты крутые на дороге.

Каждый водитель должен помнить, что вождение автомобиля с прицепным устройством обязывает его выполнять правилам ПДД.»[16]

1.3 Классификация прицепов и их типы

«Автомобиль уже считается постоянным помощником человека при выполнении различных ситуаций связанных с перевозками. Но прогресс развивается и появляются новые устройства передвижения и средства перевозки для отдыха, работы, для всех случаев жизни.

Прицепы для легковых автомобилей решают многие транспортные вопросы, и поэтому они относятся к устройствам передвижения в составе тягач- автомобиль и должны проходить регистрацию в органах ГИБДД.

Прицепом считается транспортное устройство, которые не имеет собственного двигателя и может двигаться только в составе с механическим тягачом. Существует различная классификация прицепов для легковых автомобилей в зависимости от принадлежности использования:

Универсальные: используются для различных грузов;

Специальные: для перевозки животных, самосвалы, коммерческие павильоны, цистерны, для перевозки водных механизмов и оборудования, для

перевозки техники;»[21]

«Прицеп-дача или дом на колёсах;

Специализированные прицепы, полуприцепы и роспуски.

Также, появляются на рынке разные дополнительные виды прицепов, позволяющие перевозить малую строительную и специальную технику, стройматериалы крупногабаритного вида и прочее, в допустимых габаритах перевозки.

Существуют следующие категории с грузоподъёмностью:

Применение автоприцепов постоянно расширяется во многих отраслях производства: сельского хозяйства, животноводства, промышленного, дорожного хозяйства, в торговле и других сферах. Классификация автоприцепов к легковым автомобилям распределяется по грузоподъёмности.

Под грузоподъёмностью автоприцепа в 750 кг понимается масса самого прицепа и вес груза,

Кстати, автоприцепы с одноосной конструкцией обеспечивают более высокую манёвренность и устойчивость на неровных участках дороги.

При выборе тягово-сцепного устройства будущий владелец в первую очередь обращает внимание на так называемую горизонтальную нагрузку на шар (тяговое усилие) фаркопа, ведь этот показатель фактически определяет грузоподъёмность прицепа. Однако второй показатель — вертикальная нагрузка — не менее важен, поскольку соблюдение этого параметра в очень высокой степени влияет на безопасность при буксировке.»[22]

«Вертикальная нагрузка на шар фаркопа — это та максимально допустимая масса в килограммах, которая приходится на шар от дышла в вертикальной плоскости. Или проще — тот вес, с которым дышло прицепа «давит» на шар вниз. Для большинства легковых автомобилей эта нагрузка варьируется в небольших пределах, от 30 до 75 кг, но бывают случаи, когда ее значение имеет более высокие показатели. В сравнении с максимальной горизонтальной нагрузкой (750–2500 кгс) это очень небольшие значения, но это вовсе не означает, что шар фаркопа или его балка плохо спроектированы,

в силу чего непрочны в вертикальной плоскости. »[23]

«Допустимую вертикальную нагрузку на шар определяет автопроизводитель, исходя из особенностей конструкции автомобиля. Производители тягово-сцепного устройства учитывают данный показатель при разработке фаркопов. Вертикальная нагрузка на шар тягово-сцепного устройства напрямую влияет на управляемость и безопасность при буксировке. Автомобиль всегда проектируется с расчетом определенной нагрузки на переднюю и заднюю оси. Максимально допустимая нагрузка задней оси зависит от количества груза в багажнике, пассажиров на заднем сиденье, и при превышении определенного максимального значения управляемость автомобиля значительно ухудшается. Это происходит потому, что машина как бы «приседает» на корму, а передние колеса приподнимаются, тем самым значительно уменьшается сцепление с дорожным покрытием.»[9]

Схемы представлены на рисунке 3.

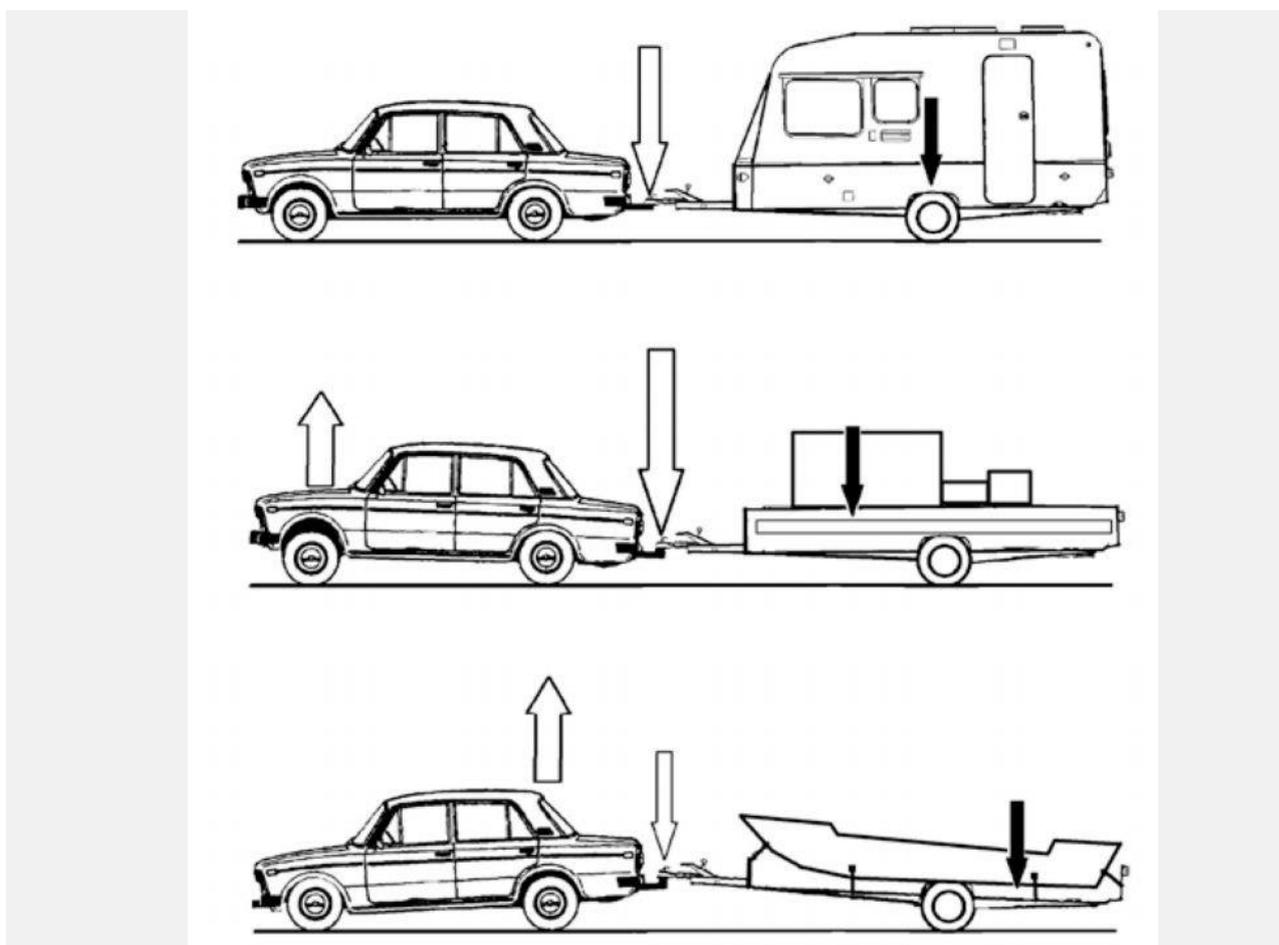


Рисунок 3 – Схемы нагруженности фаркопа автомобиля

«Передок, потерявший сцепление, начинает вилять вправо-влево. Причем тем сильнее, чем выше скорость. Для того чтобы такое не происходило, необходимо при буксировке прицепа учитывать максимальную грузоподъемность машины и максимально допустимую нагрузку на заднюю ось без прицепа и к этому значению прибавлять некоторую небольшую цифру, добавление которой не ухудшит управляемость. Так и появляется цифра максимальной вертикальной нагрузки на шар. Производители автомобилей, для которых предусмотрена эксплуатация с прицепом, всегда закладывают этот показатель в «запас» подвески автомобиля. Производители фаркопов со своей стороны учитывают эти требования и проектируют ТСУ с ограничениями по вертикальной нагрузке — так буксировка будет максимально безопасной.»[5]

«Помимо максимальной вертикальной нагрузки на шар фаркопа существует также понятие минимальной нагрузки. Логика здесь аналогичная — шар фаркопа надежно фиксируется замком прицепа, и при отрицательных значениях нагрузки прицеп будет стремиться поднять заднюю ось автомобиля. При этом уменьшится сцепление теперь уже задних колес машины с дорогой, что также приведет к ухудшению управляемости. Кроме того, при смещении центра тяжести назад сам прицеп приобретает тенденцию к раскачке и потере устойчивости. Правильная вертикальная нагрузка — залог нормальной управляемости автомобиля и безопасности. Поэтому при загрузке прицепа всегда важно уделять внимание этому параметру. Вес груза и центр тяжести прицепа должны находиться в районе его оси, обеспечивая небольшую, в пределах допустимого, нагрузку на дышло. При этом груз должен быть надежно закреплен, так как его смещение при движении может негативно сказаться на распределении нагрузок. Опытные автовладельцы могут определить показатель «на глазок», просто приподнимая дышло и оценивая вес. Тем не менее, производители фаркопов и прицепов настоятельно

рекомендуют перед сцепкой машины и прицепа измерять вес, приходящийся на дышло.»[3] «Для этого, например, подойдут бытовые напольные весы, которые просто подкладываются под переднюю стойку прицепа. Если ее нет, то дышло берется в руку, автовладелец встает на весы, а из получившегося значения просто вычитает свой вес. При измерении очень важно располагать дышло на высоте шара, поскольку только так получится найти корректное значение.

Очень важно помнить, что показатели вертикальной нагрузки на шар фаркопа — это не прихоть конструкторов, а требование безопасности, которое продиктовано объективными характеристиками автомобиля, заложенными производителем. Игнорировать правильные значения — значит создавать потенциально опасную ситуацию на дороге.»[11]

Типы прицепов

Различные производители разрабатывают прицепы, которые отличаются по производительности. Каждый тип прицепа и грузовика отличается от следующего и имеет множество применений и ограничений по весу.

При рассмотрении общего веса груза важно учитывать как вес прицепа, так и вес перевозимого груза. Добавьте как вес прицепа, так и вес груза, чтобы получить ваш вес груза. Не все контейнеры созданы равными, и вам нужно найти правильный трейлер для вашего груза. Если вы перемещаете бульдозер высотой 3 метра или перемещаете гравий, вы не хотите использовать платформу.

Также важно учитывать ширину вашего груза. Если ваша нагрузка превышает установленный законом лимит, вам потребуются собрать дополнительные разрешения и спланировать весь маршрут от начала до конца. Очень важно собрать все необходимые документы заранее и позаботиться обо всех разрешениях, прежде чем ваш водитель даже прибудет с прицепом. Вы же не хотите никаких штрафов, а они очень дорогие. Кроме того, ваш водитель может попасть в беду, если все разрешения не правильные.

1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию автомобиля.

В данном дипломном проекте разработан бортовой прицеп для легкового автомобиля ВАЗ-2123, с использованием подкатного опорного колеса с подъемным механизмом, а также предусмотрена функция самосвала для сыпучих грузов, используя домкрат для подъема кузова. Рама состоит из несущей части и передней ведущей рамы с опорным механизмом для крепления на фаркопе. Подвеска рессорная с амортизаторами. На данном прицепе можно перевозить строительные материалы длиной до 2,5 метров, что подходит для большинства видов строительных материалов поскольку 2,5 метра стандартная длина для их большинства видов.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 4$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1900$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 37,50$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 490$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,48$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,32$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	40
задняя ось.....	60
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t =$
0,72»[2]	

2.1.2. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

$G_б$ - вес багажа; »[2]

$$G_o = m_o \cdot g = 1900 \cdot 9,807 = 18633 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_n = G_{n1} \cdot 5 = m_{n1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_б = G_{б1} \cdot 5 = m_{б1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 18633 + 3678 + 490 = 22801 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 40 = 22801 \cdot 40 = 9121 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 60 = 22801 \cdot 60 = 13681 \text{ Н} \quad (6)$$

б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 205/75 R15. »[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;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

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

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

2.1.3. Определение передаточного числа главной передачи

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

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,750),;

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

$$U_0 = (0,321 \cdot 490) / (0,750 \cdot 1,2 \cdot 37,50) = 4,663$$

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

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

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 37,50^2 / 2000) = 0,024$$

$$N_v = (22801 \cdot 0,024 \cdot 37,50 + 0,48 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 37,50^3 / 2) / 0,92 = 63783 \text{ Вт}$$

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

«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]

$$N_{MAX} = 63783 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 64112 \text{ Вт}$$

«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]

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

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	16,9	161,3
1300	136	22,6	165,8
1600	168	28,3	169,0
1900	199	34,0	171,0
2200	230	39,6	171,7
2500	262	44,8	171,2
2800	293	49,7	169,5

3100	325	54,0	166,5
3400	356	57,8	162,2
3700	387	60,7	156,7
4000	419	62,8	150,0
4300	450	64,0	142,0
4600	482	64,0	132,8
4900	513	62,8	122,3
4679	490	63,8	130,2

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

$$\psi_{MAX} = 0,024 + 0,32 = 0,344 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 22801 \cdot 0,344 \cdot 0,321 / (171,7 \cdot 0,92 \cdot 4,663 \cdot 2,1) = 1,628$$

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

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля

$$G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 9121 \cdot 0,9 = 8208 \text{ Н,}$$

m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$). »[2]

$$U_1 \leq 8208 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (171,7 \cdot 0,92 \cdot 4,663 \cdot 2,1) = 3,787$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,330$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[2]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,330 / 0,750)^{1/4} = 1,452 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,330 / 1,452 = 2,294; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,294 / 1,452 = 1,580; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,580 / 1,452 = 1,089; \quad (20)$$

$$U_5 = 0,750. \quad (21)$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

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

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	1,8	2,6	3,8	5,5	8,0
1300	2,3	3,4	4,9	7,2	10,4
1600	2,9	4,2	6,1	8,8	12,8
1900	3,4	5,0	7,2	10,5	15,2
2200	4,0	5,8	8,4	12,1	17,6
2500	4,5	6,6	9,5	13,8	20,0
2800	5,1	7,3	10,6	15,5	22,4
3100	5,6	8,1	11,8	17,1	24,8
3400	6,1	8,9	12,9	18,8	27,2
3700	6,7	9,7	14,1	20,4	29,7
4000	7,2	10,5	15,2	22,1	32,1
4300	7,8	11,3	16,4	23,7	34,5
4600	8,3	12,1	17,5	25,4	36,9
4900	8,8	12,8	18,6	27,1	39,3
4679	8,4	12,3	17,8	25,8	37,5

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (23)$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	8611	5932	4087	2815	1940
1300	8848	6095	4199	2893	1993
1600	9020	6214	4281	2949	2032
1900	9126	6287	4331	2984	2055
2200	9166	6314	4350	2997	2064
2500	9139	6296	4337	2988	2058

2800	9045	6231	4293	2957	2037
3100	8885	6121	4217	2905	2001
3400	8659	5965	4109	2831	1950
3700	8366	5763	3970	2735	1884
4000	8007	5516	3800	2618	1803
4300	7581	5223	3598	2478	1707
4600	7089	4883	3364	2318	1597
4900	6530	4499	3099	2135	1471
4679	6948	4786	3297	2271	1565

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[2]

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

«Сила сопротивления качению: »[2]

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

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

«Полученные данные заносим в таблицу и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости. »[2]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	319	319
5	18	323	341
10	73	335	408
15	163	355	519
20	290	383	674
25	454	419	873
30	654	463	1116
35	890	515	1404
40	1162	575	1736

45	1470	642	2113
50	1815	718	2534
55	2197	802	2999
60	2614	894	3508
65	3068	994	4062

2.1.9 Динамический фактор

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

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

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.»[2]

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,378	0,260	0,179	0,122	0,083
1300	0,388	0,267	0,183	0,125	0,084
1600	0,395	0,272	0,187	0,127	0,084
1900	0,400	0,275	0,188	0,127	0,083
2200	0,401	0,276	0,189	0,127	0,081
2500	0,400	0,275	0,187	0,125	0,077
2800	0,396	0,272	0,185	0,122	0,073
3100	0,389	0,266	0,181	0,118	0,068
3400	0,379	0,259	0,175	0,113	0,062

3700	0,365	0,250	0,168	0,107	0,055
4000	0,349	0,238	0,159	0,099	0,046
4300	0,331	0,225	0,149	0,091	0,037
4600	0,309	0,210	0,138	0,081	0,027
4900	0,284	0,192	0,125	0,070	0,015
4679	0,302	0,205	0,135	0,078	0,024

2.1.10 Ускорения автомобиля

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

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

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[2]

$$\Psi = f + i$$

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

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

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

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{\mathcal{N}} \angle$	1,181	1,094	1,052	1,033	1,023

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Об двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	3,02	2,20	1,53	1,03	0,66
1300	3,10	2,27	1,58	1,05	0,66
1600	3,17	2,31	1,61	1,07	0,66
1900	3,20	2,34	1,62	1,07	0,64
2200	3,22	2,35	1,62	1,06	0,62

2500	3,21	2,34	1,61	1,04	0,58
2800	3,17	2,31	1,58	1,01	0,53
3100	3,11	2,26	1,54	0,97	0,48
3400	3,02	2,19	1,49	0,92	0,41
3700	2,92	2,11	1,42	0,85	0,33
4000	2,78	2,01	1,34	0,78	0,24
4300	2,63	1,88	1,24	0,69	0,14
4600	2,44	1,74	1,13	0,59	0,03
4900	2,24	1,59	1,01	0,49	-0,09
4679	2,39	1,70	1,10	0,57	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,33	0,45	0,65	0,97	1,52
1300	0,32	0,44	0,63	0,95	1,51
1600	0,32	0,43	0,62	0,94	1,52
1900	0,31	0,43	0,62	0,94	1,55
2200	0,31	0,43	0,62	0,94	1,62
2500	0,31	0,43	0,62	0,96	1,72
2800	0,32	0,43	0,63	0,99	1,87
3100	0,32	0,44	0,65	1,03	2,10
3400	0,33	0,46	0,67	1,09	2,44
3700	0,34	0,47	0,70	1,17	3,03
4000	0,36	0,50	0,75	1,29	4,15
4300	0,38	0,53	0,80	1,45	7,08
4600	0,41	0,57	0,88	1,68	32,38
4900	0,45	0,63	0,99	2,06	-11,09
4679	0,42	0,59	0,91	1,76	-40534,47

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]

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

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = const$, которому соответствуют значения $(1/j) = const$. Эти величины можно определить следующим образом: »[2]

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

«где k – порядковый номер интервала. »[2]

«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]

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

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

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

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

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	205	1,0
0-10	616	3,1
0-15	1240	6,2
0-20	2147	10,7
0-25	3441	17,2

0-30	5285	26,4
0-35	7841	39,2
0-40	11274	56,4
0-45	15748	78,7

«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]

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

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

Путь разгона от скорости V_o

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	51	3
0-10	360	18

0-15	1139	57
0-20	2727	136
0-25	5638	282
0-30	10708	535
0-35	19016	951
0-40	31891	1595
0-45	50903	2545

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]

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

« N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

»[2]

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	15,6
1300	20,8
1600	26,1
1900	31,3
2200	36,4
2500	41,2

2800	45,7
3100	49,7
3400	53,1
3700	55,9
4000	57,8
4300	58,8
4600	58,9
4900	57,8
4679	58,7

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,6	1,7
10	0,7	3,4	4,1
15	2,5	5,3	7,8
20	5,8	7,7	13,5
25	11,3	10,5	21,8
30	19,6	13,9	33,5
35	31,1	18,0	49,1
40	46,5	23,0	69,5
45	66,2	28,9	95,1
50	90,8	35,9	126,7
55	120,8	44,1	164,9
60	156,8	53,6	210,5
65	199,4	64,6	264,0

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]

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

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

»[2]

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (37)$$

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

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

$$E = \frac{W_e}{W_{eN}} \quad (40)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика. »[2]

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение K_{II}	Значение K_E	Значение Q_S
1003	8,0	0,194	0,225	1,231	1,134	7,0
1300	10,4	0,208	0,292	1,213	1,102	7,4
1600	12,8	0,229	0,359	1,188	1,075	7,9
1900	15,2	0,255	0,426	1,157	1,052	8,5
2200	17,6	0,288	0,494	1,121	1,034	9,2
2500	20,0	0,328	0,561	1,080	1,021	10,0
2800	22,4	0,376	0,628	1,036	1,013	10,7
3100	24,8	0,433	0,696	0,991	1,010	11,6
3400	27,2	0,501	0,763	0,946	1,011	12,5
3700	29,7	0,583	0,830	0,907	1,017	13,6
4000	32,1	0,682	0,898	0,880	1,028	14,9
4300	34,5	0,803	0,965	0,878	1,044	16,8
4600	36,9	0,954	1,032	0,923	1,064	20,0

2.2 Расчет элементов конструкции прицепа

2.2.1 Определение размеров крепления рамы прицепа

На рисунке 4 представлена расчетная схема действия сил на прицеп.

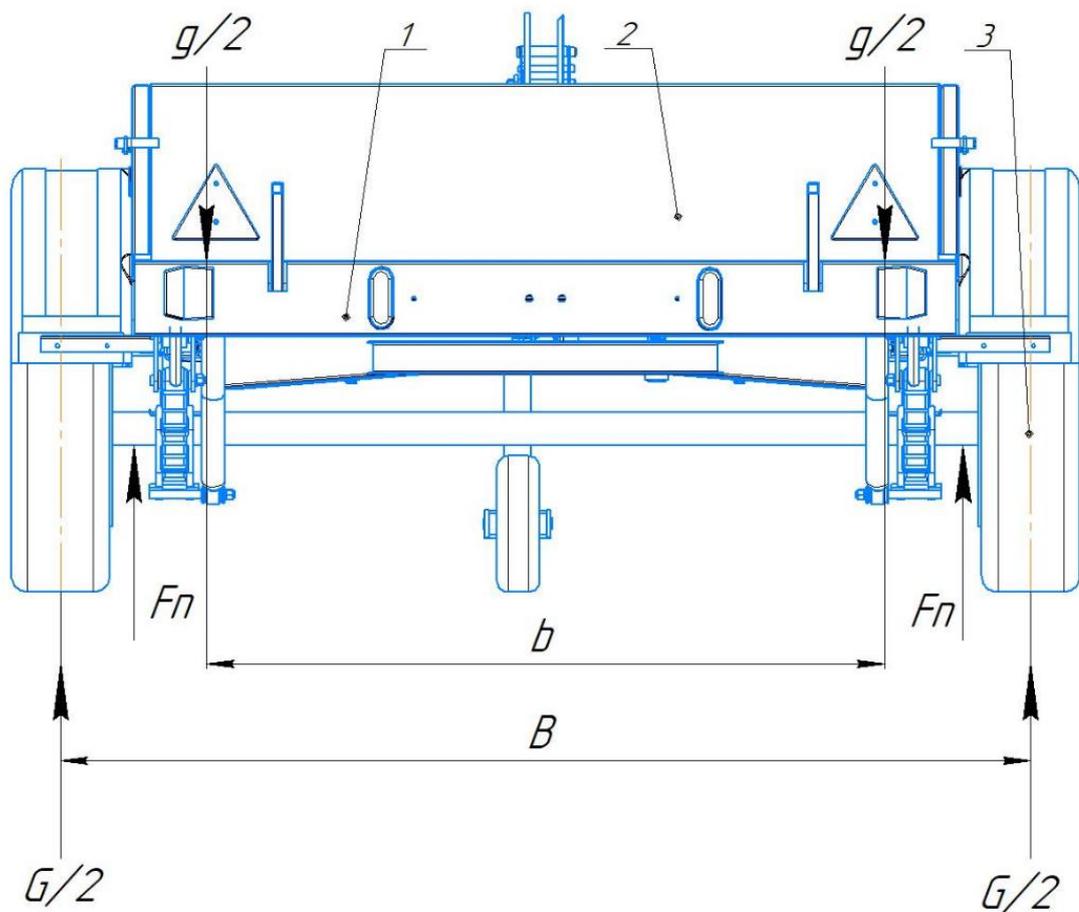


Рисунок 4 – Расчетная схема сил воздействующих на прицеп

1 – платформа; 2 – рама; 3 – колесо;
g – масса перевозимого груза; G – нагрузка на прицеп; В – размер колеи; b –
размер груза; Fп – нагрузка на ось;

Нагрузка на ось прицепа:

$$F_{\Pi} = \frac{G_A \times K_n \times m_{\Pi}}{n_{\Pi}} = \frac{7200 \times 1,2 \times 1,75}{1} = 15120 \text{ Н}$$

«где $G_A = 7200 \text{ Н}$ – нагрузка на прицеп;

$m_{\Pi} = 1,75$ – коэффициент возрастания массы при динамических нагрузках;

$K_n = 1,2$ – коэффициент учета неравномерности распределения нагрузок;

n_{Π} - количество колес на оси.

Рама испытывает напряжения от действия изгибающих нагрузок.
Условие прочности материала рамы: »[4]

$$\sigma_{max} = M_{max}^{изг} / W_z \leq [\sigma]$$

«где σ_{max} – максимальное напряжение, испытываемое кронштейном, МПа;

$M_{max}^{изг}$ – максимальный момент изгиба в сечении кронштейна;

W_z – осевой момент сопротивления;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба, для материала Ст3; »[4]

$[\sigma]=120\text{МПа}$.

На рисунке 5 представлена схема для расчета на прочность рамы.

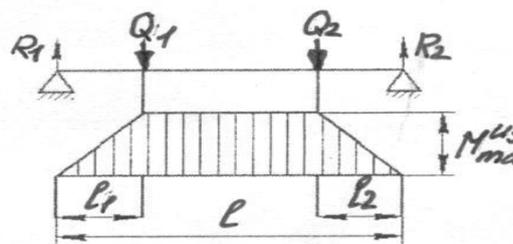


Рисунок 5 – Схема для проверочного расчета на прочность рамы

$$M_{max}^{изг} = R_1 \times l_1 \tag{41}$$

Величину реакции R_1 найдем из системы двух уравнений

$$R_1 + R_2 = Q \quad (42)$$

$$R_1 \cdot l_1 = R_2 \cdot l_2 \quad (43)$$

Решая систему уравнений, получим

$$R_1 = Q \cdot l_1 / (l_1 + l_2) \quad (44)$$

$$R_1 = 11460 \text{ Н} \quad (45)$$

$$M_{\text{изг}} = 11460 \cdot 0,015 = 114,6 \text{ Нм} \quad (46)$$

$$W_z = (b \cdot h^2 - b_1 \cdot h_1^2) / 6 \quad (47)$$

На рисунке 6 представлена схема сечения поперечной балки.

h, h_1, b, b_1 – размеры поперечного сечения балки

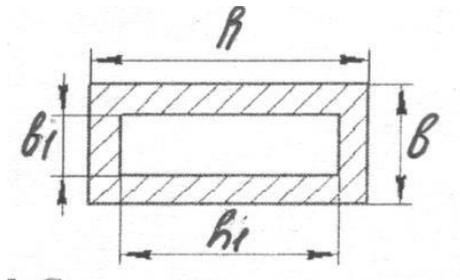


Рисунок 6 – Схема сечения поперечной балки

Таблица 14 – Данные сечения балки

h	0,055
h1	0,045
b	0,065
b1	0,055

$$W_z = (0,1^2 \cdot 0,09 - 0,06^2 \cdot 0,05) / 6 = 4,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (48)$$

$$\sigma_{\max} = 114,6 / 4,1 \cdot 10^{-6} = 28 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 120 \text{ МПа} \quad (49)$$

согласно расчету, сечение балки удовлетворяет по условию прочности.

Важным фактором в дизайне продукта являются его эргономические характеристики, то есть степень его адаптируемости к среднему человеческому телу. Именно эти параметры определяют дальнейшее внедрение продукта в производство. Прицеп предназначен для перевозки различных грузов, а также некоторого оборудования, которое связано с проведением погрузочно-разгрузочных работ, что является источником повышенной опасности.

Необходимо разместить тяговую лебедку на высоте 800-900 мм от земли. Усилие поворота рукоятки лебедки не должно превышать 150 Н в момент создания тяги. Входные пандусы должны образовывать уклон, обеспечивающий монтаж оборудования, который не превышает значения 15%. Рабочее положение человека во время погрузочно-разгрузочных работ-стоя. Конструкция рамы устройства должна обеспечивать доступ человека к тяге лебедки и фиксации рым-болтов при наличии уложенного оборудования на прицепе. Погрузка и разгрузка должны осуществляться с прицепом, подключенным к буксирному брусу, что диктуется соображениями безопасности при выполнении работ.

2.2.2 Расчет основных параметров конструкции прицепа для транспортировки грузов

«Определение полной массы»[4]

$$m_a = m_0 + m_{\text{п}},$$

где $m_{\text{п}} = 500$ кг (масса погруженного груза).

$$m_a = 220 + 500 = 720 \text{ кг}$$

«Распределение массы между осью и опорой с учетом

коэффициента распределения массы по осям:

для передней опоры коэффициент»[4]

$$m_1 = 0,30 \cdot m = 0,30 \cdot 720 = 216 \text{ кг}$$

для задней оси

$$m_2 = 0,70 \cdot m = 0,70 \cdot 720 = 504 \text{ кг}$$

«Определение радиуса качения колеса

Принимаем шину 205/75 R15, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле: »[4]

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H$$

«где d – посадочный диаметр шины, $\lambda_z = 0,8$ – коэффициент вертикальной деформации, H – высота профиля шины. »[4]

$$r_k = 0,5 \cdot 150,254 + 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,205 = 0,321 \text{ м}$$

Расчет производится исходя из того, что прицеп рассчитан на перемещение груза массой до 500 кг, при этом масса самой тележки должна приблизительно составить 220 кг. Произведем расчет усилия при перемещении прицепа.

Расчет производится по формуле:

$$W_c = f_k \cdot (Q + G) \cdot \cos \beta + (Q + G) \cdot \sin \beta,$$

«где $f_k = 0,0129$ – коэффициент трения качения

β - уклон дорожного полотна, $\beta = 1,5^\circ$

Q – вес груза, $Q = 5000 \text{ Н}$

G – собственный вес прицепа, $G = 2200 \text{ Н}$ »[4]

$$W_c = 0,0129 * (2200 + 5000) * 0,9997 + (2200 + 5000) * 0,0262 = 136,2 \text{ Н}$$

«Так как у прицепа предусмотрено самоориентирующееся колесо, произведем его расчет при сопротивлении качения. Расчет производится по формуле: »[4]

$$W_{co} = f_k * P_k * \cos \alpha + (M / l) * \sin \alpha,$$

«где M – момент, необходимый для проворачивания колеса относительно оси, $M = f_i * P_k * r_{\pi}$

l – длина отпечатка, »[4]

$$l = 2 * \sqrt{\frac{D_k}{\Delta h}}, \text{ где}$$

« P_k – нагрузка на колесо, $P_k = (2200 + 5000) / 4 = 1800 \text{ Н}$

D_k – диаметр колеса, $D_k = 70 \text{ мм}$

h – толщина сплошной обрешиненной шины, $h = 7 \text{ мм}$

Δh – радиальный прогиб сплошной обрешиненной шины, $\Delta h = 7 \text{ мм}$ »[4]

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{P_k * h / 2 * b * E^2}{D_k}}$$

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{1800 * 7 / 2 * 37 * (7 * 10^6)^2}{70}} = 1,83 \text{ мм}$$

$$l = 2 * \sqrt{\frac{70}{1,83}} = 6,1 \text{ мм}$$

α - угол между направлением движения и плоскостью колеса, принимаем $\alpha = 45^\circ$

r_n – приведенное плечо трения по всей поверхности отпечатка,

$$r_n = (\sqrt{4*b^2 + l^2} + \sqrt{4*l^2 + b^2}) / 12$$

« b и l – соответственно ширина и длина отпечатка, $b = 37$ мм

f_i – коэффициент трения скольжения в пятне контакта, $f_i = 0,4$ »[4]

$$r_n = (\sqrt{4*37^2 + 11,1^2} + \sqrt{4*11,1^2 + 37^2}) / 12 = 9,83 \text{ мм}$$

$$M = 0,4 * 962,5 * 9,83 = 3,79 \text{ Н*м}$$

$$W_{co} = 0,0129 * 962,5 * 0,71 + (3,79 / 11,1) * 0,71 = 9,05 \text{ Н}$$

$$W = W_c + W_{co}$$

$$W = 62,55 + 9,05 = 71,6 \text{ Н}$$

Произведем расчет винтовой передачи, приняв в качестве исходных данных: необходимая грузоподъемность $Q = 500$ Н, высота подъема площадки $l_0 = 0,3$ м, для винта материал принимаем сталь 45, $[\sigma] = 120$ МПа, для гайки принимаем материал Бр. 0Ф10-1, $[\sigma_p] = 40$ МПа, $[\sigma_{cm}] = 45$ МПа. «Допускаемое давление для пары сталь – бронза $[q] = 9$ Мпа. Поскольку нагрузка в передаче односторонняя, принимаем упорную резьбу с $s_h = 0,75$. »[4]

Конструкцию гайки принимаем цельную с $\psi_n = 1,5$.

Средний диаметр резьбы:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi * \psi_n * \psi_h * q}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{500}{3,14 * 1,5 * 0,75 * 9}} = 3,1 \text{ мм}$$

По ГОСТ 10177-82 принимаем однозаходную резьбу $z_p = 1$, $d = 12$,

$P = 2$ мм, $d_2 = 10,5$ мм, $d_3 = 8,528$ мм.

Угол подъема резьбы:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P * z_p}{\pi * d_2}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{2 * 1}{3,14 * 10,5} = 0,0606$$

$$\gamma = 3^\circ 27''$$

Приведенный угол трения:

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 3^\circ} = 5^\circ 44''$$

Так как $\gamma \leq \varphi$, винтовая пара самотормозящая, следовательно условие проектирование соблюдено.

Высота гайки:

$$H_r = \psi_n * d_2$$

$$H_r = 1,5 * 10,5 = 15,75 \text{ мм}$$

Принимаем минимальную высоту гайки 20 мм.

Число витков резьбы в гайке:

$$z = H_r / P$$

$$z = 20 / 2 = 10$$

Наружный диаметр гайки

$$D = \sqrt{\frac{5 * Q}{\pi * \sigma_p} + d^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{5 * 500}{3,14 * 40} + 12^2} = 13,5$$

Принимаем $D = 14$ мм

Высота фланца гайки:

$$a = (0,25 \dots 0,3) * H_r = 0,27 * 20 = 5,4 \text{ мм}$$

Проверяем высоту фланца на срез

$$\tau_{\text{ср}} = Q / \pi * D * a$$

$$\tau_{\text{ср}} = 500 / 3,14 * 14 * 5,4 = 1,26 < [\tau_{\text{ср}}] = 20 \dots 25 \text{ Мпа}$$

Проверяем винт на устойчивость. Определяем длину сжатой части винта:

$$l = l_0 + 1,5 * d + H_r / 2 = 500 + 1,5 * 12 + 20 / 2 = 323,5 \text{ мм}$$

$$i_{\text{min}} = d_3 / 4$$

$$i_{\text{min}} = 8,528 / 4 = 2,132$$

Момент трения в резьбе

$$T = Q * (d_2 / 2) * \text{tg} (\gamma + \varphi)$$

$$T = 500 * (10,5 / 2) * \operatorname{tg} (3^\circ 27'' + 5^\circ 44'') = 254,7 \text{ Н*мм}$$

Момент трения в опоре.

$$T_{\text{оп}} = 0,33 * Q * f$$

$$T_{\text{оп}} = 0,33 * 500 * 0,05 = 0,5 \text{ Н*мм}$$

Суммарный момент сопротивления

$$M_{\text{соп}} = T + T_{\text{оп}}$$

$$M_{\text{соп}} = 254,7 + 0,5 = 255,2 \text{ Н*мм} \gg 3 \text{ Н*м}$$

Полученные значения находятся в допускаемом диапазоне.

3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

«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 15 представлены опасные и вредные факторы производства.

Таблица 15 - Опасные и вредные факторы

Операция или вид выполняемых работ	Опасный или вредный производственный фактор	Источник опасного фактора
Сборка и установка элементов подвески прицепа	Отсутствие или недостаток естественного освещения	Работа под днищем
	Химически опасные и вредные производственные факторы Проникающие через органы дыхания, раздражающие, sensibilizing	Смазочные материалы, растворитель
	Статические перегрузки	Работа в согнутом
	Перенапряжение и монотонность операций	Длительность проведения операции демонтажа; значительный
	Подвижные узлы машин и механизмов	Использование гайковерта и ключа-трещетки
	Недостаток освещения	

3.2 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

1. Организационные мероприятия

«В целях охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии»[7], «противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Существует несколько видов инструктажа:

- *Вводный инструктаж* обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.

- *Первичный инструктаж* на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

- *Повторный инструктаж* проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

- *Внеплановый инструктаж* проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Важное значение для обеспечения безопасности труда имеет профессиональный отбор, цель которого – выявить лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным к участию в том или ином процессе.

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

требований

обращения с машинами и механизмами и пользования средствами индивидуальной защиты.

Рабочий день длится с 7: 00 до 15-45, с обеденным перерывом с 11- 00 до 11- 45.»[7]

«График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье – выходной.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены надо устанавливать регламентированные перерывы. Для работников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует установить регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления необходимо выполнять комплексы упражнений физкультурных минуток общего воздействия или физкультурных пауз. В этих целях следует оборудовать специальную комнату психологической разгрузки.

2.Планировочные мероприятия

1. Размещение производственного оборудования должно отвечать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность операций технологического процесса.

2. Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и тары в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояния между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и

помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам. »[7]

4. «Расстановка в цехах и перестановка действующего технологического оборудования должна отражаться на технологической планировке. Технологические планировки на проектируемые и вновь строящиеся цеха, участки и отделения должны быть согласованы с местными органами Госсанэпиднадзора и пожарного надзора.

5. При размещении производственного оборудования должны учитываться устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов, деталей и материалов. Ширина проезда устанавливается в зависимости от габаритов транспортируемых объектов и транспортных средств и принимается в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов на рабочем месте должна определяться с учетом габаритов ремонтируемых агрегатов и обрабатываемых изделий.

7. Рабочие места, проезды, проходы и оборудование должны быть свободными и не загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой, которые затем забираются погрузчиками и увозятся в общие контейнеры.

8. Рабочие места должны обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда.

9. Инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего: то, что берется левой рукой - слева от него, правой рукой - справа; исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

10. Материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны укладываться на стеллажи способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных

механизмов. »[7]

«11. Верстаки для слесарных работ должны иметь жесткую и прочную конструкцию, подогнаны по росту работающих с помощью подставок под них или подставок для ног. Для защиты людей, находящихся вблизи, от возможных ранений отлетающими кусками обрабатываемого материала верстаки следует оборудовать предохранительными сетками высотой не менее 750 мм и с размером ячеек не более 3 м.

12. Устанавливать верстаки вплотную у стен можно лишь в том случае, если там не размещены радиаторы отопления, трубопроводы и прочее оборудование.

3. Технические мероприятия

Эффективным средством обеспечения чистоты и допустимых параметров воздуха рабочей зоны является вентиляция, заключающаяся в удалении из помещений загрязнённого и нагретого воздуха и подаче в него свежего. По способу перемещения воздуха вентиляцию делят на естественную (проветривание, аэрация), механическую и комбинированную.

Для поддержания необходимого микроклимата на участке предусмотрена искусственная (механическая) общеобменная вентиляция, так же существует и организованный естественный воздухообмен (аэрация).

Для защиты человека от лучистой теплоты при наличии на участке оборудования или рабочих тел, излучающих теплоту с интенсивностью, превышающей нормы, применяют тепловые экраны.

Для обеспечения требуемой освещённости участок оборудован системой совмещённого освещения, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным. На участке оборудовано так же и рабочее освещение предназначенное для нормального выполнения производственного процесса, прохода людей и движения транспорта и является обязательным для всех помещений.

Для безопасного передвижения рабочих по участку – последний оборудован бамперными устройствами.

В производстве для борьбы с вибрацией применяют процесс»[7] «вибродемпфирования. Этот процесс основан на уменьшении уровня вибрации защищаемого объекта путём превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется за счёт использования в качестве конструкционных материалов с большим внутренним трением: резины, пластмасс, дерева, капрона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесения на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение. Также применяют метод виброгашения – он осуществляется путём установки оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на производственном участке применяют средствами индивидуальной защиты (наушники и беруши).

4. Мероприятия по индивидуальной защите

Рекомендуется применять хлопчатобумажную специализированную одежду, вязанные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

5. Инструкция для слесаря МСР

Общие положения

1. К самостоятельной работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку

усвоения его содержания.

2. Рабочий должен проходить:

- повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже чем через каждые три месяца;

- внеплановый инструктаж: при изменении технологического процесса или правил по охране труда, замене или модернизации производственного оборудования, приспособлений и инструмента, изменении условий и»[7]

«организации труда, при нарушениях инструкций по охране труда, перерывах в работе более чем на 60 календарных дней;

- диспансерный медицинский осмотр - ежегодно.»[7]

4 Экономическая эффективность проекта

4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 16 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	114,35
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	119,33
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	124,23
Коэффициент капиталобразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,19

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

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

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

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

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

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

Таблица 17 - Расчет затрат на сырье и материалы

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

$M = 323,14$ руб.

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

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (50)$$

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

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

Таблица 18 - Покупные изделия

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

$\Pi_i = 573,99$ руб.

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

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (51)$$

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

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (52)$$

« где - $C_p \cdot i$ – часовая тарифная ставка, руб.,
 T_i – трудоемкость выполнения операции, час.
 $K_{прем.}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %»[8]

Таблица 19 - Расчет затрат на выполнение операций

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

$$Z_o = 549,42 \text{ руб.}$$

«Дополнительная заработная плата производственных рабочих»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (53)$$

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

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

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

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (54)$$

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

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

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

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (55)$$

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

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

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

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (56)$$

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

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

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

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (57)$$

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

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

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

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (58)$$

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

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы: »[8]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (59)$$

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

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

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

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (60)$$

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

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

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (61)$$

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

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

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

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (62)$$

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

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

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (63)$$

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

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

Таблица 20 - Сравнительная калькуляция себестоимости

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

4.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат: »[8]

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (64)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (65)$$

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

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

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (66)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (67)$$

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

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

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

«Определение постоянных затрат: »[8]

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (68)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (69)$$

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

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

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (70)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (71)$$

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

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

«Определение амортизационных отчислений: »[8]

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot Н_A / 100 \quad (72)$$

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

$$H_A = 12 \%$$

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

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

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (73)$$

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

«Расчет выручки от реализации изделия: »[8]

$$В_{ыручка} = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (74)$$

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

«Расчет маржинального дохода: »[8]

$$Д_{марж.} = В_{ыручка} - З_{перем.пр.} \quad (75)$$

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

«Расчет критического объема продаж: »[8]

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (76)$$

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

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

4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (77)$$

« где – $V_{\max} = V_{\text{год}}$ – максимальный объём продукции, шт.
 $A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.
 n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки. »[8]

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

«Объём продаж по годам: »[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (78)$$

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

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

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

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

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

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

«Выручка по годам: »[8]

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (79)$$

$$\text{Выручка.}1 = 6402,56 \cdot 73272 = 469128335,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}2 = 6402,56 \cdot 79954 = 511910237,45 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}3 = 6402,56 \cdot 86636 = 554692139,63 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}4 = 6402,56 \cdot 93318 = 597474041,80 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}5 = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб. } \text{»[8]}$$

«Переменные затраты по годам

для базового варианта: »[8]

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (80)$$

$$Зперем.б.1 = 1801,09 \cdot 73272 = 131969433,12 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.2 = 1801,09 \cdot 79954 = 144004313,46 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.3 = 1801,09 \cdot 86636 = 156039193,80 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.4 = 1801,09 \cdot 93318 = 168074074,14 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.5 = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[8]

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (81)$$

$$Зперем.пр.1 = 1711,38 \cdot 73272 = 125395937,42 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.2 = 1711,38 \cdot 79954 = 136831351,41 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.3 = 1711,38 \cdot 86636 = 148266765,40 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.4 = 1711,38 \cdot 93318 = 159702179,38 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.5 = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

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

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (82)$$

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

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

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (83)$$

$$Сполн.б.1 = 131969433,12 + 312395617,82 = 444365050,94 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 144004313,46 + 312395617,82 = 456399931,28 \text{ руб.}$$

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

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

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

«для проектного варианта: »[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (84)$$

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

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

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

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

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

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (85)$$

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

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

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

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

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

«Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам»[8]

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (86)$$

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

$$\text{Нпр.2} = 7198979,00 \cdot 0,20 = 1439795,80 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 7798445,35 \cdot 0,20 = 1559689,07 \text{ руб.} \rangle$$

$$\text{Нпр.4} = 8397911,70 \cdot 0,20 = 1679582,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 8997378,05 \cdot 0,20 = 1799475,61 \text{ руб.}$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (87)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6599512,65 - 1319902,53 = 5279610,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7198979,00 - 1439795,80 = 5759183,20 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 7798445,35 - 1559689,07 = 6238756,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 8397911,70 - 1679582,34 = 6718329,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 8997378,05 - 1799475,61 = 7197902,44 \text{ руб.}$$

№Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции. »[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (88)$$

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

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 150000 \text{ циклов}$$

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

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

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (89)$$

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

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

$$\text{ЧД3} = 6238756,28 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 86636 = 296573105,06 \text{ руб}$$

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

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

«Дисконтирование денежного потока»[8]

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (90)$$

«где - $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал»[8]

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

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (91)$$

$$ДСП_1 = 252832056,73 \cdot 0,909 = 229824339,56 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 274702580,89 \cdot 0,826 = 226904331,82 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 296573105,06 \cdot 0,751 = 222726401,90 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 318443629,23 \cdot 0,863 = 274816852,02 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 340314153,40 \cdot 0,621 = 211335089,26 \text{ руб.}$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (92)$$

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

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

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (93)$$

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

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,19 \cdot (437765538,29 + 449200952,28 + 460636366,27 + \\ & + 472071780,25 + 483507194,24) = 437604547,95 \text{ руб. } \end{aligned} \quad [8]$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (94)$$

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

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

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (95)$$

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

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (96)$$

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

На рисунке 7 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

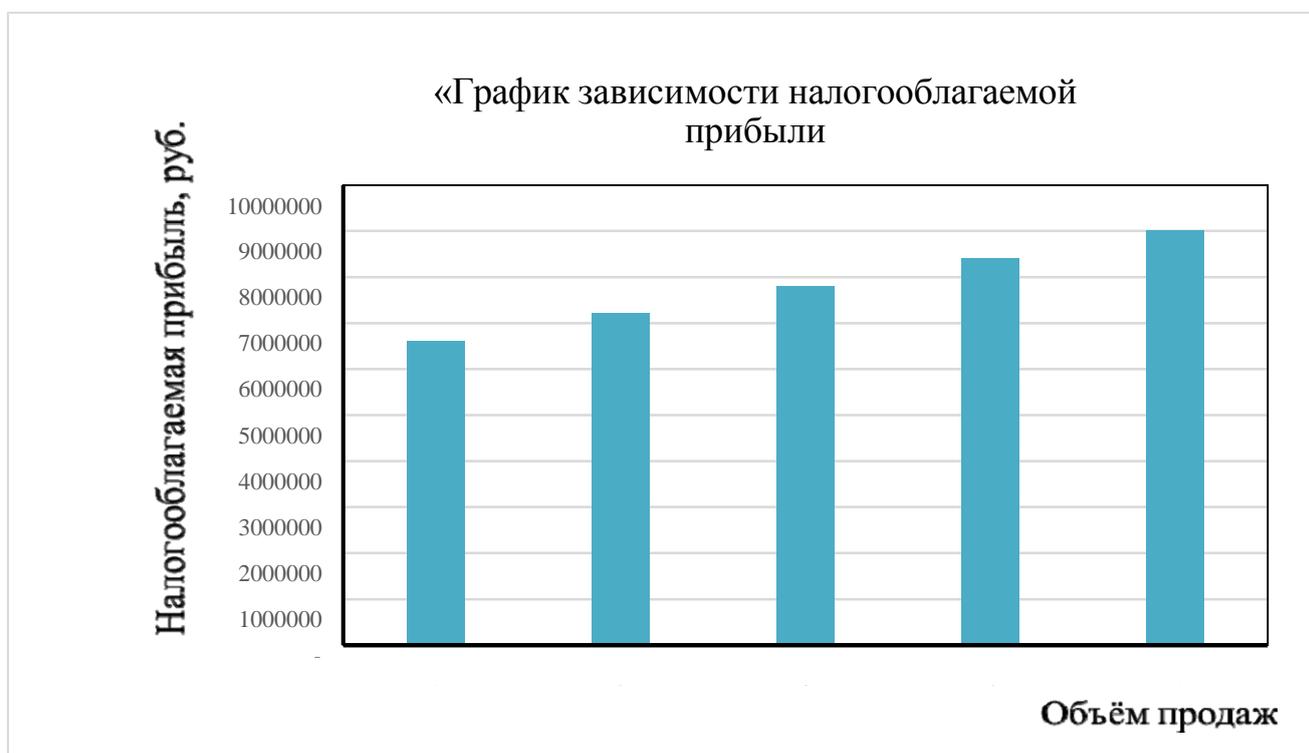


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

Выводы и рекомендации

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

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

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

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

Заключение

Прицепы для легковых автомобилей решают многие транспортные проблемы, и поэтому они относятся к устройствам передвижения в составе тягача - автомобиля и должны быть зарегистрированы в ГИБДД. Использование прицепов постоянно растет во многих отраслях промышленности: сельском хозяйстве, животноводстве, промышленности, дорожном хозяйстве, торговле и других областях.

В данном дипломном проекте разработан бортовой прицеп для легкового автомобиля ВАЗ-2123, с использованием подкатного опорного колеса с подъемным механизмом, а также предусмотрена функция самосвала для сыпучих грузов, используя домкрат для подъема кузова. Рама состоит из несущей части и передней ведущей рамы с опорным механизмом для крепления на фаркопе. Подвеска рессорная с амортизаторами. На данном прицепе можно перевозить строительные материалы длиной до 2,5 метров, что подходит для большинства видов строительных материалов поскольку 2,5 метра стандартная длина для их большинства.

Выполнен расчет конструкции прицепа для перевозки различных грузов. Представлены технические условия и технические предложения по разработанному проекту, проведены прочностные расчеты. Результат работы представлен в виде расчетной части и чертежей.

Определены параметры безопасности жизнедеятельности на объекте, выявлены вредные производственные факторы и предложены методы защиты от них. В разделе представлены выводы, в которых отражены основные результаты проделанной работы.

На основании представленных результатов можно сделать вывод о полной реализации разработки в рамках дипломной работы.

Список используемых источников

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

Внешняя скоростная характеристика

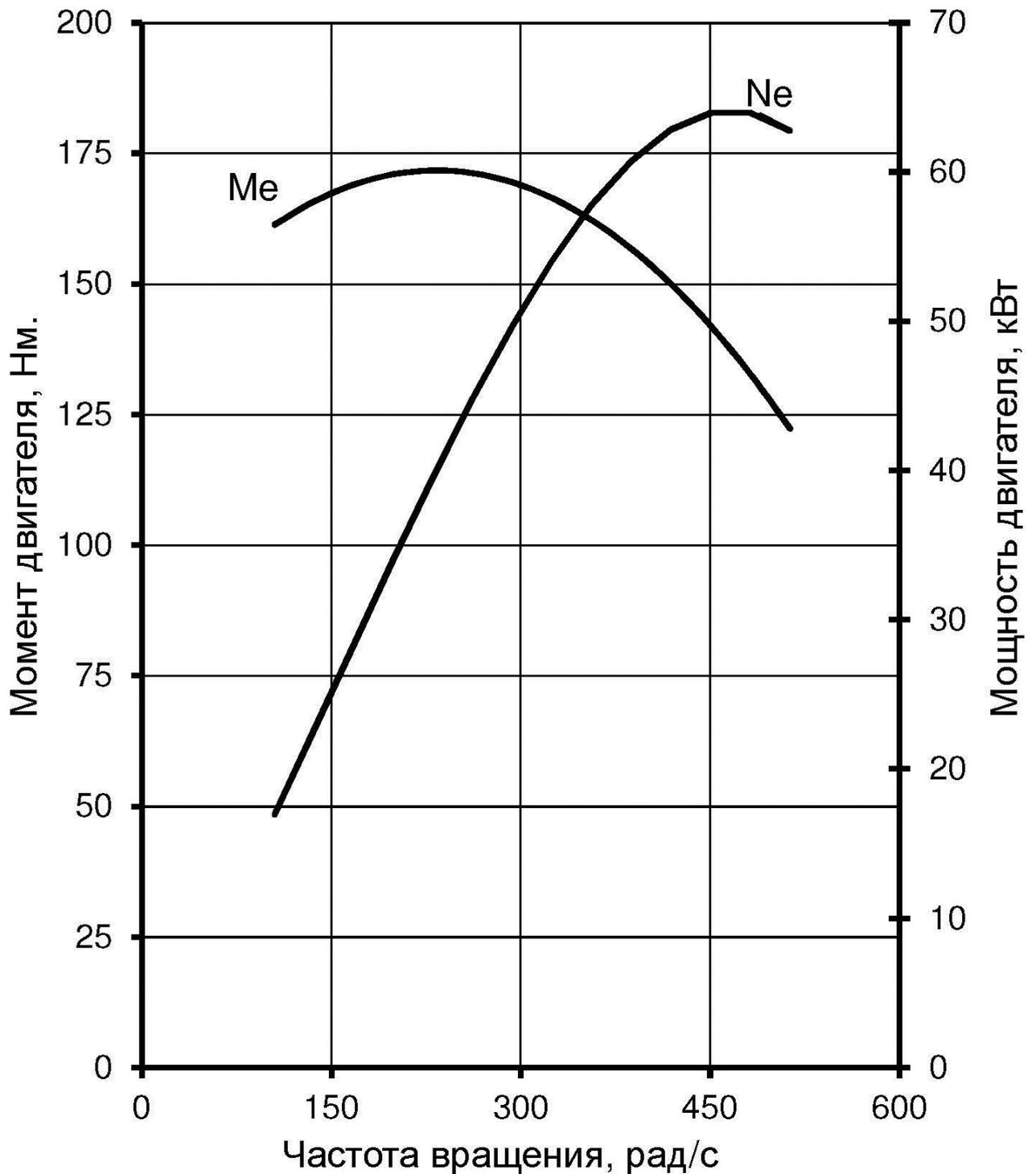


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

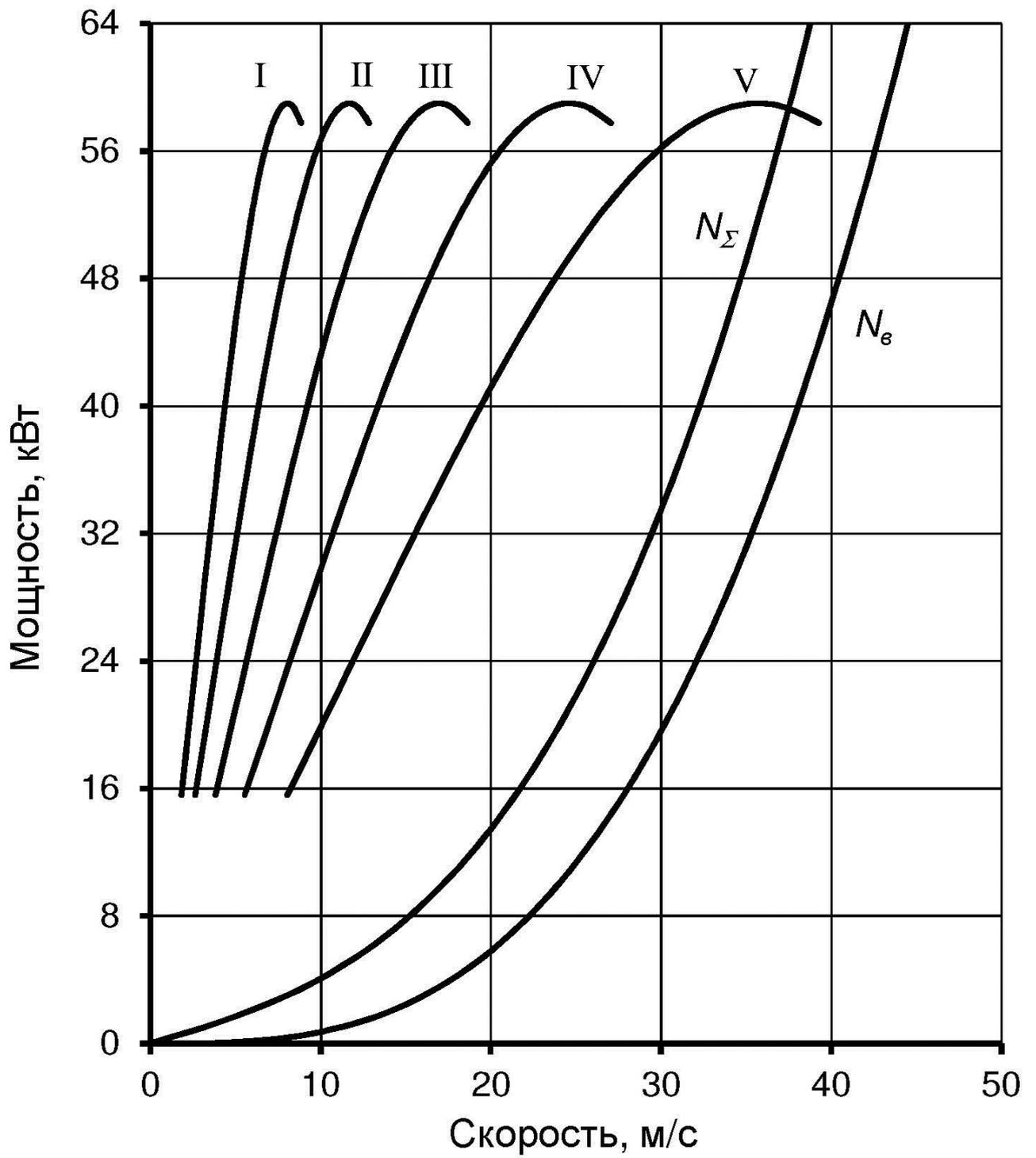


Рисунок А2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

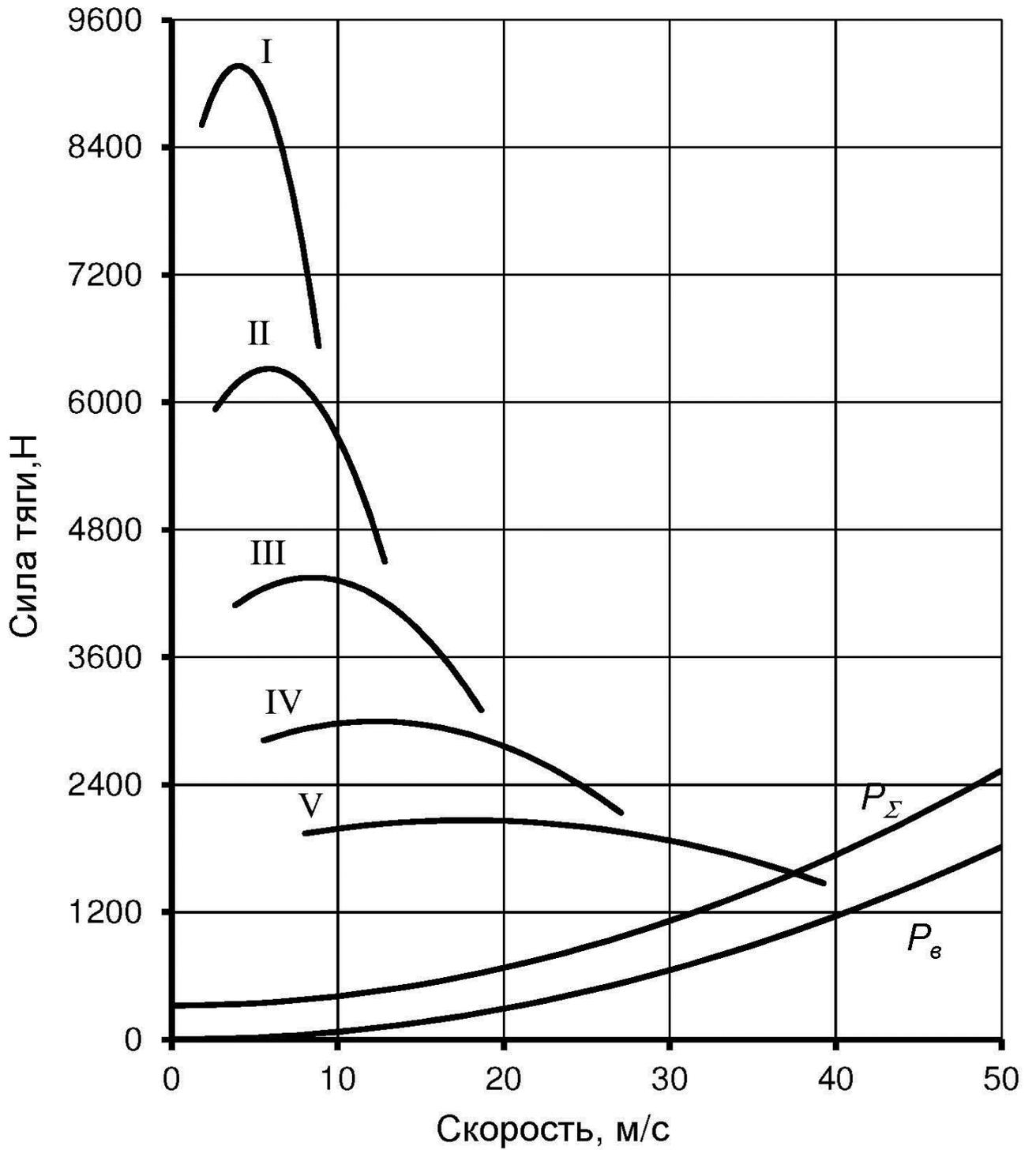


Рисунок А3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

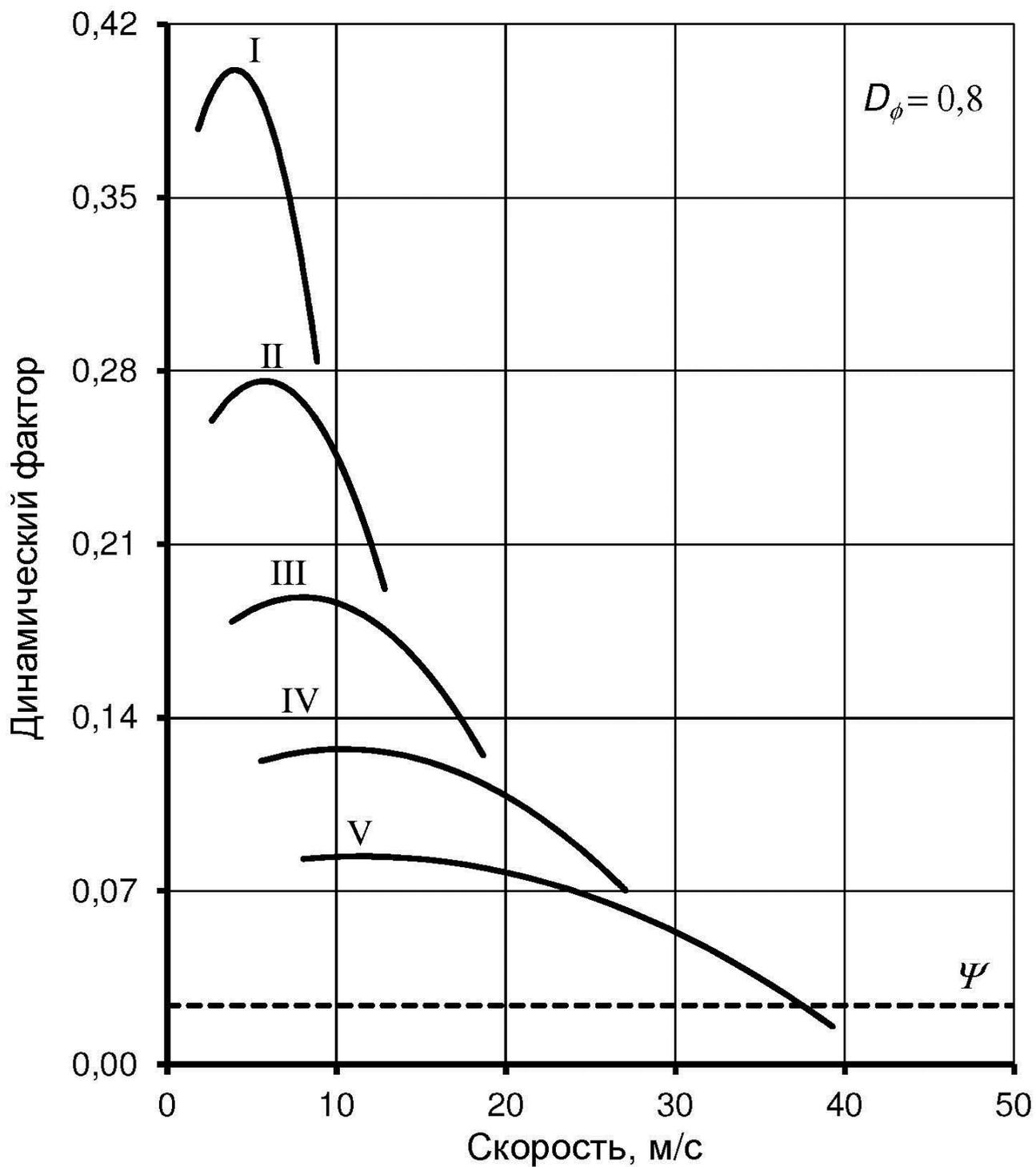


Рисунок А4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

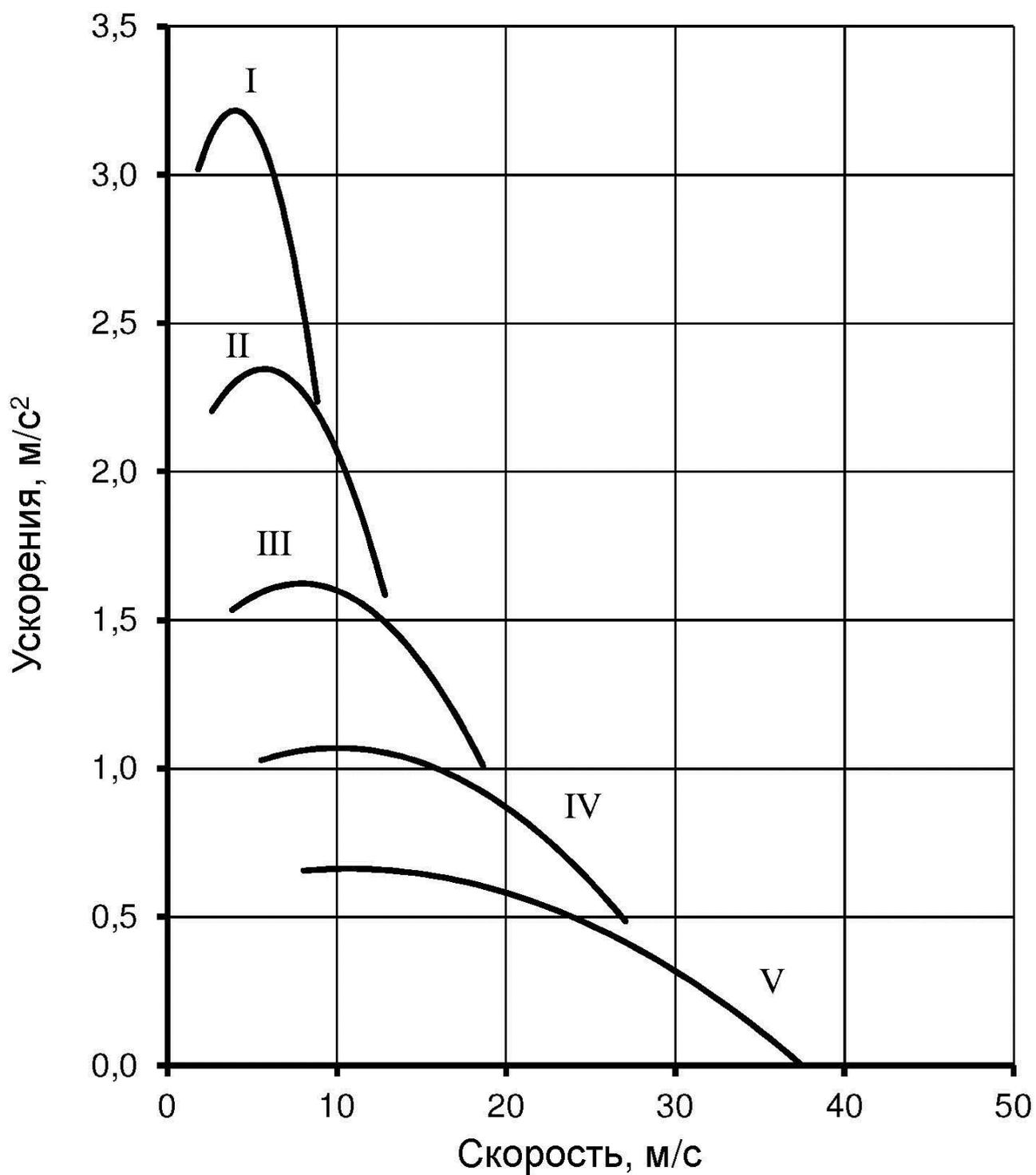


Рисунок А5 – Ускорения на передачах

Время разгона

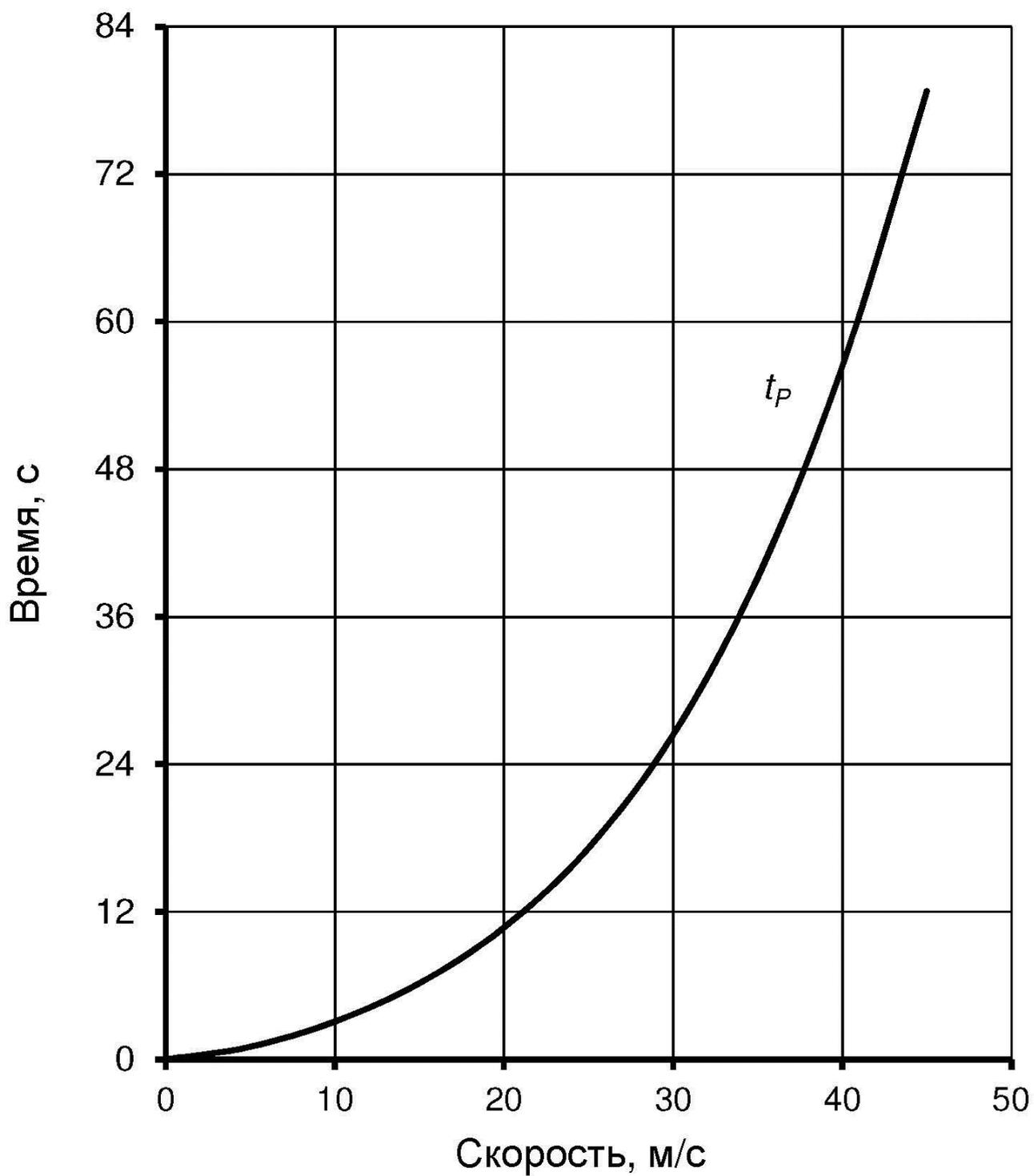


Рисунок А6 – Время разгона

Путь разгона

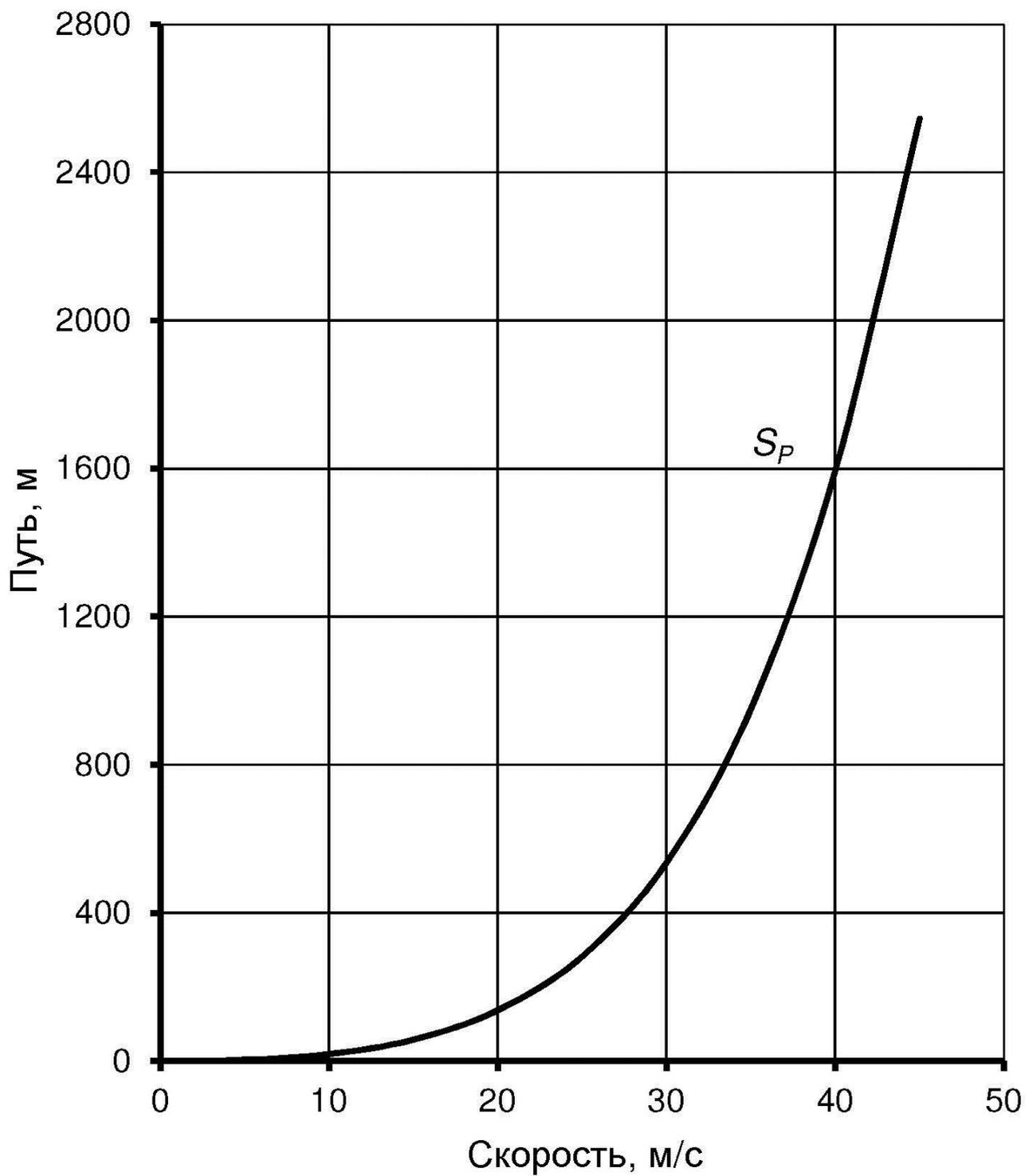


Рисунок А7 – Путь разгона

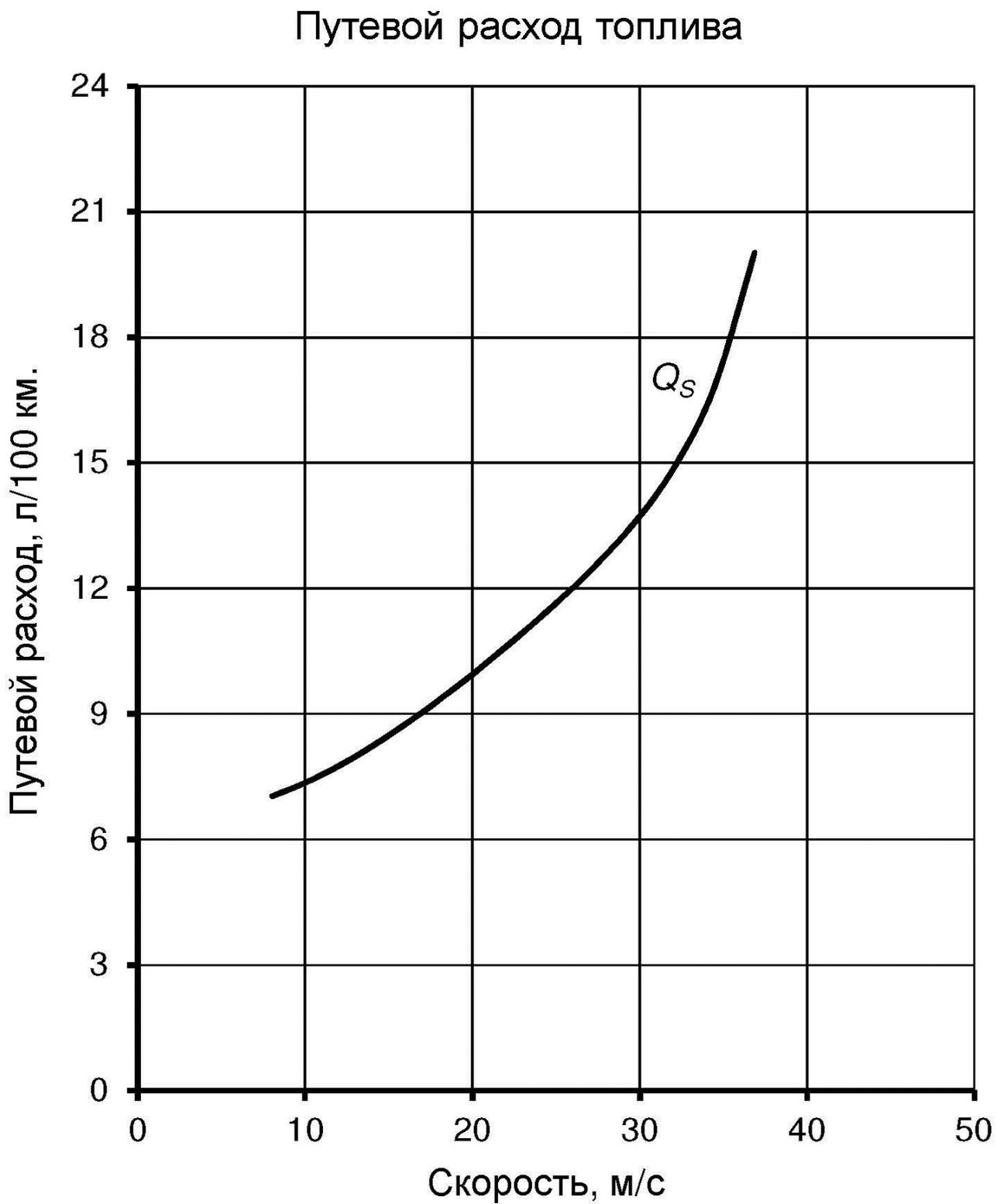


Рисунок А8 – Путевой расход топлива