

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал Федерального Государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Автомобилестроение»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН
Рецензент, _____
(должность)

_____ (подпись) (И.О.Ф.)
2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент

_____ B.B. Краснокутский
(подпись) (И.О.Ф.)
2018 г.

Механизация управления рулевого привода роспуска

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ
ЮУрГУ-23.05.01.2018.552.ВКП

Консультант, к.э.н.
Экономическая часть

_____ H.C. Комарова
2018 г.

Руководитель, к.т.н., доцент

_____ M.G. Штыка
2018 г.

Консультант, к.т.н., доцент
Безопасность жизнедеятельности

_____ B.B. Краснокутский
2018 г.

Автор
студент группы MиMс-551

_____ M.C. Клецев
2018 г.

Нормоконтролер, ведущий инженер
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

_____ M.I. Абрамов
2018 г.

Миасс, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	9
1.1 Прицеп-роспуск производства ООО «УралСпецТранс»	9
1.2 Прицеп-роспуск производства ООО «Уралспецмаш».....	10
1.3 Прицеп-роспуск производства ООО «РусАвтоХолдинг».....	10
1.4 Механизированный привод управления роспуском.....	11
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ОДИН.....	16
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	17
2.1 Исходные данные.....	17
2.2 Определение мощности при Max скорости.....	18
2.3 Определение удельной мощности двигателя.....	19
2.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	19
2.5 Определение передаточных чисел	21
2.6 Тяговая характеристика	23
2.7 Мощностной баланс	24
2.8 Динамическая характеристика автомобиля	27
2.9 Ускорение автомобиля	28
2.10 Время и путь разгона автомобиля	30
2.11 Угол подъема автомобиля.....	31
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ДВА.....	35
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	36
3.1 Определение маневренности.....	36
3.2 Расчетное определение показателей маневренности ТССН	38
3.3 Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на маневренность ТССН.....	39

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

3.4 Расчетное определение показателей маневренности.....	39
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ТРИ.....	54
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	55
4.1 Описание оборудования.....	55
4.2 Технологический процесс изготовления крепления.....	58
4.2.1 Заготовительная операция.....	58
4.2.2 Сверлильная операция.....	60
4.2.3 Сверлильная операция.....	63
4.2.3 Гибочная операция.....	66
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ЧЕТЫРЕ.....	66
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	67
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ПЯТЬ.....	84
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	85
6.1 Общие требования безопасности, предъявляемые к конструкции	
автомобиля.....	89
6.2 Требования охраны труда во время работы.....	91
6.3 Требования безопасности, связанные с обслуживанием	
автомобиля.....	91
6.4 Требования безопасности во время эксплуатации автомобиля.....	93
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ШЕСТЬ.....	95
7 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА.....	96
ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ СЕМЬ.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	100

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

ВВЕДЕНИЕ

Тягово-сцепные устройства автопоездов-роспусков. В зависимости от вида сцепки с автомобилем-тягачом прицепные агрегаты для длинномерных грузов делятся на прицепы-роспуски, полуприцепы-роспуски и длиннобазные прицепы-роспуски с передней подкатной тележкой. Прицепы-роспуски буксируются автомобилями, имеющими вместо платформ коники, полуприцепы-роспуски - седельными автомобилями-тягачами, а длиннобазные прицепы - балластными автомобилями-тягачами. При этом прицепы и полуприцепы-роспуски в зависимости от грузоподъемности могут иметь от одной до трех осей.

Прицепы и полуприцепы-роспуски состоят из рамы, дышла с петлей или шкворнем (полуприцеп), оси (осей) с колесами, коника и подвески. Некоторые конструкции роспусков оборудуют системой управления колес. Дышла прицепов-роспусков оканчиваются петлей и соединяются с автомобилем-тягачом при помощи крюка. В передней части полуприцепа-роспуска имеется шкворень и соединения его с седлом автомобиля-тягача. Величина нагрузки на прицеп или полуприцеп-роспуск (при данной массе груза) изменяется в зависимости от длины дышла и величины свесов груза с коников. Конструкции коников прицепа-роспуска и тягового автомобиля-тягача одинаковы. Они состоят из поперечной поворотной балки и вертикальных откидывающихся стоек.

Автопоезда, состоящие из прицепного автомобиля-тягача с крюком и прицепа-роспуска, имеют ту особенность, что при транспортировании перевозимый груз перемещается по коникам при поворотах и отклонениях автомобиля-тягача и прицепа в вертикальной плоскости. Это происходит потому, что центры перемещения соответственно груза и прицепа-роспуска находятся в различных точках (ось переднего коника, являющаяся точкой отклонения груза, находится впереди сцепного устройства, вокруг которого перемещается прицеп).

Чтобы исключить перемещение груза вперед и повреждение кабины водителя, на верхней грани коника автомобиля устанавливают "гребенку" или "нож" (при перевозке леса). Груз в этом случае перемещается только назад по гладкой грани балки (или по роликам) коника прицепа. Коники у таких автопоездов поворотные. В некоторых случаях с этой целью применяется "скользкий" сцепной прибор (крюк перемещается относительно рамы автомобиля). При этом оба коника соединяются с грузом жестко.

Одним из радикальных способов устранения перемещения длинномерных грузов на поворотах по опорным балкам коников является совпадение точки

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		Лис
23.05.01.2018.552.ПЗ						

соединении прицепа-роспуска с автомобилем-тягачом и точки поворота коника автомобиля-тягача.

Автомобиль-тягач может соединяться с прицепом-роспуском и без обычного крюка и дышла. При этом тяговое усилие между автомобилем-тягачом и прицепом-роспуском передается при помощи длинномерного груза, закрепленного в кониках автомобиля-тягача и прицепа-роспуска.

При перевозке грузов большой длины иногда применяют управляемые прицепы-роспуски, оборудованные рулевым приводом. В этом случае на прицепе находится рулевой, который управляет роспуском независимо от водителя. Именно по этой причине, тема дипломного проекта имеет большую актуальность в развитии автомобильной промышленности. Управление прицепами-роспусками может быть и автоматическим (крестообразная сцепка и рулевой рычажный или гидравлический привод, действующий при отклонении дышла от оси прицепа). Управляемые прицепы-роспуски используют также в случаях, когда автопоезд состоит из седельного автомобиля-тягача, полуприцепа с коником и управляемого прицепа-роспуска. Такое использование автопоездов при вывозке леса позволяет значительно сократить простоя автомобиля-тягача в пунктах погрузки и разгрузки.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

На сегодняшний день на поток производства многих заводов-изготовителей, поставлены прицепы-роспуски.

1.1 Прицеп-роспуск производителя ООО «УралСпецТранс» (г. Миасс)

Урал 55571 / код модели 4723 6x6, Урал 55571-40, ТПВ УСТ5453 + роспуск УСТ94651, 20 тн, до 36 м, 230 л.с., Трубоплетевозный автопоезд, Тягач УСТ 5453 на шасси, г/п 12 тн + прицеп-роспуск УСТ 94651. Трубоплетевозный автопоезд в составе тягача УСТ 54538 и прицепа-роспуска 94651D производства компании ООО "УралСпецТранс".

Автомобиль производителя предназначен для перевозки длинномерных грузов на поворотных кониках грузовика и неповоротных кониках прицепа-роспуска. В транспортном положении прицеп-роспуск может транспортироваться на грузовой площадке тягача-трубоплетевоза. Автопоезд комплектуется набором тяговых тросов для связи автомобиля-тягача и прицепа-роспуска. Коники тягача и прицепа-роспуска оборудованы передвижными стойками-упорами и увязочными механизмами, обеспечивающими надежное крепление грузов. Для исключения продольного перемещения перевозимых грузов имеются стопорные устройства. Обрезиненные коники для труб трубовоза и роспуска трубовоза предотвращают повреждение покрытия перевозимых труб.

Код модели: 4723

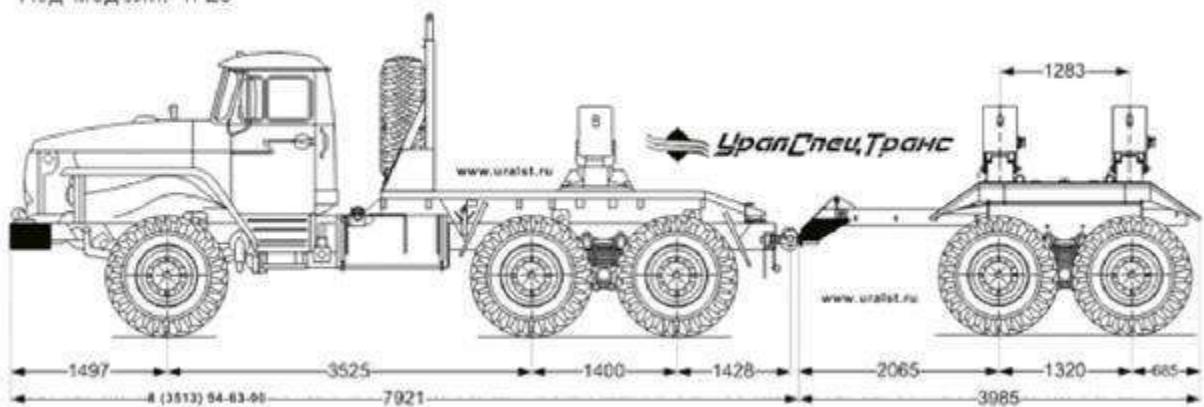


Рисунок 1.1 ТПВ УСТ5453 + роспуск УСТ94651 Урал

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

1.2 ООО ХК «Уралспецмаш» (УЗСТ) г.Миасс

Урал 43204 + прицеп-роспуск 9013 с ГМ Атлант 90 6х6, 230 л.с., 15 тн, защитное ограждение, поворотный коник, Атлант-90: 90 КНм, 7,8 м. Лесовозный автопоезд в составе тячага Урал 43204с гидроманипулятором Атлант-90 и прицепа-роспуска 9013 применяется для транспортировки лесоматериалов до 27 метров. Автопоезд укомплектован защитным ограждением, поворотным коником и гидроманипулятором, благодаря которому погрузка может осуществляться без привлечения дополнительной техники. Повышенную проходимость в условиях бездорожья обеспечивают односкатная ошиновка и большой дорожный просвет как автомобиля, так и прицепа.

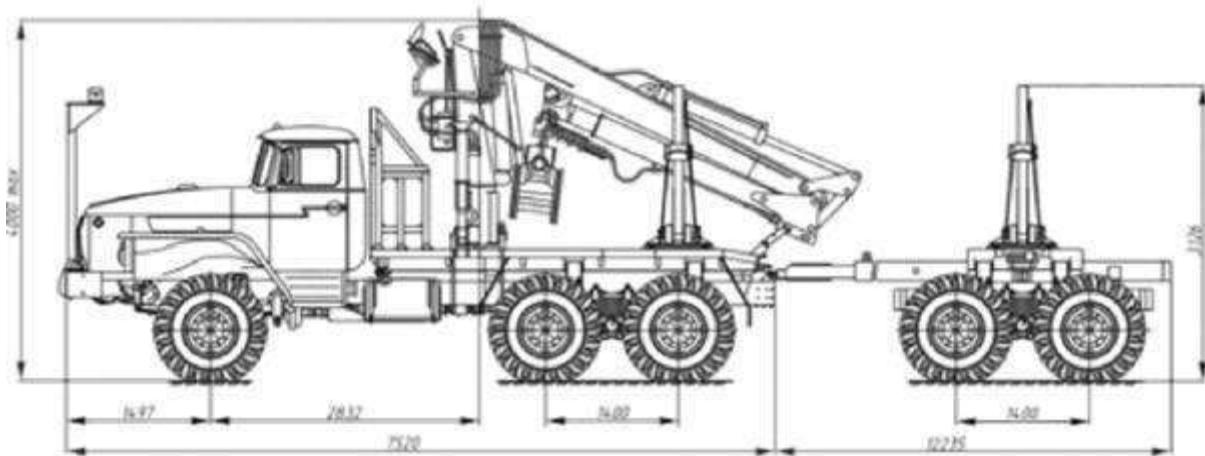


Рисунок 1.2 Урал 43204 + прицеп-роспуск 9013 с ГМ Атлант 90

1.3 ООО «РосАвтоХолдинг» г.Самара

КамАЗ-43118-15 с прицепом роспуском. Трубоплетевоз КАМАЗ состоит из трубоплетевозного тягача на шасси КамАЗ-43118 и трубоплетевозного прицепа-роспуска, соединенным тяговым канатом, пневматическими рукавами и кабелем, предназначенными для питания тормозной системы и внешних световых приборов прицепа - роспуска. Трубоплетевозный автопоезд предназначен для перевозки труб диаметром от 530 мм до 1420 мм, длиной 12 м, по всем видам дорог, а также плетей (секций труб) того же диаметра длиной до 36 м вне дорог общей сети, вдоль трассы строительства трубопровода.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

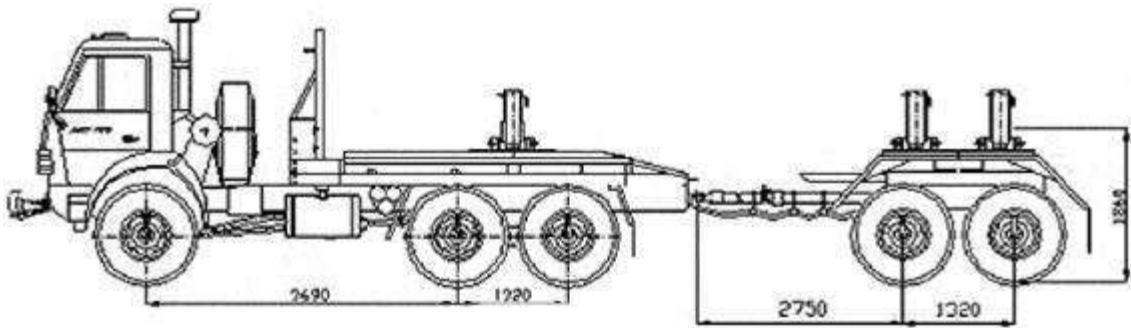


Рисунок 1.3 КамАЗ-43118-15 с прицепом роспуском

1.4 Механизированный привод управления роспуском.

Проанализировав конструкции прицепов-роспусков данных производителей, пришёл к выводу, что данные конструкции не совершенны, ввиду отсутствия механизированных приводов управления роспуском. Так же есть ряд проблем связанных с низкой управляемостью прицепов-роспусков на поворотах и при объездах препятствия. Поэтому в своём дипломном проекте в качестве проектируемого автомобиля выбрал а/м Урал 43204 с прицепом-роспуском, на котором будет установлен механизированный привод управления мостом от управляемых мостов грузового автомобиля «Тонар-652803».

Система управления поворотом колес прицепа-роспуска предназначена для управления поворотом колес, с целью уменьшения радиуса поворота роспуска. Она состоит из гидравлической системы управления и двух силовых гидроцилиндров поворота. Управление поворотом колес при маневрировании обеспечивается с выносного пульта управления, который через ролик с помощью рычага перемещает шток задающего гидроцилиндра. Этот шток вытесняет определенный объем рабочей жидкости, которая через трубопроводы перемещает на соответствующую величину шток исполняющего гидроцилиндра.

Исполняющий гидроцилиндр перемещает шток золотника, который, направляя поток жидкости от гидронасоса к гидроцилиндрам поворота, приводит их в действие. Усилие гидроцилиндров поворота через систему тяг и рулевых трапеций передается на колеса роспуска, в результате чего они поворачиваются. При этом также поворачивается рычаг и, перемещая корпус золотника относительно штока, приводит золотник в исходное положение; поворот колес прекращается.

Для контроля положения колес роспуска и ликвидации рассогласования (несоответствия положения колес прицепа положению тягача) в результате возможного подтекания рабочей жидкости или перетечек в гидравлической

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		Лис
23.05.01.2018.552.ПЗ						

системе управления ТС оборудовано системой сигнализации со специальным пультом, расположенным в кабине водителя. После окончания маневрирования автопоездом совмещаются продольные оси тягача и прицепа, а затем нажатием кнопки пульта водитель возвращает колеса прицепа в среднее положение.

Для визуального контроля положения колес прицепа в зоне правого колеса на кронштейне имеются метки. В среднем положении колес метки расположены одна против другой. Смещение меток свидетельствует о повернутом положении колес.

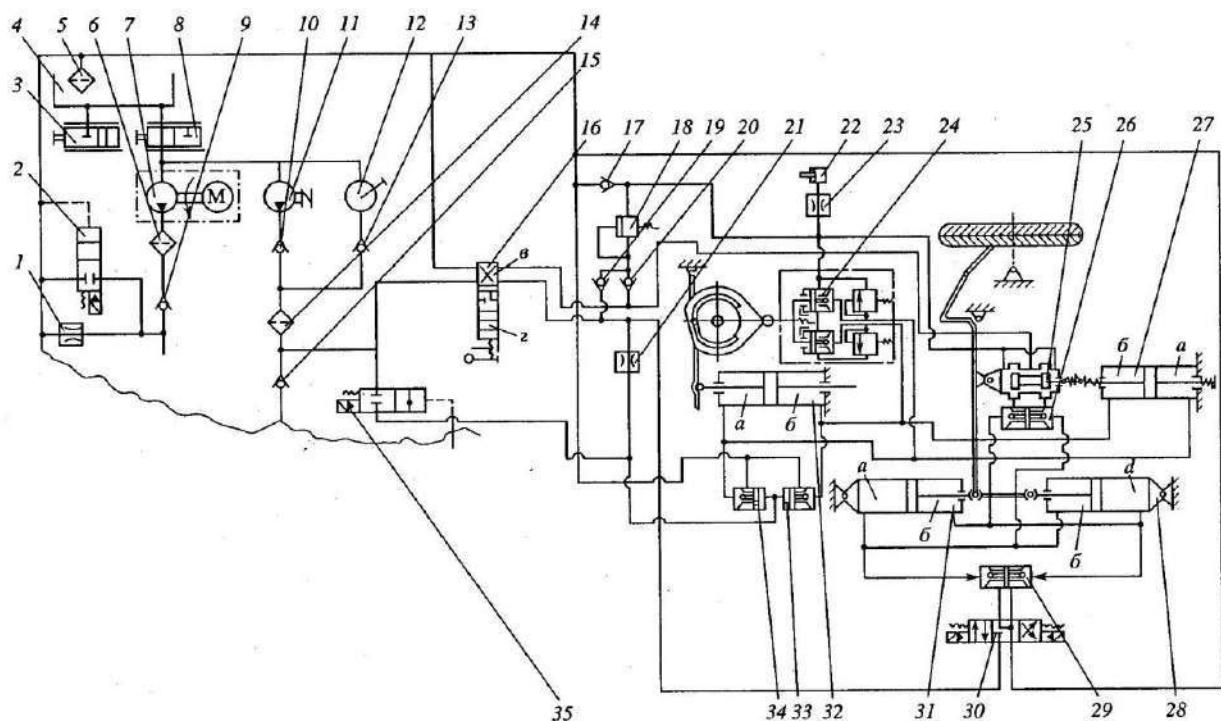


Рис. 1.4. Гидравлическая схема системы управления поворотом прицепа-роспуска.

Гидравлическая система (рис. 1.4) состоит из системы питания (включая краны 3 и 8), управляющих и исполнительных органов, трубопроводов и присоединительной арматуры. Для обеспечения поворота колес полуприцепа во время движения и маневров, при подъезде, предназначен поршневой нерегулируемый насос 11 – с приводом от двигателя тягача. Этот насос включен в гидросистему таким образом, что может, помимо основного назначения, обеспечить выполнение операций при выходе из строя насосной станции, имеющей привод от электродвигателя М, состоящей из насоса 7, дросселя 1 и электромагнитного крана 2.

Гидросистема также имеет ручной гидронасос 12, предназначенный для подачи рабочей жидкости под давлением в гидросистему в случае, если не работают основные насосы.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

В качестве управляющих органов используются гидравлические краны 2, 35 с электромагнитным управлением, дроссели 1, 21, гидрозамки, предохранительные клапаны, золотник 25, подпиточное устройство 24, задающий 32 и исполняющие гидроцилиндры.

Управление гидросистемой производится с пульта управления гидросистемой, а также может осуществляться вручную с помощью кнопок рычагов ручного управления, расположенных на гидравлических сливном кране 3 и кране 8 отсоединения бака от гидросистемы.

В качестве исполнительных органов для поворота колес распуска применяются гидроцилиндры поворота 28 и 31 двустороннего действия, аналогичные по конструкции и принципу работы. В качестве элементов соединений в гидросистеме используются стальные трубопроводы, гибкие рукава и присоединительная арматура.

Система питания обеспечивает размещение, очистку рабочей жидкости и подачу ее ко всем органам гидросистемы прицепа.

Система питания состоит из бака 4 вместимостью 50 л, фильтров 5, 6, 14, насосов 11, 7 с приводом от электродвигателя, ручного гидронасоса 12 и обратных клапанов 9, 10, 13, 15, 19, 20. Для контроля за давлением рабочей жидкости в гидросистеме имеется манометр.

Для исключения выливания жидкости при расстыковке всасывающей магистрали гидросистемы тягача и прицепа-распуска предназначен клапан разъема, а для расстыковки нагнетающей магистрали служит обратный клапан. Оба клапана расположены в передней части прицепа-распуска.

Гидравлический фильтр 5 сливного типа, расположенный в верхней части бака, предназначен для тонкой очистки рабочей жидкости, поступающей из гидросистемы в бак. Гидравлические фильтры 6 и 14 отстойного типа с перепускным клапаном предназначены для тонкой очистки рабочей жидкости, поступающей от гидронасосов в гидросистему.

Гидравлический кран 30 с электромагнитным управлением и дублированным ручным управлением предназначен для изменения направления потока рабочей жидкости, подводимой к гидроцилиндрам 28 и 31 поворота колес при маневрировании автопоезда. Гидравлический кран 16 ручного управления предназначен для изменения направления потока рабочей жидкости от насоса 11 при использовании этого насоса в работе гидросистемы при управлении ею с пульта управления.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис	23.05.01.2018.552.ПЗ

В гидросистеме применено два электромагнитных крана: кран 2 предназначен для разгрузки насоса, а кран 35 служит для перекрытия потока рабочей жидкости, поступившей в управляющие полости гидрозамков 33 и 34 системы поворота колес при установке колес в среднее положение. Подпорный клапан 17 предназначен для поддержания давления (подпора) в гидросистеме механизма поворота не ниже 0,2 МПа.

Внутреннее перетекание жидкости через клапан исключается посадкой клапана на острую кромку седла корпуса. Распределительные краны 26 и 29 являются двусторонними гидрозамками и предназначены для запирания рабочей жидкости в обеих полостях гидроцилиндров 28 и 31 механизма поворота колес в любом положении поршня. Сдвоенное реле давления 22 предназначено для замыкания электрической цепи при снижении давления ниже 0,2 МПа в гидросистеме механизма поворота.

Пластинчатый демпфер 23 служит для устранения колебаний стрелки манометра и предохранения реле давления. Задающий гидроцилиндр 32 двустороннего действия приводит в действие исполняющий гидроцилиндр 27 двустороннего действия путем вытеснения рабочей жидкости из своих полостей в полости исполняющего цилиндра 27, который управляет золотником. Золотник 25 служит для направления потока рабочей жидкости, поступающей от насоса 11 к соответствующим полостям гидроцилиндров 28 и 31 поворота колес при повороте автопоезда или поступающей в бак при движении автопоезда по прямой. Подпиточное устройство 24 предназначено для пополнения полостей задающего 32 и исполняющего 27 гидроцилиндров рабочей жидкостью под давлением и для сообщения их между собой и сливной магистралью во время движения автопоезда по прямой, а также для разобщения этих полостей во время поворота автопоезда.

Гидравлические односторонние замки 33 и 34 (см. рис. 1.4) служат для запирания жидкости в полостях задающего и исполнительного гидроцилиндров и отпирания при подаче рабочей жидкости

давлением в управляющие полости гидрозамков. Предохранительный клапан 18 служит для ограничения давления жидкости в гидросистеме поворота колес при его повышении сверх допустимой нормы. Дроссели в гидросистеме служат для регулирования или ограничения расхода потока жидкости, подаваемой к исполнительным органам. Дроссель представляет собой местное сопротивление (уменьшение проходного сечения) и устанавливается на пути потока рабочей жидкости. В гидросистеме используется два вида дросселей: двусторонний,

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

создающий сопротивление прямому и обратному потокам рабочей жидкости, и односторонний, создающий сопротивление потоку в одном направлении.

При движении автопоезда по прямой, золотник находится в нейтральном положении, и поток жидкости через щели между золотником и корпусом золотника, подпорный клапан 17 и фильтр 5 поступает в бак 4. Насос работает без нагрузки.

Работа гидросистемы при движении агрегата в режиме ручного управления осуществляется следующим образом. При работе гидросистемы от насоса тягача кран 16 установлен в положение «Ручной поворот» (см. рис. 1.4). При повороте колес полуприцепа вправо подается напряжение на кран 30 (правое положение). Рабочая жидкость от насоса 11 через обратный клапан 10, фильтр 14, кран 16, дроссель 21 поступает в управляющие полости гидрозамков 33 и 34, открывая их и сообщая обе полости задающего гидроцилиндра 32 между собой и магистралью слива, затем через кран 30 (правое положение) и распределительный кран 29 поступает в полость б гидроцилиндра 31 и в полость а гидроцилиндра 28, перемещая поршни со штоками, поворачивая колеса. Из полости а гидроцилиндра 31 и полости б гидроцилиндра 28 рабочая жидкость вытесняется в бак 4 через распределительный кран 29, кран 30 (правое положение) и фильтр 5. При повороте колес полуприцепа влево напряжение подается на кран 30 (левое положение). Рабочая жидкость от насоса 11 через обратный клапан 10, фильтр 14, кран 16 (положение г), дроссель 21 поступает в управляющие полости гидрозамков 33 и 34, открывая их и сообщая обе полости задающего гидроцилиндра 32 между собой и магистралью слива, затем через кран 30 (левое положение) и распределительный кран 29 поступает в полость а гидроцилиндра 31 и полость б гидроцилиндра 28, перемещая поршни со штоками и совершая поворот колес. Из полости б гидроцилиндра 31 и полости а гидроцилиндра 28 рабочая жидкость вытесняется в бак 4 через распределительный кран 29, кран 30 (левое положение) и фильтр 5.

Работа данной гидросистемы во многом подобна работе гидросистем управлений поворотом колес многих грузовиков, что облегчает её обслуживание и ремонт.

Применение систем управления в конструкциях прицепов-роспусков позволяет существенно улучшить маневренные свойства автопоездов, а также упростить и обезопасить их эксплуатацию, снизить материальные затраты.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Выбор той или иной системы управления на прицепе-роспуске обуславливается его типом, назначением, осевыми нагрузками, конструктивными особенностями, спецификой условий эксплуатации и другими факторами.

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ОДИН

Рассмотрев данные конструкции прицепов-роспусков, пришли к выводу, что данные конструкции не совершенны, ввиду отсутствия механизированных приводов управления роспуском. Так же есть ряд проблем связанных с низкой управляемостью прицепов роспусков на поворотах и при объездах препятствия.

Поэтому в своем дипломном проекте в качестве проектируемого автомобиля выбираем а/м Урал 55571 с прицепом-роспуском, на котором будет установлен механизированный привод управления мостом.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

2. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Исходные данные для расчета.

- полная масса автомобиля $m_a=20070$ кг
- масса на ведущие колёса автомобиля $m_\varphi=20070$ кг
- коэффициент сопротивления качению $f=0,014$
- максимальная скорость автомобиля $v_{max}=82$ км/ч =22,8 м/с
- динамический радиус колеса $r_d=0,55$ м
- число цилиндрических и конических пар в потоке мощности $p=7$
- число карданных шарниров $l=6$
- коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x=0,7$
- плотность воздуха $\rho=1,25$ кг/м³
- ширина колеи автомобиля $B=2,044$ м
- высота автомобиля $H=3,95$ м
- коэффициент заполнения лобового сечения $K_l=0,65$
- максимальный коэффициент сопротивления движению $\psi_{max}=0,18$
- коэффициент сцепления колес с дорогой =0,8
- КПД обслуживающих систем, $\eta_{обсл\varphi}=0,91$.
- максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя $n_{max}=2300$ мин⁻¹
- минимальная частота вращения коленчатого вала $n_{min}=900$ мин⁻¹
- минимальный удельный расход топлива $q=190$ г/кВт/ч
- мощность двигателя (брутто) $N_e=210$ кВт

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

2.2 Определение мощности двигателя при максимальной скорости

Максимальная мощность двигателя определяется по формуле:

$$N_{e \max} = \frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot V_{a \max} + 0,5 \cdot \rho \cdot c_x \cdot F_a \cdot V_{a \max}^3}{\eta_{mp}}, \quad (2.1)$$

где $N_{e \max}$ – максимальная мощность двигателя, кВт;

ψ – коэффициент сопротивления движению;

m_a – полная масса автомобиля, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

c_x – коэффициент аэродинамического сопротивления;

F_a – площадь лобового сечения автомобиля, м²;

$V_{a \max}$ – максимальная скорость автомобиля, м/с;

η_{mp} – КПД трансмиссии.

КПД трансмиссии определяется по формуле:

$$\eta_{mp} = 0,98^p \cdot 0,996^l, \quad (2.2)$$

где p – количество полных зубчатых пар зацеплений в потоке мощности,

l – число карданных шарниров,

$$\eta_{mp} = 0,98^7 \cdot 0,996^6 = 0,847$$

Для одиночного автомобиля

$$N_{e \max} = \frac{0,014 \cdot 20070 \cdot 9,81 \cdot 22,8 + 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,5 \cdot 4,037 \cdot 22,8^3}{0,847} = 144,5 \text{ кВт.}$$

Мощность двигателя брутто определяется по формуле:

$$N_{e \max} (\text{брутто}) = \frac{N_{e \max}}{\eta_{обс}} \quad (2.3)$$

где $\eta_{обс}$ – КПД обслуживающих систем двигателя.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$N_{e\max}(\text{брутто}) = \frac{144,5}{1,12} = 174 \text{ кВт}$$

Площадь лобового сечения автомобиля определяется по формуле:

$$F_a = B \cdot H_a \cdot K_l, \quad (2.4)$$

где B – ширина колеи автомобиля, м;

H_a – высота автомобиля, м;

K_l – коэффициент заполнения лобового сечения.

$$F_a = 2,01 \cdot 3,09 \cdot 0,65 = 4,037 \text{ м}^2.$$

Рассчитанным значениям мощности соответствует двигатель ЯМЗ-53642 с мощностью 210 кВт. Имеем запас мощности для обеспечения максимальной скорости.

Компоновка данного двигателя – рядная шестерка, соответствует экологическому классу ЕВРО-4, благодаря рециркуляции отработавших газов. Конструкция двигателя, мощностные показатели и экологическая характеристика согласуются с капотной и безкапотной компоновкой автомобиля Урал и соответствует предъявляемым требованиям в полном объеме.

Таким образом, для проектируемого автомобиля базовым принимается двигатель ЯМЗ-53642

2.3 Определение удельной мощности двигателя

$$Ne_{уд} = \frac{Ne_{\max}}{m_a}, \text{ кВт} \quad (2.5)$$

где Ne_{\max} – максимальная мощность двигателя, кВт,

m_a - масса груженного автомобиля, т

$$Ne_{уд} = \frac{Ne_{\max}}{m_a} = \frac{210}{20,07} = 10,46 \text{ кВт/т}$$

2.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Влияние двигателя на динамику автомобиля определяется его скоростной характеристикой.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

Внешняя скоростная характеристика – это зависимость эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала при полной подаче топлива в установившемся режиме работы двигателя. Этую характеристику определяют экспериментально на тормозном стенде.

В случае отсутствия экспериментальных данных используют эмпирические зависимости, позволяющие по известным координатам одной точки воспроизвести всю кривую мощности. Кривую эффективной мощности $N_e=f(n_e)$ строится по эмпирической формуле:

$$N_e = N_{e \max} \left(A_1 \frac{n_e}{n_{e \max}} + A_2 \frac{n_e^2}{n_{e \max}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e \max}^3} \right), \quad (2.6)$$

где N_e – текущее значение мощности двигателя, кВт;

$N_{e \max}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

n_e – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

$n_{e \ max}$ – частота вращения коленчатого вала двигателя при номинальной мощности, об/мин;

$A_1=0,5$; $A_2=1,5$ – коэффициенты, в зависимости от типа двигателя (дизель с непосредственным впрыском).

Кривую крутящего момента $M_e=f(n_e)$ строится по формуле:

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.7)$$

где M_e – текущее значение крутящего момента двигателя, Н·м;

N_e – мощность двигателя, кВт;

n_e – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Значения мощности и крутящего момента для диапазона частот коленчатого вала 900...2300 об/мин сведены в таблицу 2.1

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

Таблица 2.1 Внешняя скоростная характеристика расчетная

Частота вращения коленчатого вала n , мин ⁻¹	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
Мощность, N , кВт	76	87,9	110,7	133,2	154,8	174,4	191,4	204,8	210
Крутящий момент M_k , Н.м	814	840	881	909	924	926	914	889	872

Таблица 2.2 Внешняя скоростная характеристика типовая (по данным завода изготовителя с учетом кпд обслуживающих систем)

Частота вращения коленчатого вала n , мин ⁻¹	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
Мощность, N , кВт	82	96	127	153	173	182	188	190	191
Крутящий момент M_k , Н.м	791	830	923	949	939	879	819	751	722

2.5 Определение передаточных чисел

Передаточное число высшей передачи определяется из условия достижения максимальной скорости.

Передаточное число главной передачи определяется по формуле:

$$i_O = 0,105 \cdot \frac{r_d \cdot n_{e\max}}{i_k \cdot i_{PK}^e \cdot V_{a\max}}, \quad (2.8)$$

где $V_{a\max}$ – максимальная скорость автомобиля, м/с;

r_d – динамический радиус колеса, м;

i_k – передаточное число 5-ой передачи коробки передач;

n_{max} – максимальная частота вращения коленчатого вала;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		Лис
						23.05.01.2018.552.ПЗ

i_0 – передаточное число главной передачи.

$$i_0 = 0,105 \cdot \frac{2000}{21,2 \cdot 0,55} = 5,5$$

Для высшей передачи в раздаточной коробке ($i_{pk} = 1,21$) и передаточном числе главной передачи $i_{gp} = 6,77$

$$i_B = \frac{i_B}{i_{pk} \cdot i_{gp}} = \frac{5,5}{1,21 \cdot 6,77} = 0,67$$

Передаточное число низшей передачи определяется по условиям:

а) из условия сцепления колес с дорогой

$$i_{h1} = \frac{m_a \cdot g \cdot \varphi \cdot r_d}{M_{e max} \cdot n_{tp}}, \quad (2.9)$$

б) из условия преодоления максимального дорожного сопротивления

$$i_{h2} = \frac{m_a \cdot g \cdot \varphi_{max} \cdot r_d}{M_{e max} \cdot n_{tp}}, \quad (2.10)$$

в) из условия минимальной скорости движения

$$i_{h3} = \frac{m_a \cdot g \cdot \varphi_{max} \cdot r_d}{M_{e max} \cdot n_{tp}},$$

где m_a - масса, приходящаяся на ведущие колеса, кг,

φ - коэффициент сцепления для определения угла подъема,

r_d - динамический радиус колеса, м,

$M_{e max}$ - максимальный крутящий момент, Н·м,

η_{tp} - КПД трансмиссии,

m_a - полная масса автомобиля, кг,

Ψ_{max} - максимальный коэффициент дорожного сопротивления,

$V_{a min}$ - минимальная скорость двигателя автомобиля, м/с.

Подставим в наши выражения:

a) $i_{i1} = \frac{20070 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \cdot 0,55}{949 \cdot 0,847} = 107,66$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$\delta) i_{i2} = \frac{20070 \cdot 9,8 \cdot 0,18 \cdot 0,55}{949 \cdot 0,847} = 24,22$$

$$\varepsilon) i_{i3} = \frac{900}{0,8} 0,55 \cdot 0,105 = 59,06$$

Определим передаточное число на низшей передаче

$$i_h = \frac{i_{h1}}{i_{pk} \cdot i_{gp}} \quad (2.11)$$

где i_{h1} - передаточное число низшей передачи из условия сцепления колес с дорогой,

i_{pk} - передаточное число раздаточной коробки.

$$i_i = \frac{107,66}{1,21 \cdot 6,77} = 13,14$$

Определим диапазон передаточных чисел

$$D = i_1 = \frac{i_h}{i_b} \quad (2.12)$$

Исходя из условий обеспечения максимальной скорости и отсутствия буксования выбираем КП ЯМЗ 0905 с передаточными числами

$$i_1 = 5,22; i_2 = 2,90; i_3 = 1,52; i_4 = 1,00; i_5 = 0,664; i_{3.x.} = 5,22$$

2.6 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колёсах автомобиля от скорости движения на различных передачах $P_k=f(u_a)$.

Силу тяги для каждой частоты вращения коленчатого вала определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{tp} \cdot \eta_{tp}}{r_k} \quad (2.13)$$

где P_k – сила тяги на колёсах автомобиля, H ;

η_{tp} – КПД трансмиссии;

i_{tp} – передаточное число трансмиссии;

r_k – радиус качения колеса;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

$$i_{mp} = i_{kn} \times i_{gl} \times i_{pk}, \quad (2.14)$$

где i_{kn} – передаточное число коробки передач;

i_{gl} -передаточное число главной передачи;

i_{pk} - передаточное число раздаточной коробки

Таблица 2.3 Передаточные числа трансмиссии

	- передаточное число трансмиссии
42,761	- на высшей 1 передаче
23,756	- на высшей 2 передаче
12,451	- на высшей 3 передаче
8,192	- на высшей 4 передаче
5,439	- на высшей 5 передаче
75,980	- на низшей 1 передаче
42,211	- на низшей 2 передаче
22,124	- на низшей 3 передаче
14,556	- на низшей 4 передаче
9,665	- на низшей 5 передаче

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{tp}} \quad (2.15)$$

Минимальная скорость автомобиля :

$$v_a = 0,105 \frac{900 \cdot 0,55}{75,98} = 0,68 \text{ м/с}$$

Максимальная скорость автомобиля:

$$v_a = 0,105 \frac{2300 \cdot 0,55}{5,439} = 22,8 \text{ м/с}$$

Результаты расчета приведены в виде графиков тяговой характеристики на рисунке 2.1

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

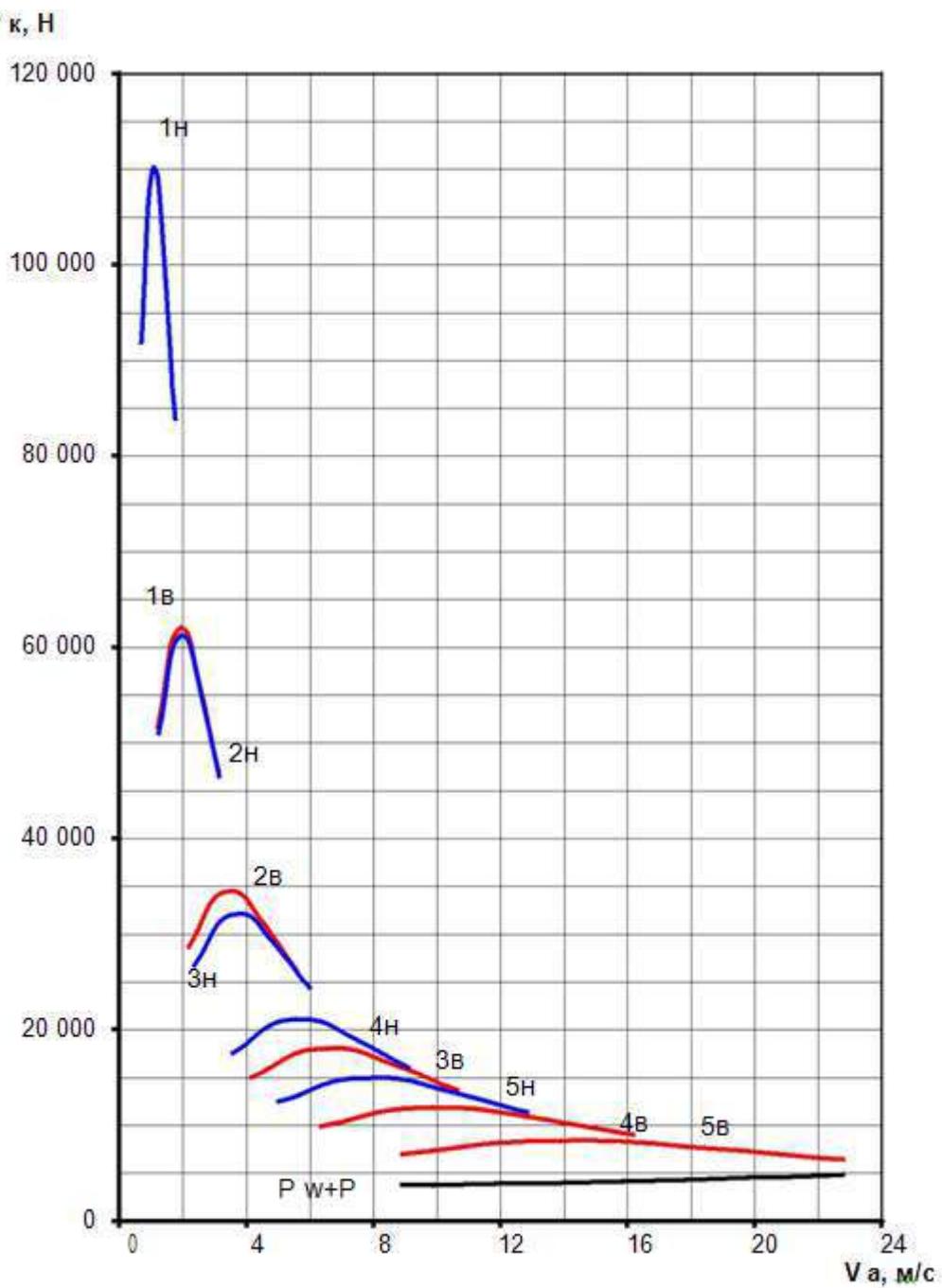


Рисунок 2.1 Тяговая характеристика

2.7 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет следующий вид:

$$N_k = N_f + N_a + N_w + N_j, \quad (2.16)$$

где N_k – мощность, приложенная к колёсам со стороны трансмиссии, Bm ;

N_f – мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению, Bm ;

N_a – мощность затрачиваемая на преодоление подъёма, Bm ;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

N_w – мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, Bm ;

N_j – мощность затрачиваемая на преодоление сил инерции, Bm .

$$P_{kaa} \cdot V = m \cdot f \cdot g \cdot V_a \cdot \cos\alpha + m_a \cdot g \cdot V_a \cdot \sin\alpha + 0,5Cx \cdot \rho \cdot F_{aa} \cdot V^3 + m_a \cdot \delta_j \cdot V_a \frac{dV_a}{dt} \quad (2.17)$$

Рассмотрим случай равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъёма, когда мощность, приложенная к колёсам (N_k) расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха ($N_f + N_w$).

$$N_k = P_k \times V_a, \quad (2.18)$$

где V_a – скорость движения автомобиля, м/с.

Мощность приложенная к колёсам со стороны трансмиссии на первой передаче к.п и низшей передаче р.к:

$$N_k = 83862,9 \times 0,7 = 146,2 kBm,$$

Мощность приложенная к колёсам со стороны трансмиссии на пятой передаче и высшей передаче р.к

$$N_k = 6419,5 \times 22,8 = 146,2 kBm,$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению:

$$N_f = m_a \times f \times g \times V_a, \quad (2.19)$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению на первой передаче и низшей передаче р.к:

$$N_f = 20070 \times 0,018 \times 9,8 \times 0,7 = 2,5 kBm,$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению на пятой передаче к.п и высшей передаче р.к:

$$N_f = 20070 \times 0,018 \times 9,8 \times 22,8 = 80,7 kBm,$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха:

$$N_w = \beta_x \cdot Cx \cdot \rho \cdot F_a \cdot V^3 \quad (2.20)$$

где F_a – площадь лобового сечения автомобиля, м²;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

$$F_a = 4,957 \text{ м}^2 ;$$

β_w – коэффициент обычно 0,4...0,5

$C_x = 0,8$ -коэффициент обтекаемости

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха на первой передаче:

$$N_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 0,7^3 = 1,08 \text{ кВт}$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха на пятой передаче передаче:

$$N_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 22,8^3 = 29376,1 \text{ Вт} = 29,4 \text{ кВт}$$

График мощностного баланса представлен на рисунке 2.2.

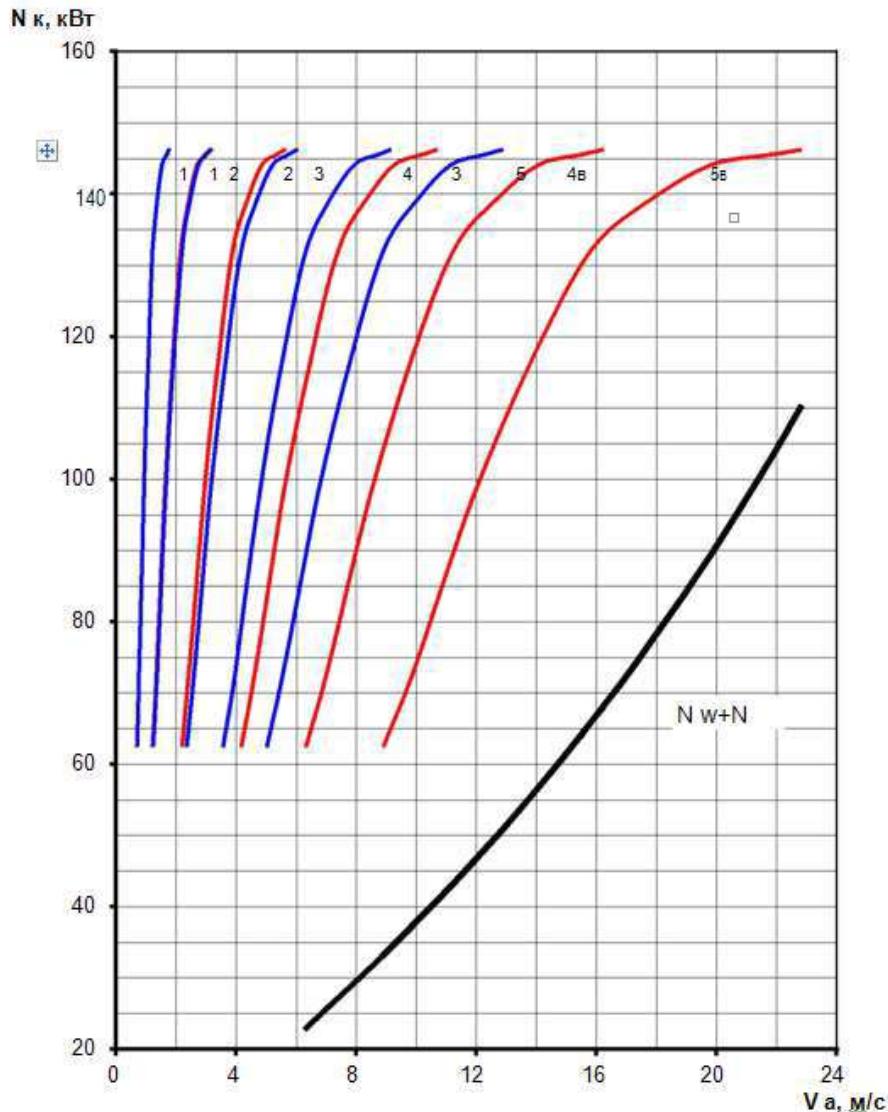


Рисунок 2.2 Мощностная характеристика

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

2.8 Динамическая характеристика автомобиля

Динамической характеристикой называют график зависимости динамического фактора D автомобиля с полной нагрузкой от скорости движения на различных передачах. Динамическим фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги на колёсах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (2.21)$$

где D – динамический фактор автомобиля;

P_w – сила сопротивления воздуха, H ;

m_a – полная масса автопоезда.

$$P_w = 0,5 \cdot Cx \cdot \rho \cdot F_{aa} V^2 \quad (2.22)$$

Сила сопротивления воздуха на первой передаче к.п и низшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 1,7^2 = 7,16H,$$

Сила сопротивления воздуха на первой передаче к.п и высшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 3,1^2 = 23,8H,$$

Сила сопротивления воздуха на пятой передаче к.п и высшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 22,8^2 = 1288,4H.$$

Сила сопротивления воздуха на пятой передаче к.п и низшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 12,8^2 = 406,07H.$$

Динамический фактор автомобиля на первой передаче к.п и низшей передаче р.к.:

$$D = \frac{83862 - 7,5}{20070 \cdot 9,8} = 0,297$$

Динамический фактор автомобиля на первой передаче к.п и высшей передаче р.к.:

$$D = \frac{47197 - 23,8}{20070 \cdot 9,8} = 0,167$$

Динамический фактор автомобиля на пятой передаче к.п. и низшей передаче р.к.:

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$D = \frac{11406,6 - 407,2}{20070 \cdot 9,8} = 0,039$$

Динамический фактор автомобиля на пятой передаче к.п. и высшей передаче р.к.:

$$D = \frac{6419,3 - 1285,7}{20070 \cdot 9,8} = 0,018$$

График динамической характеристики представлен на рисунке 2.3

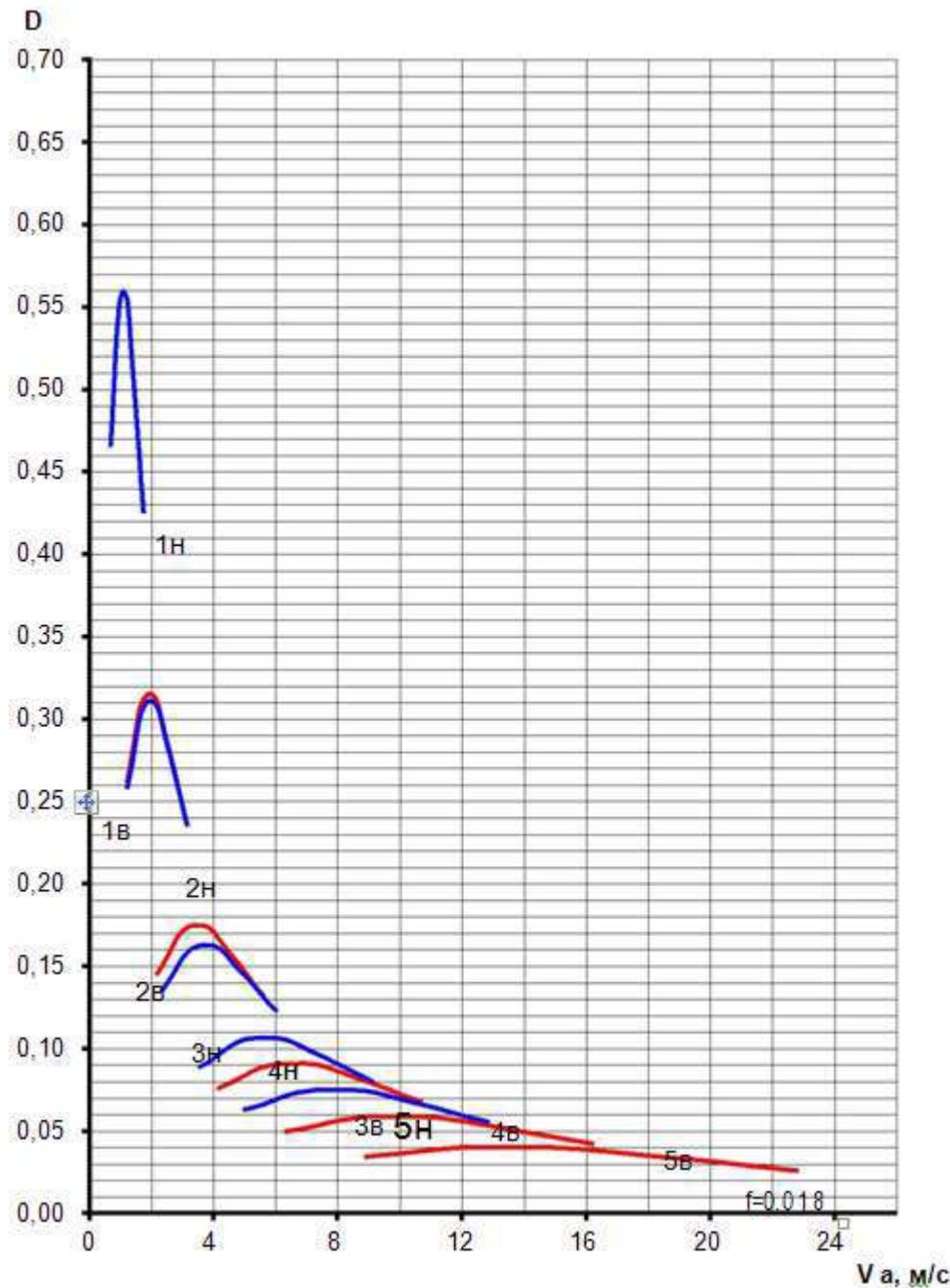


Рисунок 2.3 Динамический фактор

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

2.9 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах определяем по формуле:

$$j = \frac{D-f}{\delta_j} \cdot g \quad (2.23)$$

Где j – ускорение автомобиля;

δ_j – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{kn}^2 \cdot i_{pk}$$

,

$$(2.24)$$

Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на первой передаче и высшей передаче р.к:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 5,22^2 \cdot 1,21 = 2,359$$

Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на первой передаче и низшей передаче р.к

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 5,22^2 \cdot 2,15 = 3,383$$

Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на пятой передаче и высшей передаче р.к:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 0,664^2 \cdot 1,21 = 1,061$$

j Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на пятой передаче и низшей передаче р.к:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 0,664^2 \cdot 2,15 = 1,078$$

Ускорение автомобиля на первой передаче и низшей передаче р.к:

$$j = \frac{0,297 - 0,018}{3,38} \cdot 9,8 = 1,28 \text{ м/с}^2$$

Ускорение автомобиля на первой передаче и высшей передаче р.к:

$$j = \frac{0,167 - 0,018}{2,359} \cdot 9,8 = 0,686 \text{ м/с}^2$$

Ускорение автомобиля на пятой передаче и высшей передаче р.к:

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

$$j = \frac{0,019 - 0,018}{1,061} \cdot 9,8 = 0,014 \text{ м/с}^2$$

Ускорение автомобиля на пятой передаче и низшей передаче р.к:

$$j = \frac{0,039 - 0,018}{1,078} \cdot 9,8 = 0,194 \text{ м/с}^2$$

График ускорения автомобиля представлен на рисунке 2.4.

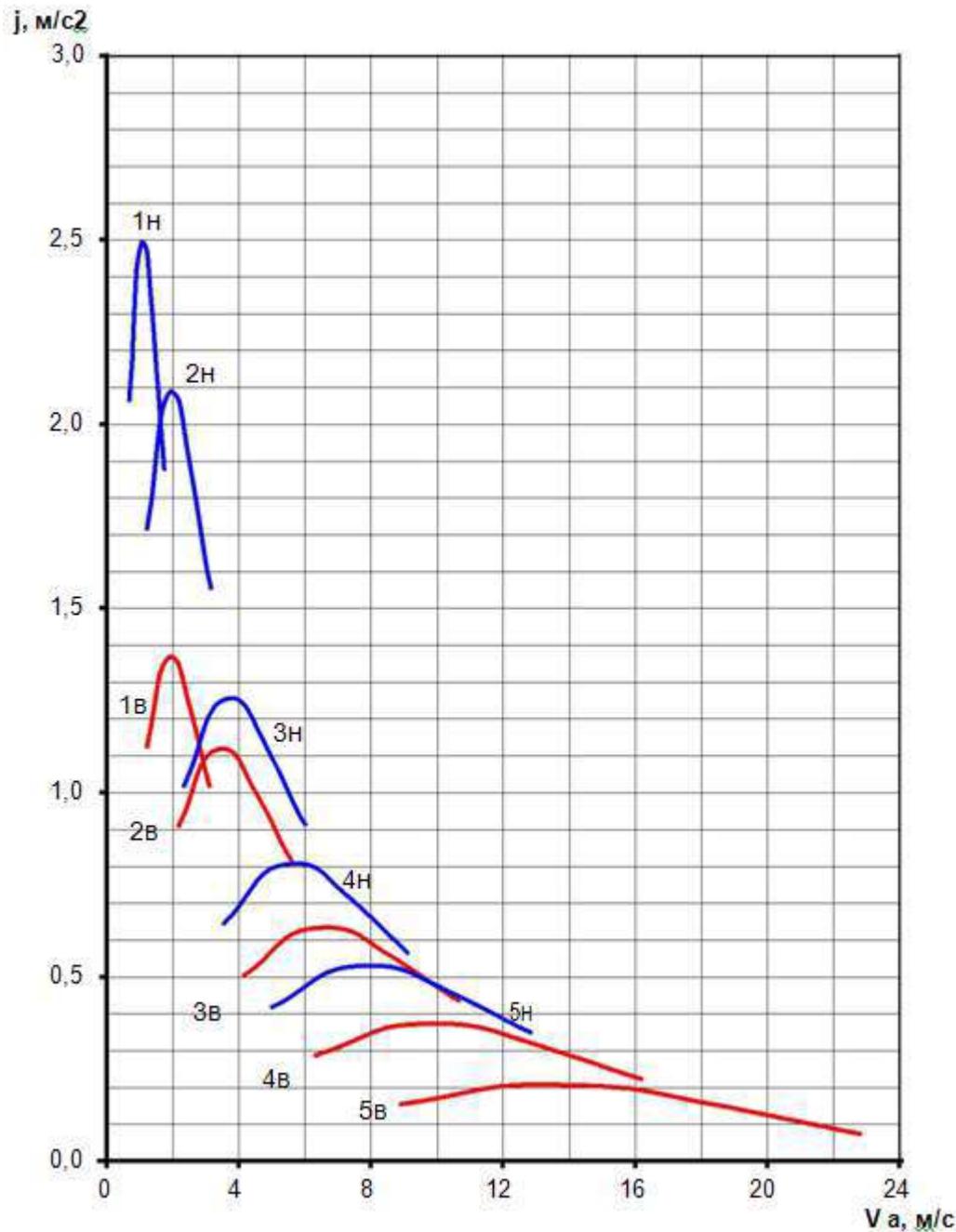


Рисунок 2.4 Ускорения автомобиля

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

2.10 Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона определяем графоаналитическим способом. Кривую ускорений разбиваем на ряд отрезков и считаем, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

$$j_{cp} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (2.25)$$

где j_{cp} – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей, m/c^2 ;

j_i и j_{i+1} – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скоростей, m/c^2 ;

i – номер рассматриваемого интервала.

При изменении скорости, например, от V_i до V_{i+1} среднее ускорение можно рассчитать также по формуле:

$$i_{cp} = \frac{v_{i+1}-v_i}{t_i} \quad (2.26)$$

где t_i – время разгона автомобиля в интервале скоростей от V_i до V_{i+1} , с.

Из формулы (х) находим время разгона в i -м интервале скоростей:

$$t_i = \frac{V_{i+1}-V_i}{J_{cp}} \quad (2.27)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как

$$t = \sum_{i=1}^n t_i \quad (2.28)$$

где t – время разгона автомобиля в интервале скоростей от V_{min} до V_{max} , с;

n – количество интервалов.

При расчёте пути разгона приближённо считаем, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью V_{cp} , которая определяется по формуле:

$$V_{cp} = 0,5(V_i + V_{i+1}), \quad (2.29)$$

где V_{cp} – средняя скорость в интервале от V_i до V_{i+1} , m/c .

Исходя из этого допущения, путь разгона в интервале скоростей от V_i до V_{i+1} можно определить как:

Иzm.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$S_i = V_{cp} \cdot t_i, \quad (2.30)$$

где S_i – путь, пройденный автомобилем за время $t_i, м.$

Тогда общий путь разгона автомобиля за время t определяется по формуле:

$$S = \sum_{n=1}^{i=1} S_i \quad (2.31)$$

где S – общий путь разгона, пройденный за время $t, м.$

При разгоне с места отсчёт ведём от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя.

По мере приближения скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Это означает, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной 0,9 - 0,95 V_{max} . Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на 5 - 10 % меньше максимальной.

Графики времени и пути разгона представлены на рисунке 2.5.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

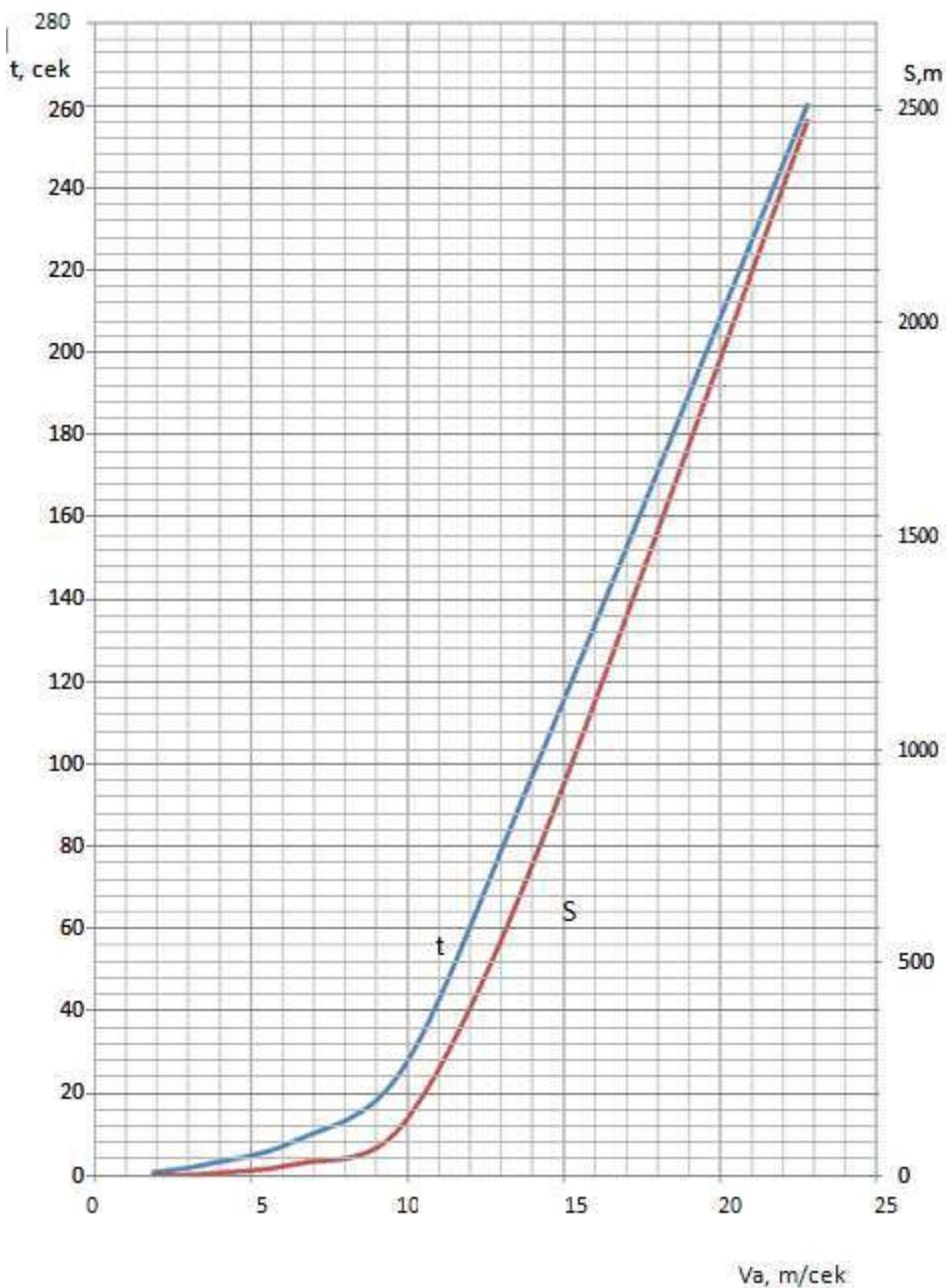


Рисунок 2.5 Время и путь разгона автомобиля

2.11 Угол подъёма автомобиля

Максимальный угол подъёма автомобиля по тяге определяем по формуле:

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{D_{max}-f}{\sqrt{1-D_{max}^2+f^2}} \quad (2.32)$$

где D_{max} – максимальный угол подъёма автомобиля по тяге, °.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{0,297 - 0,018\sqrt{1 - 0,297^2 + 0,018^2}}{1 + 0,018^2} = 21,9^\circ$$

Максимальный угол подъёма по сцеплению определяем по формуле:

$$\alpha_{max\varphi} = \arctg \left(\frac{m_\varphi}{m_a} \cdot \varphi - f \right) \quad (2.33)$$

где $\alpha_{max\varphi}$ – максимальный угол подъёма автомобиля по сцеплению, $^\circ$.

$$a_{max\varphi} = 28,3^\circ$$

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ДВА

Выполнив все необходимые расчеты, пришли к выводу, что двигатель ЯМЗ-53642 полностью соответствует требованиям эксплуатации. Компоновка данного двигателя также соответствует экологическому классу, благодаря рециркуляции отработавших газов.

Конструкция двигателя, мощностные показатели и экологическая характеристика наиболее подходящая, так как согласуются с капотной и безкапотной компоновкой автомобиля Урал.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте, в качестве проектируемого автомобиля, был выбран грузовик Урал-43204, с модернизируемым прицепом-роспуском. Прицеп-роспуск отличается от базового применением механизма, осуществляющего поворот управляемых колес.

Применяемые для управления поворотными передними колесами прицепов специального назначения системы управления непосредственного воздействия не отличаются принципиально от устройств, применяемых в конструкции прицепов общего назначения и рассмотренных нами ранее.

3.1 Определение манёвренности

Для сравнения углов поворота прицепа роспуска с управляемыми колесами не управляемыми рассмотрим кинематику движения автопоезда по криволинейной траектории. Для сравнения углов поворота прицепа роспуска с управляемыми колесами и не управляемыми рассмотрим кинематику движения автопоезда по криволинейной траектории.

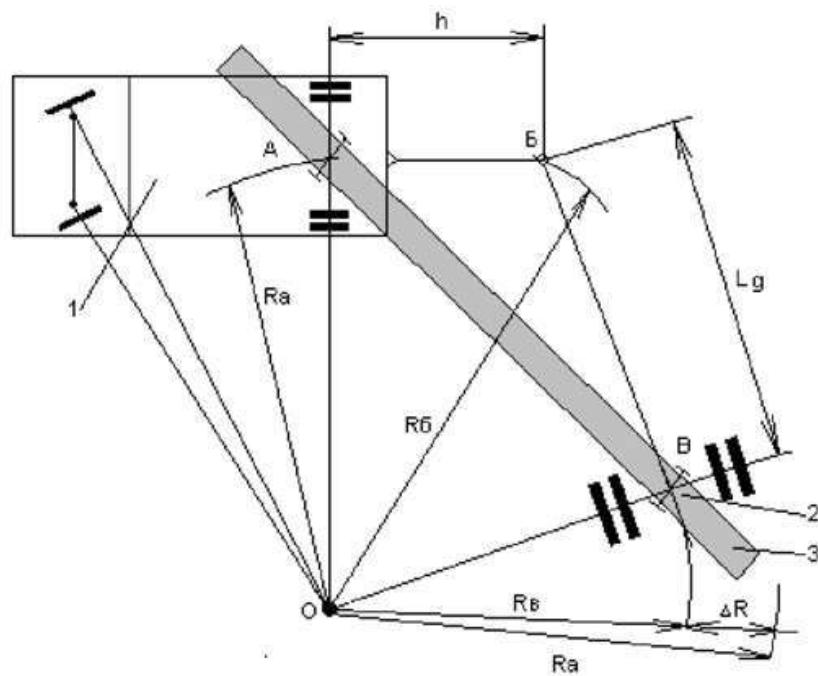


Рисунок 3.1. Движение прицепа-роспуска на повороте

1 - тягач; 2- прицеп роспуск; 3- груз длинномер; $h(AB)$ – расстояние сцепного устройства от задней оси тягача; $lg(BB)$ – длина дышла прицепа; ΔR -смещение прицепа к центру поворота.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

При движении на повороте прицеп роспуск смещается к центру на величину Маневренность может быть охарактеризована следующими оценочными показателями: минимальным радиусом поворота;

- внешним габаритным радиусом поворота;
- внутренним габаритным радиусом поворота;
- поворотной шириной автомобиля по следу колес;
- габаритной полосой движения;
- удельной тяговой силой, необходимой для совершения поворота;
- коэффициентом использования сцепной силы колес при повороте;
- усилием на рулевом колесе при повороте управляемых колес на месте;
- сложностью осуществления управляемого движения задним ходом.

Первые три показателя определяют при контрольных испытаниях транспортных средств специального назначения (ТССН). Минимальный радиус поворота автомобиля тягача R_{min} – это расстояние от центра поворота до оси следа переднего забегающего колеса при максимальных углах поворота управляемых колес. Внешний габаритный радиус поворота R_{gabmax} замеряют для тех же условий по точке (например, буфер, переднее колесо), наиболее удаленной от центра поворота. Внутренний габаритный радиус R_{gabmin} определяется по точке, наиболее приближенной к центру поворота. Радиусы R_{gabmax} , R_{min} и R_{gabmin} характеризуют площадь, необходимую для маневрирования и разворота автопоезда.

Поворотная ширина по следу колес B_p определяется как разность самого большого и самого малого радиусов поворота по осям следов соответствующих колес (наиболее удаленного и наиболее приближенного к центру поворота).

Габаритная полоса движения B_{gab} равна разности радиусов поворота точек, наиболее удаленной и наиболее приближенной к центру поворота:

$$B_{gab} = R_{gabmax} - R_{gabmin} \quad (3.1)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Поворотная ширина и габаритная полоса движения характеризуют ширину коридора, необходимого при совершении крутых поворотов, а также возможность движения в проездах заданной формы и размеров. Удельная тяговая сила $F_{\text{пп}}$ при повороте, необходимая для совершения поворота, определяется отношением тяговой силы на ведущих колесах к силе тяжести автомобиля при повороте его по минимальному или близкому к нему радиусу, а также с минимальной устойчивой скоростью. Чем меньше удельная тяговая сила, тем меньше нагружается двигатель при переходе автопоезда от прямолинейного движения к криволинейному с крутыми поворотами. Коэффициентом использования сцепной силы колес $k_{\phi i}$ называется отношение суммарной силы, действующей в контакте колес, к потенциально возможной силе по сцеплению.

3.2 Расчетное определение показателей маневренности ТССН

Все оценочные показатели маневренности, за исключением такого показателя, как легкость рулевого управления при поворотах управляемых колес на месте, могут быть сравнительно просто определены расчетом.

Последний показатель обычно определяют экспериментально. Минимальный радиус поворота для двухосного автомобиля-тягача при $V_t = 0$ можно вычислить по формуле:

$$R_{minT} = \frac{L}{\sin \theta_{Hmax}} \quad (3.2)$$

где θ_{Hmax} – максимальный угол поворота переднего забегающего управляемого колеса. Для трехосного автомобиля-тягача вначале при $V_t = 0$ вычисляют X_t и R_t при θ_{max} ,

а затем определяют минимальный радиус поворота по выражению:

$$R_{minT} = \sqrt{(R_t + 0,5B)^2 + (L_3 - X_t)^2} \quad (3.3)$$

Минимальный габаритный радиус поворота вычисляют по элементарным геометрическим формулам при наличии значений x_t и R_t ,

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

3.3 Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на маневренность ТССН

Основными конструктивными факторами, определяющими показатели маневренности ТССН, являются величины базы его звеньев и углы поворота управляемых колес, изменение которых существенно влияет на радиус и другие показатели.

В данном случае, согласно теме дипломного проекта, для двухосных прицепов-роспусков, а также для автомобилей и звеньев ТССН) с передними управляемыми колесами зависимости $R = f(L, \theta)$ в пределах их практически возможного изменения имеют характер, близкий к линейному. Интенсивность изменения радиуса R в зависимости от базы L несколько большая, чем от угла поворота θ_{\max} .

3.4 Расчетное определение показателей маневренности

Рассчитаем параметры маневренности роспуска с управляемыми мостами. Под параметрами маневренности понимаются радиус поворота, ширина полосы движения и сила тяги, требуемая для поворота автопоезда. Между радиусом поворота и шириной полосы движения существует взаимосвязь, обусловленная изменением координаты центра поворота, вызванного уводом эластичного колеса. В этом случае ширина полосы движения определяется расчетом координат центра поворота относительно звеньев автопоезда, либо вычислением радиуса поворота тягача и углов складывания между звеньями. Для решения этой задачи принимаются следующие допущения:

- движение автопоезда равномерное
- коэффициент увода шин имеет линейную характеристику

Допущение о равномерности движения автопоезда позволяет определить силу тяги тягача, необходимую для преодоления сопротивления движению и потерь на увод шин при заданных параметрах активизации полуприцепных звеньев, без учета инерционных нагрузок. Линейный увод шин, в свою очередь, позволяет не учитывать перераспределение нагрузок по левым и правым бортам звеньев автопоезда, т.е. заменить колесную ось приведенным колесом, расположенным на продольной оси звена. При этом необходимо коэффициент увода умножить на соответствующее количество шин на оси.

Алгоритм выполнения работы следующий:

- определение центра поворота тягача без учета роспуска;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

- определение углов складывания звеньев автопоезда;
- расчет реакций в опорно-сцепных устройствах начиная с последнего прицепного звена;
- определение центра поворота тягача с учетом полученных значений реакций в его опорно-сцепном устройстве;
- повторение расчетов с целью получения заданной точности;
- построение графоаналитическим способом полосы движения автопоезда.

При проектировании механизированного управления роспуска, одним из основных требований является его вписываемость в полосу движения определенной ширины и радиуса. Причем радиус в данном случае принимается постоянным, т.е. рассматривается только круговая часть поворота. Рассмотрим поворот трехзвенного полуприцепного автопоезда. Расчет параметров маневренности автопоезда с большим количеством полуприцепов не имеет принципиальных отличий и может быть выполнен по аналогии. При двухзвенном автопоезде расчет существенно упрощается и может быть получен из расчета, приведенного ниже, путём исключения уравнений для третьего звена.

Расчетная схема автопоезда приведена на рис. 3.1.

Для расчета используются следующие обозначения порядковых номеров, исходных данных и определяемых параметров:

j – порядковый номер звена автопоезда ($j = 1, 2, 3$);

i – порядковый номер оси j -го звена ($i = 1, \dots, n$);

l_{ji} – расстояние от опорно-сцепного устройства до 1-й оси j -го звена (для тягача – от первой оси);

n_j – количество осей j -го звена;

$l_{j\text{сп}}$ – расстояние между опорно-сцепными устройствами (для тягача – от первой оси);

T_{ji} – сила тяги на приведенном колесе ($j = 2, 3$);

R_{fji} – сопротивление качению приведенного колеса;

A_{1i} – углы поворота приведенных колес тягача;

V_1 – скорость тягача;

						Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		23.05.01.2018.552.ПЗ

K_1 – коэффициент распределения силы тяги по осям тягача;

K_{ji} – коэффициент увода приведенного колеса;

R_j – радиус поворота j -го звена (длина отрезка перпендикуляра к продольной оси звена);

A_j – смещение центра поворота относительно переднего опорно-цепного устройства j -го звена (для тягача относительно передней оси);

T – сила тяги тягача, необходимая для равномерного движения (без линейного ускорения) автопоезда;

P_{Bji} – боковая сила на приведенном колесе;

A_{ji} – угол поворота приведенного колеса полуприцепного звена ($j = 2, 3$);

δ_{ji} – угол увода приведенного колеса;

θ_j – угол складывания между j -м и $(j + 1)$ -м звеньями;

V_j – скорость j -го звена ($j = 2, 3$);

$P_{x_{jj+1}}$ – реакция в опорно-цепном устройстве j -го звена на $(j + 1)$ -е звено по продольной оси $(j + 1)$ -го звена;

$P_{y_{jj+1}}$ – реакция в опорно-цепном устройстве j -го звена на $(j + 1)$ -е звено по поперечной оси $(j + 1)$ -го звена;

$P_{цбji}$ – центробежная сила, приходящаяся на 1-ю ось j -го звена.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

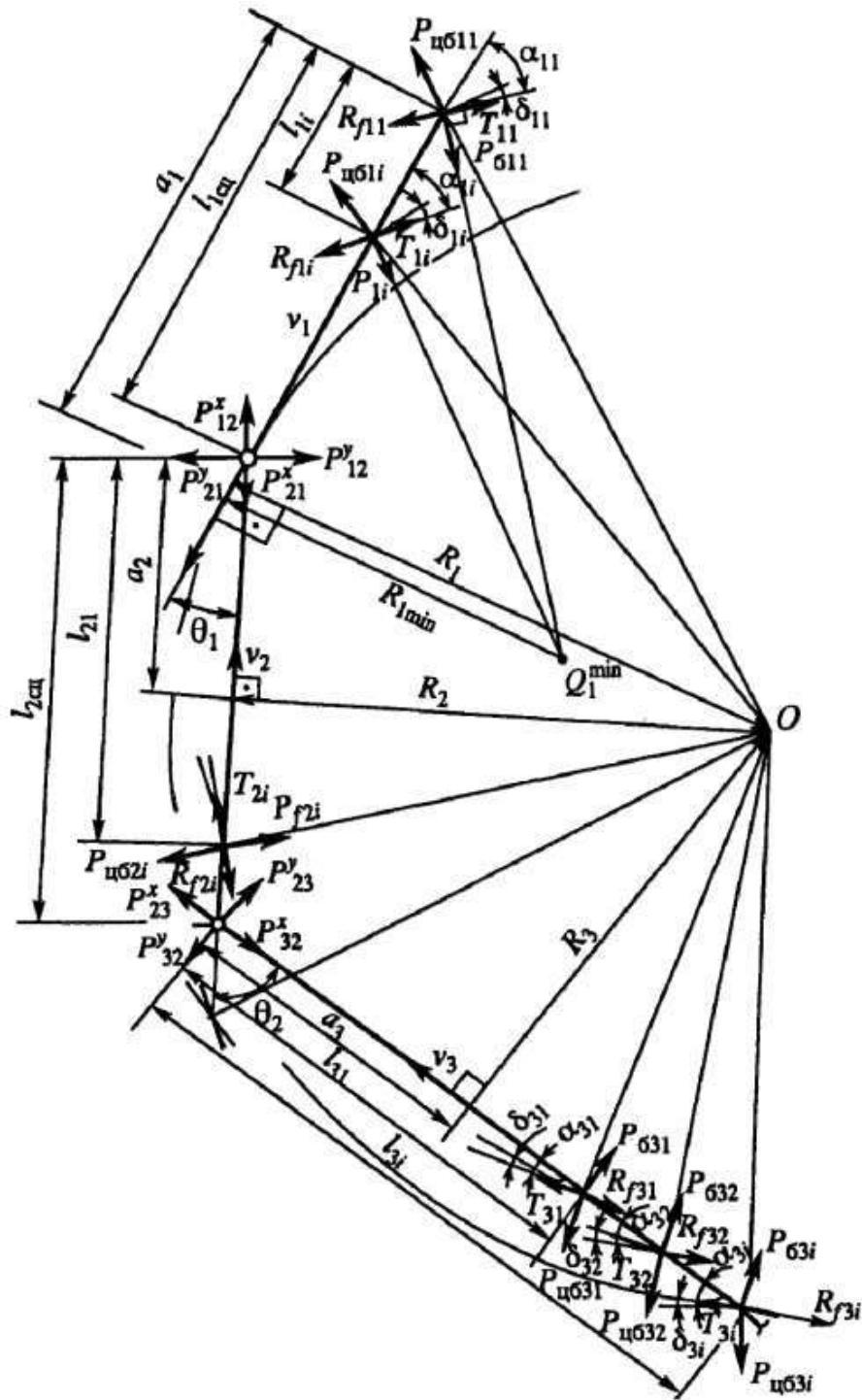


Рис. 3.2. Расчетная схема поворота трехзвенного автопоезда.

Следует отметить, что приведение центробежной силы к осям автопоезда математически справедливо и позволяет существенно сократить количество итераций расчета (о них будет сказано ниже), а также упростить задание исходных данных, так как не нужно определять центры тяжести каждого звена. Наряду с этим данное приведение делает невозможным определение усилий в опорно-сцепных устройствах, поскольку часть массы звена приведена к осям других звеньев. Для этих усилий необходимо центробежные силы прикладывать к

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

центрам тяжести. Для решения поставленной задачи составим уравнения статики (по три уравнения для каждого звена): уравнения проекций сил на продольную и поперечную оси звена и уравнения сумм моментов сил. Начнем с последнего (третьего) звена. Сумма моментов сил относительно точки сцепки

$$\sum_{i=1}^{n_3} l_{3i} P_{b3i} \cos \alpha_{3i} - \sum_{i=1}^{n_3} l_{3i} P_{b3i} \cos(\alpha_{3i} + \delta_{3i}) + \sum_{i=1}^{n_3} (R_{f3i} - T_{3i}) l_{3i} \sin \alpha_{3i} = 0 \quad (3.4)$$

Центробежная сила $P_{цб3i}$ определяется следующим образом:

$$P_{цб3i} = \frac{m_{ji} V_j^2}{R_{ji}} = \frac{m_{ji} V_j^2}{R_j \cos(\alpha_{ji} + \delta_{ji})} \quad (3.5)$$

где m_{ji} – масса, приходящаяся на i -е приведенное колесо j -го звена; V_{ji} – скорость точки i -го приведенного колеса j -го звена. Боковая реакция $R_{бi}$ на приведенном и колесе может быть представлена в виде

$$P_{бij} = K_{ji} \delta_{ji} = K_{ji} (\arctg \frac{l_{ji} - \alpha_i}{R_j} - \alpha_{ji}) \approx K_{ji} (\frac{l_{ji} - \alpha_i}{R_j} - \alpha_{ji}) \quad (3.6)$$

Подставив значения боковых и центробежных сил в искомое уравнение и проведя обозначения, по учим

$$a_3 = \frac{A_{33} R_3 + A_{31}}{A_{32}} \quad (3.7)$$

где

$$A_{31} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} l_{3i} \cos \alpha_{3i} \quad (3.8)$$

$$A_{32} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} l_{3i}^2 \cos \alpha_{3i} - V_3^2 \sum_{i=1}^{n_3} m_{3i} l_{3i} \quad (3.9)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$A_{33} = -\sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} l_{3i}^2 \alpha_{3i} \cos \alpha_{3i} + \sum_{i=1}^{n_3} l_{3i} \sin \alpha_{3i} (R_{f3i} - T_{3i}) \quad (3.9)$$

Сумма сил на поперечную ось, вычисляется по формуле:

$$P_{23}^y \sum_{i=1}^{n_3} P_{63i} \cos \alpha_{3i} - \sum_{i=1}^{n_3} P_{63i} \cos \alpha_{3i} - P_{4631} \cos(\alpha_{3i} + \delta_{3i}) + \sum_{i=1}^{n_3} R_{f3i} - T_{3i} \sin \alpha_{3i} = 0 \quad (3.10)$$

Сумма сил на продольную ось:

$$P_{23}^x + \sum_{i=1}^{n_3} R_{f3i} - T_{3i} \cos \alpha_{3i} + \sum_{i=1}^{n_3} P_{63i} \sin \alpha_{3i} - \sum_{i=1}^{n_3} P_{463i} \sin(\alpha_{3i} + \delta_{3i}) = 0 \quad (3.11)$$

После преобразований получим:

$$P_{23}^y = -\frac{B_{31}}{R_3} + B_{32} \frac{a_3}{R_3} - B_{33} \quad (3.12)$$

$$P_{23}^x = -\frac{D_{31}}{R_3} + D_{32} \frac{a_3}{R_3} - D_{33} \quad (3.13)$$

где

$$B_{31} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} \cos \alpha_{3i} l_{3i} - V_3^2 \sum_{i=1}^{n_3} m_{3i} \quad (3.14)$$

$$B_{32} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} \cos \alpha_{3i} \quad (3.15)$$

$$B_{33} = -\sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} \alpha_{3i} \cos \alpha_{3i} + \sum_{i=1}^{n_3} \sin \alpha_{3i} (R_{f3i} - T_{3i}) \quad (3.16)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$D_{31} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} l_{3i} \sin \alpha_{3i} - V_3^2 \sum_{i=1}^{n_3} m_{3i} \operatorname{tg}(\alpha_{3i} + \delta_{3i}) \quad (3.17)$$

$$D_{32} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} \sin \alpha_{3i} \quad (3.18)$$

$$D_{33} = \sum_{i=1}^{n_3} K_{3i} \alpha_{3i} \sin \alpha_{3i} + \sum_{i=1}^{n_3} \cos \alpha_{3i} (T_{3i} + R_{f3i}) \quad (3.19)$$

Уравнение для второго звена получим у аналогичным способом:

$$a_2 = \frac{A_{23}R_2 + A_{21}}{A_{22}} \quad (3.20)$$

$$P_{12}^y = -\frac{B_{21}}{R_2} + B_{22} \frac{a_2}{R_2} - B_{23} \quad (3.21)$$

$$P_{12}^x = -\frac{D_{21}}{R_2} + D_{22} \frac{a_2}{R_2} - D_{23} \quad (3.22)$$

$$A_{21} = -\sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} l_{2i}^2 \cos \alpha_{2i} - V_2^2 \sum_{i=1}^{n_2} m_{2i} l_{2i} \quad (3.23)$$

$$A_{22} = -\sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} l_{2i} \cos \alpha_{2i} \quad (3.24)$$

$$\begin{aligned} A_{23} = & -\sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} l_{2i} \alpha_{2i} \cos \alpha_{2i} + \sum_{i=1}^{n_2} l_{2i} \sin \alpha_{2i} (R_{f2i} - T_{2i}) - P_{32}^y \cos \theta_2 l_{2c\pi} + \\ & + P_{32}^x \sin \theta_2 l_{2c\pi} \end{aligned} \quad (3.25)$$

$$B_{21} = \sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} \cos \alpha_{2i} l_{2i} - V_2^2 \sum_{i=1}^{n_3} m_{2i} \quad (3.26)$$

$$B_{22} = \sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} \cos \alpha_{2i} \quad (3.27)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

$$B_{23} = - \sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} \cos \alpha_{2i} \alpha_{2i} + \sum_{i=1}^{2n_3} R_{f3i} - T_{3i}) \sin \alpha_{2i} - P_{32}^y \cos \theta_2 + P_{32}^x \sin \theta_2 \quad (3.28)$$

$$D_{21} = - \sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} \alpha_{2i} \cos \alpha_{2i} - V_2^2 \sum_{i=1}^{n_2} m_{2i} \operatorname{tg}(\alpha_{2i} + \delta_{2i}) \quad (3.29)$$

$$D_{22} = \sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} \sin \alpha_{2i} \quad (3.30)$$

$$D_{23} = - \sum_{i=1}^{n_2} K_{2i} \alpha_{2i} \sin \alpha_{2i} + \sum_{i=1}^{n_2} (T_{2i} - R_{f2i}) \cos \alpha_{2i} - P_{32}^x \cos \theta_2 - P_{32}^y \sin \theta_2 \quad (3.31)$$

Уравнения для тягача отличаются наличием силы тяги Т в качестве одного из неизвестных, в остальном же они выводятся аналогично расчетам для полуприцепов:

$$\frac{A_{11}}{R_1} + A_{12} \frac{a_1}{R_1} + A_{13} + A_{14}T = 0 \quad (3.32)$$

$$\frac{B_{11}}{R_1} + B_{12} \frac{a_1}{R_1} + B_{13} + B_{14}T = 0 \quad (3.33)$$

$$\frac{D_{11}}{R_1} + D_{12} \frac{a_1}{R_1} + D_{13} + D_{14}T = 0 \quad (3.34)$$

где

$$A_{11} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} l_{1i}^2 \cos \alpha_{1i} - V_1^2 \sum_{i=1}^{n_1} m_{1i} l_{1i} \quad (3.35)$$

$$A_{12} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} l_{1i} \cos \alpha_{1i} \quad (3.36)$$

$$A_{13} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} l_{1i} \alpha_{1i} \cos \alpha_{1i} - \sum_{i=1}^{n_1} R_{f1i} l_{1i} \sin \alpha_{1i} - P_{21}^y \cos \theta_1 l_{1\text{сц}} + \\ + P_{21}^x \sin \theta_1 l_{1\text{сц}} \quad (3.37)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$A_{14} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} l_{1i} \sin \alpha_{1i} \quad (3.38)$$

$$B_{11} = \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \cos \alpha_{2i} l_{1i} - V_1^2 \sum_{i=1}^{n_3} m_{1i} \quad (3.39)$$

$$B_{12} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \cos \alpha_{1i} \quad (3.40)$$

$$B_{13} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \alpha_{1i} \cos \alpha_{1i} - \sum_{i=1}^{n_1} R_{f1i} \sin \alpha_{1i} - P_{21}^y \cos \theta_1 + P_{21}^x \sin \theta_1 \quad (3.41)$$

$$B_{14} = \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \sin \alpha_{1i} \quad (3.42)$$

$$D_{11} = \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} l_{1i} \sin \alpha_{1i} - V_1^2 \sum_{i=1}^{n_1} m_{1i} \operatorname{tg}(\alpha_{1i} - \delta_{1i}) \quad (3.43)$$

$$D_{12} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \sin \alpha_{1i} \quad (3.44)$$

$$D_{13} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \alpha_{1i} \sin \alpha_{1i} + \sum_{i=1}^{n_1} R_{f1i} \cos \alpha_{1i} + P_{12}^x \cos \theta_1 + P_{21}^y \sin \theta_1 \quad (3.45)$$

$$D_{14} = - \sum_{i=1}^{n_1} K_{1i} \cos \alpha_{1i} \quad (3.46)$$

Получилось 9 уравнений и 11 неизвестных R1, R2, R3, a1, a2, a3, T1, P12 x , P12 y , P23 x , P23 y , и, кроме того, α_1 также неизвестны. Допишем еще 4 уравнения, введя 2 дополнительных неизвестных. Можно заметить (рис. 3.2), что R2 и a2 жестко связаны с θ_1 как и R3, a3 с θ_2 :

$$\psi_1 = \operatorname{arctg} \frac{R_1}{a_1 - l_{1\text{сц}}} \quad (3.47)$$

$$R_1'' = \sqrt{R_1^2 + (a_1 - l_{1\text{сц}})^2} \quad (3.48)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

$$a_2 = R''_1 \cos(\psi_1 - \theta_1) \quad (3.49)$$

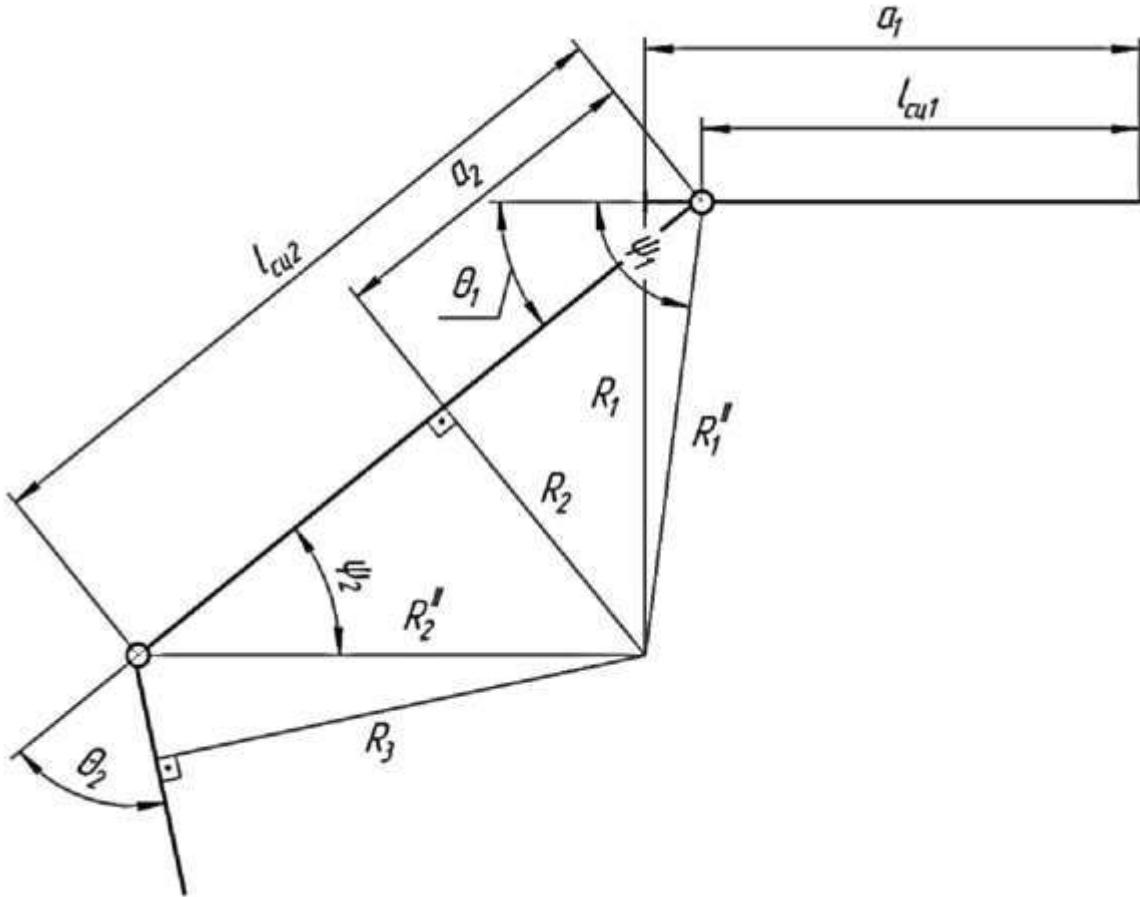


Рис. 3.3. Расчетная схема для определения радиусов

$$R_2 = R''_1 \sin(\psi_1 - \theta_1) \quad (3.50)$$

$$\psi_2 = \operatorname{arctg} \frac{R_2}{l_{2\text{сц}} - a_2} \quad (3.51)$$

$$R''_2 = \sqrt{R_2^2 + (l_{2\text{сц}} - a_2)^2} = R'_{1\text{кин}} \cos \alpha_{2\text{ср}} \quad (3.52)$$

$$a_2 = R''_2 \cos(\pi - \theta_2 - \psi_2) = -R''_2 \cos(\psi_2 + \theta_2) \quad (3.53)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$R_3 = R_2'' \sin(\pi - \theta_2 - \psi_2) = R_2'' \sin(\psi_2 + \theta_2) \quad (3.54)$$

Далее необходимо определить углы поворота колес. Данная задача может быть решена по-разному в зависимости от того, по какому закону происходит управление поворотом колес полуприцепа. В данном случае для простоты рассуждений примем, что колеса поворачиваются по линейной зависимости от угла складывания

$$\alpha_{2i} = K_{1i} \cdot \theta_1 \quad (3.55)$$

$$\alpha_{3i} = K_{2i} \cdot \theta_2 \quad (3.56)$$

где K_{1i} – коэффициент передачи от угла складывания к углу поворота приведенного колеса.

Хотя данная система уравнений имеет количество неизвестных, равное количеству уравнений, решить ее аналитически представляется невозможным. Решение будет осуществляться итерациями (пошагово) с последовательным приближением к истинному значению. На первом шаге предположим, что реакции в опорно-сцепном устройстве тягача равны нулю, тогда уравнения (3.55)...(3.56) имеют три неизвестных R_1 , a_1 и T . Найдем их, решив совместно эти уравнения:

$$R_1 = \frac{\frac{Y_2 X_2 - Y_1}{X_2}}{\frac{Y_3 - \frac{Y_2 X_3}{X_2}}{X_2}} \quad (3.57)$$

$$a_1 = -\frac{X_3 R_1 + X_1}{X_2} \quad (3.58)$$

$$T = -\frac{1}{B_{14}} \left(\frac{B_{11}}{R_1} + B_{12} \frac{a_1}{R_1} + B_{13} \right) \quad (3.59)$$

где

$$X_1 = A_{11}B_{14} - B_{11}A_{14}; \quad X_2 = A_{12}B_{14} - B_{12}A_{14} \quad (3.60)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$X_3 = A_{13}B_{14} - B_{13}A_{14}; Y_1 = B_{11}D_{14} - D_{11}B_{14} \quad (3.61)$$

$$Y_2 = B_{12}D_{14} - D_{12}B_{14}; Y_3 = B_{13}D_{14} - D_{14}B_{14} \quad (3.62)$$

Затем, решив уравнения (3.53), (3.54), (3.55), (3.56), определяем неизвестные a_2 , a_3 . Данные пары уравнений параметрические в функции от θ_1 , θ_2 . При решении задачи с помощью систем автоматизированного проектирования удобнее их численное определение (найти разность и приравнять к нулю). Также можно найти неизвестные на пересечении двух графиков. По формулам (3.52), (3.54) рассчитываем R_2 и R_3 , затем определяем реакции в опорно-сцепных устройствах по уравнениям. Для достижения необходимой точности повторяем все вычисления в описанной последовательности несколько раз.

По действующему СНиПу для дорог V категории минимальный радиус поворота принимается равным 35 м. В связи с этим проектирование элементов рулевого привода осуществляется при условии совпадения кинематических траекторий движения центров колесных ходов «след в след» именно на круговом участке радиусом 35 м. Рассчитаем коэффициент передачи рулевого привода. В фор-муле (3.55) коэффициент передачи определяет поворот каждого приведенного колеса в функции от угла складывания. Для удобства дальнейших расчетов получим значение данного коэффициента для среднего угла поворота колес полуприцепа

$$K_1 = \frac{\alpha_{2\text{cp}}^{(35)}}{\theta_1^{(35)}} \quad (3.63)$$

где $\alpha_{2\text{cp}}^{(35)}$, $\theta_1^{(35)}$ – средний угол поворота колес полуприцепа и угол складывания автопоезда, соответствующие его движению по круговой траектории радиусом 35 м. Данные параметры можно определить, используя расчетную схему для определения коэффициента K_1 и кинематической координаты полуприцепа X_2 (рис. 3.2), по следующим формулам:

$$\theta_1^{(35)} = \arcsin\left(\frac{l_{\text{cp2}}^2 + (l_{\text{cp1}} - l_{\text{сц1}})^2}{2l_{\text{cp2}}R'_1}\right) - \xi_1 \quad (3.64)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

$$\alpha_{2\text{cp}}^{(35)} = \arcsin\left(\frac{l_{\text{cp}2} - R'_1 \sin(\theta_1^{(35)} + \xi_1)}{R'_{1\text{кин}}}\right) \quad (3.65)$$

Где

$$R'_1 = \sqrt{(l_{\text{cp}1} - l_{\text{сц}1})^2 + R'_{1\text{кин}}^2}; \quad \xi_1 = \arctg \frac{l_{\text{cp}1} - l_{\text{сц}1}}{R'_{1\text{кин}}} \quad (3.66)$$

$L_{\text{cp}1}$ – расстояние от первой оси до середины неповоротного колесного хода тягача; $R'_{1\text{кин}}$ – гостируемый радиус поворота ($R'_{1\text{кин}} = 35$ м); $l_{\text{сц}1}$ – расстояние от первой оси до точки сцепки тягача; $l_{\text{cp}1}$ – расстояние от точки сцепки до середины колесного хода полуприцепа. Коэффициент K_1 является параметром гидромеханической части привода и в дальнейших расчетах изменяться не будет. Координата кинематического центра поворота полуприцепа X_2 является как бы «эквивалентной» действительной координате a_2 . Она постоянна для любого режима движения автопоезда (см. рис. 1.8)

$$x_2 = l_{\text{cp}2} - R'_{1\text{кин}} \sin \alpha_2^{(35)} \quad (3.67)$$

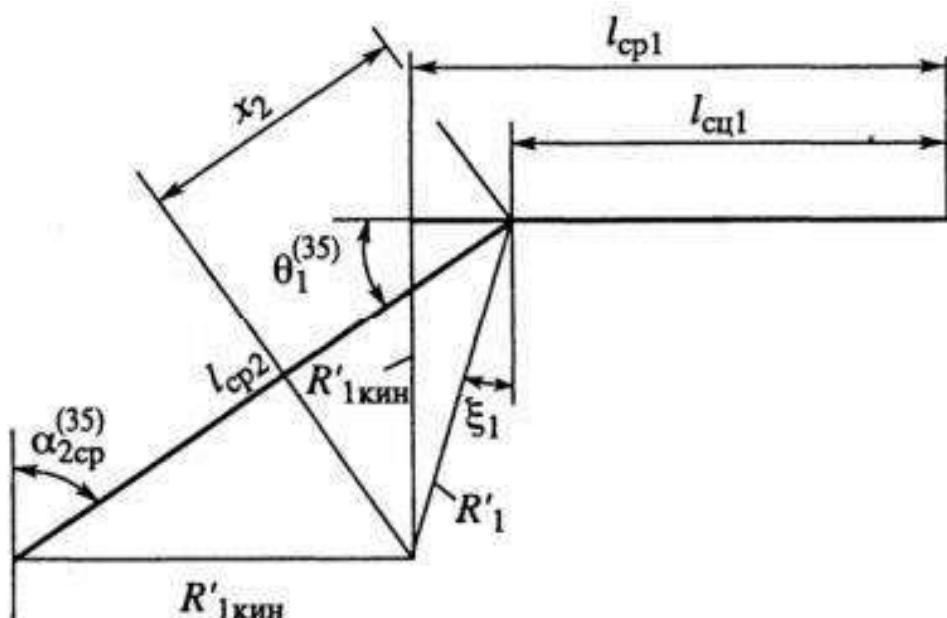


Рис. 3.4. Расчетная схема для определения K_1 и X_2

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

Углы поворота приведенных колес тягача определяются для кругового движения автопоезда с радиусом $R_{1\text{кин}}$ ' заданным в задании

$$\alpha_{1i} = \frac{l'_{1i}}{R'_{1\text{кин}}} \quad (3.68)$$

где l'_{1i} – расстояние от 1-ой поворотной оси до середины неповоротного колесного хода тягача. Рассчитаем коэффициенты сопротивления уводу приведенных колес:

$$K_{ji} = K^* n_{shji} \quad (3.69)$$

где K – коэффициент увода одной шины, заданный в задании; n_{shji} – количество шин i -й оси j -го звена автопоезда. Параметры поворота автопоезда будем определять, решая систему уравнений последовательным приближением к истинному значению с заданной точностью. На первом шаге предположим, что полуприцеп не оказывает влияния на параметры поворота тягача и реакции в опорно-сцепном устройстве равны нулю. Тогда параметры поворота R_1 , a_1 , T могут быть определены по формулам (3.59). В уравнения для определения коэффициентов A , B , D входят углы увода шин

$$\delta_{1i} = \alpha_{1i} - \arctg \frac{\alpha_{1i} - l'_1}{R_1} \quad (3.70)$$

На первом шаге принимаем $R_1 = R_{1\text{кин}}$; $a_1 = 11i'$. При расчетах следует помнить о единицах измерения углов (радианы или градусы). Для определения параметров поворота полуприцепа найдем значения величин a_2 , R_2 . Система уравнений, полученная для полуприцепа (второе звено автопоезда), не может быть решена аналитически, так как параметр a_2 , с одной стороны, кинематически связан с углом складывания автопоезда θ . С другой стороны, он входит в уравнения статики полуприцепа, также зависящие от θ . В результате мы имеем два параметрических уравнения для a_2 в функции от θ (3.20), (3.26). Удобнее данные

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

параметрические уравнения решить графически: на миллиметровой бумаге построить два графика по уравнениям (3.20) и (3.21).

Для построения графика зададимся несколькими значениями углов складывания θ . Рекомендуется брать 3–4 значения угла с шагом 0,5 град в области ожидаемого результата. При расчетах в уравнениях (3.26) следует обратить внимание на параметр ψ_1

$$\psi_1 = \arctg \frac{R_1}{a_1 - l_{\text{сц}}}, \text{ если } a_1 > l_{\text{сц}} \quad (3.71)$$

$$\psi_1 = \pi - \arctg \frac{R_1}{a_1 - l_{\text{сц}}}, \text{ если } a_1 < l_{\text{сц}} \quad (3.72)$$

$$\psi_1 = \frac{\pi}{2}, \text{ если } a_1 < l_{\text{сц}} \quad (3.73)$$

Для удобства расчета уравнение (3.20) перепишем в виде

$$a_2 = \frac{A_{23} R_1'' \sin(\psi - \theta_1) + A_{21}}{A_{22}} \quad (3.74)$$

При расчетах коэффициентов А углы поворота колес и скорость полуприцепа могут быть найдены по формулам

$$a_{2i} = \arctg \left(\frac{l_{2i} - x_2}{l_{\text{cp2}} - x_2} \right) \operatorname{tg} K_1 \theta_1 \quad (3.75)$$

$$V_2 = V_1 \frac{R'_1}{R_1} \sin(\psi - \theta_1) \quad (3.76)$$

Зная реакции в опорно-сцепном устройстве, повторяем расчет до тех пор, пока разность радиусов на двух соседних шагах не станет меньше заданной точности. Ширину полосы движения следует рассчитывать по разности радиусов, наиболее

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

удаленного и наиболее близкого к центру поворота колес, задаваясь шириной колеи тягача и прицепных звеньев полуприцепа равной 2 м.

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ТРИ

Проведя необходимые расчеты, получили: применение механизма управления для управляемого моста в конструкции прицепа-роспуска значительно улучшает маневренность и облегчает работу обслуживающего персонала. Максимальные углы поворота управляемых колес прицепа-роспуска равны углам поворота управляемых колес автомобиля. Они составляют $31^{\circ} 30'$ для внутреннего и 26° для наружного управляемых колес. Радиус поворота составил 11,6 м.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

К технологии машиностроения относят все этапы процесса изготовления машиностроительной продукции.

Однако сложившееся понятие «технология машиностроения» означает преимущественно процессы механической обработки заготовок для изготовления деталей и сборки машин. Это объясняется тем, что в машиностроении заданные формы детали с требуемой точностью их параметров и необходимым качеством поверхностного слоя достигаются в основном путём механической обработки.

В процессе механической обработки возникает наибольшее число проблем, связанных с выполнением требований к качеству машин, заданных конструктором. Процесс механической обработки реализуется достаточно сложной технологической системой, включающей в себя металорежущий станок, станочную технологическую оснастку, режущий инструмент и заготовку.

Это объясняет направление развития технологии машиностроения как научной дисциплины, в первую очередь, в сторону изучения технологии механической обработки со снятием стружки и сборки.

Разработка технологического процесса изготовления любой детали начинается с изучения её служебного назначения и критического анализа норм точности и других технических требований. Далее в последовательности, определённой соответствующими стандартами, разрабатывается технологический процесс. Это связывает технологию со служебным назначением детали и обеспечивает согласованность решений, принимаемых на различных этапах технической подготовки.

В качестве технологической детали я выбираю изготовление крепления цилиндра.

Крепление изготавливается из листового проката, толщиной 12мм, материал сталь 10 ГОСТ 1050-88, имеется два отверстия диаметром 52 мм.

Рассмотрим весь технологический процесс изготовления крепления.

4.1 Описание оборудования

Гильотинные ножницы электромеханические Н-478, Н-478.01



Рисунок 4.1 – Гильотинные ножницы электромеханические Н-478, Н-478.01

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Ножницы гильотинные механические Н-478 с наклонным ножом предназначены для прямой продольной и поперечной резки листового металла. Резка металлического листа производится за один ход ножа по разметке или по упору. Гильотинные ножницы эксплуатируются в закрытых помещениях или на открытом воздухе при температуре окружающей среды - 20°C +40°C. Техническая характеристика гильотинных электромеханических ножниц приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Техническая характеристика гильотинных ножниц:

Толщина листового металла с временным сопротивлением 500 МПа (50 кгс/мм ²)	16 мм
Ширина металлического листа	2200 мм
Расстояние от кромки неподвижного ножа до станины (вылет)	300 мм
Число ходов	20 ход/мин
Угол наклона подвижного ножа	2°30'
Ход ножа гильотинных ножниц	140 мм
Расстояние между стойками в свету	2300 мм
Расстояние от верхней кромки нижнего ножа до уровня пола	850 мм
Количество прижимов	1
Ход прижима	25 мм
Суммарная мощность электродвигателей	30 кВт
Частота оборотов	1450 об./мин
Габаритные размеры гильотинных ножниц,мм	3150x2275x2350
Масса гильотинных ножниц	11000 кг

Листогиб электромеханический с поворотной балкой - ЛГМ

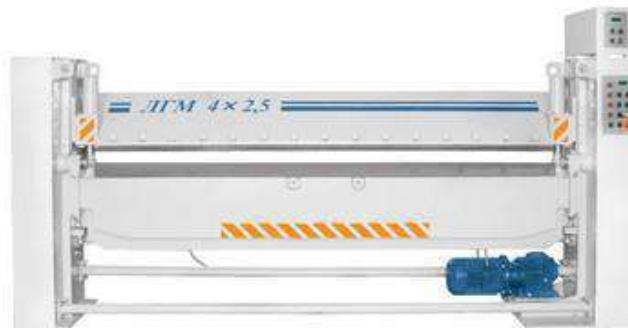


Рисунок 4.2 - Листогиб электромеханический с поворотной балкой
ЛГМ 6x1,6

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Станок листогибочный с поворотной гибочной балкой служит для производства различных профилей методом холодной гибки металла под различными углами. Листогиб изготавливается как с ручным управлением с приборной панели, так и с системой ЧПУ и с выводом всех параметров на монитор для визуальной работы.

Новая система прошла испытания и полностью отвечает всем требованиям производства сложных профилей.

Виды гибочных оправок которые можно использовать для гибки профиля любой сложности:

Базовая оправка подходит для большинства стандартных гибов.

Таблица 4.2 – Техническая характеристика листогиба ЛГМ 6х1,6

Параметры листогибов	ЛГМ 6х1,6
Толщина изгибающего листа с пределом прочности 500 МПа, мм.	0,5 - 6,0
Ширина изгибающего листа с пределом прочности 500 МПа, мм, максимальная	1600
Угол поворота гибочной балки, градус.	0-125
Ход прижимной балки, мм.	15-175
Скорость прижимной балки, мм/с	15
Угловая скорость гибочной балки, градус/с	25
Длина	2490
Ширина	760
Высота	1520
Масса, кг	2700
Мощность электродвигателей, суммарная, кВт	6,2

Коротко об управлении ЧПУ

Современная система управления рабочими органами листогиба позволяет повысить производительность и удобство работы за счет визуального контроля гиба металла, а также благодаря быстрой перенастройки листогибочной машины на гибку другого типа профилей, которые просто выбираются из базы данных системы ЧПУ.

Работа начинается с выбора нужной детали - конфигурации профиля. Если необходимый вид профиля отсутствует, его можно создать, либо внести с помощью USB - флеш носителя с компьютера. Создания профиля заключается в вводе размеров заготовки, координат гибки детали и соответствующих им углов

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

гиба. Также для каждой точки гиба профиля вводятся данные, которые покажут необходимо или нет передгибкой поворачивать или переворачивать изгибающую деталь.

Сделав выбор заготовки система ЧПУ переходит в рабочий режим, на профиле с помощью меток под номерами от 1 до 10 показывается порядок гибки детали. Каждый шаг гиба показывается на заготовке мигающей точкой и в строке таблицы с координатами точки гибки и углом. Данные функции помогают избежать ошибок при изготовлении профиля.

Гибка деталей сопровождается информацией - «Работает упор», «Гибка», «Поверните заготовку», «Переверните заготовку», «Деталь готова». В нижней части экрана (визуального монитора) отображается угол гибки детали и положение эл. механического упора на данном шаге изготовления детали.

Горизонтально-расточной станок 2М165

Таблица 4.3 – Техническая характеристика сверлильного станка 2М165

Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	1500
Число скоростей	
- шпинделья	20
- планшайбы	15
Частота вращения, об/мин	
- шпинделья	20-1600
- планшайбы	8-200
Подача, об/мин	0,25
Мощность электродвигателя привода движения, кВт	6,7
Габаритные размеры, мм:	
- длина	4330
- ширина	2590
- высота	2585

4.2 Технологический процесс изготовления крепления

4.2.1 Заготовительная операция

Крепление изготавливается из листового проката, лист 2500x1250x12мм ГОСТ 19904-90, материал сталь ГОСТ 1050-88, имеет плотность 7,85 т/м³.

Лист 2500x1250x12 мм, режут на заготовки, оборудование – ножницы гильотинные электромеханические Н-478, Н-478.01.

Приведем ниже чертеж раскроя листа 2500x1250x12мм на заготовки, и

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

чертеж развертки крепления.

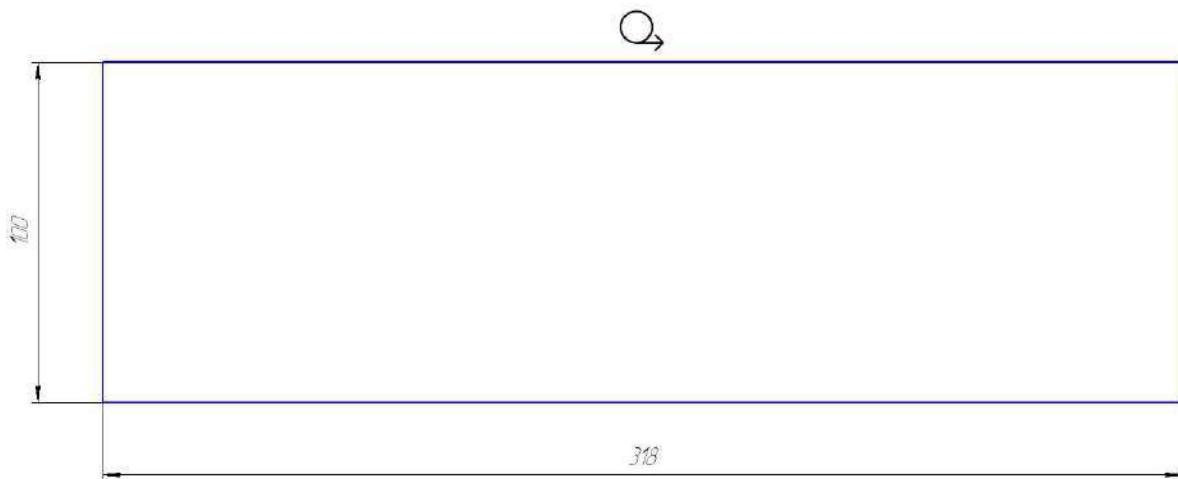


Рисунок 4.3 – Развёртка крепления (заготовка)



Рисунок 4.4 – Схема резки листа 2500x1250x12мм, на заготовки 318x100мм
(черной заливкой показаны остатки с листа)

Требования при раскрое листа на заготовки, с одной стороны, листа должно оставаться не менее 50мм, для закрепления листа на ножницах.

Технологический процесс резки (см.рисунок 4.4):

05. Закрепить лист 2500x1250x12 мм в ножницах.

010. Резать лист на полосы 318x1250мм;

015. Резать полосы на заготовки 318x100мм;

Линейка 1,0 м; Контр. Р-PM – 100% - проверить размеры.

Такая схема раскроя обеспечивает меньший расход металла.

Определим норму на 1 изделие, кг.

$$HPM_{1изд} = m_{ЗАГОТ} + m_{ОСТАТКОВ} \quad (4.1)$$

Размеры листа: 2500x1250x12мм., определим массу листа:

$$m_{ЛИСТ} = A \cdot B \cdot \rho \cdot h \quad (4.2)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.П3

где: А - ширина, мм

В - высота, мм

ρ – плотность металла, т/м³

h – толщина, мм

$$m_{ЛИСТ} = 2500 \cdot 1250 \cdot 7,85 \cdot 12 = 294,37 \text{ кг}$$

Определим массу заготовки (318x100x12мм):

$$m_{ЗАГОТ} = 318 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 12 = 3,00 \text{ кг}$$

Кол-во полос 380x1250 из листа 2500x1250 – 7 полос.

Кол-во заготовок из 1 полосы 380x1250 – 12 шт.

Кол-во заготовок из листа 2500x1250 – 84 шт (7x12=84 шт.)

Определим массу остатков с 1 листа:

$$m_{OCTc1лист} = m_{ЛИСТ} - (m_{ЗАГОТ} \cdot n_{1лист})$$

$n_{1лист}$ - кол-во заготовок из листа

$$m_{OCTc1лист} = 294,37 - (3 \cdot 84) = 42,37 \text{ кг}$$

тогда масса остатков на одно изделие будет: 42,37/84

$$m_{OCTclизд.} = \frac{m_{OCTc1лист}}{n_{1лист}} = \frac{42,37}{84} = 0,5 \text{ кг}$$

Определим норму на 1 изделие, кг.

$$HPM_{1изд} = 3,0 + 0,5 = 3,5 \text{ кг}$$

4.2.2 Сверлильная операция

С целью снижения энергозатрат, а также с целью снижения СОЖ, кронштейн сверлим не сразу диаметром 52мм, а в начале просверлим отверстия диаметром 25 мм, а после этого уже рассверлим до отверстия 52 мм.

Сверлить два отверстия, выдерживая размер 25мм.

Приспособление специальное; Сверло ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части сверла – Р9;

Подача - S=0,25 мм/об

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.П3

Лис

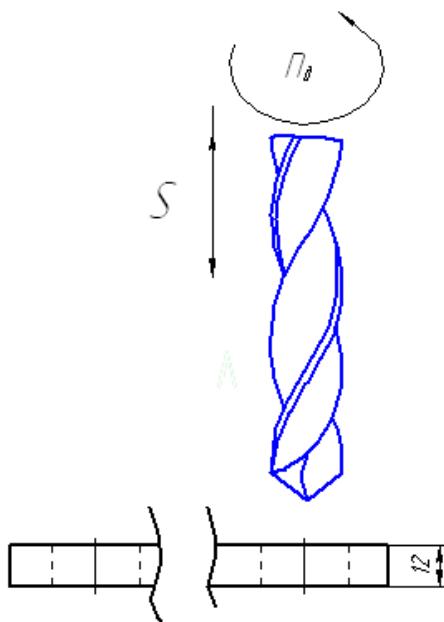


Рисунок 4.5 – Схема сверлильной операции

В качестве режущего инструмента применяем спиральное сверло из быстрорежущей стали Р9 ГОСТ 4010-77.

Диаметр сверла $D_{cb}=25\text{мм}$, глубина $t=12\text{ мм}$, подача $S=0,25\text{ мм/об.}$

После этого по формуле определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (4.3)$$

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, который определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (4.4)$$

K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется по формуле:

$$K_{mv} = C_m \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv}, \quad (4.5)$$

Обрабатываемым материалом является сталь 10, которая имеет $\sigma_B=900\text{МПа.}$

$n_v=1,0$, $C_m = 0,7 / 13/$

$$K_{mv} = 0,7 \left(\frac{750}{900} \right)^1 = 0,58;$$

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину просверливаемого отверстия;

$K_{lv}=1,0 / 13/$

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{uv}=1,0 / 13/$.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$\text{Итак, } K_v = 0,58 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,58.$$

$$C_v = 9,8, q = 0,4, y = 0,5, m = 0,2.$$

T - стойкость сверла, мин T=35 мин /13/.

$$V = \frac{9,8 \cdot 25^{0,4}}{35^{0,2} \cdot 12^{0,5}} \cdot 0,58 = 2,9 \text{ м/мин}$$

Число оборотов сверла определяем по формуле:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \\ n &= \frac{1000 \cdot 2,9}{3,14 \cdot 25} = 37,2 \text{ об/мин} \end{aligned} \quad (4.6)$$

Производим коррекцию числа оборотов по станку $n_{ct} = 1600 \text{ об/мин.}$

$$\text{Тогда } V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 1600}{1000} = 125,6 \text{ м/мин.}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (4.7)$$

$$C_M = 0,041; q = 2,0; y = 0,7 /13/;$$

Коэффициентом $K_p = K_{mp}$ учитываются отличные от табличных механические свойства обрабатываемого материала: /13/.

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{900}{750} \right)^{0,75} = 1,15$$

Следовательно, $M = 10 \cdot 0,041 \cdot 22^2 \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,15 = 86,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$

Осевая сила:

$$P_0 = C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (4.8)$$

$$C_p = 143; q = 1,0; y = 0,7 /13/.$$

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 52^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,15 = 32,4 \text{ кН.}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N = \frac{M \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (4.9)$$

M - крутящий момент, Н·м,

v - скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{86,4 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 0,176 \text{ кВт, что меньше } 6,7 \text{ кВт.}$$

Время на обработку

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S}, \quad (4.10)$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$T_o = \frac{12}{32,7 \cdot 0,25} = 1,4 \text{ мин}$$

Вспомогательное время включает в себя /14/:

Переходы рабочего с грузом;

Установка и снятие детали;

Вспомогательное время по управлению станком;

Вспомогательное время на контрольные измерения.

$t_{\text{уст}} = 0,12$ мин /14/, карты 2,6/;

$t_{\text{перех}} = 0,26$ мин /14/, карта 14/;

$t_{\text{изм}} = 0,16$ мин /14/, карта 15/.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{\text{всп}} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время определяется по формуле (29):

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{всп}}, \quad (4.11)$$

$$t_{\text{оп}} = 1,4 + 0,54 = 1,94 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{опр}} = 7\% \cdot t_{\text{оп}} = 0,07 \cdot 1,94 = 0,13 \text{ мин /14/, карта 16/};$$

$$t_{\text{отл}} = 2\% \cdot t_{\text{оп}} = 0,02 \cdot 1,94 = 0,03 \text{ мин /14/, карта 18/}.$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{\text{шт}} = 0,13 + 0,03 + 0,54 + 1,4 = 2,1 \text{ мин.}$$

4.2.3 Сверлильная операция

Сверлить два отверстия, выдерживая размер 52мм.

Приспособление специальное; Сверло ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части сверла – Р9;

Подача - S=0,25 мм/об

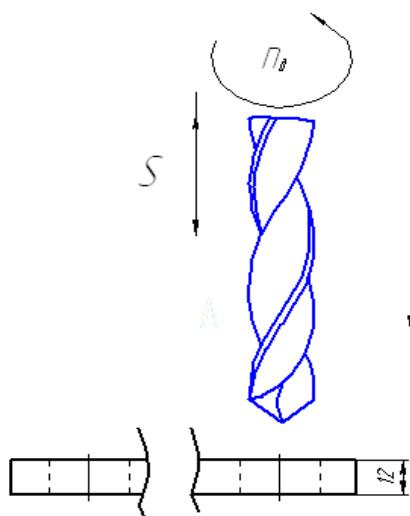


Рисунок 4.6 – Схема сверлильной операции

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

В качестве режущего инструмента применяем спиральное сверло из быстрорежущей стали Р9 ГОСТ 4010-77.

Диаметр сверла $D_{cb}=52\text{мм}$, глубина $t=12\text{ мм}$,
подача $S=0,25\text{ мм/об.}$

После этого по формуле определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (4.12)$$

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, который определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (4.13)$$

K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется по формуле:

$$K_{mv} = C_m \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv}, \quad (4.14)$$

Обрабатываемым материалом является сталь 10, которая имеет $\sigma_B=900\text{МПа.}$

$n_v=1,0, C_m = 0,7 / 13/$

$$K_{mv} = 0,7 \left(\frac{750}{900} \right)^1 = 0,58;$$

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину просверливаемого отверстия;

$K_{lv}=1,0 / 13/$

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{uv}=1,0 / 13/$.

Итак, $K_v=0,58 \cdot 1,0 \cdot 1,0=0,58.$

$C_v=9,8, q=0,4, y=0,5, m=0,2.$

T - стойкость сверла, мин $T=35\text{ мин} / 13/$.

$$V = \frac{9,8 \cdot 52^{0,4}}{35^{0,2} \cdot 12^{0,5}} \cdot 0,58 = 3,9 \text{ м/мин}$$

Число оборотов сверла определяем по формуле:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \\ n &= \frac{1000 \cdot 3,9}{3,14 \cdot 52} = 23,9 \text{ об/мин} \end{aligned} \quad (4.15)$$

Производим коррекцию числа оборотов по станку $n_{ct}=1600\text{об/мин.}$

$$\text{Тогда } V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 52 \cdot 1600}{1000} = 261,2 \text{ м/мин.}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

$$M=10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (4.16)$$

$C_M=0,041$; $q=2,0$; $y=0,7 / 13 /$;

Коэффициентом $K_p=K_{mp}$ учитываются отличные от табличных механические свойства обрабатываемого материала: /13/.

$$K_p=K_{mp}=\left(\frac{900}{750}\right)^{0,75}=1,15$$

Следовательно, $M=10 \cdot 0,041 \cdot 52^2 \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,15 = 483 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Осьевая сила:

$$P_0=C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (4.17)$$

$C_p=143$; $q=1,0$; $y=0,7 / 13 /$.

$$P_0=10 \cdot 143 \cdot 52^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,15 = 32,4 \text{ кН.}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N=\frac{M \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (4.18)$$

M - крутящий момент, $\text{Н}\cdot\text{м}$,

v - скорость резания, $\text{м}/\text{мин.}$

$$N=\frac{483 \cdot 261,2}{1020 \cdot 60}=2,06 \text{ кВт}, \text{ что меньше } 6,7 \text{ кВт.}$$

Время на обработку

$$T_o=\frac{L_{p.x.}}{n \cdot S}, \quad (4.20)$$

$$T_o=\frac{12}{23,9 \cdot 0,25}=2,0 \text{ мин}$$

Вспомогательное время включает в себя /14/:

Переходы рабочего с грузом;

Установка и снятие детали;

Вспомогательное время по управлению станком;

Вспомогательное время на контрольные измерения.

$$t_{yst}=0,12 \text{ мин} / 14, \text{ карты } 2,6 /;$$

$$t_{perex}=0,26 \text{ мин} / 14, \text{ карта } 14 /;$$

$$t_{izm}=0,16 \text{ мин} / 14, \text{ карта } 15 /.$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{bsn}=0,12+0,26+0,16=0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время определяется по формуле (29):

$$t_{op}=t_o+t_{bsn}, \quad (4.21)$$

$$t_{op}=2,0+0,54=2,54 \text{ мин};$$

$$t_{opr}=7\% \cdot t_{op}=0,07 \cdot 2,54=0,17 \text{ мин} / 14, \text{ карта } 16 /;$$

									Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат					23.05.01.2018.552.ПЗ

$$t_{\text{отл}}=2\% \cdot t_{\text{оп}}=0,02 \cdot 2,54=0,05 \text{ мин} /14, \text{ карта } 18/.$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{\text{шт}} = 0,17+0,05+0,54+2,0=2,76 \text{ мин.}$$

4.2.4 Гибочная операция

После выполнения всех изложенных выше операций (операция создания скруглений – токарная, не описываем), выполняем последнюю операцию – гибочная операция, необходимо согнуть деталь на 90° , по линиям сгиба.

Для этого используем станок - листогибочный электромеханический с поворотной балкой ЛГМ 6х1,6 станок с ЧПУ.

Включаем станок, выбираем по какому профилю будем гнуть деталь, указываем толщину детали, вводим в программу гибки, размеры (заготовки, линий сгиба, радиус сгиба), закрепляем деталь, и сгибаем деталь. После сгиба детали необходимо проверить размеры – Контроль -100%, инструмент: Шц-II-250-0,05.

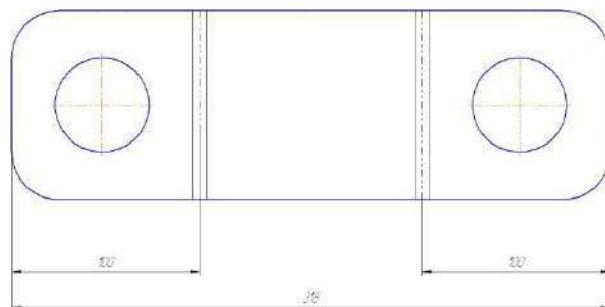


Рисунок 4.7 – Схема сгиба кронштейна

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ЧЕТЫРЕ

В технологической части проекта рассчитали и спроектировали кронштейн крепления гидравлического цилиндра.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части произведен расчет экономической эффективности внедрения в производство автомобиля Урал-43204 с колесной формулой 6х6, с управляемым прицепом-роспуском.

5.1 Определение потребности в основных материалах, численности рабочих по проекту, расчет заработной платы. Расчет себестоимости единицы и общих затрат проектируемой модели по проекту.

Себестоимость продукции (работ, услуг) - это стоимостная оценка затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг).

На основании полной себестоимости, нормы прибыли и НДС устанавливается цена реализации.

Себестоимость проектируемого автомобиля

Перечень вводимых агрегатов и деталей, включая стоимость базового автомобиля, представлен в таблице 1.

Таблица 5.1 – Основные материалы

Наименование узла	Кол- во, шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.	В т.ч. НДС, руб.	Стоимость без НДС, руб.
Урал-43204	1	1 890 560	1 890 560	340 301	1 550 259
Складывающееся дышло прицепа-роспуска (передняя/задняя балки, наконечник, пневмопровод, электропровод)	1	67 000	67 000	12 060	54 940
Коник (основание, откидные стойки с наконечниками, оси, запоры)	1	59 000	59 000	10 620	48 380

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

Продолжение таблицы 5.1

Оси с колёсами	1	85 680	85 680	15 422	70 258
Ограждение кабины	1	14 000	14 000	2 520	11 480
Запорное устройство дышила(пневмоцилиндр, запорный механизм)	1	7 400	7 400	1 332	6 068
Дышло	1	11 369	11 369	2 046	9 323
Коробка отбора мощности	1	5 479	5 479	986	4 493
Лебедка	1	54 689	54 689	9 844	44 845
Сцепка прицепа- ропуска с тягачом	1	3 999	3 999	720	3 279
Прочее	15 750	15 750	2 835	12 915	
Итого		2 214 926	2 214 926	398 687	1 816 239

Таким образом, материальные затраты на единицу продукции составляют 1 816 239 руб. без НДС.

Производственный процесс обслуживается бригадой из 4 человек (табл. 2).

Таблица 5.2– Рабочие, непосредственно занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.	Часовая тарифная ставка, руб./час
Основные: слесарь-сборщик	5	4	185
Вспомогательные	4	2	160

Затраты на оплату руда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия (таблица 3,4).

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.П3	Лис

Таблица 5.3 - Расчет заработной платы производственных рабочих

Показатель	Ед. изм.	Основные	Вспомогательные
1 Тариф на заработную плату	Руб. за час	185	160
2 Отработанное время	н/ч.(трудоемкость)	160	160
3 Заработка плата	Руб.	29 600	25 600
4 Премия 10%	Руб.	2 960	2 560
6 Район. надбавка 15%	Руб.	4 884	4 224
7 Основная заработка плата	Руб.	37 444	32 384
8 Отчисления ФСС 30%\	Руб.	11 233	9 715
9 Заработка плата без ФСС	Руб.	26 211	22 669

Таблица 5.4 – Численность производственных рабочих, заработка плата и отчисления ФСС по проекту

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Численность работающих по проекту, всего				
в том числе:	чел.	6	6	6
1.1 Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	6	6	6
2 Затраты на оплату труда производственных рабочих:	руб.	2 574 528	1 675 872	1 675 872

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

Продолжение таблицы 5.4

2.1 заработка плата	руб.	1 802 170	903 514	903 514
2.2 отчисления ФСС (30%)	руб.	772 358	772 358	772 358

На основании рассчитанных норм расхода материалов в таблице 5.5 представлена калькуляция на автомобиль.

Материальные затраты - это затраты на основные материалы (табл. 5.1).

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим) (10% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- стоимость материалов, запчастей, использованных для обслуживания и ремонта производственного оборудования;
- затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями на социальные нужды;
- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;
- расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;
- расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;
- амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;
- стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общехозяйственные расходы - расходы, непосредственно не связанные с производственным процессом (15% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- административно-управленческие расходы;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
23.05.01.2018.552.ПЗ					

- содержание общехозяйственного персонала;
- амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения;
- арендная плата за помещения общехозяйственного назначения;
- расходы по оплате информационных, аудиторских, консультационных и т.п. услуг;
- другие аналогичные по назначению управленческие расходы.

Затраты на оплату труда - это заработка плата рабочих.

Отчисления ФСС – это обязательные страховые взносы в Фонды социального страхования, составляют 30% от заработной платы.

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (1% от производственной себестоимости).

К коммерческим расходам относятся издержки:

- на затаривание и упаковку;
- по доставке, погрузке и т п.;
- на комиссионные сборы (отчисления), уплачиваемые посредническим организациям;
- по аренде и содержанию помещений для хранения и продажи продукции (товаров);
- на хранение товаров;
- по оплате труда продавцов;
- на рекламу;
- на представительские расходы;
- на иные аналогичные по назначению расходы.

Норма прибыли может определяться исходя из различных критериев, например по относительному показателю – рентабельности продукции, либо исходя из соотношения спроса и предложения. Для упрощения расчетов норма прибыли установлена в размере 30% от полной себестоимости.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

Таблица 5.5 – Калькуляция на автомобиль

Статья	Сумма (руб.)
1 Сырье и материалы	1 816 239
2 Расходы на оплату труда	128 726
3 Отчисления ФСС	38 618
4 Общепроизводственные расходы	12 873
5 Общехозяйственные расходы	19 309
6 Производственная себестоимость	2 002 892
7 Коммерческие расходы	20 029
8 Полная себестоимость	2 003 612
9 Прибыль	601 084
10 Цена	2 604 696
11 Налог на добавленную стоимость НДС	468 845
12 Цена реализации	3 073 541

Общие затраты на производство и сбыт продукции за 3 года составят 26 040 666 рублей.

Таблица 5.6 - Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1 Материальные затраты	21 794 868	21 794 868	21 794 868
3 Общехозяйственные затраты	257 453	257 453	257 453
4 Общепроизводственные затраты	386 179	386 179	386 179
5 Затраты на оплату труда	2 574 528	2 574 528	2 574 528
6 Отчисления ФСС	772 358	772 358	772 358

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

Продолжение таблицы 5.6

7 Коммерческие затраты	255 279	255 279	255 279
8 Всего затрат	26 040 666	26 040 666	26 040 666

Планируемый объем составляет 12 машин в год. В основе плана объема производства и реализации – портфель заказов исследуемого предприятия.

Суммарные затраты на весь объем выпуска представляют собой все статьи затрат, представленные в калькуляции на единицу продукции, умноженные на плановый объем производства в натуральном выражении.

2) Капитальные вложения.

Капитальные вложения - инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты.

Производственный процесс осуществляется на действующих производственных мощностях. Также необходимо дополнительно приобрести необходимое оборудование.

Таблица 5.7 – Оборудование

Наименование	Кол-во	Цена с НДС, руб.
Основные средства (оборудование)	1	90000
Итого:		90000

Стоимость расходов по доставке и монтажу оборудования составляют 10% от стоимости оборудования (9000 тыс. руб.).

Стоимость разработки и монтаж проектируемой конструкции составляет 150 000 руб.

Итого капитальные вложения составят 249 000 руб.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Таблица 5.8 – Капитальные вложения

Наименование показателей	Всего по проектно-сметной документации, тыс. руб.	Выполнено на момент начала работ, тыс. руб.	Подлежит выполнению до конца проекта, тыс. руб.
Капитальные вложения по утвержденному проекту, всего	249 000	0	249 000
в том числе:			
СМР, доставка	9 000	0	9 000
оборудование	90 000	0	90 000
прочие затраты: разработка и монтаж проектируемой конструкции	150 000	0	150 000

По приобретаемому оборудованию начисляется амортизация линейным способом.

Амортизация - это перенесение по частям стоимости основных средств и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции (работ, услуг).

Активы, в отношении которых начисляется амортизация должны обладать стоимостью в пределах лимита, установленного в учетной политике организации, но не более 40 000 рублей за единицу.

Годовая сумма амортизационных отчислений определяется:

- при линейном способе - исходя из первоначальной стоимости или (текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

В течение отчетного года амортизационные отчисления по объектам основных средств начисляются ежемесячно независимо от применяемого способа начисления в размере 1/12 годовой суммы (амортизационные отчисления =

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

Стоимость оборудования / Срок полезного использования по данной группе оборудования 15 лет).

Результаты расчетов сводятся в таблицу 9.

Таблица 5.9 – Амортизационные отчисления

Наименование показателей	Аморт. отчисл.	1 год	2 год	3 год
1 Основные фонды (оборудование), всего	0	90 000	0	0
в том числе:				
1.1 здания и сооружения	0	0	0	0
1.2 оборудование	18 000	6 000	6 000	6 000
1.3 начисленная амортизация	18 000	6 000	6 000	6 000
2 Остаточная стоимость основных фондов по проекту	72 000			

3) Планирование программы производства и реализации продукции (работ, услуг).

Выручка от реализации продукции, производимой и реализуемой по договорам, определяется путем умножения планово-расчетной цена реализации единицы каждого вида продукции на объем продаж каждого вида продукции в натуральном выражении.

Программа производства и реализации продукции представлена в таблице 10.

Таблица 10 - Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измер ен.	1 год	2 год	3 год
1 Объем производства в натуральном выражении	шт.	12	12	12

Продолжение таблицы 5.10

3 Объем реализации в натуральном выражении	шт.	12	12	12
3 Цена реализации за единицу продукции (табл. 5)	руб.	3 246 587	3 246 587	3 246 587
4 Выручка от реализации продукции	руб.	38 959 050	38 959 050	38 959 050
4.1 в том числе НДС	руб.	7 012 629	7 012 629	7 012 629
4.2 Выручка без НДС	руб.	31 946 421	31 946 421	31 946 421

4) Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования.

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в основные материалы с учетом запаса и капитальные затраты на приобретение оборудования.

Таблица 5.11 - Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
1 Капитальные вложения	249 000	249 000
2 Приобретение основных материалов	5 448 717	5 448 717
3 Итого - объем инвестиций	5 697 717	5 697 717

Источники финансирования проекта - собственные денежные средства, сформированные от амортизации основного капитала, отчислений из прибыли на инвестиционные нужды, денежные средства (расчетный счет).

6) Планирование финансовых результатов по проекту.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

Финансовые результаты - это совместный результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли от продаж, прибыли до налогообложения и чистой прибыли (табл. 12).

Таблица 12 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1 Общая выручка от реализации продукции	38 959 050	38 959 050	38 959 050
2 НДС от реализации выпускаемой продукции	7 012 629	7 012 629	7 012 629
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	31 946 421	31 946 421	31 946 421
4 Затраты на производство и сбыт продукции	26 040 666	26 040 666	26 040 666
5 Амортизация	6 000	6 000	6 000
6 Прибыль по проекту	5 899 755	5 899 755	5 899 755
7 Погашение основного долга и выплата процентов за кредит	0	0	0
8 Прибыль до налогообложения	5 899 755	5 899 755	5 899 755
9 Налог на прибыль	1 179 951	1 179 951	1 179 951
10 Прибыль чистая	4 719 804	4 719 804	4 719 804
11 Платежи в бюджет	8 192 580	8 192 580	8 192 580

7) Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта.

Оценка эффективности инвестиционного проекта основана на расчете денежных потоков по трем видам деятельности и показателей эффективности.

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности наглядно представлены в таблице 14.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

Денежный поток состоит из притока (поступления денежных средств) и оттока (затраты, платежи). Сальдо денежного потока – это разность притока и оттока.

К притоку от операционной деятельности относится выручка от реализации услуг и начисленная амортизация по проекту. К оттоку по операционной деятельности относятся затраты на производство и сбыт продукции, налоги и платежи в бюджет.

К притоку от инвестиционной деятельности относится собственные денежные средства на реализацию проекта, к оттоку относятся инвестиционные вложения.

К притоку от финансовой деятельности относятся кредиты и займы. К оттоку по финансовой деятельности относятся выплаты осинового долга и процентов по кредиту (в данном проекте отсутствуют).

Общее сальдо по всем видам деятельности должно быть положительно на всех расчетных шагах – это является обязательным условием финансовой реализуемости проекта.

Общее сальдо является чистым доходом по проекту. Так как чистый доход прогнозируется на несколько периодов (в данном проекте на 3 года) необходимо привести стоимость всех выплат и поступлений к начальному моменту времени, т.е. продисконтировать. Дисконтирование является базой для расчётов стоимости денег с учётом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

$$a_t = 1/(1+E)^t, \quad (5.1)$$

где t – номер шага расчета, E – ставка дисконтирования.

В российской практике ставка дисконтирования рассчитывается как сумма ставки рефинансирования (ключевая ставка), устанавливаемой Центробанком РФ и поправки на риск. Размер поправки на риск устанавливается в соответствии с методическими рекомендациями по оценке инвестиционных проектов ВК477.

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 13.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Таблица 5.13 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск, %
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники	3 - 5
Средний	Увеличение объема продаж существующей продукции	8 - 10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13 - 15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18 - 20

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов.

В данном проекте ставка дисконтирования равна 16%.

К основным показателям, используемым для оценки эффективности проекта используются:

- чистый дисконтированный доход;
- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 2.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \cdot a_t - \sum_{t=1}^T K_t \cdot a_t, \quad (5.2)$$

где R_t – поступления от реализации проекта, руб.; Z_t – текущие затраты на реализацию проекта, руб.; a_t – коэффициент дисконтирования; K_t – капитальные

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ

вложения в проект (инвестиции), руб.; t – номер временного интервала реализации проекта; T – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом: ЧДД>0. Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установленном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта (т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

2. Индекс доходности инвестиций (ИД) рассчитывается по формуле 3.

$$, ИД = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \cdot a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \cdot a_t} \quad (5.3)$$

Эффективным считается проект, индекс доходности которого выше единицы, т.е. сумма дисконтированных текущих доходов (поступлений) по проекту превышает величину дисконтированных капитальных вложений.

3. Срок окупаемости (Ток) рассчитывается по формуле 4.

$$T = \frac{K}{P_u + A} \leq T_{eo} \text{ или } T = \frac{K}{D_u} \leq T_{eo}, \quad (5.4)$$

где T – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы; P_u – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.; K – полная сумма расходов на реализацию инвестиционного проекта, включая затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.; P_i – чистые поступления (чистая прибыль) в i -м году, руб.; T_{eo} – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций, определяется руководством фирмы субъективно, годы; A – амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.; A_i – амортизационные отчисления на полное восстановление в i -м году, руб.; $D_u = P_u + A$ - чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Таблица 5.14 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)			
1 Денежные поступления, всего	38 959 050	38 959 050	38 959 050
в том числе:			
1.1 Выручка	38 959 050	38 959 050	38 959 050
2 Денежные выплаты, всего	34 233 246	34 233 246	34 233 246
в том числе:			
2.1 Затраты по производству и сбыту продукции	26 040 666	26 040 666	26 040 666
2.2 Амортизация	6 000	6 000	6 000
2.3 Налоги и платежи в бюджет	8 192 580	8 192 580	8 192 580
3 Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	4 731 804	4 731 804	4 731 804
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
4 Приток средств	5 697 717	0	0
в том числе:			
4.1 Собственные денежные средства	5 697 717	0	0
5 Отток средств	5 697 717	0	0
6 Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0
ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
7 Приток средств, всего	0	0	0

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.П3	Лис

7.1 Кредиты, всего	0	0	0
8 Отток средств, всего	0	0	0
8.1 Погашение основного долга по коммерческому кредиту	0	0	0
8.2 Уплата процентов за предоставленные средства	0	0	0
9 Сальдо потока по финансовой деятельности (7-8)	0	0	0
10 Общее сальдо потока по всем видам деятельности	4 731 804	4 731 804	4 731 804
11 Чистый доход (стр. 10)	4 731 804	4 731 804	4 731 804
12 Инвестиции (табл. 11 стр.3)	-5 697 717		
13 Ставка дисконтирования	0,16		
14 Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
15 Приведенный эффект (11*14)	4 079 141	3 516 501	3 031 467
16 Сумма приведенных эффектов	10 627 109		
17 Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	4 929 392		
18 Индекс доходности (ИД)	1,9		

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 4 079141 руб.

Во второй год необходимо окупить 5 697 717 руб. – 4 079141 руб.

= 1 618 576 руб.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

Эта сумма окупится за = 1 618 576 руб. / 3 516 501 руб. = 0,5 года

Срок окупаемости 1 год 5 месяцев.

Для оценки устойчивости проекта проведем анализ безубыточности. Исходные данные для расчета безубыточного объема продаж представлены в таблице 14.

Таблица 5.14 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	На единицу продукции, руб.	На весь объем выпуска, руб.
цена (без НДС)	2 751 345	2 751 345
переменные расходы	2 116 419	25 397 034
постоянные расходы	53 636	643 632

Точка безубыточности = постоянные затраты на весь выпуск / цена -переменные затраты на единицу продукции = $643\,632 / (2\,751\,345 - 2\,116\,419) \approx 1$ шт.

Построим график точки безубыточности (рисунок 1).

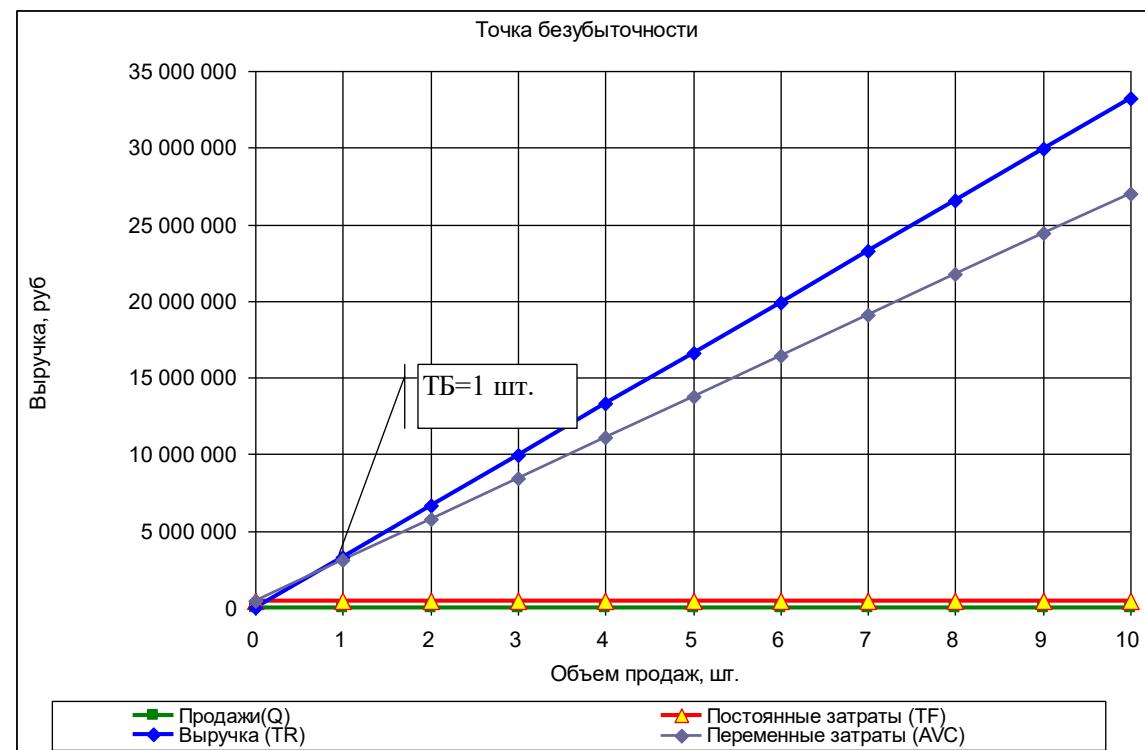


Рисунок 5.1 – График точки безубыточности

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ПЯТЬ

Проведя расчеты, узнали: сальдо по всем видам деятельности положительное на каждом шаге расчета, чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Автомобильный транспорт оказывает большое влияние на окружающую среду – это одна из самых актуальных проблем на сегодняшний день. И чтобы решить эту проблему, надо понимать суть её воздействия, обеспечить разработку планов для принятия мер по устранению негативных последствий.

Несмотря на то, что в настоящее время существует много видов транспорта, самым неблагоприятным является автомобильный транспорт. Ещё несколько десятилетий назад, далеко не каждый человек мог позволить себе приобрести автомобиль в личное пользование, но на сегодняшний день потребность в автомобиле стала необходимой. И приобрести автомобиль можно по вполне доступной стоимости. В связи с этим, количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу увеличилось и достигло 50%, в то время как в 1970 году она составляла лишь 10-15%. А в современных мегаполисах данный показатель может достигать 75%. Кроме того, ежегодно, эта цифра увеличивается примерно на 3%, а это является серьёзным поводом задуматься о принятии необходимых мер.

Вредные выбросы образуются в процессе эксплуатации автомобиля. Проблемы экологии очень актуальны и связано это с особенностями работы современных моделей.. Если не брать во внимание усреднённые показатели, то один автомобиль в течении года поглощает примерно четыре тонны кислорода, необходимого для процессов работы двигателя.

В результате работы двигателя внутреннего сгорания, образуются отработанные газы, которые состоят из множества вредных компонентов. Ежегодно в атмосферу выбрасывается примерно 850 кг угарного газа, 200 кг углерода и 40 кг оксида азота. Вместе с этим, в атмосферу выбрасываются канцерогенные соединения, около 5 тысяч тонн свинца, свыше 25 тонн бензола и 17 тонн формальдегида. А общее количество вредных веществ составляет 20 миллионов тонн в год. В состав отработанных газов автомобиля входит более 200 компонентов и различных соединений и большее их количество являются токсичными. Не стоит забывать и о таких моментах, как износ покрышек автомобиля, при котором также происходит загрязнение окружающей среды. Также стоит учесть вред автомобильных деталей, утилизации которых не уделяется должного внимания. В результате этого образуются свалки отработавших запасных частей автомобиля, которые выделяют вредные пары в атмосферу.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

Процесс работы двигателя автомобиля очень сложный и образует много различных реакций.

Оксид углерода – это не имеющий запаха и цвета газ, имеющий невысокую плотность и быстро распространяющийся по атмосфере. Углеводородные соединения изучены довольно плохо, но уже удалось выяснить, что эти компоненты выхлопных газов могут служить исходными продуктами для формирования так называемых фотооксидантов.

Оксид азота - это бесцветный газ, а диоксид имеет насыщенный бурый оттенок и неприятный запах. Сернистый ангидрид представляет собой газ без цвета, но с очень едким запахом. Интересный факт: состав выхлопных отработанных газов, выделяемых в атмосферу в ходе эксплуатации автомобильного транспорта, зависит от особенностей работы машины, её состояния, используемого топлива, а также опыта водителя.

Автомобильный транспорт очень негативно влияет на окружающую среду. Нужно обратить внимание на несколько важных угроз. Известен такой фактор как парниковый эффект. Его последствия очень глобальны и уже имеют место быть. Компоненты отработанных газов автомобиля проникая в атмосферу, повышают плотность ее нижних слоев, тем самым создавая парниковый эффект. В результате этого, солнечные лучи, падающие на поверхность земли нагревают ее, но тепло при этом не может вернуться обратно в космос (примерно такой эффект наблюдается в теплицах)

Парниковый эффект – это реальная угроза. Последствия такого воздействия очень глобальны и неблагоприятны, примером этого может служить повышение уровня мирового океана, глобальное потепление и как следствие, таяние ледников. А также природные катаклизмы, губительные воздействия на фауну и флору и губительный кризис.

Происходит изменение экосистемы. Практически всё живое на земле страдает из-за влияния автомобильного транспорта. В результате вдыхания отравляющих веществ людьми и животными, нарушается функционирование внутренних органов и дыхательной системы. Многие животные испытывают стресс и могут вести себя неестественно. Также замедляется размножение, ввиду чего уменьшается количество тех или иных видов животных.

Изменение экосистемы Из-за загрязнения окружающей среды транспортом страдает практически всё живое на земле. Выхлопные газы вдыхают животные,

						Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		23.05.01.2018.552.ПЗ

Отработанные газы почти сразу ложатся на поверхность растений, в результате чего нарушается процесс естественного дыхания. Кроме того, вредные вещества оседают на почве и попадают в корни растений, в следствии чего также страдают представители флоры.

Связанные с негативным влиянием автотранспорта перемены с каждым годом становятся всё более масштабными и глобальными, а со временем они могут привести к краху существующей на планете Земля экосистемы, что повлияет на жизнь человечества, воздух, атмосферу.

Экологические проблемы автотранспорта — актуальные вопросы. Активная и повсеместная эксплуатация автомобилей сильно ухудшает экологию, загрязняет воздух, водоёмы, осадки, атмосферу. И такая ситуация может привести к многочисленным проблемам со здоровьем. Так, сильно страдает дыхательная система, ведь вредные вещества выхлопных газов практически сразу попадают в неё, раздражают слизистые оболочки, засоряют лёгкие и бронхи. Из-за нарушения дыхания возникает дефицит кислорода во всех тканях человеческого организма. Кроме того, опасные выбрасываемые автомобильным транспортом соединения разносятся с кровью и оседают в различных органах, и последствия такого загрязнения могут проявляться спустя годы в виде хронических или даже онкологических заболеваний. Кислотные дожди Ещё одна опасность активного использования автомобильного транспорта — кислотные дожди, возникающие из-за воздействия выхлопных газов и загрязнения атмосферы. Они влияют на растительный мир и здоровье людей, меняют состав почвы, разрушают здания и памятники, а также сильно загрязняют водоёмы и делают их воду непригодной для использования и проживания.

Пути решения проблемы Экологические проблемы автомобильного транспорта в современном мире неизбежны. Но всё же их можно решить, если действовать комплексно и глобально. Рассмотрим основные пути решения проблем, связанных с эксплуатацией автомобилей: Чтобы сократить выбросы выхлопных газов, негативно влияющих на окружающую среду, следует использовать качественное очищенное топливо. Зачастую попытки сэкономить приводят к покупке бензина, содержащего опасные соединения. Разработка принципиально новых типов двигателей автомобильного транспорта, использование альтернативных источников энергии. Так, в продаже стали появляться электромобили и гибриды, работающие на электричестве. И хотя пока таких моделей немного, возможно, в будущем они станут более популярными. Соблюдение правил эксплуатации автомобиля. Важно вовремя устранять неполадки, обеспечить постоянное и комплексное обслуживание, не превышать

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

допустимые нагрузки, придерживаться касающихся управления рекомендаций. Экологическая обстановка наверняка улучшится, если разработать и использовать очистное и фильтрующее оборудование, которое сократит объёмы вредных соединений, выделяемых автомобильным транспортом. Реконструкция двигателя автомобиля с целью повышения КПД и сокращения объёмов расходуемого топлива. Использование других видов транспорта, например, троллейбусов и трамваев. Используйте автотранспорт рационально и старайтесь сокращать его негативное влияние на окружающую среду.

В последнее время статистика ДТП в нашей стране имеет положительную тенденцию, об этом свидетельствуют многочисленные рапорты соответствующих государственных структур. За первую половину 2018 года (в период с января по июнь) на территории нашей страны произошло 82 199 аварий. Подобная цифра позволила сделать вывод об уменьшении количества ДТП по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на чуть более чем шесть процентов (6,3%). В результате происшествий на дороге погибло 9712 человек (почти на 12 процентов меньше, чем в 2017 году), ранено 98 740 человек (на 6,8% меньше). Сводная статистика ДТП включает в себя самые различные понятия. Ознакомиться с ней немного подробнее можно, изучив следующую информацию, приведенную, опять же, за 2018 год.

Большинство аварий происходит по вине водителей-мужчин (66 968 при участии мужчин и 9062 при участии женщин). Однако подобная тенденция может объясняться тем, что женщин-автолюбителей все же на порядок меньше. Самые опасные дни — выходные, за субботы произошло 12 235 ДТП, а за воскресенья — 12 464. Самое опасное время дня — период с 17 до 18 часов, в этот промежуток случилось 5166 столкновений.

Аварии происходят не только на трассе, но и на пешеходном переходе, потенциально безопасном месте транспортного полотна. В результате подобных ЧП пострадало почти шесть тысяч человек, погибло 343 человека. Количество погибших в ДТП в России Перейдем от общих сведений к более конкретным цифрам по пострадавшим. Итак, аварии на дороге с летальными исходами участников чаще всего случаются в связи с:

Столкновением автомобилей (32 754 инцидента). Неисправностью транспортного полотна (30 677 событий, в результате которых почти 4 тысячи человек расстались с жизнью). Наездом на пешехода (23 724 случая, в которых погибло 2731 человек). Опрокидыванием автомобиля (7906 аварий, в которых погиб 1161 человек); Техническими неисправностями машины (945 инцидентов, унесших 172 человеческие жизни).

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		Лис
23.05.01.2018.552.ПЗ						

6.1 Общие требования безопасности, предъявляемые к конструкции автомобиля.

Основные требования, предъявляемые к конструкции автомобиля могут быть разделены на следующие группы: производственные, эксплуатационные, требования конкурентоспособности, а также социальные и законодательные требования.

Производственные требования – соответствие конструкции технологическим возможностям завода или передовым тенденциям перспективной технологии, минимальный расход материалов, минимальная трудоемкость, минимальная себестоимость.

Эксплуатационные требования – топливная экономичность, курсовая устойчивость, управляемость, маневренность, плавность хода, проходимость, надежность, технологичность обслуживания и ремонта, минимальная себестоимость транспортных работ.

Требования конкурентоспособности: обеспечение технического уровня, соответствующего современным международным требованиям; патентная чистота; обеспечение международного признания (омологация), соответствие специфическим требованиям стран-импортеров.

Социальные и законодательные требования: безопасность конструкции, высокие эргономические и экологические показатели; соответствие нормативным документам нашей страны и международных организаций.

Требования безопасности распространяются на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность автомобиля:

Параметры безопасности регламентируются ГОСТами и требованиями ЕЭК ООН и требуют внимания в процессе, как конструирования, так и эксплуатации автомобиля.

Международными соглашениями и законодательствами стран к автомобилям предъявляются отдельные ограничения: по габаритным размерам, по полной массе одиночного автомобиля и автопоезда, по осевой нагрузке на дорогу. Эти ограничения должны учитываться при проектировании дорог и дорожных покрытий.

Регламентируются сроки службы и ресурс автомобиля в зависимости от условий эксплуатации.

К проектируемому автомобилю-самосвалу колесной формулой 4x2 предъявляются следующие требования:

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

- оптимальное сочетание скоростных и тяговых характеристик;
- прочность, надежность, долговечность и простота конструкции;
- минимальная собственная масса;
- обеспечение маневренности и устойчивости, а также удобство управления;
- низкий уровень звукового давления и вибрации в кабине автомобиля;
- простота обслуживания;
- возможность эксплуатации в различных дорожных и климатических условиях;
- максимальная скорость движения по шоссе 90 км/час;
- нижний предел максимальной скорости не менее 80 км/час;
- минимальная скорость 2 - 3 км/час;
- максимальный преодолеваемый подъем при полной нагрузке не менее 18 %;
- максимальный подъем для трогания с места при полной нагрузке не менее 12 % ;
- установившаяся скорость на затяжных подъемах величиной 3 % не менее 3 км не менее 35 км/час;
- замедление при торможении не менее 5,5 м/с ;
- наличие рабочей, запасной и стояночной тормозной систем;
- стояночная тормозная система должна надежно удерживать автомобиль
- минимальный расход топлива, масла, охлаждающей жидкости, смазочных материалов, рабочей жидкости;
- обеспечение активной и пассивной безопасности автомобиля;
- обеспечение сохранности грузов при движении или транспортировке автомобиля;
- минимальная стоимость и расходы на эксплуатацию автомобиля.

Кроме вышеперечисленного, конструкция автомобиля должна соответствовать “нормативным документам по безопасности автомобилей”.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		Лис
23.05.01.2018.552.ПЗ						

6.2 Требования охраны труда во время работы с роспуском

- перед погрузочно-разгрузочными работами с прицепом-роспуском, необходимо поставить автомобиль на стояночный тормоз и установить под колёса роспуска противооткатные башмаки.
- сцеплять и расцеплять роспуск необходимо на горизонтальной поверхности, чтобы продольная ось прицепа совпадала с продольной осью тягача
- при подъезде автомобиля-тягача к прицепу-роспуску, не допускать нахождение людей между ними
- при сцепке прицепа, водитель обязан убедиться, электрические провода и гидравлические рукава не припятствовали состыковке, а шкворень крепления исправен.
- при сцепке или расцепке дышло прицепа, не имеющее удерживающих пружин, следует устанавливать на стойку, предохраняющую его от падения.
- растормаживать прицеп-роспуск и убирать упоры из-под колес разрешается только после окончания работ по сцепке.
- перед сцепкой и расцепкой автомобиля-тягача с роспуском, необходимо поставить автомобиль на стояночный тормоз, заглушить двигатель и поставить рычаг переключения передач в нейтральное положение.
- начинать движение на автомобиле разрешается только после того как водитель убедится в отсутствии посторонних людей вблизи подвижного состава.

6.3 Требования безопасности при обслуживании автомобиля

Обслуживать и ремонтировать автомобиль следует на горизонтальной площадке. Автомобиль необходимо затормозить стояночной тормозной системой, аккумуляторные батареи отсоединить выключателем, подачу топлива отключить (вытянув рукоятку останова двигателя на себя до отказа).

Перед снятием колеса необходимо положить противооткатные упоры под колёса другого моста, который не будет подниматься, для предотвращения скатывания автомобиля. Ослабив затяжку гаек крепления колеса нужно вывесить колесо домкратом или другим грузоподъёмным механизмом. Для поднятия домкратом переднего моста тягача головку винта домкрата необходимо установить в гнездо хомута крепления рессоры, для поднятия заднего или

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис	23.05.01.2018.552.ПЗ

среднего мостов тягача – под опорный кронштейн рессоры, аналогично для самосвального полуприцепа.

-при опускании запасного колеса запрещается находиться в зоне действия откидного кронштейна держателя во избежание травматизма.

-чтобы подняться на буфер автомобиля, следует использовать подножку.

-необходимо содержать в чистоте и исправном состоянии двигатель не допускать подтекания топлива и масла: это может послужить причиной пожара.

-антифризы и тормозные жидкости ядовиты – обращаться с ними следует осторожно.

-разборку, осмотр, очистку и смазку тормозной камеры привода стояночного тормоза необходимо производить в мастерской на специальных приспособлениях.

Сварочные работы на автомобиле следует выполнять с соблюдением мер пожарной безопасности. При проведении электро-сварочных работ на автомобиле следует отключить аккумуляторные батареи. Массовый провод сварочного аппарата необходимо присоединять вблизи от места сварки.

Необходимо регулярно проверять состояние изоляции провода от клеммы аккумуляторной батареи к стартеру: повреждение изоляции может привести к пожару.

Требования безопасности при работах, связанных с подъёмом и опусканием кабины.

Перед опрокидыванием кабины автомобиль следует поставить на горизонтальную площадку, затормозить стояночной тормозной системой, подложить противооткатные упоры под колёса, поставить рычаг переключения передач в нейтральное положение, открыть облицовку и закрыть двери.

-категорически запрещается при опрокинутой кабине производить работы по системе опрокидывания кабины.

-запрещается стоять перед автомобилем под опрокинутой кабиной.

-запрещается производить обслуживание агрегатов двигателя и автомобиля при не полностью опрокинутой кабине.

-перед опусканием кабины следует убедиться в отсутствии людей в зоне опускания кабины.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

- после опускания кабины необходимо убедиться в установке рычага переключения передач в нейтральном положении.
- перед началом движения необходимо убедиться, что замок запора кабины закрыт. В случае неполного закрытия запуск двигателя блокирован.
- опрокидывание кабины необходимо производить до полного вытягивания гидроцилиндра опрокидывания кабины.
- перед началом работы следует выключить сцепление и установить рычаг коробки передач в нейтральное положение.
- нельзя прогревать двигатель в закрытых помещениях и в помещениях с плохой вентиляцией.
- перед растормаживанием стояночной тормозной системы с помощью механизма принудительного растормаживания, расположенного на левом онжероне, необходимо подложить противооткатные упоры под колёса во избежание самопроизвольного движения автомобиля.

6.4 Требования безопасности во время эксплуатации автомобиля

Нормальная работа автомобиля и длительный срок его эксплуатации могут быть обеспечены только при соблюдении всех рекомендаций и требований безопасности при эксплуатации автомобиля.

- запрещается использовать тягу ручной подачи топлива при движении автомобиля для изменения скоростного режима двигателя.
- категорически запрещается выключать двигатель при движении накатом.

На спусках запрещается движение с выключенным сцеплением, передачами в коробке передач и в раздаточной коробке.

При преодолении крутых подъёмов, близких к предельным, нельзя выключать сцепление и переключать передачи.

Необходимо заблаговременно выбрать необходимую передачу.

При перевозке пассажира следует зафиксировать замок правой двери кабины.

Запрещается эксплуатация автомобиля без пружинных колец замков крышки контейнера аккумуляторных батарей.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

Категорически запрещается спать в кабине при работающем двигателе.

После пуска холодного двигателя не рекомендуется допускать его работу с большой частотой работы коленчатого вала.

Во избежание поломок турбокомпрессора перед остановкой двигатель должен поработать в течение 2...3 минут на средних оборотах холостого хода.

Чтобы воздух не попал в систему питания не следует вырабатывать весь объём топлива из топливного бака.

Передачи в раздаточной коробке следует переключать только после полной остановки автомобиля. Блокировку дифференциала раздаточной коробки включать при остановленном автомобиле или при минимальной скорости движения. Блокировку включать только при необходимости для преодоления труднопроходимых участков пути или при движении по скользким дорогам. Движение с заблокированным дифференциалом по сухим твёрдым дорогам запрещается.

Во избежание задиров подшипников шестерён вторичного вала коробки передач при длительной буксировке автомобиля с неработающим двигателем необходимо снять промежуточный карданный вал. При буксировке автомобиля с неработающим двигателем без демонтажа промежуточного карданного вала скорость движения не должна превышать 40 км/ч.

Во время движения колёсные краны системы регулирования давления воздуха в шинах передних колёс должны быть открыты. Колёсные краны задней тележки при движении с номинальным давлением в шинах должны быть закрыты. При длительной стоянке следует закрывать колёсные краны.

При выводе автомобиля из колеи не следует долго двигаться с повёрнутым в крайнее положение рулевым колесом, так как это может привести к перегреву масла в гидросистеме и выходу из строя насоса.

При несправном рулевом усилителе пользоваться рулевым управлением можно только кратковременно и только при буксировке неисправного автомобиля.

При эксплуатации автомобиля в тяжёлых дорожных условиях необходимо следить за состоянием тормозов. Перед началом движения давление воздуха в тормозной системе должно быть не ниже 450 кПа.

При движении со включенным вспомогательным тормозом запрещается:

превышать более 2100 об/мин частоту вращения коленчатого вала двигателя;

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	23.05.01.2018.552.ПЗ	Лис

переключать передачи в коробке передач с высшей на низшую при частоте вращения коленчатого вала двигателя близкой к 2100 об/мин.

При необходимости нужно снизить частоту вращения коленчатого вала с помощью рабочего тормоза и включить низшую передачу.

Во избежание выхода из строя генераторной установки, к положительному выводу аккумуляторной батарей необходимо подсоединять провод от стартера, а к отрицательному – провод от выключателя аккумуляторной батареи.

Во избежание намокания термошумоизоляции кабины категорически запрещается мыть её внутреннюю часть из ведра или с помощью шланга.

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ ШЕСТЬ

а/м «Урал» с прицепом-роспуском с механизированным управлением моста прицепа соответствует всем требованиям экологии и безопасности.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

7 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

Виды чрезвычайных ситуаций невоенного характера по сфере возникновения:

- а) техногенные (производственные аварии);
- б) природные (стихийные бедствия);
- в) экологические (экологические бедствия).

по ведомственной принадлежности:

- а) промышленности;
- б) строительстве;
- в) жилищной и коммунальной сфере;
- г) сельском и лесном хозяйстве;
- д) на транспорте.

по масштабам последствий

- а) частные (один станок, установка);
- б) объектовые (в пределах предприятия);
- в) местные (в пределах района, города);
- г) региональные;
- д) глобальные.

Ядерное оружие на сегодняшний день является самым мощным средством массового поражения. Поражающие факторы этого оружия – ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение и электромагнитный импульс.

Химическое оружие тоже является одним из видов оружия массового поражения. Его поражающее действие основано на использовании боевых токсичных химических веществ (БТХВ). К боевым токсичным химическим веществам относят отравляющие вещества (ОВ) и токсины, оказывающие поражающее действие на организм человека и животных, а также фитотоксиканты, которые могут применяться для поражения различных видов растительности.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

Бактериологическое оружие – это биологические средства (бактерии, вирусы, риккетсии, грибы и токсичные продукты их жизнедеятельности), распространяемые с помощью живых зараженных переносчиков заболеваний (грызунов, насекомых) или в виде порошков и суспензий с целью вызвать массовые заболевания людей, сельскохозяйственных животных и растений.

К обычным средствам поражения относят огневые и ударные средства, применяющие артиллерийские, зенитные, авиационные, стрелковые и инженерные боеприпасы, снаряженные обычным взрывчатым веществом, высокоточное оружие, боеприпасы объемного взрыва, зажигательные смеси и вещества, а также некоторые новейшие виды оружия (инфразвуковое, радиологическое, лазерное).

Гражданская оборона в России — система мер по защите людей и материальных ценностей в стране в случае военных действий, стихийных бедствий или техногенных катастроф, а также подготовка таких мер. Эти меры включают размещение в убежищах, эвакуацию, маскировку объектов, оказание первой помощи и обеспечение базовых потребностей жителей.

На данный момент при разработке моделей грузового автотранспорта большое внимание уделяется тому, чтобы использовать эти автомобили в системе гражданской обороны. Изначально автомобили автомобильного завода «Урал» проектировались для вооруженных сил и являлись автомобилями двойного назначения:

- Автомобили народного хозяйства
- Автомобили для нужд министерства обороны

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций, проектируемый автомобиль может получить очень высокое применение в разных сферах деятельности, ведь главной отличительной особенностью автомобилей «Урал» является высокий уровень проходимости - способность преодолевать ров шириной до 1,2 м, вертикальную стену высотой 0,55 м, брод глубиной 1,75 м, передвигаться по снежной целине глубиной до 1 м, эффективно работать при температурах окружающего воздуха от -50 до +50°С.

Автомобили «Урал» имеют высокую ремонтопригодность и рассчитаны на безгаражное хранение.

Высокая проходимость, большая грузоподъемность, надежность, простота технического обслуживания сделали автомобили «Урал» незаменимой техникой для различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, силовых

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат		Лис
23.05.01.2018.552.ПЗ						

структур. Среди заказчиков преобладают крупные нефтегазодобывающие компании, строительные организации, Министерство обороны РФ, Министерство внутренних дел РФ, Министерство по чрезвычайным ситуациям РФ.

Имея высокую проходимость, автомобиль «Урал» может использоваться для доставки различного рода грузов в труднодоступные районы.

Таким образом, данный автомобиль может быть использован для предотвращения любых последствий всех вышеперечисленных чрезвычайных ситуаций.

ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ СЕМЬ

Проектируемый автомобиль имеет важное значение в плане гражданской обороны. Это обусловлено тем, что автомобиль имеет уникальную проходимость, большую манёвренность и высокую ремонтопригодность в непредназначенных для этого условиях. Поэтому для устранении военных и стихийных последствий данный автомобиль незаменим.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.ПЗ

Лис

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель дипломного проекта состояла в механизации привода управления прицепа-роспуска для а/м Урал 43204

По данным проведенного анализа аналогов был сделан вывод, что данная конструкция, способна обеспечить требования эксплуатации. Данные тягово-динамического расчета автомобиля показали, что двигатель ЯМЗ-53642, обладает необходимыми ресурсами для работы, а трансмиссия автомобиля обеспечивает необходимую скорость движения.

Методом расчета определили максимальные углы поворота управляемых колес прицепа-роспуска, которые равны углам поворота управляемых колес автомобиля. Они составляют $31^{\circ} 30'$ для внутреннего и 26° для наружного управляемых колес.

Срок окупаемости проекта в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

В разделах БЖД и гражданская оборона дано описание разрабатываемого автомобиля с точки зрения безопасности и возможности использования разрабатываемого автомобиля в составе подразделений ГО

Внедрение разработки, рассмотренной в данном проекте, позволит улучшить управляемость и манёвренность проектируемого автомобиля, а также задействовать меньшее количество людей при работе с прицепом-роспуском, упростить задачу использования и сократить время, необходимое для совершения маневров автопоезда.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

23.05.01.2018.552.П3

Лис

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гладов, Г.И. Специальные транспортные средства: Теория / Г.И. Гладов, А.М. Петренко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 215 с.
2. Гладов, Г.И. Специальные транспортные средства: Проектирование и конструкции / Г.И. Гладов, А.М. Петренко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 320 с.
3. Гладов, Г.И. Расчет маневренных качеств полуприцепного автопоезда: методические указания к курсовой работе / Г.И. Гладов, А.Ю. Шведов. – М.: МАДИ, 1994. – 20 с.
4. Проектирование полноприводных колесных машин: учебник для вузов. В 3 т. Т. 1 / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Г.И. Гладов [и др.]; под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 496 с.
5. Учебное пособие оценочные показатели и расчет маневренности полуприцепного автопоезда/ Г.И. Гладов, Л.В. Демидов. – М.: МАДИ, 2016 – 125с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах Т.2/ Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. 656 с., ил.
7. Учебное пособие специализированный подвижной состав грузового автотранспорта/ Бернацкий В.В. - М.: МГТУ «МАМИ», 2005 – 48с.
8. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.-4-е изд. перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1985.
9. Технология машиностроения: Учебное пособие к курсовому проектированию; Миков Ю.Г.; Челябинск: ЮУрГУ, 2005.-39с.
10. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию по специальности 150100 – «Автомобиле- и тракторостроение»: Учебное пособие/ А.А. Романченко, С.А. Уфимцев, В.Е. Андреев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001. – 81с.
11. Краткий автомобильный справочник НИИАТ т.2, 4, М., Транспорт, 2004
12. Грифф М.И. "Основы создания и развития специализированного автотранспорта для строительства", М., АСВ, 2003, 143 с.

Изм.	Лис	№ докум.	Подп.	Дат	Лис
					23.05.01.2018.552.ПЗ