

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*

(подпись) В.В. Краснокутский
(И.О.Ф.)

_____ 2018 г.

Установка для механического привода подъема запасного колеса
и кабины типа «Р»

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ
ЮУрГУ–23.05.01.2018.362.ВКП

Консультант, *к.э.н.*
Экономическая часть

Н.С. Комарова

_____ 2018 г.

Руководитель, *к.т.н., доцент*

М.Г. Штыка

_____ 2018 г.

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

В.В. Краснокутский

_____ 2018 г.

Автор
студент группы МиМс-551

В.С. Петелин

_____ 2018 г.

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

М.И. Абрамов

_____ 2018 г.

Миасс, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	9
1.1 Нормы выбросов для автомобилей	9
Выводы по разделу один	27
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	28
2.1 Исходные данные для расчета	28
2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя	29
2.3 Тяговая характеристика автомобиля	31
2.4 Мощностной баланс автомобиля	31
2.5 Динамическая характеристика автомобиля	33
2.6 Ускорение автомобиля	33
2.7 Время и путь разгона автомобиля	34
2.8 Угол подъема автомобиля	35
2.9 Расчет топливной экономичности	36
Выводы по разделу два	40
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	41
3.1 Расчёт усилия для опрокидывания кабины	41
3.2 Описание системы	43
3.3 Расчёт трубопровода системы	48
Выводы по разделу три	50
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	51
4.1 Выбор детали	51
4.2 Расчет режимов резанья	53
4.3 Техническая характеристика выбранных станков	56
4.4 Расчёт нормы материала	56
Выводы по разделу четыре	59
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	60

5.1 Требования безопасности при эксплуатации механизма кабины	60
Выводы по разделу пять	65
6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА	66
Выводы по разделу шесть	66
7 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	67
Выводы по разделу семь	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
БИБЛЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	82

ВВЕДЕНИЕ

Область применения большегрузной техники с каждым годом увеличивается, создаются новые модели и модернизируются уже существующие. Производители стараются отвечать требованиям заказчика, максимально удовлетворить спрос на свои автомобили, это касается не только цены, но и качества, способов выполнения поставленных задач.

В связи с этим кабина автомобиля с каждым годом становится всё более совершенной. Повышается эргономичность рабочего места водителя. Для снижения шума и вибраций применяются универсальные шумо- и виброизоляционные материалы. Кабины современных автомобилей имеют сложную пневматическую подвеску для снижения ударов и вибраций передаваемых от рамы. Для лучшей эргономичности рулевое колесо регулируется по высоте и углу наклона, а в некоторых автомобилях система регулировки рулевого колеса имеет сервопривод и блок памяти связанный с системой регулировки сиденья, это позволит запоминать несколько настроек для различных водителей. Сиденье водителя пневматически подрессорено и также имеет сложную систему регулировки.

Одним из важных элементов кабины является механизм опрокидывания. Он обеспечивает доступ к двигателю автомобиля. Современные механизмы опрокидывания кабины являются очень сложными системами. Они имеют насос механизма подъема кабины и гидроцилиндр. Управление системой осуществляется вручную или с помощью гидроподъемника.

Целью данного проекта является усовершенствование существующей модели подъема кабины автомобиля Урал разработка гидравлического механизма опрокидывания кабины для автомобиля УРАЛ 44202-3511-82М отвечающей всем современным условиям и требования заказчика. Поэтому можно смело говорить, что тема дипломного проекта: «Установка для механического привода подъема запасного колеса и кабины типа "Р"» .

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		7

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

1.1 Описание выбранного автомобиля



Рисунок 1.1 – Общий вид автомобиля

Обновленная линейка семейства полноприводных автомобилей Урал-М разработана на базе серийно выпускаемых моделей АЗ «Урал». Конструктивные изменения и модернизация распространились на модельный ряд: шасси автомобилей для изготовления спецтехники, самосвальных автомобилей, бортовых автомобилей, седельных тягачей, вахтовых автобусов. Программа по усовершенствованию проводилась для полноприводных грузовых автомобилей Урал-4320 с капотной компоновкой кабины и бескапотной кабиной типа «Р».

Большое внимание было уделено эргономике и комфорту водителя. Изменение пространственного положения рулевой колонки, педального узла и рычага КПП относительно водительского кресла позволило добиться максимально комфортного управления автомобилем. Новые модели автомобилей Урал оснащаются подressоренными сиденьями GRAMMER. Подressоренные сиденья эффективно гасят вибрацию и имеют широкий

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		8

диапазон регулировок, что позволяет настроить их максимально удобно. Сиденья оснащены трехточечным ремнем безопасности. Он сочетает в себе плечевой и поясной ремни, но при этом представляет из себя единственный отрезок ремня, по которому перемещается пряжка, что обеспечивает удобство пристегивания или отстегивания. При аварии усилие торможения распределяется по значительной поверхности груди, плеч и бедренного пояса, что значительно облегчает перенесение соударения. Трехточечные ремни дополнительно предотвращают проскальзывание туловища под лямкой ремня, что делает их более эффективными.

Отопление осуществляется от системы охлаждения ДВС, во время стоянки с неработающим двигателем, обогрев салона осуществляется так же от системы охлаждения двигателя, где нагрев охлаждающей жидкости осуществляется предпусковым подогревателем. Предпусковой подогреватель гарантирует запуск мотора автомобиля при низкой температуре (до -45°C), продлевает ресурс двигателя, т.к. позволяет исключить холодный запуск двигателя автомобиля. Также подогреватель обеспечивает обогрев салона автомобиля при не работающем двигателе. ПЖД может работать совместно с двигателем автомобиля, что повышает эффективность системы отопления транспортного средства.

Обзор дороги в темное время суток обеспечивают фары головного света. Отличительной особенностью элементов освещения дороги Урал-М является прозрачный элемент фар, изготовленный из стекла. Стекло в отличие от пластика не мутнеет со временем и не зашаркивается, что влияет на качество освещения.

Помимо прочего в автомобилях Урал-М устанавливается новый щиток приборов с комбинацией контрольных индикаторов и монохромным жидкокристаллическим дисплеем, отображающим информацию диагностических систем автомобиля, обеспечивающих контроль и своевременное выявление неисправностей. Также грузовые автомобили Урал-М оснащены счетчиком моточасов.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		9

прочности ШРУС, увеличению количества болтов крепления чашек дифференциала (с 8 на 12).

На автомобилях Урал-М устанавливается раздаточная коробка с пневматическим управлением, что позволило упростить систему тяг механического привода. Увеличение ширины шестерен и диаметра валов в раздаточной коробке, что в результате привело к увеличению величины входного крутящего момента на 20%. Комплекс мер по усовершенствованию трансмиссии привел к увеличению прочности и повышению надежности узлов, передающих крутящий момент. Также это позволило увеличить гарантийный срок эксплуатации на мосты и раздаточную коробку до 60 тыс. км или 24 месяца.



Рисунок 1.3 – Общий вид модернизированного заднего моста

Для повышения проходимости и улучшения вездеходных качеств автомобиля все базовые модели новой линейки автомобилей Урал-М оснащаются блокировкой межколесного дифференциала (МКБ). Механизм блокировки устанавливается на среднем и заднем мосту грузовиков. Управление блокировкой межколесного дифференциала осуществляется системой пневматического привода.

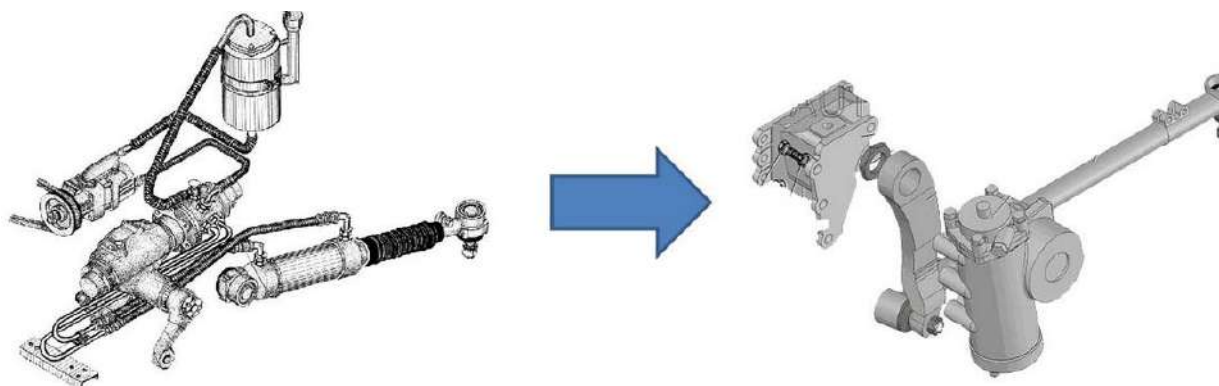


Рисунок 1.4 – Общий вид рулевого управления

Применение рулевого механизма RBL (Германия) с интегрированным усилителем позволяет снизить прилагаемое усилие на рулевом колесе, увеличить грузоподъемность передней оси, сократить расходы на ТО. Комплектация системы рулевого механизма беззазорными наконечниками позволила уменьшить углы люфтов, что положительно отразилось на курсовой устойчивости и управляемости автомобилем.

Также в моделях Урал-М реализовано пневматическое управление рабочей и стояночной системой тормозов. Применение комплектующих системы пневматического привода тормозов фирмы WABCO обеспечивают большую надежность, снижение затрат на ТО.

Применение современных агрегатов и проведение комплексных мер по повышению надежности отдельных узлов позволило увеличить межсервисный интервал до 15000 км. Помимо модернизации агрегатов и механизмов новых моделей автомобиля Урал, были внесены изменения в конструктивные особенности рамы. Увеличена длина колесной базы стандартного автомобиля до 3800 мм, что расширяет возможности монтажа различного навесного оборудования. Также для длинобазовых автомобилей применяются цельные усилители рамы. Передний металлический бампер и металлические ступени подъема в кабину обеспечивают максимальный угол съезда и менее подвержены деформации в условиях сильного бездорожья. В стандартную комплектацию автомобиля входят держатели противооткатных упоры.

В качестве прототипа в своем дипломном проекте выбираю капотный автомобиль Урал-44202-351-82М (рисунок 1.5) высокой проходимости, с колесной формулой бхб, с дизельным двигателем ЯМЗ-536 и трехместной кабиной, расположенной за двигателем, автомобиль предназначен для выполнения транспортных и транспортно-технологических функций в условиях сельскохозяйственного производства по всем видам дорог, а также в полевых условиях.

Автомобиль предназначен для эксплуатации с прицепами, имеющими пневмовыводы по ГОСТ Р 50023-92, электровыводы по ГОСТ 9200-76, пневматический привод тормозной системы по ГОСТ 4364-81, тормозные системы по ГОСТ Р 41.13-99, полную массу в соответствии с технической характеристикой. Самосвальные прицепы должны быть оборудованы гидровыводами под разрывную муфту, поставляемую с тягачом, для соединения с гидросистемой тягача.



Рисунок 1.5 – Общий вид автомобиля Урал-44202-351-82М

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		13

1.2 Анализ некоторых механизмов подъема кабины

В настоящее время на автомобилях "МАЗ" и "КамАЗ" применяются гидравлические механизмы подъема кабины следующих видов.

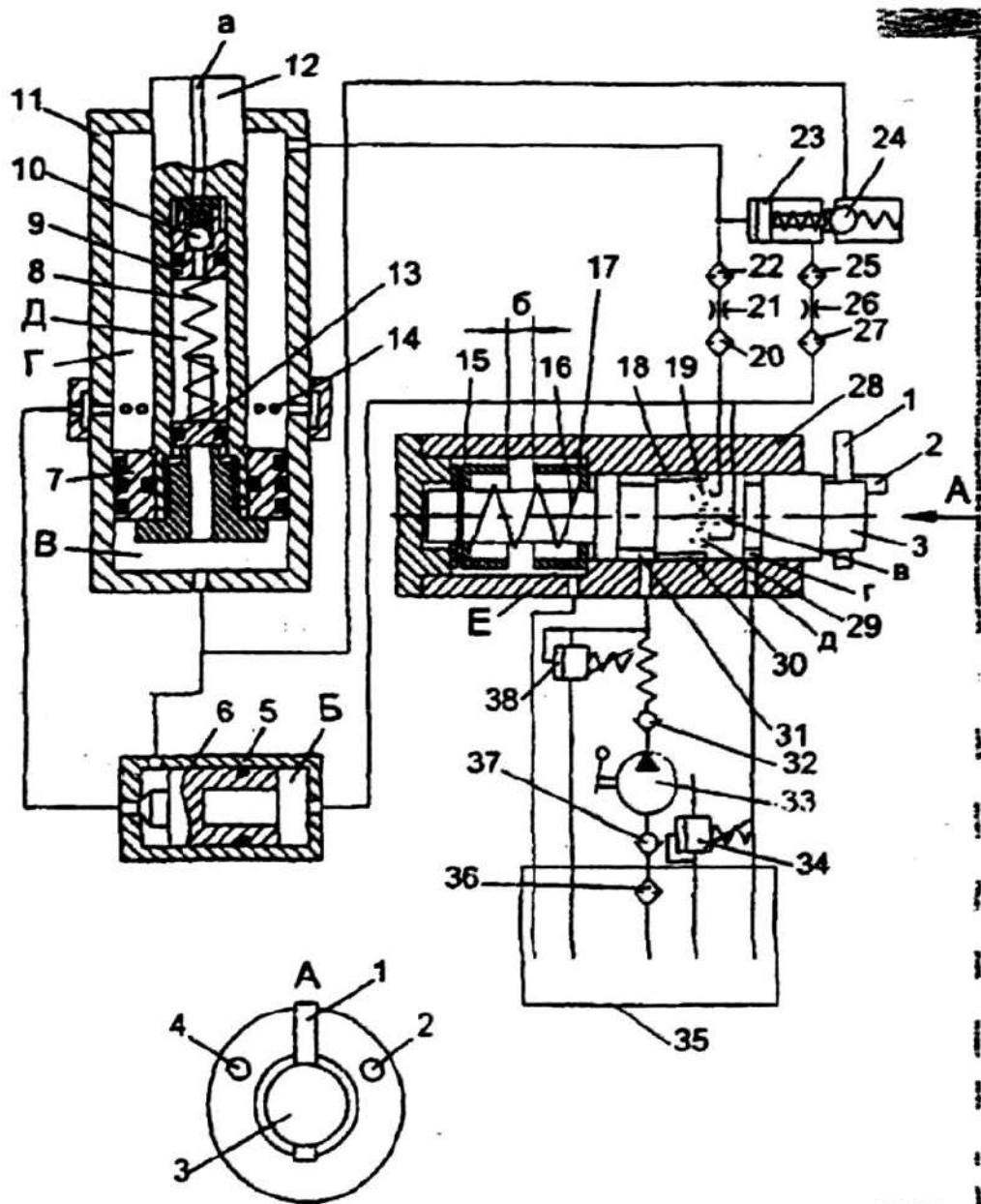


Рисунок 1.6 - Гидравлический механизм подъема кабины автомобиля

МАЗ-6430:

- 1 — рукоятка; 2, 4 — ограничительные штифты; 3 — золотник;
- 5 — управляющий клапан; 6 — плунжер управляющего клапана;
- 7 — поршень; 8 — пружина компенсатора; 9 — верхний поршень компенсатора; 10 — обратный клапан верхнего поршня; 11 — гидроцилиндр;

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.362 ПЗ

Лист

14

12 — шток; 13 — нижний поршень компенсатора; 14 — отверстие в корпусе гидроцилиндра; 15, 17 — ограничительные втулки; 16 — пружина золотника;

18, 30 — продольные пазы; 19, 29 — отверстия; 20, 22, 25, 27 — фильтры; 21, 26 — дроссели; 23 — толкатель гидравлического замка; 24 — обратный клапан гидравлического замка; 28 — основание; 31 — кольцевая напорная проточка; 32 — обратный клапан насоса; 33 — насос; 34 — предохранительный клапан пробки заливной горловины корпуса насоса; 35 — корпус; 36 — фильтр; 37 — всасывающий клапан; 38 — предохранительный клапан насоса;

Б — полость управляющего клапана; В — подпоршневая полость;

Г — штоковая полость; Д — воздушная полость компенсатора;

Е — подзолотниковая полость; а — канал в окружающую среду;

б — зазор между ограничительными втулками; в, д — сливные каналы;

г — кольцевая сливная канавка

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		15

Гидроцилиндр механизма подъема кабины автомобиля МАЗ-6430 имеет компенсатор, который предназначен для выравнивания объемов рабочей жидкости, вытесняемой перемещающимся поршнем 1 из полости В в полость Д и наоборот при вертикальном перемещении подрессоренной кабины в транспортном положении. Гидроцилиндр механизма подъема кабины автомобиля МАЗ-6430 также содержит управляющий клапан, плунжер которого под действием давления в полости Е разъединяет полости В и Б при подъеме кабины из транспортного положения. При проходе поршня отверстий 10 в корпусе гидроцилиндра управляющий клапан выключается, дроссели 12 и 13 исключают раскачивание кабины при ее подъеме и опускании и обеспечивают плавное самопроизвольное запрокидывание кабины до максимального угла подъема при переходе положения неустойчивого равновесия, дроссель 12 в подпоршневой полости В обеспечивает плавное самопроизвольное опускание кабины в транспортное положение при переходе поршнем 1 отверстий 10 в корпусе.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

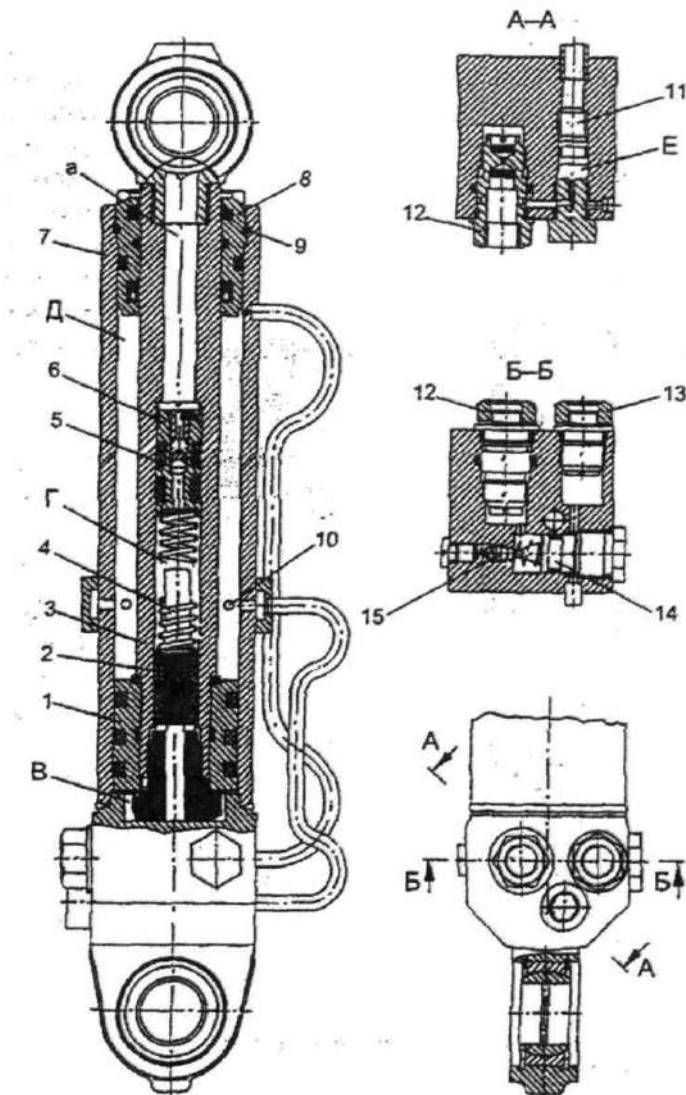


Рисунок 1.8 - Гидроцилиндр механизма подъема кабины автомобиля
МАЗ-6430:

1 — поршень; 2 — нижний поршень компенсатора; 3 — шток; 4 — пружина; 5 — обратный клапан верхнего поршня компенсатора; 6 — верхний поршень компенсатора; 7 — корпус; 8 — крышка; 9 — стопорное кольцо; 10 — отверстие в корпусе гидроцилиндра; 11 — плунжер с конусом управляющего клапана;

12, 13 — дроссели с фильтрами; 14 — толкатель гидравлического замка; 15 — обратный клапан гидравлического замка; В — подпоршневая полость; Г — воздушная полость; Д — штоковая полость; Е — полость управляющего клапана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.362 ПЗ

Лист

18

В механизме подъема кабины автомобиля МАЗ 6430 шток гидроцилиндра жестко соединен с кабиной в транспортном положении и работает в режиме амортизатора.

Гидравлический механизм подъема кабины автомобиля МАЗ-6430 работает следующим образом (рисунок 1.6).

Для подъема кабины золотник 3 поворачивается против часовой стрелки до упора рукоятки 1 в ограничительный штифт 4. Рабочая жидкость из корпуса 35 через фильтр 36 и всасывающий клапан 37 поступает к насосу 33 и далее через обратный клапан 32, кольцевую напорную проточку 31, продольный паз 30, отверстие 29 в основании 28 насоса, дроссель 26, обратный клапан 24 гидравлического замка проходит в подпоршневую полость В гидроцилиндра.

Одновременно рабочая жидкость под давлением поступает в полость Б управляющего клапана 5, поджимая плунжер 6 конусом к седлу, тем самым разъединяя полости В и Г. Кроме того, под действием давления рабочей жидкости в подпоршневой полости В нижний поршень 13 компенсатора, сжимая пружину 8, перемещается в крайнее верхнее положение до упора в верхний поршень 9 при закрытом обратном клапане 10. После этого поршень 7 со штоком 12 перемещаются вверх, поднимая кабину до положения неустойчивого равновесия. При проходе поршня 7 отверстий 14 управляющий клапан 5 выключается.

При подъеме кабины рабочая жидкость из полости Г через дроссель 21, отверстие 19 в основании насоса, сливной канал в, кольцевую сливную канавку г, сливной канал Д поступает в корпус насоса. При прохождении положения неустойчивого равновесия кабина начинает самопроизвольно запрокидываться до максимального угла подъема, перемещая поршень 7 со штоком. Рабочая жидкость из штоковой полости через дроссель, отверстие 19, сливной канал в, кольцевую сливную канавку г, сливной канал д вытесняется поршнем в корпус насоса. В подпоршневой полости давление падает, нижний поршень 13 компенсатора под действием пружины 8 и сжатого воздуха в полости Д возвращается в нижнее исходное положение. Плавное

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		19

самопроизвольное запрокидывание кабины обеспечивает дроссель 21, создавая давление в штоковой полости гидроцилиндра.

Для опускания кабины золотник 3 поворачивается по часовой стрелке до упора рукоятки 1 в ограничительный штифт 2. Рабочая жидкость из корпуса через фильтр 36 и всасывающий клапан 37 поступает в насос и далее через обратный клапан 32, напорную кольцевую проточку 31, продольный паз 18, отверстие 19 в основании насоса и дроссель 21 проходит в штоковую полость гидроцилиндра. Поршень 7 со штоком 12 перемещаются вниз и кабина опускается. Рабочая жидкость из подпоршневой полости через обратный клапан 24, который открывается толкателем 23, дроссель 26, отверстие 29 в основании насоса, сливной канал В, кольцевую сливную канавку Г, сливной канал Д поступает в корпус насоса.

При переходе кабины положения неустойчивого равновесия под действием давления рабочей жидкости в подпоршневой полости нижний поршень 13 компенсатора, сжимая пружину 8 и воздух в полости Д, перемещается в крайнее верхнее положение до упора в верхний поршень 9 при закрытом обратном клапане 10. Управляющий клапан 5 открывается, когда поршень гидроцилиндра пройдет отверстия 14, соединяющие подпоршневую В и штоковую Г полости. Рабочая жидкость из подпоршневой полости через открытый управляющий клапан 5 и отверстия 14 поступает в штоковую полость Г. Так как объем вытесняемой жидкости из подпоршневой полости больше освобожденного объема в штоковой полости на величину, равную объему части штока 12, входящего в штоковую полость, в подпоршневой и штоковой полостях создается необходимое давление, и толкатель 23 открывает обратный клапан 24 гидравлического замка. Рабочая жидкость через открытый обратный клапан 24, дроссель 26, отверстие 29 в основании насоса, сливной канал в, кольцевую сливную канавку г и сливной канал д вытесняется в корпус насоса. Кабина самопроизвольно опускается в транспортное положение. Плавное самопроизвольное опускание кабины в транспортное положение обеспечивает дроссель 26, создавая давление в подпоршневой и штоковой полостях гидроцилиндра.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		20

В случае нарушения герметичности обратного клапана 24 в режиме опускания кабины происходит ее самопроизвольное опускание при переходе положения неустойчивого равновесия. Рабочая жидкость из подпоршневой полости вытесняется поршнем через негерметичный обратный клапан, дроссель 26, отверстие 29 в основании насоса, сливной канал в, кольцевую сливную канавку г, сливной канал д в корпус насоса Б штоковой полости гидроцилиндра при этом падает давление. В корпусе насоса давление увеличивается, и золотник 3, сжимая пружину 16, перемещается в осевом направлении и перекрывает сливной канал д. Самопроизвольное опускание кабины замедляется. Рабочая жидкость под давлением через фильтр 36, всасывающий клапан 37, обратный клапан 32, кольцевую напорную проточку 31, продольный паз 18, отверстие 19 в основании насоса, дроссель 21 заполняет штоковую полость гидроцилиндра. При этом давление в корпусе снижается, золотник 3 под действием пружины 16 перемещается влево и приоткрывает сливной канал д. Самопроизвольное опускание кабины продолжается, давление в корпусе насоса не может превысить давления срабатывания предохранительного клапана 34, расположенного в пробке заливной горловины корпуса, поэтому выброса рабочей жидкости в окружающую среду не происходит. При этом скорость самопроизвольного опускания кабины снижается. Осевой ход золотника 3 задается зазором б между ограничительными втулками 15 и 17.

При движении автомобиля кабина на подвеске совершает вертикальные перемещения. Поршень 7 со штоком 12 гидроцилиндра перемещается то вниз, то вверх.

При ходе поршня 7 вниз рабочая жидкость из подпоршневой полости вытесняется через открытый управляющий клапан 5 и отверстия 14 в освобождаемую штоковую полость. Так как объем рабочей жидкости, вытесняемой из подпоршневой полости, больше освобождаемого объема в штоковой полости, нижний поршень 13 компенсатора, сжимая пружину 8, перемещается вверх, увеличивая объем подпоршневой полости В на величину, равную объему части штока 12, входящего в штоковую полость Г, обеспечивая

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		21

при этом минимальное давление в подпоршневой полости В, и, следовательно, незначительное давление на шток 12 и детали крепления гидроцилиндра к кабине и раме.

При ходе поршня 7 вверх рабочая жидкость из штоковой полости гидроцилиндра вытесняется через от крытый управляющий клапан 5 и отверстия 14 в освобождаемую подпоршневую полость. Так как объем рабочей жидкости, вытесняемой из штоковой полости, меньше освобожденного объема в подпоршневой полости, нижний поршень компенсатора под действием пружины и сжатого воздуха в полости Д перемещается вниз, уменьшая объем подпоршневой полости на величину, равную объему части штока 12, выходящего из штоковой полости, исключая возникновение разрежения в подпоршневой полости.

Если в процессе длительной эксплуатации автомобиля в полости Д компенсатора будет накапливаться рабочая жидкость, работоспособность компенсатора не нарушится, так как под действием нижнего поршня рабочая жидкость из полости Д через обратный клапан 10 верхнего поршня 9 будет вытесняться в канал а, соединенный с окружающей средой.

В насосе механизма подъема кабины автомобиля МАЗ-6430 золотник 3 перекрывает сливной канал д при давлении 10 ± 2 МПа в корпусе насоса, а предохранительный клапан 34, расположенный в пробке заливной горловины корпуса, регулируется на давление 20 ± 5 МПа. Предохранительный клапан 38 в нагнетательной магистрали насоса обеспечивает давление 25 МПа. дроссели 26 и 21 гидроцилиндра защищены от засорения фильтрами 20, 22, 25 и 27.

Для подъема и опускания кабины КамАЗ применяется насос, установленный на раме автомобиля. Положение ручек для подъема и опускания кабины указано в табличке, расположенной на корпусе насоса.

Установка кабины под углом 41° обеспечивает доступ к двигателю. Для этого надо включить стояночную тормозную систему, установить рычаг переключения передач в нейтральное положение, повернуть вниз рукоятки

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		22

запоров кабины, освободить предохранительный крюк и установить кабину под углом 41° . Затем нужно нажать на стойку ограничителя. При этом верхняя и нижняя стойки ограничителя подъема должны соединиться крючком защелки.

Автомобили КамАЗ 6560 имеют модернизированную кабину, двухместную или трехместную, со спальным местом.

Кабина имеет поддрессоренную подвеску, обеспечивающую надежную изоляцию от воздействия дороги. Для обслуживания двигателя кабина опрокидывается вперед. В эксплуатационном положении кабину удерживают два гидрозапора.

Кабина крепится к раме в четырех точках с помощью двух передних шарнирных опор и двух задних поддрессоренных опор с запорным механизмом.

Амортизатор механизма поддрессоривания кабины аналогичен по конструкции амортизаторам передней подвески автомобиля. При скорости поршня $0,25$ м/с контрольные данные усилий сопротивления амортизатора при ходе сжатия $94,2...259$ Н ($9,6...26,4$ кгс), при ходе отбоя - $895...1271$ Н ($91,2...129,6$ кгс).

Механизм опрокидывания кабины служит для облегчения опрокидывания кабины вперед при обслуживании двигателя и должен обеспечивать почти полное уравнивание кабины в любом наклонном ее положении.

Механизм опрокидывания кабины состоит из двух взаимозаменяемых торсионов, которые квадратными концами закреплены в нижних кронштейнах и передних опор, а шлицевыми концами свободно установлены в резиновых втулках противоположных кронштейнов. На шлицевых концах стяжными болтами закреплены взаимозаменяемые рычаги торсионов, которые верхними концами упираются во втулки опор торсионов.

Торсионы при транспортном положении кабины закручены на угол 53° .

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		23

Кабина опрокидывается на 41° и при необходимости (для снятия двигателя) может опрокидываться на 61° . Для этого освободите удлинитель 8 ограничителя подъема кабины.

Ограничитель подъема кабины расположен с правой стороны кабины. Нижняя стойка ограничителя вращается в нижнем угольнике, закрепленном на пластине на правом лонжероне рамы. Верхняя стойка через удлинитель крепится в верхней скобе, закрепленной на продольной балке пола кабины. При поднятой кабине обе стойки создают упор, препятствующий самопроизвольному опусканию кабины. Для предотвращения случайного складывания ограничителя имеется предохранительная шпилька между нижней и верхней стойками.

На автомобиле установлен механизм подъема и опускания кабины - с гидроприводом и ручным управлением. Механизм состоит из ручного насоса, цилиндра подъема и опускания кабины, трубок подвода масла, соединяющих насос и цилиндр. В качестве рукоятки приводного вала насоса используется монтажная лопатка для шин или вороток к ключу для колес.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		24

Выводы по разделу один

В данном разделе дипломного проекта было дано описание выбранного автомобиля, произведен анализ механизмов подъема кабины отечественных большегрузных автомобилей, а также рассмотрен вопрос актуальности выбранной темы на дипломный проект. Установка более надежного и совершенного насоса производителя MAN, а также замена амортизатора на более качественный, положительно скажется на долговечности работы всей системы в целом

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		27

2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Исходные данные для расчета представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технические характеристики автомобиля

Наименование	Значение
Колесная формула	6х6
v_{amax} - максимальная скорость автомобиля, м/с (км/ч)	25,0 (90)
v_{amin} - минимальная скорость м/с (км/ч)	0,5 (2)
r_k – радиус качения колеса, м	0,6
C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления	1
ρ - плотность воздуха, кг/м ³	1,28
B – колея передних колес автомобиля, м	2
H - высота автомобиля, м	3
K_L - коэффициент заполнения лобового сечения	1
φ – коэффициент сцепления шин с дорогой	0,8
Q – номинальный удельный расход топлива, г/кВт·ч	197
Двигатель, тип	ЯМЗ-536
N_{emax} – максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	228 (312)
n_{emin} – минимальная частота вращения двигателя, об/мин	1000
n_{emax} – максимальная частота вращения двигателя, об/мин	2300
$i_{гл}$ – передаточное число главной передачи	8,97
$f = \psi$ - минимальный коэффициент сопротивления движению	0,018

На автомобиль устанавливается горобка передач ZF, коробка выпускаются совместным российско-немецким предприятием ZF-КАМА, тип устанавливаемой коробки передач ZF-9S1310 (девятиступенчатая механическая).

Таблица 2.2 - Передаточные числа коробки передач

Передача	Передаточное число
первая	9,48
вторая	6,58
третья	4,68
четвертая	3,48
пятая	2,62
шестая	1,89
седьмая	1,35
восьмая	1,0
девятая	0,75

Таблица 2.3 - Передаточные числа раздаточной коробки

Передача	Передаточное число
вышшая	1,04
низшая	2,15

2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Внешняя скоростная характеристика двигателя – это график зависимости эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала на установившемся режиме работы двигателя. Кривую эффективной мощности $N_e=f(n_e)$ строим по эмпирической формуле:

$$N_e = N_{e\max} \left(A_1 \frac{n_e}{n_{e\max}} + A_2 \frac{n_e^2}{n_{e\max}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e\max}^3} \right), \quad (2.1)$$

где N_e – мощность двигателя, кВт;

n_e – частота вращения двигателя, об/мин;

$A_1=0,5$; $A_2=1,5$ – для дизельных двигателей.

$$N_{e\min} = 228 \left(0,5 \frac{1000}{2300} + 1,5 \frac{1000^2}{2300^2} - \frac{1000^3}{2300^3} \right) = 95,9 \text{ кВт}, \text{ аналогично находим}$$

остальные значения мощности двигателя, полученные значения заносим в таблицу.

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

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.2)$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Н·м

$$M_{eMIN} = \frac{30 \cdot 95,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1000} = 916,2 \text{ Нм}, \text{ аналогично находим остальные значения}$$

крутящего момента, полученные значения заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н·м
1000	95,9	916,2
1200	120,7	961,2
1400	145,3	991,7
1600	168,8	1007,9
1800	190,2	1009,7
2000	208,7	997,1
2150	220,1	978,2
2300	229,0	951,3

График внешней скоростной характеристики представлен на рисунке 2.1.

2.3 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения на различных передачах $P_k=f(v_a)$. Силу тяги определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (2.3)$$

где P_k – сила тяги на колесах автомобиля, Н;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

$$\eta_{тр} = 0,98^p \cdot 0,996^l, \quad (2.4)$$

$$\eta_{mp} = 0,98^7 \cdot 0,996^8 = 0,84.$$

$$i_{тр} = i_{кп} \cdot i_{рк} \cdot i_{гл}, \quad (2.5)$$

где $i_{кп}$ – передаточное число коробки передач;

$i_{рк}$ – передаточное число раздаточной коробки.

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{тр}}, \quad (2.6)$$

$$i_{mp1} = 9,48 \cdot 2,15 \cdot 8,97 = 182,8$$

$$i_{mp2} = 0,75 \cdot 1,04 \cdot 8,97 = 7,0,$$

График тяговой характеристики двигателя представлен на рисунке 2.2.

2.4 Мощностный баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет следующий вид:

$$N_k = N_f + N_\alpha + N_w + N_j, \quad (2.7)$$

где

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

N_k – мощность приложенная к колесам со стороны трансмиссии, Вт;

N_f – затрачиваемая на преодоление сопротивления качению, Вт;

N_α – мощность затрачиваемая на преодоление подъема, Вт;

N_w – затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, Вт;

N_j – мощность затрачиваемая на преодоление сил инерции, Вт.

$$P_k \cdot v_a = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a \cdot \cos \alpha + m_a \cdot g \cdot v_a \cdot \sin \alpha + 0,5 C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^3 + m_a \cdot \delta_j \cdot v_a \frac{dv_a}{dt} \quad (2.8)$$

Для нашего варианта рассмотрим случай равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъема, когда мощность приложенная к колесам (N_k) расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха ($N_f + N_w$).

$$N_k = P_k \cdot v_a, \quad (2.9)$$

где

v_a – скорость движения автомобиля, м/с.

$$N_f = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a, \quad (2.10)$$

$$N_w = 0,5 C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^3, \quad (2.11)$$

где

F_a – площадь лобового сечения автомобиля, м².

$$F_a = B \cdot H \cdot K_{Л}, \quad (2.12)$$

$$F_a = 2 \cdot 3 \cdot 1 = 6,0 \text{ м}^2.$$

Определим максимальную мощность двигателя по формуле:

$$N_{ev_{\max}} = \frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot v_{\max} + 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot F_a \cdot v_a^3}{\eta_{\text{тр}}}$$

$$N_{ev_{\max(\text{нетто})}} = \frac{0,018 \cdot 21300 \cdot 9,8 \cdot 25 + 0,5 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 6,0 \cdot 25^3}{0,84} = 183,2 \text{ кВт}$$

График мощностного баланса представлен на рисунке 2.3.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

2.5 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 колесах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (2.13)$$

где D – динамический фактор автомобиля;

P_w – сила сопротивления воздуха, Н.

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^2, \quad (2.14)$$

$$P_{W_{\min}} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a_{\min}}^2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 6,0 \cdot 0,5^2 = 0,95 \text{ Н}$$

$$P_{W_{\max}} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a_{\max}}^2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 6,0 \cdot 25^2 = 2400 \text{ Н}$$

$$D_{\min} = \frac{8978,71 - 2400}{21300 \cdot 9,81} = 0,04$$

$$D_{\max} = \frac{179\,383,71 - 0,95}{21300 \cdot 9,81} = 0,86$$

Полученные значения сводим в общую таблицу, и строим график.

2.6 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах определяем по формуле:

$$j = \frac{D - f}{\delta_j} \cdot g, \quad (2.15)$$

где j – ускорение автомобиля;

δ_j – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{\text{кп}}^2 \cdot i_{\text{рк}}, \quad (2.16)$$

Полученные значения сводим в общую таблицу и строим график, на всех передачах.

2.7 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:

$$j_{\text{ср}} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (2.17)$$

где $j_{\text{ср}}$ – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей, м/с^2 ;

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

i – номер рассматриваемого интервала.

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

$$j_{\text{ср}} = \frac{v_{i+1} - v_i}{t_i}, \quad (2.18)$$

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

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

$$t_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{j_{\text{ср}}}, \quad (2.19)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как:

$$t = \sum_n^{i=1} t_i, \quad (2.20)$$

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

n – количество интервалов.

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

$$v_{cp} = 0,5(v_i + v_{i+1}), \quad (2.21)$$

где v_{cp} – средняя скорость в интервале от v_i до v_{i+1} , м/с.

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

$$S_i = v_{cp} \cdot t_i, \quad (2.22)$$

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

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

$$S = \sum_n^{i=1} S_i, \quad (2.23)$$

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

При разгоне с места отсчет ведем 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 $0,9 \div 0,95 v_{max}$. Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на $5 \div 10$ % меньше максимальной.

Полученные значения сводим в общую таблицу и строим график.

2.8 Угол подъема автомобиля

Максимальный угол подъема автомобиля по тяге определяем по формуле:

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{D_{max} - f \sqrt{1 - D_{max}^2 + f^2}}{1 + f^2}, \quad (2.24)$$

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		35

Где α_{\max} – максимальный угол подъема автомобиля по тяге, °.

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{0,86 - 0,018 \sqrt{1 - 0,86^2 + 0,018^2}}{1 + 0,018^2} = 30^\circ.$$

Максимальный угол подъема по сцеплению определяем по формуле:

$$\alpha_{\max \varphi} = \operatorname{arctg} \left(\frac{m_{\varphi}}{m_a} \cdot \varphi - f \right), \quad (2.25)$$

Где $\alpha_{\max \varphi}$ – максимальный угол подъема автомобиля по сцеплению, °.

$$\alpha_{\max \varphi} = \operatorname{arctg} \left(\frac{21300}{21300} \cdot 0,8 - 0,018 \right) = 36^\circ$$

2.9 Расчет топливной экономичности

Рассчитаем увеличение расхода топлива при повышении сопротивления качению f с 0,014 до 0,03

$$Q_s = \frac{100}{V_a} q (N_{TP} + N_f + N_w + N_g) \quad (2.26)$$

$$q = 197 \text{ г/кВт ч} = 40.1 \text{ г/Вт} \bullet \text{с}$$

$$N_{TP} = Ne_{\max} (\text{нетто}) \cdot (1 - \eta_{TP}) = 183,2 \cdot 0,16 = 29,3 \text{ кВт}$$

$$N_w = P_w \cdot v_a = 0,5 \rho \cdot C_x \cdot F \cdot v_a^3 = 0,5 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 6,0 \cdot 25^3 = 60,0 \text{ кВт}$$

$$N_g = Ne_{\max} (\text{брутто}) - Ne_{\max} (\text{нетто}) = 228 - 183,2 = 44,8 \text{ кВт}$$

$$N_f = P_f \cdot v_a = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a = 21300 \cdot 0,018 \cdot 9,81 \cdot 25 = 94,0 \text{ кВт}$$

$$N'_f = 21300 \cdot 0,03 \cdot 9,81 \cdot 25 = 156 \text{ кВт}$$

$$Q_s = \frac{100}{25} \cdot 40,1 \cdot (29,3 + 94 + 60 + 44,8) = 36\,587,24 \text{ г/100км}$$

$$Q'_s = \frac{100}{25} \cdot 40,1 \cdot (29,3 + 156 + 60 + 44,8) = 46\,532,04 \text{ г/100км}$$

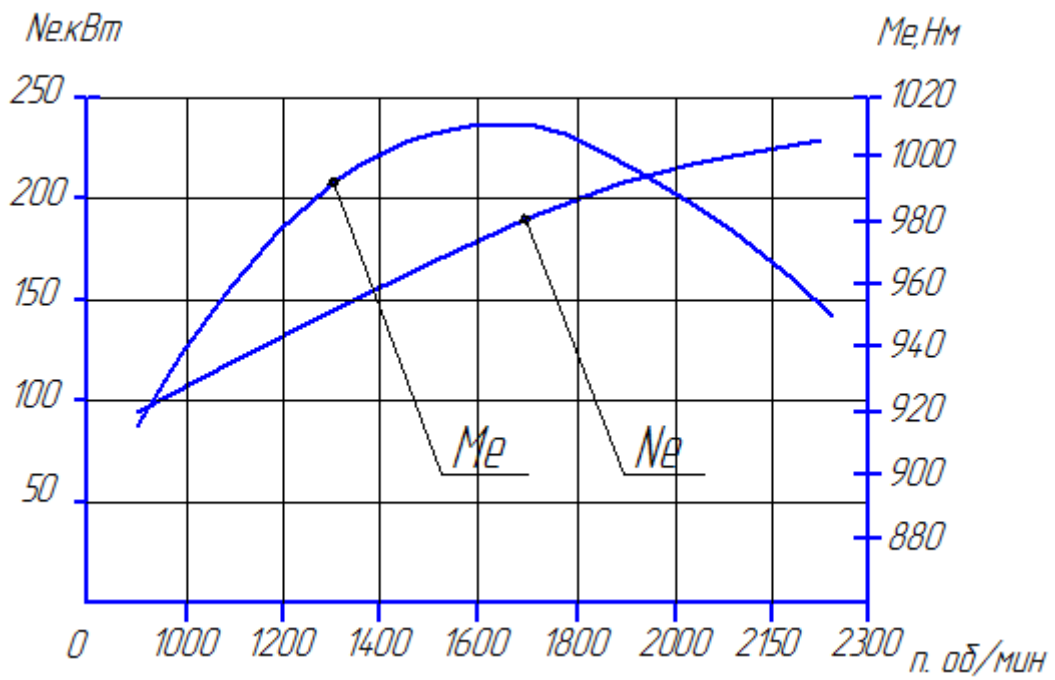


Рисунок 2.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

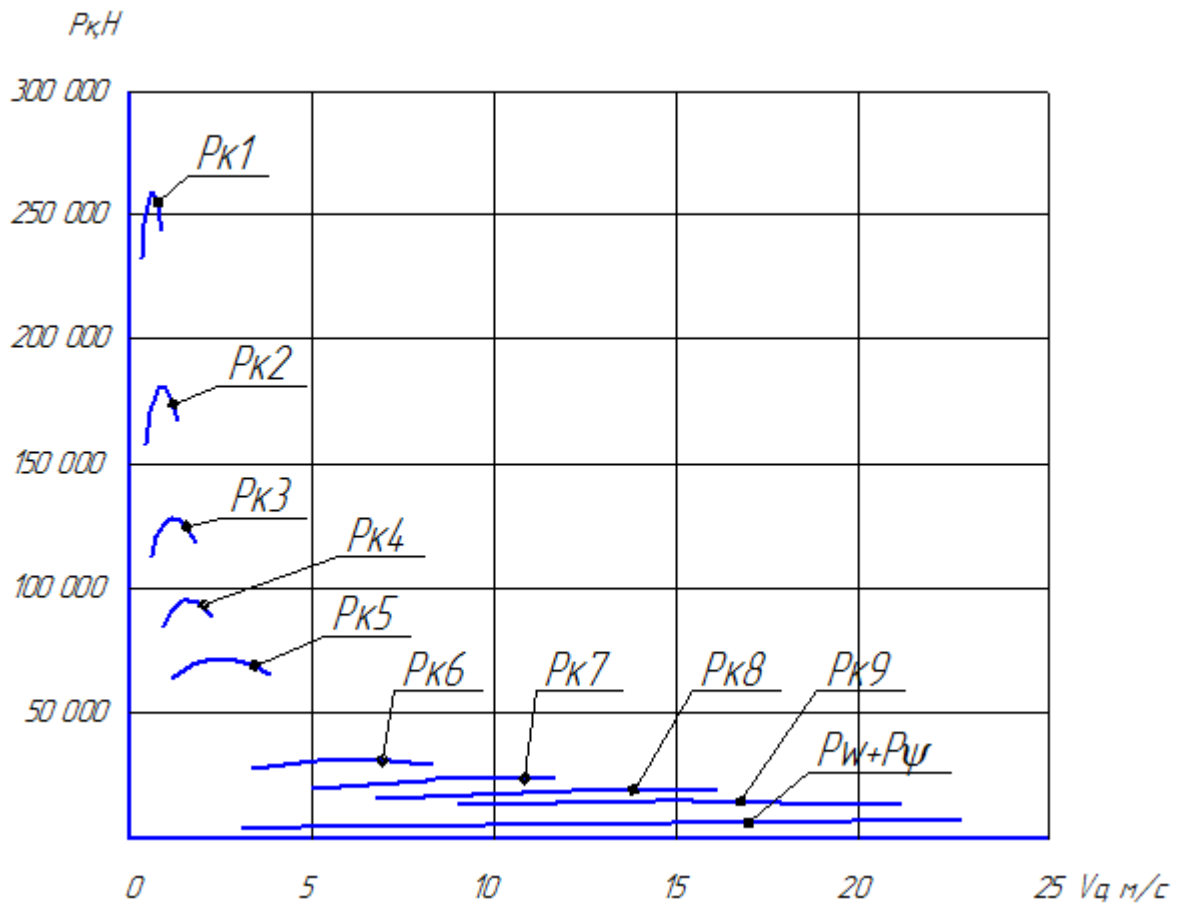


Рисунок 2.2 - Тяговая характеристика автомобиля

Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.362 ПЗ

Лист

37

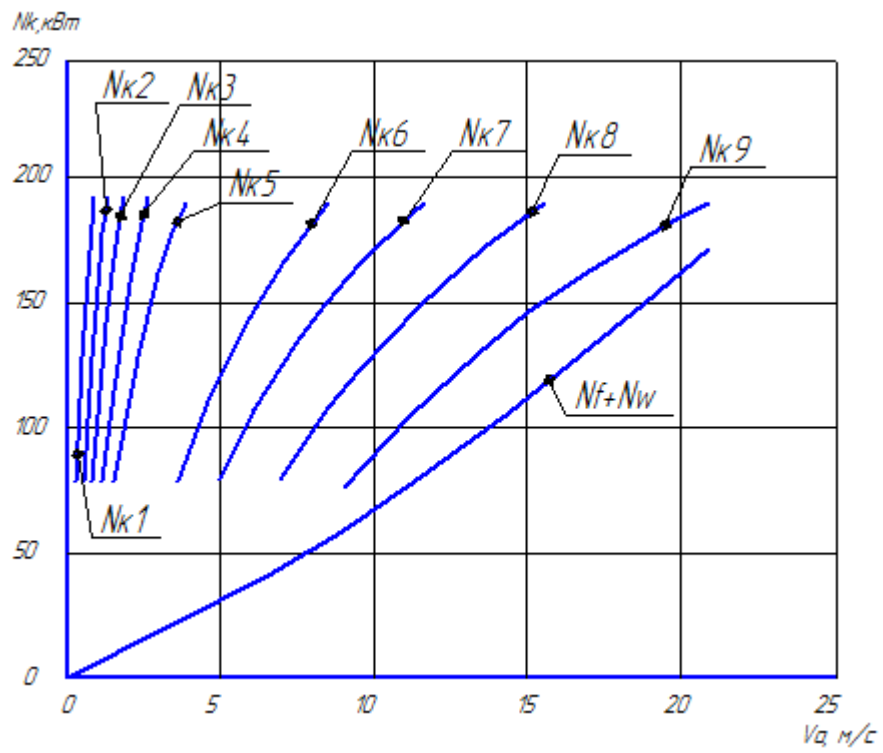


Рисунок 2.3 - Мощностной баланс автомобиля

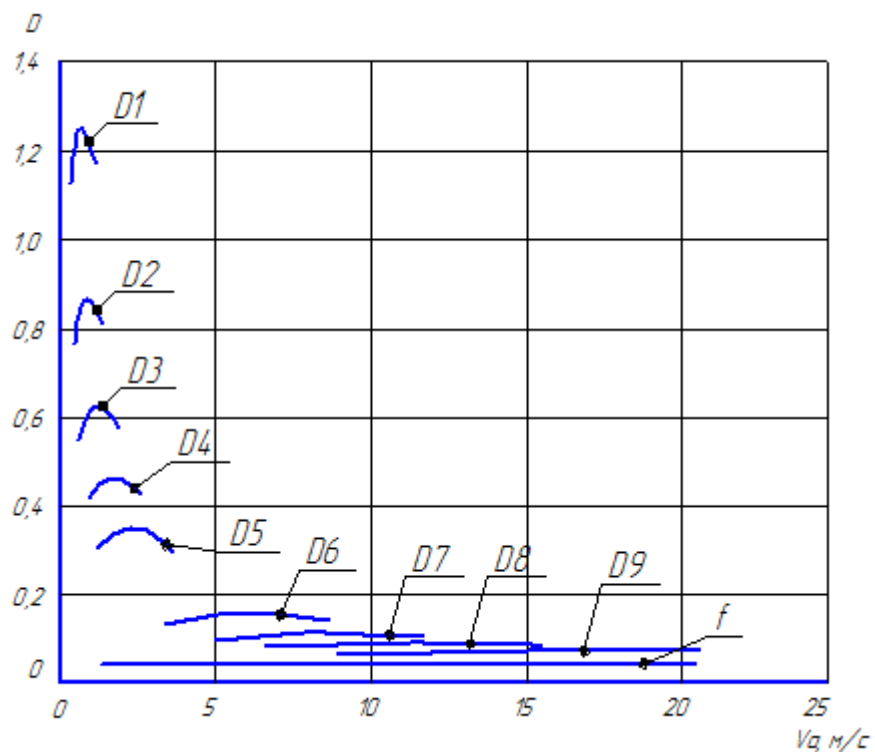


Рисунок 2.4 - Динамический фактор автомобиля

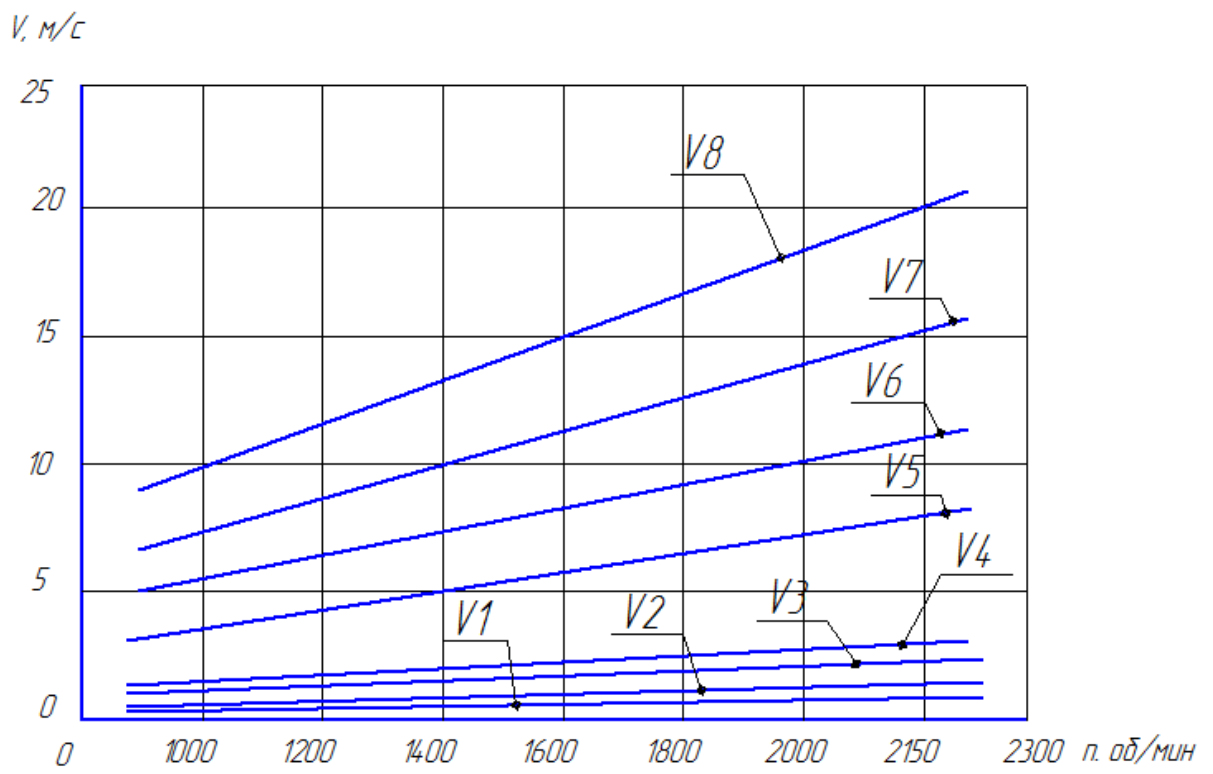


Рисунок 2.5 – Скорость движения автомобиля на передачах

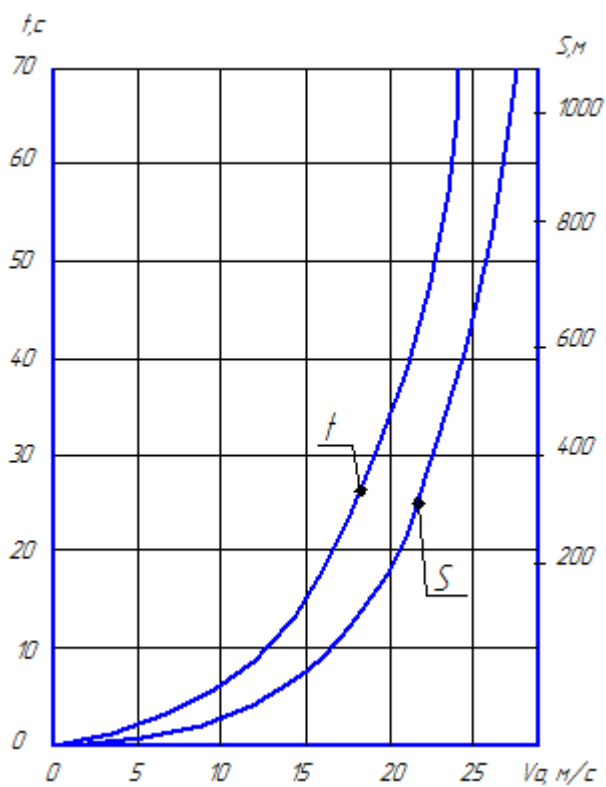


Рисунок 2.6 - Время и путь разгона автомобиля

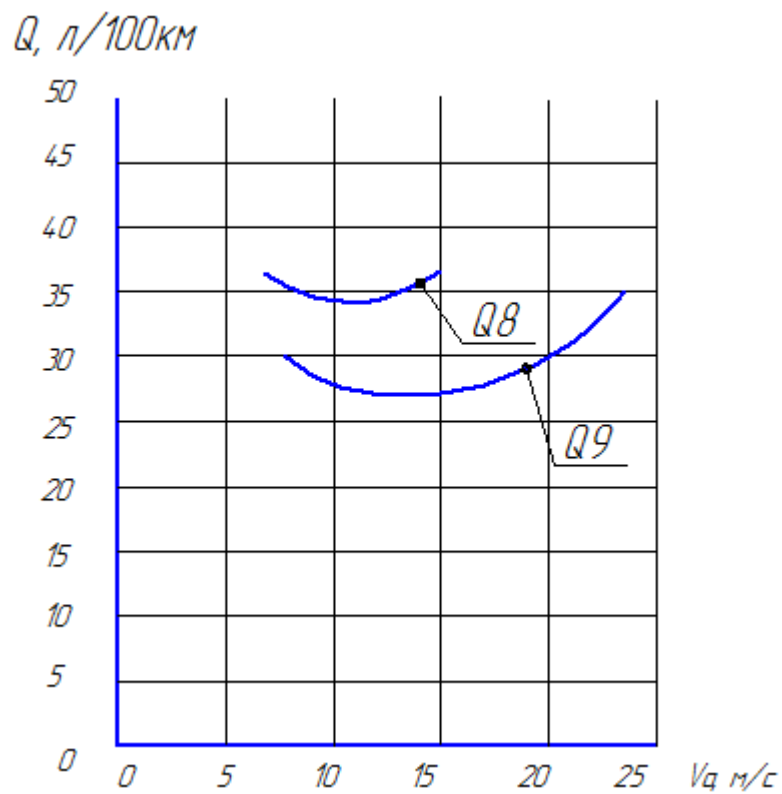


Рисунок 2.7 – Топливная экономичность автомобиля

Выводы по разделу два

В данном разделе дипломного проекта были определены основные тягово-динамические показатели автомобиля, а также время и путь разгона

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Расчет усилия для опрокидывания кабины

При подъеме и опускании кабины возникает дополнительный момент от силы тяжести кабины, который может повлиять на угол опрокидывания.

Момент, возникающий при подъеме кабины:

$$M = F_T \cdot L, \quad (3.1)$$

где F_T - сила тяжести кабины;

L – плечо приложения силы от оси опрокидывания кабины до центра тяжести кабины $L = 0,8$ м.

Силу тяжести автомобиля определим по формуле:

$$F_T = G \cdot a, \quad (3.2)$$

где G - вес кабины $G = 850$ кг;

a - ускорение свободного падения $a = 9,8$ м/с.

$$M = 850 \cdot 9,8 \cdot 0,8 = 6664 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сила которую должны развивать гидроцилиндры:

$$F \geq \frac{M}{l}, \quad (3.3)$$

где l - плечо приложения силы от оси опрокидывания кабины до оси гидроцилиндра, $l = 0,425$ м;

F - сила которую должен развить гидроцилиндр, $F > 6664$ кН.

Находим необходимое давление в гидроцилиндре:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.4)$$

где P - давление в гидроцилиндре;

S - площадь поршня, принимаем меньшую площадь равную площади поршня за вычетом площади занимаемой сечением штока гидроцилиндра.

$$S = \pi (R^2 - r^2), \quad (3.5)$$

где R – наружный радиус поршня;

r – радиус штока гидроцилиндра.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		41

$$S = 3,14 (0,05^2 - 0,032^2) = 0,046\text{м}^2$$

$$P = 3383218,546 \text{ Па} = 3,38 \text{ МПа}$$

Для того чтобы поднять кабину автомобиля давление в гидроцилиндре должно быть равным или больше 3,38 МПа

Момент, возникающий при опускании кабины:

L – плечо приложения силы от оси опрокидывания кабины до центра тяжести кабины $L = 0,436 \text{ м}$.

$$M = 850 \cdot 9,8 \cdot 0,436 = 3631,88 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При опускании тоже возникает сила которую должны развивать гидроцилиндр:

где l - плечо приложения силы от оси опрокидывания кабины до оси гидроцилиндра, $l = 0,265 \text{ м}$;

F - сила которую должен развить гидроцилиндр, $F > 3631,88 \text{ кН}$.

Находим необходимое давление в гидроцилиндре:

$$S = 3,14 (0,05^2 - 0,032^2) = 0,046\text{м}^2$$

$$P = 2957124,5 \text{ Па} = 2,96 \text{ МПа}$$

Для того чтобы опустить кабину автомобиля давление в гидроцилиндре должно быть равным или больше 2,96 МПа

Выбираем гидроцилиндр ГЦО4-100x50x800, применяется в различных отраслях промышленности. Осуществляет возвратно-поступательное движение в строительно-дорожных машинах, деревообрабатывающих станках и других гидрофицированных машинах.

Рабочая жидкость – чистые минеральные масла вязкостью 17-35 сСт при температуре 50 °С. Температура окружающей среды от -45 °С до +55 °С, рабочей жидкости от -15 °С до +70 °С. Категория размещения – 1, климатическое исполнение УхЛ и О.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		42

Таблица 3.1 - Техническая характеристика гидроцилиндра

Наименование	Значение
Номинальное усилие толкающее, не менее	145,6 кН
Номинальное усилие тянущее, не менее	114,3 кН
Наличие торможения	торможение в двух полостях
Максимальная скорость движения	0,5 м/с
Минимальная скорость движения	0,1 м/с
Полный КПД, не менее	96 %
Максимальное давление на входе	20 МПа
Минимальное давление на входе	16 МПа

3.2 Описание системы

Описание работы механизма опрокидывания кабины.

В гидравлическом механизме подъема кабины автомобиля Урал (рисунок 3.1) с неподрессоренной и поддрессоренной кабинами имеются насос и гидроцилиндр. Используемое масло МГЕ-10А.

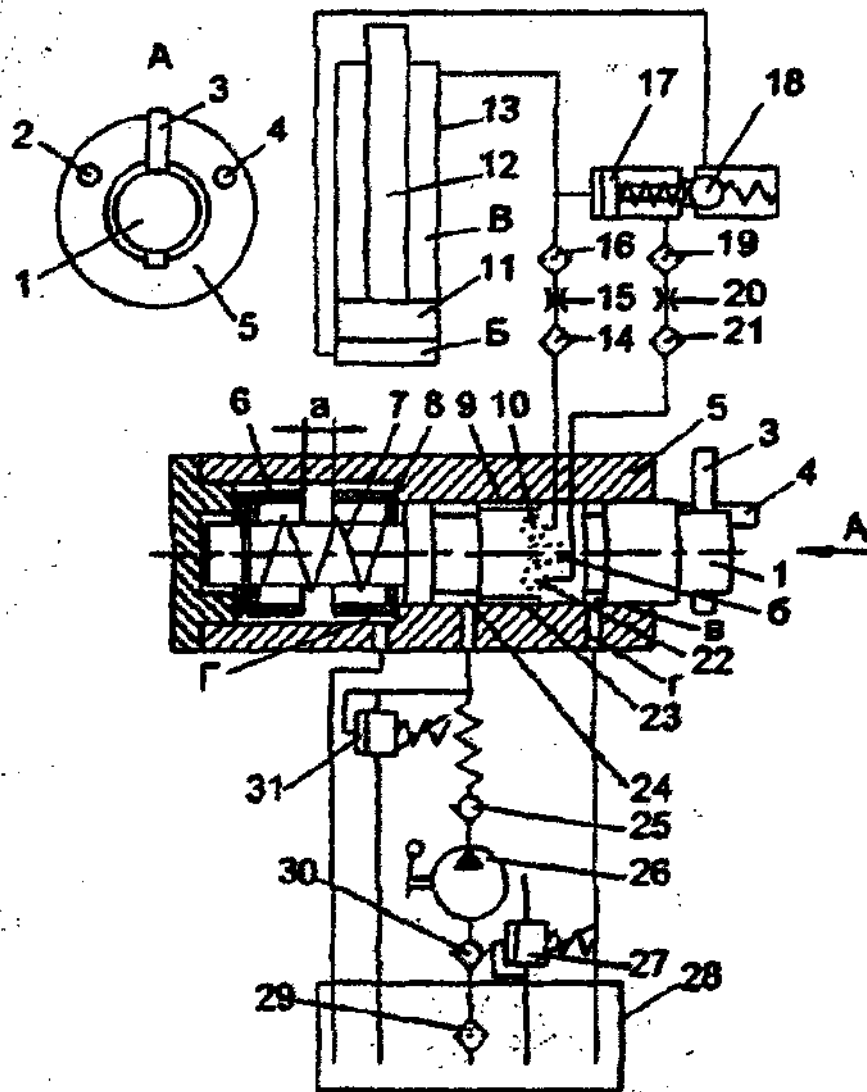


Рисунок 3.1 - Гидравлический механизм подъема кабины автомобиля:
 1 - золотник; 2,4 - ограничительные штифты; 3 - рукоятка; 5 - основание;
 6,8 - ограничительные втулки; 7 - пружина золотника; 9,23 - продольные пазы;
 10,22 - отверстия; 11 - поршень; 12 - шток; 13 - гидроцилиндр;
 14, 16, 19, 21 - фильтры; 15, 20 - дроссели; 17 - толкатель; 18 - обратный
 клапан гидроцилиндра; 24 - кольцевая напорная проточка; 25 - обратный клапан
 насоса; 26 - насос; 27 - предохранительный клапан пробки заливной горловины
 корпуса насоса; 28 - корпус; 29 - фильтр; 30 - всасывающий клапан;
 31 - предохранительный клапан насоса;
 Б - подпоршневая полость; В - штоковая полость; Г - подзолотниковая
 полость; а - зазор между ограничительными втулками;
 б, г - сливные каналы; в - кольцевая сливная канавка.

Насос (рисунок 3.2) имеет поворотный золотник с осевым ходом, который обеспечивает при самопроизвольном опускании кабины с помощью пружины 19 необходимое усилие в корпусе, не превышающее значение, при котором срабатывает предохранительный клапан 7. При этом исключается выброс рабочей жидкости в окружающую среду, что обеспечивает работоспособность гидросистемы.

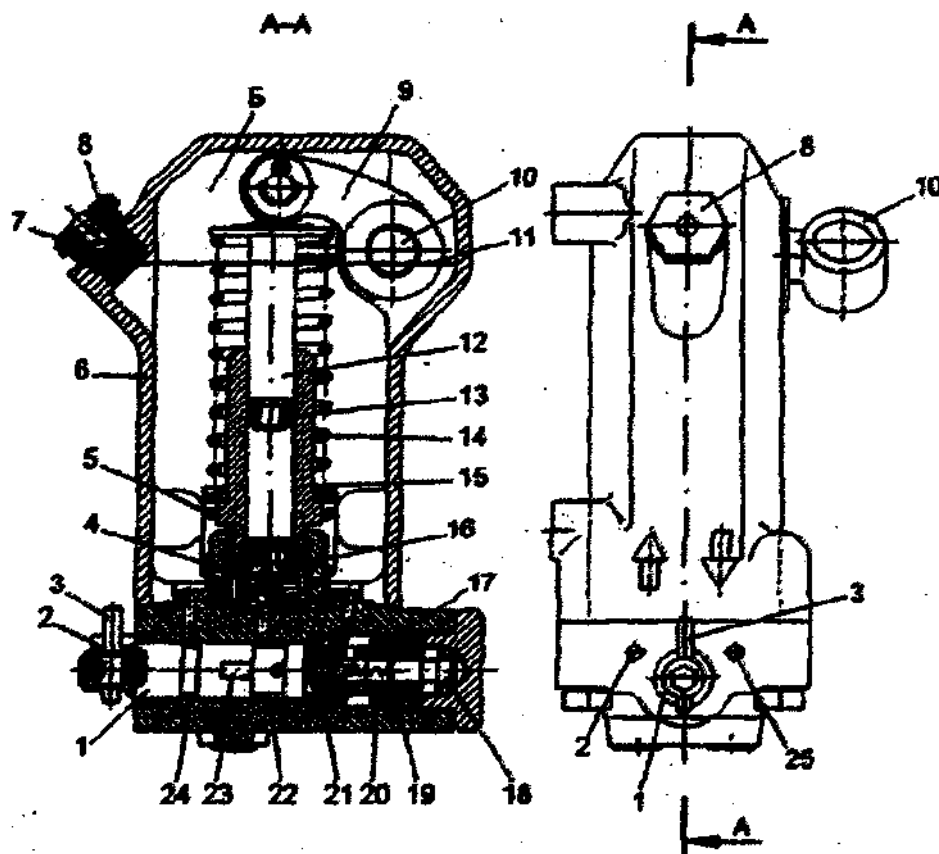


Рисунок 3.2 - Насос механизма подъема кабины автомобиля:

1 - золотник; 2, 25 - ограничительные штифты; 3 - рукоятка;
 4 - обратный клапан; 5 - фильтр; 6 - корпус; 7 - предохранительный клапан пробки; 8 — пробка заливной горловины корпуса; 9 - рычаг; 10 - вал;
 11 - уровень рабочей жидкости; 12 - плунжер; 13 - манжета; 14 - пружина;
 15 - цилиндр; 16 - всасывающий клапан; 17 - предохранительный клапан в нагнетательной магистрали; 18 - регулировочный винт; 19 - пружина золотника;
 20,21 - ограничительные втулки; 22 - кольцевая напорная проточка;
 23 - продольный паз; 24 - кольцевая сливная проточка; Б - воздушная полость.

Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.362 ПЗ

Лист

45

Гидроцилиндр (рисунок 3.3) снабжен гидравлическим замком с обратным клапаном 7 и толкателем 6, а также дросселями 8 в полостях Б и В, которые исключают раскачивание кабины при ее подъеме и опускании и обеспечивают плавное самопроизвольное запрокидывание кабины до максимального угла подъема при переходе положения неустойчивого равновесия.

В механизме подъема кабины автомобиля шток гидроцилиндра не связан жестко с кабиной в транспортном положении и, следовательно, не перемещается.

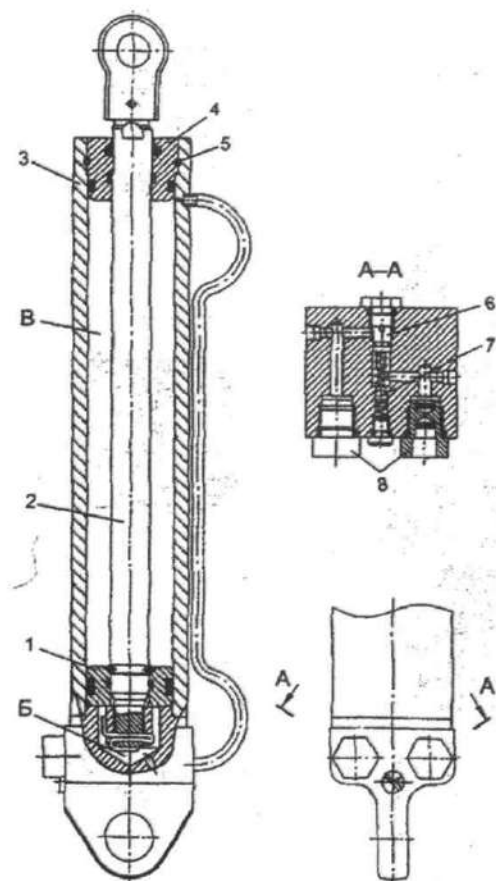


Рисунок 3.3 - Гидроцилиндр механизма подъема кабины автомобиля:

1 - поршень; 2 - шток; 3 - корпус; 4 - крышка; 5 - стопорное кольцо;
6 - толкатель гидравлического замка; 7 - обратный клапан гидравлического
замка; 8 - дроссели с фильтрами;

Б - поршневая полость; В - штоковая полость.

Работает проектируемая система механизма подъема кабины автомобиля следующим образом (рисунок 3.1), для подъема кабины золотник 1 поворачивается против часовой стрелки до упора рукоятки 3 в ограничительный

штифт 2. Рабочая жидкость из корпуса 28 через фильтр 29 и всасывающий клапан 30 поступает к насосу 26 и далее через обратный клапан 25, кольцевую напорную проточку 24, продольный паз 23, отверстие 22 в основании 5 насоса, дроссель 20, обратный клапан 18 проходит в подпоршневую полость Б. Поршень 11 со штоком 12 перемещаются вверх, и кабина поднимается. Рабочая жидкость из штоковой полости В через дроссель 15, отверстие 10 в основании 5 насоса, сливной канал б, кольцевую сливную канавку в, сливной канал г поступает в корпус насоса.

При прохождении положения неустойчивого равновесия кабина начинает самопроизвольно запрокидываться до максимального угла подъема, перемещая поршень 11 со штоком 12 гидроцилиндра. Рабочая жидкость из штоковой полости В через дроссель 15, отверстие 10 в основании насоса, сливной канал б, сливную кольцевую канавку в, сливной канал г вытесняется поршнем 11 в корпус 28 насоса. Плавное самопроизвольное запрокидывание кабины обеспечивает дроссель 15, создавая давление в штоковой полости В гидроцилиндра.

Для опускания кабины золотник 1 поворачивается по часовой стрелке до упора рукоятки 3 в ограничительный штифт 4. Рабочая жидкость из корпуса 28 через фильтр 29, всасывающий клапан 30 поступает к насосу 26 и далее через обратный клапан 25, кольцевую напорную проточку 24, продольный паз 9, отверстие 10 в основании насоса, дроссель 15 поступает в штоковую полость В гидроцилиндра. Поршень 11 со штоком 12 перемещаются вниз, и кабина опускается. Рабочая жидкость из подпоршневой полости Б через обратный клапан 18, который открывается толкателем 17, дроссель 20, отверстие 22 в основании насоса, сливной канал б, кольцевую сливную канавку в, сливной канал г поступает в корпус насоса.

В случае нарушения герметичности обратного клапана гидроцилиндра кабина начинает самопроизвольно опускаться и рабочая жидкость из подпоршневой полости вытесняется через негерметичный обратный клапан 18, дроссель 20, отверстие 22 в основании насоса, сливной канал б, кольцевую сливную канавку в, сливной канал г в корпус насоса. В штоковой полости В при

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		47

этом давление падает, а в корпусе насоса увеличивается. Поэтому золотник 1, сжимая пружину 7, перемещается в осевом направлении и перекрывает сливной канал г. Самопроизвольное опускание кабины замедляется. Рабочая жидкость под давлением через фильтр 29, всасывающий клапан 30, обратный клапан 25, проточку 24, продольный паз 9, отверстие 10 в основании 5 насоса, дроссель 15 заполняет штоковую полость В. Давление в корпусе 28 снижается, золотник 1 перемещается влево и приоткрывает сливной канал г. Самопроизвольное опускание кабины продолжается, давление в корпусе насоса не может превысить давления срабатывания предохранительного клапана 27, расположенного в пробке заливной горловины корпуса 28, по этому выброса рабочей жидкости в окружающую среду не происходит. При этом скорость самопроизвольного опускания кабины значительно уменьшается. Осевой ход золотника 1 задается зазором, а между ограничительными втулками 8 и 6.

В насосе механизма подъема кабины автомобиля Урал золотник 1 перекрывает сливной канал г при давлении 10 МПа в корпусе насоса, а предохранительный клапан 27, расположенный в пробке заливной горловины корпуса, отрегулирован на давление 20 ± 5 МПа. Предохранительный клапан 31 в нагнетательной магистрали насоса обеспечивает давление 25 ± 5 МПа. Дроссели 20 и 15 гидроцилиндра защищены от засорения фильтрами 14, 16 и 19, 21.

3.3 Расчет трубопровода системы

Так как давление в гидросистеме невелико, то можно в качестве трубопроводов использовать стандартные трубки, применяющиеся на автомобилях "Урал".

Нагнетательные трубопроводы рассчитываются по формулам тонкостенного цилиндра.

Трубопроводы рассчитываются по формулам тонкостенного цилиндра, допустимое напряжение будет:

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

$$\sigma_p = \frac{P \cdot d}{2 \cdot S}, \quad (3.6)$$

где P – максимальное давление жидкости, Па;

d – наружный диаметр трубы, м;

S – толщина стенки трубы, м.

Исходя из полученных данных выбираем:

- нагнетательный трубопровод от насоса к гидроцилиндру 8х0,5 из стали 08

$\sigma_B = 196$ МПа.

Проверяем трубопровод на прочность:

$$Q_p = \frac{1.6 \cdot 10}{2 \cdot 0.5} = 16 \text{ МПа}$$

теоретическое допускаемое напряжение, найдем по формуле:

$$[Q_p] = 0,3\sigma_B, \quad (3.7)$$

$$[Q_p] = 0,3 \cdot 196 = 58,8 \text{ МПа}$$

Запас по прочности найдем по формуле:

$$n = \frac{[Q_p]}{Q_p},$$

$$n = \frac{58.8}{16} = 3.675 > 1 \quad (3.8)$$

Заданные материал и геометрические параметры трубопроводов удовлетворяют прочностным требованиям, кроме того эти трубопроводы применяются серийно на автомобилях "Урал", что позволяет снизить затраты на их изготовление, достаточно большой коэффициент запаса позволяет трубкам выдерживать значительные перепады давления при выходе из строя регулировочного клапана.

Выводы по разделу три

В данном разделе дипломного проекта был произведен расчет деталей системы, а также было дано описание и принцип работы. На основании произведенных расчетов можно утверждать, что условия прочности выполнены.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор детали

Производство изделия, его сущность и методы оказывают наиболее весомое влияние на технологические, эксплуатационные, эргономические, эстетические и, конечно, функциональные характеристики этой продукции, а, следовательно, на его себестоимость, от которой в прямой зависимости находятся цена изделия, спрос на него со стороны пользователей, объемы продаж, прибыль от реализации, а, следовательно, все экономические показатели, которые и определяют финансовую устойчивость предприятия, его рентабельность, долю рынка.

Таким образом, то, как изготавливается продукция, оказывает влияние на весь жизненный цикл товара. Сегодня, когда конкурентный рынок вынуждает производителей переходить к наиболее качественным и дешевым продуктам, особенно важно оценить все аспекты производства, распространения и потребления изделия еще на стадии его разработки, чтобы избежать неэффективного использования ресурсов предприятия.

Это помогает также в совершенствовании технологических процессов, которые разрабатываются часто не только исходя из потребностей рынка в изготовлении новой продукции, но и принимая во внимание стремление производителей к более дешевому и быстрому способу получения уже существующей продукции, что сокращает производственный цикл, уменьшает величину связанных в производстве оборотных средств, а, следовательно, стимулирует рост инвестиций в новые проекты.

Проектирование технологического процесса является важнейшим этапом производства продукции, который влияет на весь жизненный цикл товара и способен стать определяющим при принятии решения о производстве того или иного продукта.

Технологический процесс – это главная часть производственного процесса, включающая действия по изменению размеров, формы, свойств и качества

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		51

поверхностей детали, их взаимного расположению с целью получения нужного изделия.

Типовой технологический процесс является унифицированным для наиболее типичных деталей, обладающих сходными технико-конструктивными параметрами.

Инженерами разрабатывается технологический процесс для типовых деталей, а затем, с их помощью, составляют рабочие технологические процессы для конкретной детали. Использование типового технологического процесса позволяет упростить разработку тех. процессов, повысить качество этих разработок, сэкономить время и сократить затраты на технологическую подготовку производства.

Разработка технологического процесса включает в себя следующие этапы:

- определение технологической классификационной группы детали;
- выбор заготовок и технологических баз;
- уточнение состава и последовательности операций;
- уточнение выбранных средств технологического оснащения.

В данном разделе дипломного проекта необходимо выбрать деталь, относящуюся к выбранной теме дипломного проекта, и выбрать технологию изготовления этой детали.

Для своего дипломного проекта я выбираю деталь: кронштейн насоса.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

4.2 Выбор режима резанья

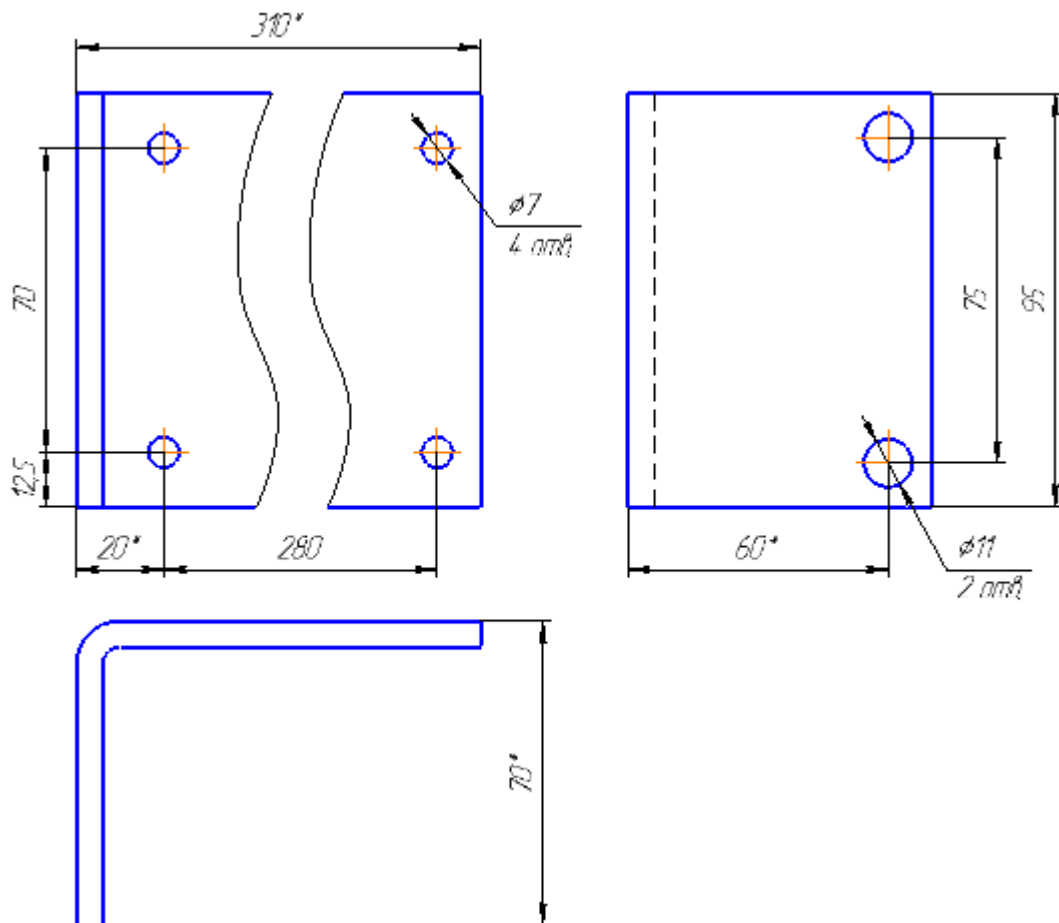


Рисунок 4.1 – Чертеж детали

В данном разделе дипломного проекта необходимо выбрать наиболее оптимальный и менее затратный вариант получения детали, в процессе анализа получения детали я выбираю наименее затратный и наиболее точный метод получения заготовки, это – лазерная резка металла.

Лазерная резка металла – это технология резки и раскроя материалов, использующая лазер высокой мощности и обычно применяемая на промышленных производственных линиях. Сфокусированный лазерный луч, обычно управляемый компьютером, обеспечивает высокую концентрацию энергии и позволяет разрезать практически любые материалы независимо от их теплофизических свойств. В процессе резки, под воздействием лазерного луча материал разрезаемого участка плавится, возгорается, испаряется или выдувается струей газа. При этом можно получить узкие резы с минимальной

зоной термического влияния. Лазерная резка отличается отсутствием механического воздействия на обрабатываемый материал, возникают минимальные деформации, как временные в процессе резки, так и остаточные после полного остывания. Вследствие этого лазерную резку, даже легкодеформируемых и нежестких заготовок и деталей, можно осуществлять с высокой степенью точности. Благодаря большой мощности лазерного излучения обеспечивается высокая производительность процесса в сочетании с высоким качеством поверхностей реза. Легкое и сравнительно простое управление лазерным излучением позволяет осуществлять лазерную резку по сложному контуру плоских и объемных деталей и заготовок с высокой степенью автоматизации процесса.

Для лазерной резки металлов применяют технологические установки на основе твердотельных, волоконных лазеров и газовых CO₂-лазеров, работающих как в непрерывном, так и в импульсно-периодическом режимах излучения. Промышленное применение газолазерной резки с каждым годом увеличивается, но этот процесс не может полностью заменить традиционные способы разделения металлов.

Лазерная резка осуществляется путем сквозного прожига листовых металлов лучом лазера. Такая технология имеет ряд очевидных преимуществ перед многими другими способами раскроя:

- отсутствие механического контакта позволяет обрабатывать хрупкие и деформирующиеся материалы;
- обработке поддаются материалы из твердых сплавов;
- возможна высокоскоростная резка тонколистовой стали;
- при выпуске небольших партий продукции целесообразнее провести лазерный раскрой материала, чем изготавливать для этого дорогостоящие пресс-формы или формы для литья;
- для автоматического раскроя материала достаточно подготовить файл рисунка в любой чертежной программе и перенести файл на компьютер установки, которая выдержит погрешности в очень малых величинах.

Для лазерной резки подходит любая сталь любого состояния, алюминий и его сплавы, другие цветные металлы.

Обычно применяют листы из таких металлов:

- сталь от 0,2 мм до 20 мм;
- нержавеющая сталь от 0,2 мм до 50 мм;
- алюминиевые сплавы от 0,2 мм до 20 мм;
- латунь от 0,2 мм до 12 мм;
- медь от 0,2 мм до 15 мм.

Лучше всего обрабатываются металлы с низкой теплопроводностью, так как в них энергия лазера концентрируется в меньшем объеме металла, и наоборот, при лазерной резке металлов с высокой теплопроводностью может образоваться грат.

Также могут обрабатываться многие неметаллы — например, дерево.

В своем дипломном проекте я буду применять лазерную установку серии AXEL 4020, высокоскоростная обработка с использованием линейных приводов и мощных лазерных резонаторов на листе с габаритами 2000x4000 мм воплощена в комплексе лазерного раскроя LVD серии AXEL 4020.

Возможности высоких линейных скоростей и ускорений вместе с генераторами мощностью 4000 или 6000 Вт позволяют производить раскрой как тонких листов со скоростью до 40 м/мин, так и листов толщиной до 30 мм.

Лазерный комплекс AXEL 4020 S предусматривает возможность установки системы автоматической загрузки/разгрузки с использованием одной, двух или трех загрузочных станций и установки системы автоматического вертикального склада на несколько паллет. Данная система может быть установлена как одновременно с комплексом, так и в будущем после поставки машины.

4.3 Техническая характеристика выбранных станков

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		55



Рисунок 4.2 – Общий вид лазерной установки AXEL 4020 S

Таблица 4.1 – Технические характеристики лазерной установки

Наименование	Значение
Максимальный размер листа	4000*2000 мм
Максимальный вес листа на столе	1600 кг
Максимальная скорость позиционирования X-Y оси	170 м/мин
Максимальная скорость позиционирования Z ось	30 м/мин
Точность повторного позиционирования	± 0,025 мм
Габаритные размеры	12665*6300*2000 мм
Масса станка	24000 кг

4.4 Расчёт нормы материала

Рассчитаем норму материала которая потребуется при изготовлении основания

Кронштейн изготавливается из листового проката, лист 2500x1250x6,0мм ГОСТ 19903-74, имеет плотность 7,85 т/м³.

Лист 2500x1250x6,0 мм, режут на заготовки, оборудование – лазерная установка.

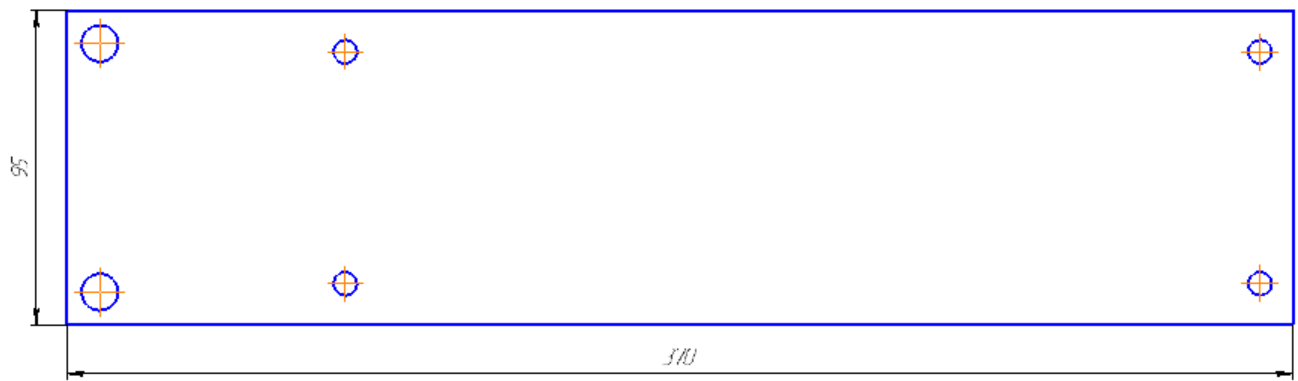


Рисунок 4.3 – Развертка кронштейна

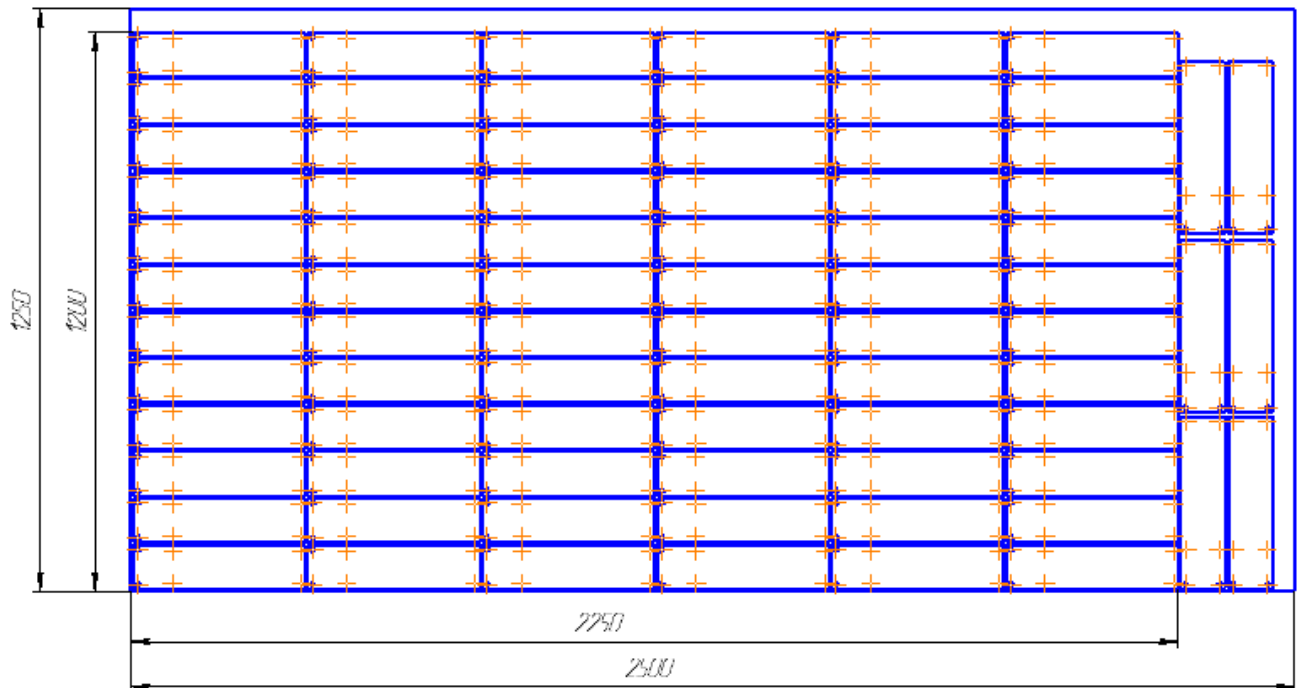


Рисунок 4.4 – Карта раскроя листа на заготовки

Требования при лазерной резки листа на заготовки, расстояние между заготовками расположенными на листе не менее 5мм.

Определим норму на 1 изделие, кг.

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

Размеры листа: 2500x1250x2,0мм., определим массу листа:

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

где: А - ширина, мм

В - высота, мм

ρ – плотность металла, т/м³

h – толщина, мм

$$m_{\text{ЛИСТ}} = \frac{2500 \cdot 1250 \cdot 7,85 \cdot 6,0}{1000000} = 147,0 \text{ кг}$$

Определим массу детали:

$$m_{\text{ЗАГОТ}} = \frac{95 \cdot 370 \cdot 7,85 \cdot 6,0}{1000000} = 1,65 \text{ кг}$$

Кол-во заготовок детали из листа 2500x1250 – 78 шт

Определим массу остатков с 1 листа:

$$m_{\text{ОСТс1лист}} = m_{\text{ЛИСТ}} - (m_{\text{ЗАГОТ}} \cdot n_{\text{1лист}}) \quad (4.3)$$

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

$$m_{\text{ОСТс1лист}} = 147 - (1,65 \cdot 78) = 18,3 \text{ кг}$$

тогда масса остатков на одно изделие будет:

$$m_{\text{ОСТс1изд.}} = \frac{m_{\text{ОСТс1лист}}}{n_{\text{1лист}}} = \frac{18,3}{78} = 0,24 \text{ кг}$$

Определим норму на 1 изделие, кг.

$$НPM_{\text{изд}} = 1,65 + 0,24 = 1,89 \text{ кг}$$

Следующая операция изготовления детали: Кожух, гибочная операция

Гнуть деталь согласно чертежу, радиус 4мм.

В качестве оборудования я выбираю: Листогиб электромеханический с поворотной балкой ЛГМ 6х1,6. Краткое описание работы на станке: 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.

При выполнении операции гибочная, для определения норм времени, пользуются установленными нормативами, в моей детали 1 гиб: R=4мм.

Время на обработку (согласно паспорту станка), при заданной толщине 6мм:

$$T_o = 0,28 \text{ мин}$$

Вспомогательное время включает в себя:

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		58

- 1) Переходы рабочего с грузом;
- 2) Установка и снятие детали;
- 3) Вспомогательное время по управлению станком;
- 4) Вспомогательное время на контрольные измерения.

Т.к. листогибочный станок оборудован системой ЧПУ, то:

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}; t_{перех} = 0,15 \text{ мин}; t_{изм} = 0,1 \text{ мин}.$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,15 + 0,1 = 0,37 \text{ мин}.$$

Оперативное время определяется по формуле:

$$t_{оп} = t_o + t_{всп}, \tag{4.4}$$

$$t_{оп} = 0,28 + 0,37 = 0,65 \text{ мин};$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,07 \cdot 0,65 = 0,04 \text{ мин};$$

$$t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,02 \cdot 0,65 = 0,01 \text{ мин}.$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,01 + 0,65 + 0,04 = 0,7 \text{ мин}.$$

Вывод по разделу четыре

В данном разделе дипломного проекта была выбрана технологическая деталь, был выбран метод получения этой детали, было выбрано технологическое оборудование на котором будет производилось получение детали и были определены необходимые технологические показатели операции изготовления.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Требования безопасности при эксплуатации механизма кабины

В процессе эксплуатации проектируемого автомобиля необходимо обеспечивать контроль над уровнем масла в системе гидропривода гидроподъемника. Уровень масла должен находиться между метками, указанными на щупе насоса, вмонтированном в корпус бачка насоса.

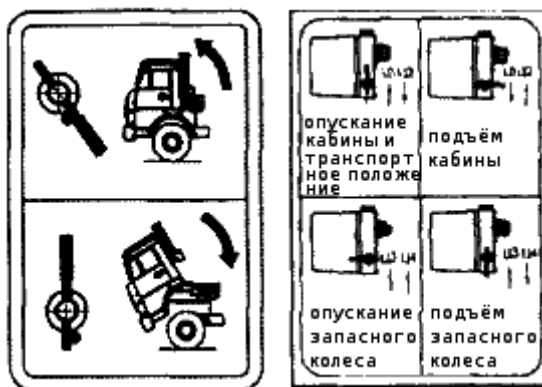


Рисунок 5.1 – Таблички безопасности

Подъем кабины в первое положение обеспечивает доступ к двигателю при его техническом обслуживании.

Перед подъемом кабины необходимо:

- затормозить автомобиль стояночной тормозной системой;
- установить рычаг переключения передач в нейтральное положение;
- поднять переднюю облицовочную панель;
- для кабины, укомплектованной запорными устройствами, поверните вверх рукоятки обоих запоров кабины, освободить предохранительный крюк, для кабины с гидрозамками - открывание гидрозамков происходит автоматически при работе насоса.

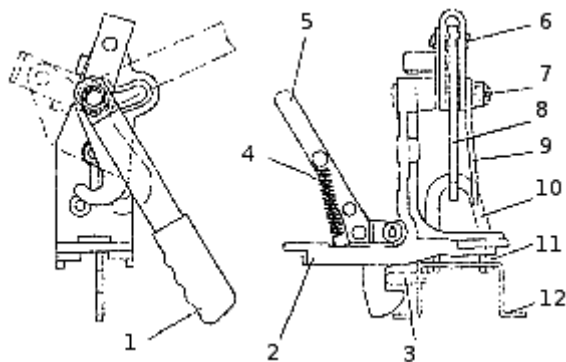


Рисунок 5.2 - Запорное устройство кабины:

1 - ручка рукоятки запора; 2 - корпус запора кабины; 3 - скоба предохранительного крюка; 4 пружина; 5 - предохранительный крюк; 6 - палец; 7 - ось запора; 8 - крюк; 9 - рукоятка запора; 10 скоба; 11 - резиновая подушка; 12 - кронштейн

Для подъема кабины установить ручку на насосе гидравлического подъемника кабины, в зависимости от его модели, в положение подъем кабины или стрелка вверх и, качая рукоятку насоса монтажной лопаткой, поднять кабину.

При подъеме кабины (примерно на 40°) необходимо проконтролировать выпрямление стойки и совпадение отверстий нижней и верхней стоек. При совпадении этих отверстий прекратить подъем кабины. Для предотвращения случайного опускания кабины закрепить стойки ограничителя предохранительной шпилькой.

Для опускания кабины вынуть предохранительную шпильку, установить ручку на насосе, в зависимости от его модели, в положение опускание кабины или стрелка вниз и, качая рукоятку насоса монтажной лопаткой, начать опускание кабины, затем вставить шпильку в транспортное положение в отверстие нижней стойки ограничителя, опустить кабину. Закрывать рукоятки правого и левого запорных устройств.

Для кабины с гидрозамками, при опускании кабины они должны защелкнуться. При незащелкивании хотя бы одного из двух гидрозамков загорается контрольная лампа, расположенная на щитке приборов.

Для подъема кабины во второе положение поднять кабину в первое положение. Расшплинтовать и вынуть палец из скобы. Гидроподъемником поднять кабину во второе положение.

Для подъема кабины во второе положение, производимого для демонтажа двигателя, снять буфер, поднять переднюю облицовочную панель и поднять кабину в первое положение.

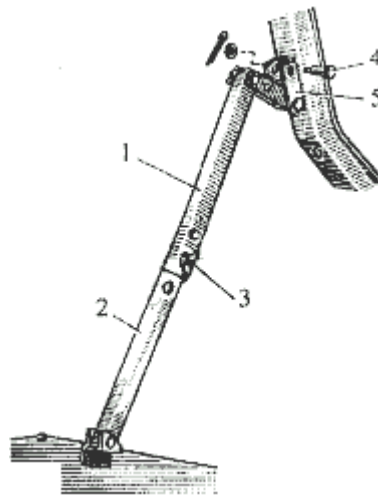


Рисунок 5.3 – Стойка кабины:

- 1 - стойка верхняя; 2 стойка нижняя; 3 - предохранительная шпилька;
4 палец; 5 - скоба

5.2 Требования безопасности при эксплуатации транспортных средств

Перед пуском двигателя транспортного средства необходимо убедиться в том, что транспортное средство заторможено стояночным тормозом, рычаг переключения передач (контроллер) находится в нейтральном положении, транспортное средство отключено от системы подогрева (если таковая имеется) и пуск двигателя не создаст опасности для работников, находящихся у транспортного средства.

Пуск двигателя транспортного средства производится поворотом ключа замка зажигания, ключ-марки или другого штатного устройства пуска двигателя.

Использование пусковой рукоятки для пуска двигателя транспортного средства разрешается в исключительных случаях, при этом: пусковая рукоятка

должна поворачиваться снизу вверх; пусковую рукоятку нельзя брать в обхват. Рекомендуется для ручного пуска установить позднее зажигание.

Покидая кабину транспортного средства, водитель обязан принять меры, исключая самопроизвольное движение транспортного средства (выключить зажигание, подачу топлива, установить рычаг переключения передач (контроллер) в нейтральное положение, затормозить транспортное средство стояночным тормозом, а на уклоне, кроме того, поставить под колеса транспортного средства специальные упоры), и убедиться в личной безопасности, выходя на проезжую часть дороги.

При подъеме транспортного средства домкратом под домкрат устанавливается прочная прокладка достаточных размеров, обеспечивающая его устойчивость и исключая проседание домкрата. Под не поднимаемые колеса транспортного средства должны быть установлены упоры (башмаки).

При вынужденной остановке транспортное средство должно быть отведено на обочину за край проезжей части дороги и на расстоянии 15-30 м позади него должен быть выставлен знак аварийной остановки или мигающий красный фонарь.

Водителю транспортного средства не разрешается:

- а) осуществлять движение транспортного средства с незакрепленным оборудованием;
- б) допускать к ремонту транспортного средства посторонних лиц (грузчиков и других лиц);
- в) выполнять какие-либо работы под транспортным средством, поднятом только домкратом без установки под транспортное средство козелков;
- г) использовать в качестве подставки под поднятое транспортное средство, а также в качестве подкладок под домкрат случайные предметы (камни, кирпичи и т.п.);
- д) осуществлять подачу топлива в двигатель автомобиля при неисправной топливной системе непосредственно из емкости цистерны шлангом или другим аналогичным способом;

е) применять легковоспламеняющиеся жидкости для мойки двигателя, цистерны, узлов и деталей транспортного средства;

д) курить и пользоваться открытым огнем в непосредственной близости от приборов системы питания бензинового двигателя транспортного средства или двигателя транспортного средства, а также при выгрузке/погрузке нефтепродуктов.

При подкачке шин колес, снятых с транспортного средства, необходимо установить в окно диска колеса предохранительную вилку, а колесо укладывать замочным кольцом вниз.

Перед подачей транспортного средства назад водитель должен убедиться в том, что этому маневру ничто, и никто не препятствует. В условиях ограниченной обзорности и (или) плохой видимости водитель транспортного средства для выполнения маневра должен прибегнуть к помощи другого работника, находящегося вне транспортного средства.

При остановке или стоянке транспортного средства в условиях недостаточной видимости на транспортном средстве должны быть включены габаритные или стояночные огни.

Буксировка неисправного транспортного средства должна осуществляться в соответствии с требованиями раздела “Правил дорожного движения Российской Федерации”.

В зимнее время года при устранении неисправностей, при заправке транспортного средства топливом водитель должен работать в рукавицах. Для подогрева двигателя и других агрегатов и систем транспортного средства не допускается пользование открытым огнем.

Пробку радиатора на горячем двигателе транспортного средства необходимо отворачивать осторожно, не допуская интенсивного прорыва пара. Эта операция должна выполняться в рукавицах или с использованием ветоши.

При длительной стоянке транспортного средства с двигателем, работающем на газовом топливе, расходные вентили системы питания должны быть закрыты, а оставшийся в топливной магистрали газ должен быть выработан до остановки

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		64

двигателя, после чего должно быть выключено зажигание, выключена кнопка массы и закрыт магистральный вентиль.

Во избежание гидравлического удара открытие вентилей газовой системы питания (магистрального и расходных) должно производиться медленно.

При завершении заправки баллонов транспортного средства, двигатель которого работает на газовом топливе (при наполнении баллонов газом), сначала необходимо закрыть вентиль на заправочной колонке, затем наполнительный вентиль системы питания на транспортном средстве.

Отсоединение газонаполнительного шланга от баллонов, установленных на транспортном средстве, должно производиться после закрытия обоих вентилей.

Работа двигателя транспортного средства на смеси двух топлив (бензина и газа) не допускается.

Выводы по разделу пять

В данном разделе дипломного проекта были рассмотрены вопросы безопасности при монтаже и установки системы и безопасности при работе с компонентом системы мочевины.

6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

В настоящее время при проектировании моделей грузовых автомобилей уделяется большое внимание вопросу использования их в системе гражданской обороны.

В условиях применения оружия массового поражения на гражданскую оборону возлагается задача - проведение спасательных и неотложных аварийно - спасательных работ в очагах массового поражения. Одной из действенных мер защиты населения может явиться его рассредоточение и эвакуация из крупных городов в сельскую местность.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		65

Техническая характеристика разработанного в данном проекте автомобиля удовлетворяет большинству требований гражданской обороны, предъявляемых к вновь проектируемым автомобилям.

При стихийных бедствиях возможно частичное или полное разрушение дорог. В таких условиях повышается значимость автомобилей повышенной проходимости. Сортиментовозный автопоезд на шасси автомобиля Урал может быть использован при ремонте и восстановлении мостов, линий связей и электропередач.

Постоянный привод на все колеса, внедорожный рисунок протектора, параметры геометрической проходимости, мощный двигатель, специальная трансмиссия (возможность блокировки межосевого дифференциала), возможность преодоления водных преград позволяют использовать автопоезд для проведения неотложных аварийно-восстановительных работ.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе дипломного проекта были рассмотрены вопросы гражданской безопасности проектируемого автомобиля, возможность использования проектируемого автомобиля в условиях чрезвычайной ситуации.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части произведен расчет экономической эффективности установки насоса подъема кабины MAN TGA на Урал 4402-3511-82М.

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 7.1.

Таблица 7.1 – Основные материалы

Наименование узла	Кол-во, ед.	Цена, руб.	в т.ч. НДС, руб.	Стоимость без НДС, руб.
Электрический насос подъема кабины MAN TGA	1	17 800	3 204	14 596
Урал 4402-3511-82М	1	2 850 000	513 000	2 337 000
Итого		2 867 800	516 204	2 351 596

Таким образом, материальные затраты на единицу продукции составляют 2 351 596 руб. без НДС.

Производственный процесс обслуживается бригадой из 2 человек.

Таблица 7.2 – Рабочие, непосредственно занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.	Часовая тарифная ставка, руб./час
Основные	5	1	185
Вспомогательные	4	1	160

Затраты на оплату труда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия.

Таблица 7.3 - Расчет заработной платы производственных рабочих

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

Таблица 7.4 – Численность производственных рабочих, заработная плата и отчисления ФСС по проекту

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
Численность работающих по проекту	чел.	2	2	2
Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	2	2	2
Затраты на оплату труда производственных рабочих:	руб.	837 936	837 936	837 936
заработная плата	руб.	586 555	586 555	586 555
отчисления ФСС (30%)	руб.	251 381	251 381	251 381

На основании рассчитанных норм расхода материалов в таблице 7.5 представлена калькуляция на автомобиль.

Материальные затраты - это затраты на основные материалы.

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим) (85% 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 (45% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- административно-управленческие расходы;
- 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 заработная плата рабочих.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		69

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 25% от полной себестоимости.

Таблица 7.5 – Калькуляция на автомобиль

Статья	Сумма (руб.)
Сырье и материалы	2 351 596
Расходы на оплату труда	69 828
Отчисления ФСС	20 948
Общепроизводственные расходы	59 354
Общехозяйственные расходы	31 423
Производственная себестоимость	2 473 795
Коммерческие расходы	24 738
Полная себестоимость	2 467 110
Прибыль	616 778
Цена	3 083 888
Налог на добавленную стоимость НДС	555 100
Цена реализации	3 638 988

Общие затраты на производство и сбыт продукции за 3 года составят 30 694 641 рублей.

Таблица 7.6 - Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Материальные затраты	28 219 152	28 219 152	28 219 152
Общехозяйственные затраты	712 246	712 246	712 246
Общепроизводственные затраты	377 071	377 071	377 071
Затраты на оплату труда	837 936	837 936	837 936
Отчисления ФСС	251 381	251 381	251 381
Коммерческие затраты	296 855	296 855	296 855
Всего затрат	30 694 641	30 694 641	30 694 641

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.

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 оборудования.

Таблица 7.7 – Оборудование

Наименование	Кол-во	Цена с НДС, руб.
Основные средства (оборудование)	1	45000
Итого:		45000

Стоимость расходов по доставке и монтажу оборудования составляют 10% от стоимости оборудования (4500 тыс. руб.).

Итого капитальные вложения составят 49500 руб.

Таблица 7.8 – 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	49500	0	49500
СМР, доставка	4500	0	4500
оборудование	45000	0	45000

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

Таблица 7.9 – Амортизационные отчисления

Наименование показателей	Аморт. отчисл.	1 год	2 год	3 год
Основные фонды (оборудование), всего	0	45 000	0	0
оборудование	9 000	3 000	3 000	3 000
начисленная амортизация	9 000	3 000	3 000	3 000
Остаточная стоимость основных фондов по проекту	36 000			

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.

Таблица 7.10 - Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измере н.	1 год	2 год	3 год
Объем производства в натуральном выражении	шт.	12	12	12
Объем реализации в натуральном выражении	шт.	12	12	12
Цена реализации за единицу продукции	руб.	3 638 988	3 638 988	3 638 988
Выручка от реализации продукции	руб.	43 667 853	43 667 853	43 667 853
в том числе НДС	руб.	7 860 214	7 860 214	7 860 214
Выручка без НДС	руб.	35 807 640	35 807 640	35 807 640

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 7.11 - Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
Капитальные вложения	49 500	49 500
Приобретение основных материалов	5 643 830	5 643 830
Итого - объем инвестиций	5 693 330	5 693 330

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

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.

Таблица 7.12 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Общая выручка от реализации продукции	43 667 853	43 667 853	43 667 853
НДС от реализации выпускаемой продукции	7 860 214	7 860 214	7 860 214
Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	35 807 640	35 807 640	35 807 640
Затраты на производство и сбыт продукции	30 694 641	30 694 641	30 694 641
Амортизация	3 000	3 000	3 000
Прибыль по проекту	5 109 999	5 109 999	5 109 999
Прибыль до налогообложения	5 109 999	5 109 999	5 109 999
Налог на прибыль	1 022 000	1 022 000	1 022 000
Прибыль чистая	4 087 999	4 087 999	4 087 999
Платежи в бюджет	8 882 213	8 882 213	8 882 213

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 7.14.

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 основного 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 расчетов стоимости денег с учетом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

$$a_t = 1/(1+E)^t, \quad (7.1)$$

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 7.13.

Таблица 7.13 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

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 7.2.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t - \sum_{t=1}^T K_t \times a_t, \quad (7.2)$$

где R_t – поступления от реализации проекта, руб.;

Z_t – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;

a_t – коэффициент дисконтирования;

K_t – капитальные 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: $\text{ЧДД} > 0$. 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).

Индекс доходности инвестиций (ИД) рассчитывается по формуле 7.3.

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \times a_t} \quad (7.3)$$

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

Срок окупаемости (Ток) рассчитывается по формуле 7.4.

$$T = \frac{K}{P_{\text{ч}} + A} \leq T_{\text{эо}} \quad \text{или} \quad T = \frac{K}{D_{\text{ч}}} \leq T_{\text{эо}}, \quad (7.4)$$

где Т – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы;

$P_{\text{ч}}$ – 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.;

$T_{\text{эо}}$ – 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.;

$D_{\text{ч}} = P_{\text{ч}} + A$ - чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Таблица 7.14 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)			
Денежные поступления, всего	43 667 853	43 667 853	43 667 853
Выручка	43 667 853	43 667 853	43 667 853
Денежные выплаты, всего	39 576 854	39 576 854	39 576 854
Затраты по производству и сбыту продукции	30 694 641	30 694 641	30 694 641
Амортизация	3 000	3 000	3 000
Налоги и платежи в бюджет	8 882 213	8 882 213	8 882 213
Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	4 093 999	4 093 999	4 093 999
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Приток средств	5 693 330	0	0
Собственные денежные средства	5 693 330	0	0
Отток средств	5 693 330	0	0
ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Общее сальдо потока по всем видам деятельности	4 093 999	4 093 999	4 093 999
Чистый доход	4 093 999	4 093 999	4 093 999
Инвестиции	-5 693 330		
Ставка дисконтирования	0,16		
Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
Приведенный эффект	3 529 309	3 042 508	2 622 852
Сумма приведенных эффектов	9 194 669		
Чистый дисконтированный доход	3 501 339		
Индекс доходности	1,6		

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 3 529 309 руб.

Во второй год необходимо окупить 5 693 330 руб. – 3 529 309 руб.

= 2 164 021 руб.

Эта сумма окупится за 2 164 021 руб. / 3 041 508 руб. = 0,7 года

Срок окупаемости 1 год 7 месяцев.

Для оценки устойчивости проекта проведем анализ безубыточности.

Исходные данные для расчета безубыточного объема продаж представлены в таблице 7.15.

Таблица 7.15 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	На единицу продукции, руб.	На весь объем выпуска, руб.
цена (без НДС)	3 083 888	3 083 888
переменные расходы	2 467 110	29 605 324
постоянные расходы	90 776	1 089 317

Точка безубыточности = постоянные затраты на весь выпуск / цена - переменные затраты на единицу продукции = $90\,776 / (3\,083\,888 - 2\,467\,110) \approx 2$ шт.

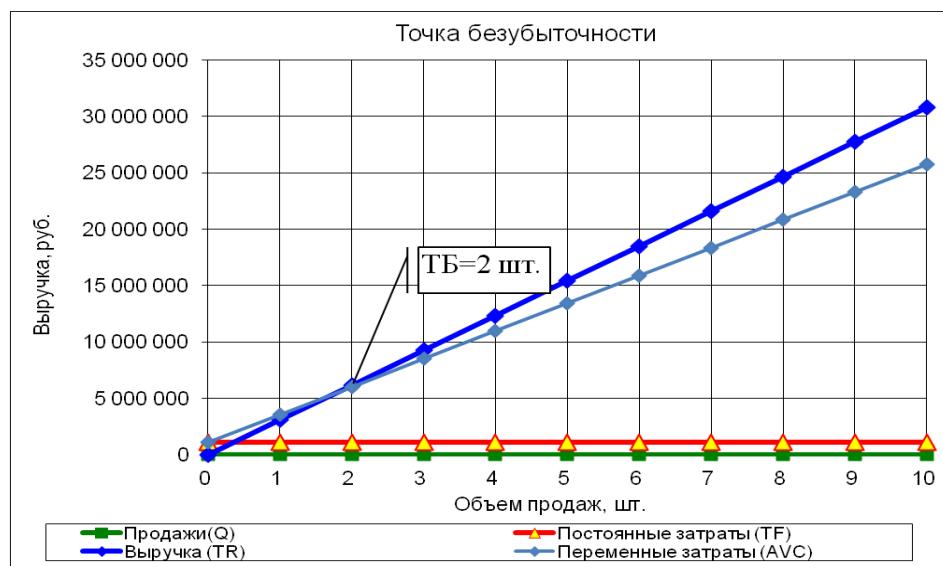


Рисунок 7.1 – График точки безубыточности

Таким образом, 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.

Вывод по разделу семь

В данной части дипломного проекта была проведена оценка экономической целесообразности установки системы. По результатам проведенных расчетов установлена экономическая эффективность и окупаемость данного технического решения.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта был проработан вопрос модернизации системы подъема и опускания кабины автомобиля Урал. Был произведен расчет амортизатора механизма, а также была произведена установка насоса системы производителя MAN. В качестве грузового автомобиля был выбран автомобиль Урал серии М, для которого был произведен тягово-динамический расчет. Были рассмотрены вопросы безопасности при эксплуатации механизма подъема/опускания системы, а также рассмотрены требования безопасности при эксплуатации автомобиля. В экономической части определен годовой экономический эффект в сфере производства и эксплуатации, а также интегральный экономический эффект за срок службы.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
2. Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. / А.Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 427 с.
3. Ларионов, В.П., Методы повышения работоспособности техники специального назначения / под ред. Ю.С. Уржумцев. – М.: Наука, 1987. – 215 с.
4. Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD: опыт преподавания и широта взгляда / А.Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 427
5. Белокуров, В.Н. Автомобили / под ред. П.П. Зонин. - М.: Лесная промышленность, 1987. - 272 с.
6. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2000. – 352 с.
7. Справочник общемашиностроительные нормативы режимов резания: в 2 т. / А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – Т.1. – 640 с.
8. Справочник технолога. Обработка металлов резанием. / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
9. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. В.И. Анурьева. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.2. – 920 с.
10. Раздел «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах: Методические указания / сост. Е.С. Шапранова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. -76 с.
11. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
12. Автомобиль Урал – 4320. Руководство по эксплуатации. – М.: Внешторгиздат, 1989 г.

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докв.	Подпись	Дата		82

					23.05.01.2018.362 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83