

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, _____
(должность)

(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент*

(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2020 г.

Установка манипулятора на автомобиль УРАЛ Next с колесной формулой 6х6

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ–23.05.01.2020.741.ВКР

Консультант, к.э.н.
Экономическая часть

Н.С. Комарова

_____ 2020 г.

Руководитель, к.т.н., доцент

В.В. Краснокутский

_____ 2020 г.

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

В.В. Краснокутский

_____ 2020 г.

Автор
студент группы МиМс-656

В.О. Сычев

_____ 2020 г.

Нормоконтролер, ведущий инженер
АО «ГРЦ Макеева»

М.И. Абрамов

_____ 2020 г.

Миасс, 2020

АННОТАЦИЯ

Сычев. В.О. Установка манипулятора на автомобиль УРАЛ NEXТ с колесной формулой бхб. Миасс: ЮУрГУ, ММФ-656, 2020 г. Расчетно-пояснительная записка 108 стр.; библиографической литературы 25 наименований; 7 листов чертежей формата А1; 2 лист спецификаций.

В ходе исследования тенденций на рынке грузоподъемной спецтехники, была предложена разработка установки новой модификации краноманипулятора «тросового» типа. На основании проведенного сравнительного анализа выявлены основные преимущества краноманипуляторных установок с тросовой подвеской крюка над гидравлическими.

На базе существующей типовой модели шасси УРАЛ NEXТ скомпонован автомобиль, полностью удовлетворяющий требованиям ГОСТ по преодолению максимального подъема, запасу хода для одиночного автомобиля, углу поперечной статической устойчивости и запасу устойчивости при работе манипулятора. Разработаны специальные боковые кронштейны крепления опорного надрамника, составлен технологический процесс их изготовления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Сычев			Установка манипулятора на автомобиль УРАЛ NEXТ с колесной формулой бхб	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Краснокутский				Д	5	00
Реценз.						ЮУрГУ		
Н. контр.		Абрамов				Кафедра		
Утверд.		Краснокутский				«Автомобилестроение»		

Использование спроектированной краноманипуляторной установкой грузоподъемностью 3 тонны позволит расширить существующий модельный ряд спецтехники российского производства и выйти на самоокупаемость проекта в течение двух лет.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Сычев			Установка манипулятора на автомобиль УРАЛ NEXТ с колесной формулой 6х6	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Краснокутский				Д	6	00
Реценз.						ЮУрГУ Кафедра «Автомобилестроение»		
Н. контр.		Абрамов						
Утверд.		Краснокутский						

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	11
1.1 Назначение разрабатываемого автомобиля.....	11
1.2 Анализ конструкций «тросовых» и гидравлических КМУ.....	13
1.3 Обоснование данного вида конструкции.....	17
Выводы по разделу один.....	20
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	21
2.1 Расчет весовых характеристик автомобиля.....	21
2.2 Проверочный тягово-динамический расчет.....	23
2.2.1 Исходные данные.....	24
2.2.2 Расчет основных параметров.....	25
2.3 Расчет высоты центра тяжести.....	35
2.4 Расчет угла поперечной статической устойчивости.....	38
2.5 Расчет устойчивости против опрокидывания краноманипулятора при работе.....	44
Выводы по разделу два.....	49
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	50
3.1 Назначение материала изделия.....	50
3.2 Выбор метода получения заготовки детали.....	51
3.3 Выбор исходной заготовки.....	53
3.4 Расчёт и назначение допусков, допускаемых отклонений и припусков заготовок.....	54
3.5 Разработка технологического процесса изготовления детали.....	54
3.5.1 Разработка последовательности операций.....	55
3.5.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.....	56
3.5.3 Карта операционных эскизов.....	58
3.6 Расчёт режимов резания.....	62
3.6.1 Расчёт режимов резания при сверлении операция [020].....	63
Выводы по разделу три.....	67
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	68
4.1 Состояние автомобильной отрасли в России.....	68

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		7

4.2 Характеристика предприятия изготовителя	69
4.3 Расчет показателей в сфере производства	69
4.4 Эксплуатационный эффект от проектируемого автомобиля.....	72
4.4.1 Оценка конкурентоспособности проектируемой модели в части качественных характеристик автомобиля с применением интегрального индексного метода оценки	72
4.4.2 Расчёт годового пробега и годовой производительности.....	74
4.4.3 Расчёт себестоимости перевозок.....	76
4.5 Верхний предел оптовой цены проектируемого автомобиля.....	78
4.6 Интегральный экономический эффект от проектируемого автомобиля за срок его службы.....	80
Выводы по разделу четыре	84
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	85
5.1 Нормативные правила безопасности эксплуатации крана манипулятора	85
5.2 Правила техники безопасности при передвижении.....	86
5.3 Подготовка к использованию.....	86
5.4 Эксплуатация крана манипулятора	88
5.5 Подготовка к работе.....	92
5.6 Действия в аварийной ситуации	97
5.7 Перевод крана манипулятора в транспортное положение.....	99
Выводы к разделу пять	100
6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА	101
Выводы к разделу шесть	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	105
ПРИЛОЖЕНИЕ А	107

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях автомобильные перевозки стали одним из важнейших секторов экономики, причем не только в национальном, но и трансевропейском и трансконтинентальном масштабах.

Автомобильный завод «Урал» является одним из крупнейших в СНГ производителей грузовых автомобилей высокой проходимости. Основу производственной программы завода на сегодняшний день составляет семейство автомобилей высокой проходимости с колесной формулой 4x4, 6x6 и 8x8 полной массой от 12 до 29 т, предназначенных для перевозки грузов, людей и буксирования прицепов по всем видам дорог и местности, и способных эффективно работать в любых климатических и дорожных условиях. Обладая высокими экономическими показателями: надежностью, долговечностью, простотой технического обслуживания, автомобили успешно эксплуатируются в самых различных дорожно-климатических условиях: в районах Крайнего Севера и Западной Сибири, в Средней Азии и во влажных субтропиках.

В наше время гидроманипуляторы – одна из лучших технических идей, позволяющая увеличить интенсивность использования техники для перевозки грузов и уменьшить до минимума ручной труд при погрузке-разгрузке, сократить при этом число занятых людей и единиц техники. Основная схема подъема и перемещения груза подразумевает использование автомобильного крана и грузового автомобиля. Краноманипуляторы, установленные на бортовых автомобилях, загружают как базовый автомобиль, так и автомобили, рядом с ним.

Краны-манипуляторы на много поднимают производительность и экономическую эффективность, так как устраняются простои в ожидании погрузки-разгрузки, нет потребности оплачивать вспомогательный грузоподъемный механизм и уменьшается численность обслуживающего персонала.

Безусловным лидером в производстве отечественных гидроманипуляторов

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		9

разной грузоподъемности остается предприятие ЗАО «ИНМАН». ЗАО «ИНМАН» создано в 1992 году. В момент с 1993 разработало и освоило серийное производство гидроманипуляторов «ИМ-240», «ИМ-180», «ИМ-150», «ИМ-100», «ИМ-95», «ИМ-77», «ИМ-55», «ИМ-50», «ИМ-25», «ИМ-20» грузоподъемностью от 7,5 тонн до 1,0 тонны соответственно. Эти гидроманипуляторы обладают актуальную конструкцию с Z - образным складыванием, с вылетом стрелы до 18,0 м и имеют возможность монтироваться на шасси разного класса: автомобильные, тракторные, и пр.

В 2013 году, ЗАО «ИНМАН» были разработаны современные модели манипуляторов с тросовой подвеской крюка, грузоподъемностью от 3 до 7 тонн. Отличительная черта «тросового» краноманипулятора в отличие от шарнирно-сочлененных составляет простота конструкции, а, значит, более высокая надежность, малые затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание. Присутствие гидравлической лебедки и тросовой подвески крюка позволяют точнее позиционировать груз и производить погрузочно-разгрузочные работы из-за препятствий (стен, заборов, ограждений).

Цель дипломной работы: установка краноманипуляторной установки «тросового» типа на автомобиль «УРАЛ NEXT» с базой колесного шасси бхб. Данная разработка позволит увеличить модельный ряд спецтехники российского производства, а, так же улучшить ряд технико-экономических показателей автомобиля за счет уменьшения затрат на ремонт и техническое обслуживание. Суть работы заключается в изменении базового автомобиля за счет установки применяемого краноманипулятора, и осуществлении ряда технических расчетов по оценке работоспособности и экономической продуктивности примененного технического решения.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
						10
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

1.1 Назначение разрабатываемого автомобиля

Тема дипломного проекта – установка манипулятора на автомобиль Урал NEXT с колесной формулой бхб.



Рисунок 1 – Автомобиль Урал NEXT

Автомобиль предназначен для реализации ремонтных, аварийно-восстановительных, монтажных, погрузочно-разгрузочных и других работ в разных сферах народного хозяйства. Автомобиль состоит из базового транспортного средства (ТС) и краноманипуляторной установки (КМУ) «ИМ-50А», исполненной на ТС (рисунок 1). КМУ является грузоподъемным механизмом с гидравлическим приводом и стреловым оборудованием, который состоит из шарнирно-сочленённых и телескопических элементов. В качестве рабочего органа применяется крюк.

Рассмотрев данный механизм манипулятора, выяснилось что в нем не решена проблема эффективного использования, и есть свои недочеты. Для того, чтобы решить данный вопрос, необходимо выполнить ряд конструкторских решений, что позволит результативно использовать краноманипуляторную установку.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		11

В качестве базового ТС в данной дипломной работе будем использовать шасси «УРАЛ Next» с колесной формулой 6х6. Еще на российском рынке существует много других шасси производства ОАО «МАЗ», ОАО «Камаз», «Iveco».

Кроме этого, в РФ большая часть коммунальной, дорожно-ремонтной и строительной спецтехники устанавливается именно на шасси «Урал». Покупая Урал NEXТ для своего автопарка, заказчик часто выбирает в пользу того же базового шасси, которое широко используется в его организации. Это помогает уменьшить номенклатуру запасных частей, облегчает проведение плановых ТО, сокращает трудоемкость и финансовые затраты на поддержание автопарка в рабочем состоянии.

Краноманипуляторная конструкция «ИМ-50», исполненная на базовом автомобиле, рассчитанная для погрузки и разгрузки разных грузов, монтажно-демонтажных, ремонтно-восстановительных и прочих работ. Общее устройство КМУ показано на рисунке 2. Контроль краном-манипулятором производится с помощью гидрораспределителей с ручным управлением. При подаче рабочей жидкости в гидроцилиндры выполняется установка крана-манипулятора на выносные опоры или снятие с опор, подъём или опускание подъёмной и выносной стрел, выдвижение удлинителя, поворот КМУ вокруг своей оси.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
						12
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

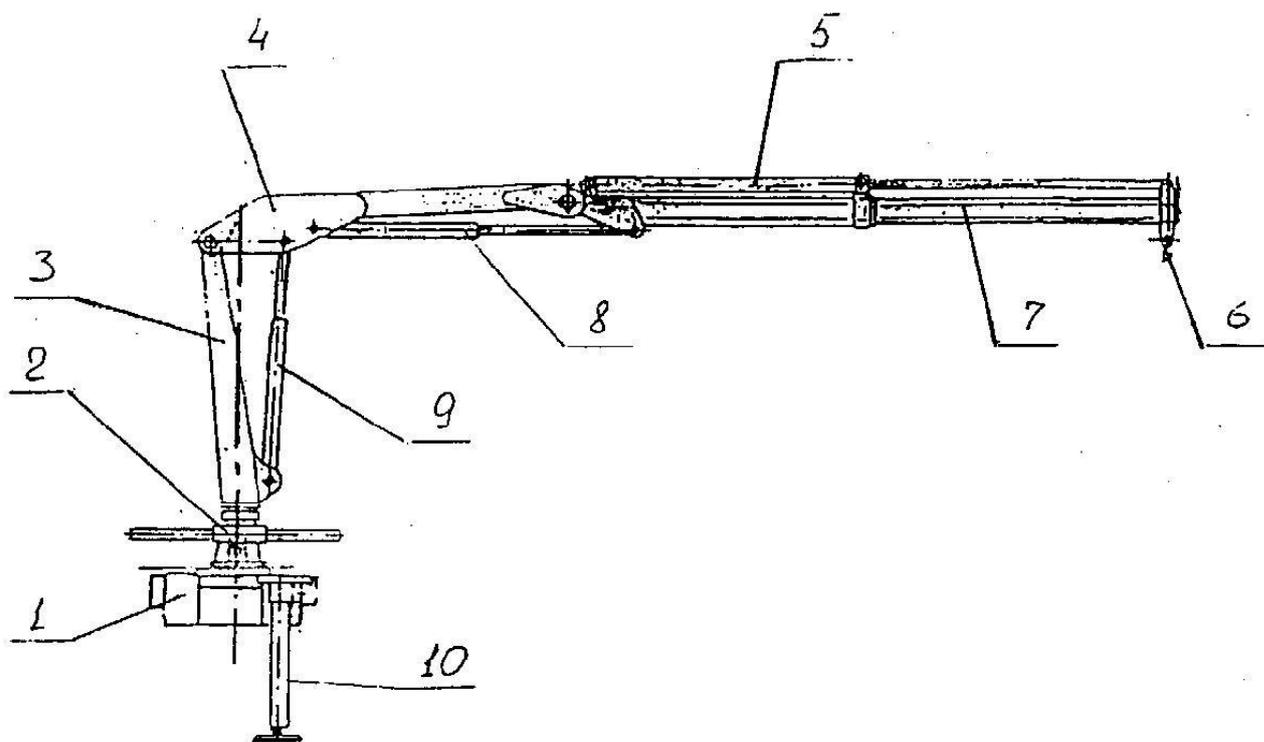


Рисунок 2 – Краноманипуляторная установка «ИМ-50А»

1 – неповоротная платформа, 2 – устройство опорно-поворотное, 3 – колонна, 4 – первая стрела, 5 – гидроцилиндр телескопирования, 6 – крюк, 7 – удлинитель, 8 – гидроцилиндр второй стрелы, 9 – гидроцилиндр первой стрелы, 10 – опорный гидроцилиндр.

Привод механизмов КМУ – гидравлический, от насоса, приводимого во вращение коробкой отбора мощности базового транспортного средства. Гидравлический привод КМУ исполнен по одноконтурной схеме, распределитель с открытым центром дает выполнять одновременно работу нескольких гидроцилиндров. Для исполнения всех рабочих операций, при установке КМУ на выносные опоры, и в свою очередь для приведения ее в транспортное и рабочее положение, применяются гидроцилиндры.

1.2 Анализ конструкций «тросовых» и гидравлических КМУ

Существуют два основных вида краноманипуляторов - это «тросовые» и гидравлические манипуляторы.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		13

Гидравлические краноманипуляторы являются более современным типом. Они передвигают грузы за счет перемещения частей стрелы, но крюк в текущий момент сильно закреплен со стрелой манипуляторной установки. Следовательно во время работы не имеется раскачка груза. Эти устройства содержат более свободные возможности применения, по причине непосредственного манипулирования стрелой. Гидравлические КМУ используются для создания автовышек и автоэвакуаторов. Кран может использоваться в качестве бура, экскаватора и траверса, перед этим установив на него специальные гидровыводы и насадки. При необходимости, многие модели гидравлических манипуляторов могут быть дооборудованы соответствующей лебедкой. Одним из самых крупных производителей высококачественных гидроманипуляторов является концерн «Palfinger» (Австрия).

Манипуляторы с тросовым подъемом крюка различаются присутствием тросовой подвески на грузозахватном механизме. То есть эта конструктивная характеристика подчеркивает их в ряду иных краноманипуляторов, что делает область их применения достаточно многоцелевой – от грузоперевозок и строительства до рекламного бизнеса и т.д. Среди «манипуляторщиков» не утихают разногласия, какой кран манипулятор лучше – гидравлический или тросовый. В разногласиях уже давно поставлена точка, так как оба манипулятора высокого качества, просто каждый манипулятор предназначен для выполнения конкретных задач.

Пройдем по основным функциям, которыми обладает тросовый манипулятор.

- 1) Крановые функции. Имеется ввиду о возможности перемещать груз вертикально (по прямой), а также из-за препятствий, например, из-за забора или стены, или действовать с грузом ниже уровня земли – при выполнении карьерных работ, в колодцах и т.д. При этом кран-манипулятор может создать строго вертикальную траекторию движения груза как при подъеме, так и при спуске.
- 2) Точность и аккуратность работы. Тросовая подвеска крюка способствует контролю расположение груза в пространстве с небольшой

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		14

погрешностью, поворачивать его, опуская на специальную поверхность с высокой точностью. При этом перемещение груза происходит плавно, без ударов, что минимизирует его повреждение.

- 3) Эффективность работы. Высокое использование грузового момента установки получается с помощью функции поочередного выдвижения телескопируемых секций.
- 4) Безопасность работы. В Краноманипуляторной установке есть многозвенная система безопасности, где присутствует датчик длины телескопирования стрелы, датчик угла наклона стрелы, тензодатчик в оголовке стрелы и концевой выключатель. Полное задействование этих датчиков дает достаточно точно следить за весом груза, устраняя превышение номинальной допустимой грузоподъемности.
- 5) Удобство работы. Благодаря размещению рабочего места оператора вверху на колонне, даст полный контроль всех процессов погрузочно-разгрузочных работ.

Минусами тросовых манипуляторов являются:

- 1) Риск перегруза. Большое внимание необходимо уделить работе крановых установок с длинными стрелами: подъем груза, на который установка не рассчитана, вероятно быстро приведет стрелу в негодность. Подтверждение этому – большое количество погнутых длинных стрел.
- 2) Ограниченность габаритными размерами автомобиля с манипулятором. Тросовый манипулятор в транспортном положении находится вдоль грузовой платформы. Если взять высокий груз, то придется поворачивать стрелу над кабиной – в следствии этого передний мост будет перегружен, со всеми вытекающими последствиями. Так же, при этом положении стрелы могут образоваться трудности с управлением ТС, в тесных условиях, из-за увеличения длины автомобиля, помимо этого вырастут риски претензий от сотрудников ГИБДД (превышение максимально допустимой длины транспортного средства).
- 3) Бдительное отношение к тросу. Послойное наматывание троса осуществляется на специально - предназначенный барабан крана манипулятора.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		15

Для того что бы срок службы был больше, изготовители советуют наматывать его с грузом, а при смене – осуществлять намотку именно с катушки. При условии наматывании троса прямо из бухты, высока вероятность перекрута крюка, следовательно, в будущем его работа будет непредсказуемой.

Метраж троса напрямую зависит от размера стрелы. Необходимо смотреть за тем, чтобы на барабан был намотан трос по - минимуму нужного для работы длины, так как для определенного вида работ понадобится свой метраж троса. Например, для того что бы переместить с помощью манипулятора груз из кюветов или ям необходим трос длиннее, чем при схожих наземных условиях.

Смену троса нужно выполнять даже при находке обрыва отдельных нитей. Так же важно наблюдать за надежностью соединений в отдельных местах крепления.

4) Ограниченность в использовании дополнительного оборудования. В разнице от гидравлических манипуляторов, где присутствуют выводы гидролиний на оголовок стрелы для подключения специального гидрофицированного оборудования (дополнительного вида захватов, ковшей, ямобуров и т.п.), тросовые манипуляторы такой средства не располагают, что относительно ограничивает сферу их использования. [25]

Так же выделим, все чаще появляются модели тросовых манипуляторов, которые оборудованы оснасткой для бурения ям. Буровые детали закрепляются на второй секции стрелы, которая оборудована поворотным приспособлением для перемещения бура из транспортного положения в рабочее, и обратно. Такой вид тросового манипулятора поставляется под заказ непосредственно с завода.

Следовательно, современные тросовые манипуляторы - качественные и проверенные временем грузоподъемные машины, замечательно выполняющие свои функции. Во время выбора типа манипулятора нужно внимательно ставить цели и задачи для выполнения которых покупается манипулятор. По многофункциональности тросовые манипуляторы уступают гидравлическим манипуляторам, но их многофункциональность и универсальность увеличивают це-

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		16

ну манипулятора, сложность конструкции и трудоемкость при ремонте, что нужно принимать во внимание при выборе типа манипулятора.

Главная задача данной дипломной работы заключается в разработке модификации базового автомобиля колесной формулой бхб, с установленным на него манипулятором «тросового» типа. Сегодня в РФ несомненное большинство специальных автомобилей для ремонтно-восстановительных работ оснащается исключительно гидравлическими манипуляторами. Данная модель поможет увеличить модельный ряд спецтехники с КМУ российского производства.

1.3 Обоснование данного вида конструкции

До 2014 года, на рынке РФ малогабаритных КМУ были только модели гидравлического типа, все тросовые модели выпускались иностранными брендами. Самая популярная на наше время марка тросовых КМУ – это японская «Unic». Огромный опыт использования таких кранов на вторичном рынке заслужил марке отличную репутацию, в погоне за конкурента не нужно ничего доказывать, главное, сойтись в цене, в этом их особенность. Организация выпускает краны от миниатюрных до больших, грузоподъемностью свыше 13 т! Но особенно популярна, средняя линейка: краны «трехсотой» серии для среднетоннажных шасси и «пятисотой» для автомобилей Урал и их аналогов.

Концерн «Hiab», больше известный у нас как производитель кранов-манипуляторов европейского типа, на своем заводе в Южной Корее, производит тросовые КМУ, которые продаются и в России. Логично, что продуктовая линейка ограничена кранами высокой грузоподъемности, больше ориентированными для строительства. Для погрузочно-разгрузочных работ у фирмы широкий выбор гидроманипуляторов.

Набирают в нашей стране популярность тросовые КМУ корейской марки «Kanglim», все больше компаний в регионах занимаются установкой этих кранов на грузовые шасси. Из широкого ассортимента продукции российские продавцы выбирают краны большой мощности и делают на них акцент. Не удиви-

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		17

тельно, что на дорогах чаще встречаются «канглимы» строительного размера с управлением, как у кранов «Hiab», с кресла наверху колонны. [24]

Российские предприятия мало интересовались тросовыми КМУ, например холдинговой компании «Подъемные машины» всего одна модель: «Соломба-лец-125СФ», выпускаемая в трех вариантах. Однако, в 2013 году, лидером по производству краноманипуляторных установок в России, заводом ЗАО «ИН-МАН» были разработаны две модели манипуляторов с тросовым подвесом крюка – «ИТ-80» и «ИТ-180» с максимальной грузоподъемностью 3 и 7,2 тонны соответственно. [22]

Для данного дипломного проекта, более уместной моделью является манипулятор «ИТ-80». Его габаритные и весовые параметры больше близки к характеристикам гидравлического манипулятора «ИМ-50А», установленного на базовой модели ТС. Ниже приведена сравнительная характеристика двух моделей.

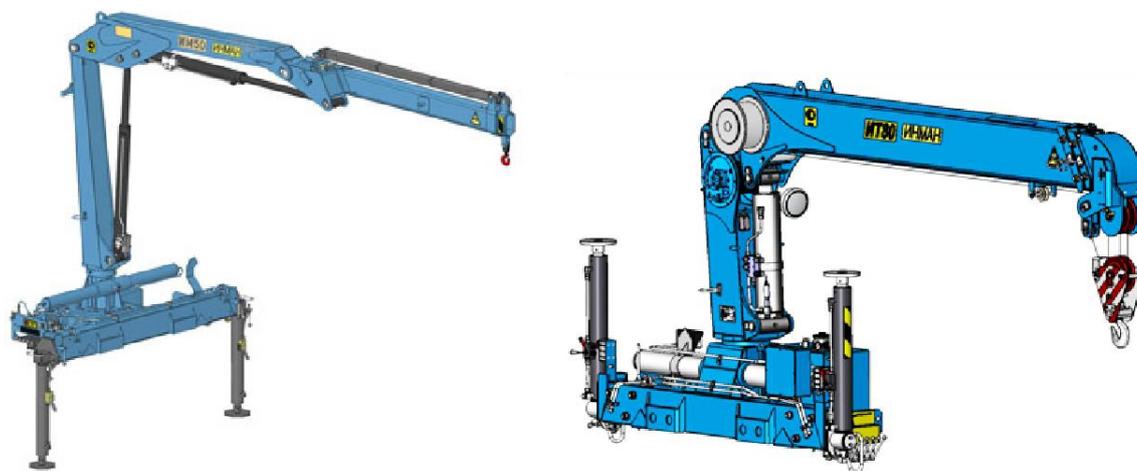


Рисунок 4 – Общий вид манипуляторов

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		18

Таблица 1.1 – Сравнительные характеристики манипуляторов

Наименование параметра	Характеристики	
	ИМ-50А	ИТ-80
Количество гидравлических выдвижных секций	1 шт.	2 шт.
Грузовой момент	4,40 т м	8,20 т м
Максимальная грузоподъемность	2 000 кг	3 050 кг
Грузоподъемность на максимальном вылете	740 кг	790 кг
Максимальный вылет стрелы	6,00 м	7,53 м
Рабочая температура окружающей среды, °С	- 40 ... +40	- 40 ... +40
Максимальная высота подъема	9,20 м	8,00 м
Максимальная глубина опускания	2,50 м	10,20 м
Способ управления	Гидравлический	Гидравлический
Место управления	С земли, ДУ	С земли, ДУ
Масса без гидронасоса и рабочей жидкости	1 016 кг	1 190 кг
Монтажная база	940 мм	800 мм

Из данных, указанных в таблице можно сказать, что при почти одинаковой массе, манипулятор «тросового» типа «ИТ-80» обладает грузоподъемностью на одну тонну больше. Вмонтированный бак гидросистемы «ИТ-80» компактно расположен в основании КМУ, что не требует места для его установки на раме автомобиля и отдельных усилий по его размещению. Присутствие гидравлической лебедки и тросовой подвески крюка способствуют лучше позиционировать груз и в тоже время производить погрузочно-разгрузочные работы из-за препятствий и с глубины до 10 м.

Выводы по разделу один

Базовую модель автомобиля для данной дипломной работы принимаем «Урал Next» с колесной формулой 6х6. Для промежуточной оценки результативности разрабатываемого технического решения проведено сравнительное исследование плюсов и минусов КМУ различных типов, доказывающее актуальность разработки. На основании проведенного исследования, за место гидравлического манипулятора «ИМ-50А» устанавливаем на базовый автомобиль манипулятор «тросового» типа «ИТ-80» с улучшенными техническими характеристиками.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		20

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет весовых характеристик автомобиля

Для анализа весовых характеристик составляемого автомобиля исполним схему нагружения. Данные для схемы нагружения возьмем из тех. документации на узлы и агрегаты, вошедшие в состав автомобиля. Сокращения по тексту показанны ниже:

Ш – автомобильное шасси;

КМУ – краноманипуляторная установка;

П – привод КМУ;

Н – надрамник КМУ;

Б – брызговики;

КР – элементы крепления КМУ;

Э – экипаж.

Расчет нагрузки на заднюю ось (тележку) от элементов навесного оборудования производится по формуле:

$$R^3 = \frac{G^3 \cdot X}{B} \quad (2.1)$$

Расчет нагрузки на заднюю ось (тележку) в снаряженном состоянии производится по формуле:

$$R_{CH}^3 = R_{Ш}^3 + \sum R_i^3 \quad (2.2)$$

Расчет нагрузки на заднюю ось (тележку) автомобиля полной массой производится по формуле:

$$R_{П}^3 = R_{CH}^3 + G_{Э}^3 + G_{ГР}^3 \quad (2.3)$$

Расчет нагрузки на переднюю ось от элементов навесного оборудования производится по формуле:

$$R^{II} = G - R^3 \quad (2.4)$$

Расчет нагрузки на переднюю ось автомобиля в снаряженном состоянии производится по формуле:

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		21

$$R_{CH} = \sum_i R_i^{II} + R_{III}^{II} \quad (2.5)$$

Расчет нагрузки на переднюю ось автомобиля полной массой производится по формуле:

$$R_{II}^{II} = R_{CH}^{II} + G_{\varepsilon}^{II} + G_{GP}^{II}, \quad (2.6)$$

R_{i^3} – нагрузка на заднюю ось от элементов навесного оборудования;

$R_{i^{II}}$ – нагрузка на переднюю ось от элементов навесного оборудования;

R_{CH^3} – нагрузка на заднюю ось (тележку) в снаряженном состоянии;

$R_{CH^{II}}$ – нагрузка на переднюю ось в снаряженном состоянии;

R_{II^3} – нагрузка на заднюю ось (тележку) автомобиля полной массой;

$R_{II^{II}}$ – нагрузка на переднюю ось автомобиля полной массой;

G_i – вес элементов навесного оборудования;

X_i – расстояние от передней оси до центра тяжести элемента навесного оборудования;

B – колёсная база автомобиля.

Исходные данные и результаты вычислений приведены в таблице 2.1. Полная масса и распределение её по осям не должны превышать значения, указанные в ТУ 37.104.289-2005 [18]

Полная масса, кг: 22500;
 - на переднюю ось 6400;
 - на заднюю ось 16100.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		22

Таблица 2.1 – Исходные данные и результаты расчетов массово-центровочных характеристик автомобиля

Наименование узла	От оси передних колёс (X), мм	Масса, кг	Нагрузка, кг		База, мм
			п/мост	з/тележка	
Базовое шасси	2053	8730	4610	4120	4755
Кузов	2677	1861	716	1145	4755
Привод КМ	1300	30	21	9	4755
Надрамник КМ	6285	55	-24	79	4755
Элементы крепления КМ	6578	26	-13	39	4755
КМУ ИТ-80	5948	1190	-437	1627	4755
Брызговики	4350	32	0	32	4755
Снаряженная масса:	2557	13880	5600	8199	4755
Экипаж	-300	150	160	-10	4755
Итого (полная масса):	3132	22500	5586	14443	4755

Примечание: знак «-» в графе нагрузок означает разгрузку переднего моста.

В результате проведенных расчетов установлено, что нагрузки на оси автомобиля не превышают допустимое значение.

2.2 Проверочный тягово-динамический расчет

Для расчета тягово-скоростных качеств разработанного автомобиля, а также, для проверки их соответствия требованиям ГОСТ Р 52280-2004 «Автомобили грузовые. Общие технические требования», проведем проверочный тягово-динамический расчет. При этом весовые характеристики автомобиля применим на основании расчетов в разделе 2.1.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		23

2.2.1 Исходные данные

Автомобиль –Урал Next с КМУ «ИТ-80»:

Масса снаряженного а/м m_C – 12450 кг;

Масса перевозимого груза m_G – 6000 кг;

Габаритные размеры а/м в транспортном положении, не более:

- ширина B – 2550 мм;

- высота H – 3700 мм;

Коэффициент лобового сопротивления а/м $K_L = 0,8$;

Площадь лобового сечения а/м: $F_A = K_L \cdot B \cdot H$, (2.7)

где $F_A = 0,8 \cdot 2,55 \cdot 3,75 = 7,65 \text{ м}^2$;

Максимальную скорость для а/м принимаем $v_{a \text{ max}} = 94 \text{ км/ч} = 26,1 \text{ м/с}$;

Колесная формула – 6х6;

Статический радиус колеса $r_C = 0,59 \text{ м}$;

Коэффициент сопротивления качению $f = 0,02$ (движение а/м по сухому асфальту);

Коэффициент сцепления колеса с дорогой $\varphi = 0,80$;

Коэффициент аэродинамического сопротивления а/м $C_x = 0,8$;

Коэффициент максимального сопротивления движению $\psi_{\text{max}} = 0,045$;

Коэффициент общего дорожного сопротивления движению $\psi = f \cos \alpha + \sin \alpha = 0,02$;

Плотность воздуха $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$;

Максимальная мощность двигателя ЯМЗ – 53623-10, $N_{e \text{ max}} \text{ брутто} = 200,7 \text{ кВт}$; [18]

Частота вращения коленчатого вала $n_e = 760 \dots 2200 \text{ об/мин}$;

Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности $n_{e \text{ max}} = 2200 \text{ об/мин}$; [18]

Частота вращения коленчатого вала $n_e = 760 \dots 2200 \text{ об/мин}$;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		24

Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности $n_{e \max} = 2200$ об/мин; [18]

КПД обслуживающих систем $\eta_{обс} = 0,978$.

2.2.2 Расчет основных параметров

2.2.2.1 Полная масса а/м:

$m_a = m_C + m_T + 150 \text{ кг} = 13880 + 6000 + 150 = 20030 \text{ кг}$. (150 кг – масса водителя с пассажиром).

2.2.2.2 Масса сцепления а/м с дорогой:

$m_{\phi} = 20030 \text{ кг}$.

2.2.2.3 Максимальная эффективная мощность двигателя:

$$N_{e \max} = N_{e \max \text{ брутто}} \cdot \eta_{обс}, \quad (2.8)$$

$$N_{e \max} = 191 \cdot 0,978 = 186,8 \text{ кВт} \approx 254 \text{ л.с.}$$

2.2.2.4 Удельная мощность:

$$N_{e \text{ уд}} = \frac{N_{e \max}}{m_A}, \quad (2.9)$$

$$N_{e \text{ уд}} = \frac{254}{20,03} = 12,68 \text{ л.с./т.}$$

2.2.2.5 Построение внешней скоростной характеристики двигателя:

$$N_e = N_{e \max} \cdot \left[A_1 \frac{n_e}{n_{e \max}} + A_2 \left(\frac{n_e}{n_{e \max}} \right)^2 - \left(\frac{n_e}{n_{e \max}} \right)^3 \right], \quad (2.10)$$

где коэффициенты $A_1 = 0,5$, $A_2 = 1,5$ – для дизельных двигателей с

непосредственным впрыском;

$n_{e \max}$ – обороты двигателя при максимальной мощности (2200);

n_e – обороты двигателя (760-2200).

$$N_{e1} = 186,8 \cdot \left[0,5 \cdot \frac{760}{2200} + 1,5 \cdot \left(\frac{760}{2200} \right)^2 - \left(\frac{760}{2200} \right)^3 \right] = 58 \text{ кВт}$$

$$M_e = \frac{30 \cdot N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e} , \quad (2.11)$$

$$M_{e1} = \frac{30 \cdot 58 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1000} = 728,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Таблица 2.2 – внешние скоростные характеристики (приложение А)

ne, об/мин	Ne, кВт	Me, Н · м
760	58,0	728,8
920	74,4	772,2
1080	91,3	807,1
1240	108,2	833,3
1400	124,8	851,0
1560	140,5	860,1
1720	155,0	860,7
1880	167,9	852,6
2040	178,6	836,0
2200	186,8	810,8

2.2.2.6 Выбор передаточных чисел трансмиссии.

1) Передаточное число главной передачи:

$$i_{ГЛ} = 0,105 \cdot \frac{n_{e \max} \cdot r_{д}}{V_{a \max}} , \quad (2.12)$$

где: $r_{д}$ – динамический радиус колеса, $r_{д} \approx r_{ст}$;

$n_{e \max}$ – максимальные обороты двигателя.

$$i_{ГЛ} = 0,105 \cdot \frac{2200 \cdot 0,59}{25} = 5,45$$

2) Определение передаточного числа низшей передачи. Определяем из следующих условий:

- условие сцепления колеса с дорогой;

$$i_{н1} = \frac{m_{\varphi} \cdot g \cdot \varphi \cdot r_{д}}{M_{e \max} \cdot \eta_{тр}} , \quad (2.13)$$

где $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии.

$$\eta_{тр} = 0,98^p \cdot 0,996^l , \quad (2.14)$$

где p – количество полных цилиндрических и конических пар,

$$p = 1,5КП + 1,5РК + 3 \cdot 1,5М = 7,5 \approx 7$$

l – количество карданных шарниров в потоке мощности, l = 8.

$$\eta_{mp} = 0,98^7 \cdot 0,996^8 = 0,841;$$

$$i_{H1} = \frac{20030 \cdot 9,81 \cdot 0,8 \cdot 0,59}{860,7 \cdot 0,841} = 128,1;$$

- условие преодоления наибольшего дорожного сопротивления;

$$i_{H2} = \frac{m_A \cdot g \cdot \Psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e \max} \cdot \eta_{mp}}, \quad (2.15)$$

$$i_{H2} = \frac{20030 \cdot 9,81 \cdot 0,45 \cdot 0,59}{860,7 \cdot 0,841} = 72;$$

- условие движения на минимально заданной скорости;

$$v_{a \min} = 4 \dots 5 \text{ км/ч} = 1,1 \text{ м/с}$$

$$i_{H3} = 0,105 \cdot \frac{n_{e \min} \cdot r}{v_{a \min}}, \quad (2.16)$$

$$i_{H3} = 0,105 \cdot \frac{760 \cdot 0,59}{1,1} = 42,8.$$

Выбираем наиболее подходящее усредненное значение $i_H = 72$.

Передаточные числа трансмиссии определяются по формуле (2.17):

$$i = i_{mp} \cdot i_{КПП} \cdot i_{гл} \cdot i_{дел}. \quad (2.17)$$

Передаточное число пары цилиндрических шестерен делителя: $i_{дел.} = 1,846$.

[18]

Находим передаточное число первой передачи КПП:

$$i_1 = \frac{i_H}{i_{гл} \cdot i_{дел.}} = \frac{72}{5,45 \cdot 1,846} = 7,155.$$

3) Передаточные числа последующих передач КПП:

$$i_i = n-1 \cdot i_{n-i} \cdot i_{i-1}, \quad (2.18)$$

где i- номер промежуточной передачи;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		27

n – число передач.

Передаточное число высшей передачи КПП выбирается из интервала:
 $i_n = 0,65...1$; принимаем количество передач – 9, $i_9 = 0,815$.

$$i_2 = 7,155^7 \cdot 0,815^1 = 5,454 ;$$

$$i_1 = 7,155;$$

$$i_2 = 5,454;$$

$$i_3 = 4,157;$$

$$i_4 = 3,168;$$

$$i_5 = 2,415;$$

$$i_6 = 1,841;$$

$$i_7 = 1,403;$$

$$i_8 = 1,00;$$

$$i_9 = 0,815.$$

2.2.2.7 Определение скоростей на различных передачах трансмиссии:

$$V_a = 0,105 \cdot \frac{n_e \cdot r_{ст}}{i_{гр}} \quad (2.19)$$

$$V_{a1.B} = 0,105 \cdot \frac{760 \cdot 0,59}{39} = 1,2 \text{ м/с};$$

$$V_{a1.H} = 0,105 \cdot \frac{760 \cdot 0,59}{72} = 0,7 \text{ м/с}.$$

Результаты расчётов скоростей на различных передачах приведен в таблице 2.3 (приложение А).

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		28

Таблица 2.3 – Значение скоростей

V _{а.в} , м/с								
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1,2	1,6	2,1	2,8	3,7	4,9	6,6	9,4	11,5
1,5	1,9	2,6	3,4	4,5	6,0	7,9	11,4	14,0
1,7	2,3	3,0	4,0	5,3	7,0	9,3	13,4	16,4
2,0	2,6	3,5	4,6	6,1	8,1	10,7	15,3	18,8
2,2	2,9	3,9	5,2	6,9	9,1	12,1	17,3	21,2
2,5	3,3	4,3	5,8	7,6	10,1	13,4	19,3	23,7
2,7	3,6	4,8	6,3	8,4	11,2	14,8	21,3	26,1
3,0	3,9	5,2	6,9	9,2	12,2	16,2	23,2	28,5
3,2	4,3	5,7	7,5	10,0	13,3	17,6	25,2	30,9
3,5	4,6	6,1	8,1	10,8	14,3	19,0	27,2	33,4

2.2.2.8 Определение тяговых характеристик а/м:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_d} \quad (2.20)$$

$$P_{к1.В} = \frac{728,8}{39} \cdot 0,841 = 40586,6 \text{ Н};$$

$$P_{к1.Н} = \frac{728,8 \cdot 0,59}{72} \cdot 0,841 = 74888,2 \text{ Н}$$

Результаты расчётов приведены в таблице 2.4 (приложение А).

Таблица 2.4 – тяговая характеристика

P _{к.в} , Н								
P _{к.в} I	P _{к.в} II	P _{к.в} III	P _{к.в} IV	P _{к.в} V	P _{к.в} VI	P _{к.в} VII	P _{к.в} VIII	P _{к.в} IX
40586,6	30593,3	23060,6	17382,6	13102,6	9876,5	7444,7	5190,1	4229,9
43004,8	32416,1	24434,5	18418,2	13883,3	10464,9	7888,2	5499,3	4482,0
44945,3	33878,8	25537,1	19249,3	14509,7	10937,1	8244,2	5747,5	4684,2
46408,1	34981,5	26368,3	19875,8	14982,0	11293,1	8512,5	5934,5	4836,7
47393,3	35724,1	26928,0	20297,8	15300,0	11532,8	8693,2	6060,5	4939,3
47900,8	36106,6	27216,4	20515,1	15463,9	11656,3	8786,3	6125,4	4992,2
47930,7	36129,1	27233,4	20527,9	15473,5	11663,6	8791,8	6129,2	4995,3
47482,9	35791,6	26978,9	20336,1	15329,0	11554,6	8709,6	6072,0	4948,7
46557,4	35094,0	26453,1	19939,8	15030,2	11329,4	8539,9	5953,6	4852,2
45154,3	34036,3	25655,9	19338,8	14577,2	10988,0	8282,5	5774,2	4706,0

2.2.2.9 Определение динамического фактора а/м:

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

где P_w – сила аэродинамического сопротивления

$$P_w = 0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot c_x \cdot F, \quad (2.21)$$

$$P_{w.B} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 1,2^2 \cdot 0,8 \cdot 7,65 = 5,52 \text{ Н};$$

$$P_{w.H} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,7^2 \cdot 0,8 \cdot 7,65 = 1,62 \text{ Н}.$$

$$D_{1B} = \frac{40586,6 - 5,52}{20030 \cdot 9,81} = 0,207; \quad D_{1H} = \frac{74888,2 - 1,62}{20030 \cdot 9,81} = 0,381.$$

Результаты расчётов приведены в таблице 2.5

Таблица 2.5 – динамический фактор

D _B								
D I	D II	D III	D IV	D V	D VI	D VII	D VIII	D IX
0,207	0,156	0,117	0,088	0,066	0,050	0,037	0,025	0,019
0,219	0,165	0,124	0,094	0,070	0,053	0,039	0,025	0,019
0,229	0,172	0,130	0,098	0,073	0,055	0,040	0,026	0,019
0,236	0,178	0,134	0,101	0,076	0,056	0,041	0,026	0,018
0,241	0,182	0,137	0,103	0,077	0,057	0,041	0,025	0,016
0,244	0,184	0,138	0,104	0,078	0,057	0,041	0,024	0,015
0,244	0,184	0,138	0,104	0,077	0,057	0,040	0,022	0,012
0,241	0,182	0,137	0,103	0,076	0,056	0,039	0,020	0,009
0,237	0,178	0,134	0,100	0,075	0,054	0,037	0,018	0,006
0,230	0,173	0,130	0,097	0,072	0,052	0,035	0,015	0,002

2.2.2.10 Определение мощностей на колесе:

$$N_k = P_k \cdot V_a, \quad [\text{кВт}]$$

$$N_{k.B} = N_{k.H} = 40586,6 \cdot 1,2 = 48,76 \text{ кВт}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.6 (приложение А).

Таблица 2.6 – мощности на колесе

Nк, кВт	V, м/с
	Передача 1-9
48,76	1,2
62,55	1,5
76,74	1,7
90,98	2,0
104,89	2,2
118,13	2,5
130,33	2,7
141,12	3,0
150,15	3,2
157,05	3,5

2.2.2.11 Определение кривой сопротивлений:

$$N_{\psi} + N_w = (P_{\psi} + P_w) \cdot V_a \cdot 10^{-3}, \text{ [кВт]} \quad (2.22)$$

$$P_w = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 2^2 \cdot 0,8 \cdot 7,65 = 15,3 \text{ Н};$$

$$P_{\psi} = \Psi \cdot m_A \cdot g; \quad (2.23)$$

$$P_{\psi} = 0,02 \cdot 20030 \cdot 9,81 = 3929,89 \text{ Н};$$

$$N_{\psi} + N_w(V = 2 \text{ м/с}) = (3929,89 + 15,3) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 8 \text{ кВт}.$$

Таблица 2.7 – кривая сопротивлений (приложение А)

V, м/с	Pw+Pψ, Н	Nψ+Nw, кВт
2	3945	8
4	3991	16
6	4068	24
8	4175	33
10	4312	43
12	4481	54
14	4680	66
16	4909	79
18	5169	93
20	5460	109
22	5781	127
24	6133	147
26	6516	169
28	6929	194
30	7372	221

2.2.2.12 Определение ускорений:

$$j = \frac{D - \Psi}{\delta_i} \cdot g, \text{ [м/с}^2\text{]} \quad (2.24)$$

где δ_i – коэффициент учета вращающихся масс;

$$\delta_i = 1,04 + 0,04 \cdot (i_i \cdot i_{дел.})^2; \quad (2.25)$$

$$\delta_{i.B} = 1,04 + 0,04 \cdot (7,155)^2 = 3,097;$$

$$\delta_{i.H} = 1,04 + 0,04 \cdot (7,155 \cdot 1,846)^2 = 8,043;$$

$$j_{1.B} = \frac{0,207 - 0,02}{3,097} \cdot 9,81 = 0,591 \text{ м/с}^2;$$

$$j_{1.H} = \frac{0,381 - 0,02}{8,043} \cdot 9,81 = 0,440 \text{ м/с}^2.$$

Результаты расчётов приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – ускорения автомобиля

j _B , м/с ²								
j I	j II	j III	j IV	j V	j VI	j VII	j VIII	j IX
0,591	0,602	0,560	0,473	0,363	0,252	0,151	0,043	-0,010
0,630	0,644	0,600	0,509	0,393	0,275	0,167	0,050	-0,009
0,661	0,677	0,632	0,537	0,417	0,293	0,179	0,053	-0,013
0,685	0,701	0,656	0,559	0,434	0,306	0,187	0,051	-0,021
0,700	0,718	0,672	0,573	0,445	0,313	0,189	0,046	-0,034
0,708	0,726	0,680	0,580	0,450	0,315	0,187	0,036	-0,051
0,709	0,727	0,680	0,579	0,449	0,312	0,181	0,022	-0,072
0,702	0,719	0,672	0,571	0,441	0,303	0,170	0,004	-0,098
0,687	0,703	0,656	0,556	0,427	0,289	0,154	-0,019	-0,129
0,664	0,679	0,632	0,534	0,406	0,270	0,134	-0,046	-0,164

2.2.2.13 Определение обратных ускорений:

$$j = \frac{1}{j}, \text{ [с}^2\text{/м]} \quad (2.26)$$

$$j_{1.B} = 0,591 = 1,692 \text{ с}^2 / \text{м}; j_{1.H} = 0,440 = 2,270 \text{ с}^2 / \text{м}.$$

Результаты расчётов приведены в таблице 2.8

Таблица 2.8 – обратные ускорения

1/j _v , с ² /м								
1/j I	1/j II	1/j III	1/j IV	1/j V	1/j VI	1/j VII	1/j VIII	1/j IX
1,692	1,660	1,786	2,115	2,755	3,976	6,631	23,310	-102,147
1,588	1,554	1,667	1,965	2,544	3,637	5,976	20,011	-110,326
1,513	1,478	1,582	1,860	2,399	3,413	5,578	18,935	-78,152
1,461	1,426	1,524	1,789	2,303	3,271	5,359	19,448	-47,655
1,428	1,393	1,488	1,745	2,245	3,194	5,282	21,836	-29,735
1,411	1,377	1,470	1,725	2,221	3,173	5,334	27,825	-19,711
1,411	1,376	1,470	1,726	2,229	3,207	5,525	45,768	-13,832
1,425	1,391	1,488	1,750	2,269	3,299	5,885	283,435	-10,172
1,457	1,423	1,524	1,798	2,344	3,459	6,482	-52,562	-7,765
1,506	1,473	1,581	1,873	2,462	3,707	7,462	-21,829	-6,108

2.2.2.14 Определение времени разгона:

$$T_i = \int_{v_0}^{V_i} \frac{dv}{j}, [c] \quad (2.27)$$

Для решения интеграла используем метод графического интегрирования. Шкалу скоростей разбиваем на элементарные участки длиной d_v . Для каждого участка находят среднее на участке значение ускорения:

$$j_{cp} = \frac{j_x + j_{x+1}}{2}, \quad (2.28)$$

где j_x и j_{x+1} – ускорения в начале и конце участка, м/с².

Время разгона T_x (с), на каждом участке приращения скорости d_v [9]:

$$T_x = \frac{d_v}{j_x}, \quad (2.29)$$

Среднее ускорение на участке d_v и время разгона при выключенном и включённом делителе коробки передач:

$$j_{B.cp1} = \frac{0 + 0,701}{2} = 0,35 \text{ м/с}^2, \quad T_{B1} = \frac{2,5}{0,35} = 5,7 \text{ с};$$

$$j_{H.cp1} = \frac{0 + 0,624}{2} = 0,312 \text{ м/с}^2, \quad T_{H1} = \frac{2}{0,312} = 6,4 \text{ с}.$$

2.2.2.15 Определение пути разгона:

$$S_i = V_i \cdot T_i, [M] \quad (2.30)$$

$$S_{B1} = 2,5 \cdot 5,7 = 14,3 \text{ м}, S_{H1} = 2 \cdot 6,41 = 12,8 \text{ м}.$$

Таблица 2.9 – время и путь разгона (приложение А)

Va, м/с	Ti, с	Si, м
0,0	0,0	0,0
2,5	5,7	14,3
5,0	8,9	44,3
7,5	14,7	110,4
10,0	20,0	199,5
12,5	35,8	447,8
15,0	77,5	1162,4
17,5	120,8	2113,9
20,0	218,4	4367,1
23,0	288,4	6632,1

2.2.2.17 Максимально преодолеваемый угол по сцеплению ведущих колес одиночного автомобиля с дорогой:

$$\delta = \arctg \cdot \frac{m_{\varphi} \cdot (\varphi - f)}{m_{\varphi}} \quad , \quad (2.31)$$

$$\delta = \arctg \cdot \frac{20030 \cdot (0,8 - 0,02)}{20030} = 38^{\circ} = 78\%$$

2.2.2.18 Расход топлива на высшей передаче Необходимые данные:

Необходимые данные:

- полная масса автомобиля $m_A = 22500$ кг;
- плотность дизельного топлива $\rho = 860$ г/л.
- максимальная мощность двигателя $N_{e \max} = 200,7$ кВт;
- максимальная скорость движения автомобиля $V_a = 26,1$ м/с (94 км/ч);
- диаграмма удельного расхода топлива согласно ТУ двигателя [18];
- коэффициенты сопротивления качению: $f_1 = 0,02$; $f_2 = \psi_{\max} = 0,045$.

1) Масса сгоревшего топлива при $f_1 = 0,02$ (на примере вновь разрабатываемого автомобиля):

$$m_s = \frac{100}{V_a} \cdot q \cdot \left(N_{\psi} + N_w \right); \quad (2.32)$$

$$m_{S1} = \frac{100}{94} \cdot 207 \cdot 170,47 = 37540 \text{ г/100 км.}$$

Делитель выключен:

$$Q_{v=11,5} = \frac{100}{860 \cdot 11,5 \cdot 3,6} \cdot 210 \cdot 51,17 = 30,1 \text{ л/100 км.}$$

Остальные расчетные данные приведены в сводной таблице 2.10

Таблица 2.10 – Путевой расход топлива

q, г/(кВт*ч)	Va, м/с	$(N_{\psi} + N_w)$, кВт	Q, л/100 км
210,0	11,5	51,17	30,10
209,5	14,0	65,24	31,63
209,0	16,4	81,20	33,46
208,5	18,8	99,37	35,58
208,0	21,2	120,09	37,99
207,5	23,7	143,68	40,69
207,0	26,1	170,47	43,68
216,3	28,5	200,78	49,19
225,6	30,9	234,95	55,33
235,0	33,4	273,31	62,16

2.3 Расчет высоты центра тяжести

Расчет высоты центра тяжести автомобиля полной массой производится по формуле

$$Y = \frac{\sum(G_i \cdot Y_i)}{G}, \quad (2.33)$$

где G_i – вес соответствующих элементов а/м;

Y_i – положение центра тяжести элементов а/м от земли.

Для определения исходных данных проведём расчёт изменения высоты верхней полки лонжерона ТС полной массой. В соответствии с габаритным чертежом автомобильного шасси «Урал» высота верхней полки лонжерона шасси от земли в снаряженном состоянии составляет 1240 мм. [18]

При этом распределение снаряженной массы составляет:

На переднюю ось, кг – 4610.

На заднюю балансирующую тележку, кг – 4120.

Снаряженная масса при этом составляет – 8730.

Схема нагружения, необходимая для определения высоты центра тяжести приведена на рисунке 5.

При полной массе распределение нагрузки составляет:

На переднюю ось, кг – 5586.

На заднюю балансирующую тележку, кг – 14443.

Полная масса при этом составляет – 20030.

Разница в нагрузках между полной массой и снаряженной составляют соответственно:

На переднюю ось, кг: $5586 - 4610 = 976$.

На заднюю балансирующую тележку, кг: $14443 - 4120 = 10323$.

Суммарные жесткости рессор, установленных на автомобильном шасси составляют [18]:

Для передних рессор, кг/мм – 21.

Для задних рессор, кг/мм – 165.

Прогиб рессор при полной массе автомобиля составит, мм:

для переднего моста – $976/21 = 46,5$;

для задней балансирующей тележки – $10323/165 = 62,6$.

Соответственно высота верхней полки лонжерона автомобиля полной массой от опорной поверхности составляет, мм:

для переднего моста – $1240 - 46,5 \approx 1194$;

для задней балансирующей тележки – $1240 - 62,6 \approx 1178$.

На основании полученной высоты верхней полки лонжерона автомобиля полной массой, а, так же данных со схемы нагружения (рисунок 5), определяем высоты центров тяжести устанавливаемых на шасси узлов и агрегатов.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		36

Для шасси «Урал» центр тяжести в снаряженном состоянии составляет 980 мм [18].

Высота центра тяжести крано-манипуляторной установки $Y_{кму}$, мм:
 $1178 + 978 = 2156$.

Высота центра тяжести привода КМУ $Y_{п}$, мм: $1178 - 190 = 988$.

Высота центра тяжести надрамника КМУ $Y_{н}$, мм: $1178 + 60 = 1238$.

Высота центра тяжести брызговиков $Y_{б}$, мм: $1178 - 30 = 1148$.

Высота центра тяжести груза $Y_{г}$, мм: $1178 + 750 = 1928$.

Высота центра тяжести элементов крепления КМУ $Y_{кр}$, мм:
 $1178 + 0 = 1178$.

Высота центра тяжести масляного бака $Y_{мб}$, мм: $1178 + 520 = 1698$.

Высота центра тяжести экипажа $Y_{э}$, мм: $1178 + 866 = 2044$.

Полученные исходные данные сведем в таблицу 2.17.

Таблица 2.11 – Исходные данные для расчета высоты центра тяжести:

Наименование узла	Обозначение	Масса узла (G), кг	Центр тяжести по высоте от грунта (Y), (мм)
Шасси «Урал»	Ш	8730	926
Кузов-фургон	Ф	1861	2149
Краноманипуляторная установка	КМУ	1190	2156
Привод КМ	П	30	988
Надрамник КМ	Н	55	1238
Брызговики	Б	32	1148
Элементы крепления КМУ	КР	26	1178
Масляный бак	МБ	60	1698
Экипаж	Э	150	2044

Итого, высота центра тяжести передвижной авторемонтной мастерской полной массой, составит:

$$Y = (G_{ш} * Y_{ш} + G_{ф} * Y_{ф} + G_{г} * Y_{г} + G_{кр} * Y_{кр} + G_{о} * Y_{о} + G_{мб} * Y_{мб} + G_{бп} * Y_{бп} + G_{бк} * Y_{бк} + G_{кму} * Y_{кму} + G_{п} * Y_{п} + G_{н} * Y_{н} + G_{б} * Y_{б} + G_{гр} * Y_{гр} + G_{э} * Y_{э}) / (G_{ш} + G_{ф} + G_{г} + G_{кр} + G_{о} + G_{мб} + G_{бп} + G_{бк} + G_{кму} + G_{п} + G_{н} + G_{б} + G_{гр} + G_{э}) = (8730 * 926 + 1861 * 2149 + 250 * 1440 + 1500 * 2228 + 50 * 1863 + 96$$

$$* 2213 + 1190 * 2156 + 30 * 988 + 55 * 1238 + 32 * 1148 + 26 * 1178 + 60 * 1698 + 6000 * 1928 + 150 * 2044) / (8730 + 1861 + 250 + 1500 + 50 + 96 + 1190 + 30 + 55 + 32 + 26 + 60 + 6000 + 150) = 30798081 / 20030 = 1538 \text{ мм.}$$

Высота центра тяжести Урал Next с КМУ полной массой составляет $Y = 1538$ мм.

2.4 Расчет угла поперечной статической устойчивости

Настоящий расчет позволяет определить численные значения угла поперечной статической устойчивости, при котором происходит отрыв колёс автомобиля с одной стороны, и угла крена поддрессоренных масс, возникающих при этом.

Расчет приведен для оценки устойчивости автотранспортного средства в соответствии с РД 37.001.005-86 «Методика испытаний и оценки устойчивости управления автотранспортными средствами» [17].

Исходные данные необходимые для проведения расчетов приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Исходные данные для расчета угла поперечной статической устойчивости

Наименование характеристики	Обозначение	Значение
Полная масса Урал, кг	G	20030
Высота центра масс Урал, кг	Y	1538
Радиус колеса, мм	RK	585
Колея автомобиля, мм	LK	2050
Передняя рессорная колея, мм	LP1	875
Задняя рессорная колея, мм	LP3	1102
Жесткость передней рессоры, кг/мм	CP1	10,5
Жесткость задней рессоры, кг/мм	CP3	82,5

Для определения угла поперечной статической устойчивости и угла крена подрессоренных масс в соответствии с [17] воспользуемся следующей системой уравнений равновесия:

$$\left. \begin{aligned} \sin \lambda - A \cdot \sin(\varepsilon + \lambda) &= 0 \\ R_K \cdot \sin \varepsilon + Y_{ЦМ}^I \cdot \sin(\varepsilon + \lambda) - 0,5 \cdot L_K \cdot \cos \varepsilon &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$A = 1,6 \cdot \frac{G \cdot Y_{ЦМ}^I}{L_{РП} \cdot L_{РЗ} \cdot C_P} ; Y_{ЦМ}^I = Y - R_K ; C_P = C_{PЗ} + \frac{C_{PП} \cdot L_{PП}}{L_{PЗ}},$$

где ε – угол статической устойчивости;

λ – угол крена подрессоренных масс; G – полная масса автомобиля;

Y – высота центра подрессоренных масс автомобиля; R_K – радиус колеса;

L_K – колея шасси;

L_P – рессорная колея;

C_P – приведенная к колее задних рессор жесткость рессор одной стороны;

$C_{PП}$ – жёсткость передней рессоры;

$C_{PЗ}$ – жёсткость задней рессоры;

$L_{PП}$ – рессорная колея по передним рессорам;

$L_{PЗ}$ – рессорная колея по задним рессорам;

$C_P = 82,5 + 10,5 \cdot 875 / 1102 = 90,84$ кг/мм;

Y_I

$$Y_{ЦМ}^I = 1538 - 585 = 953 \text{ мм};$$

$$20030 \cdot 953$$

$$A = 1,6 \cdot \frac{875 \cdot 1102 \cdot 90,84}{20030 \cdot 953} = 0,22$$

Схема для расчета приведена на рисунке 6.

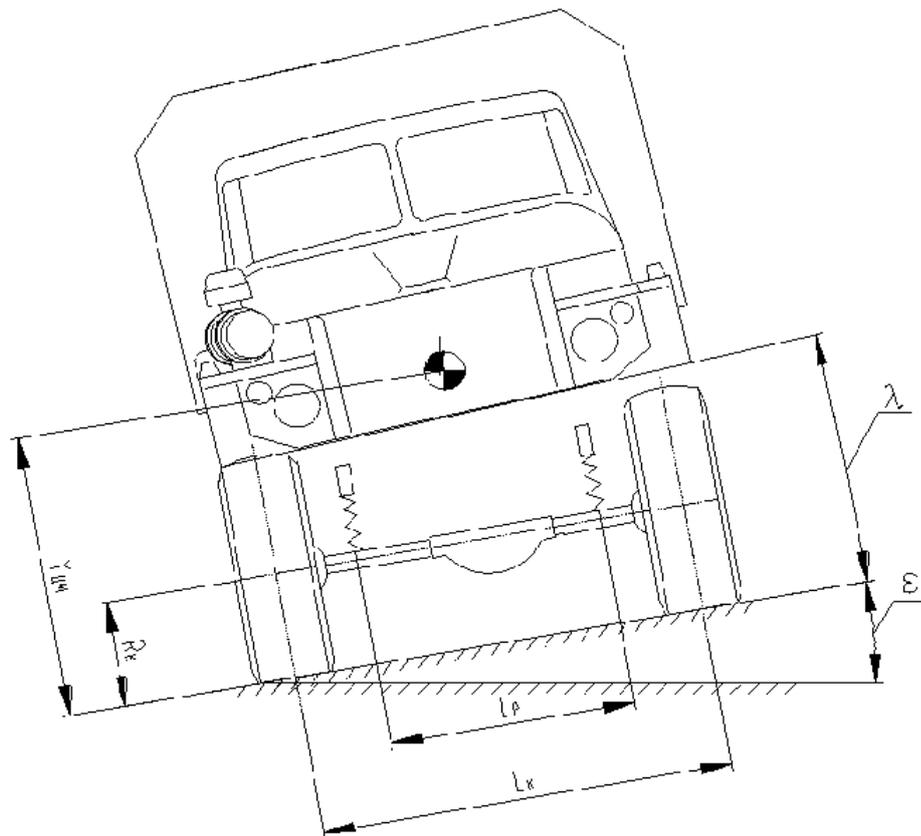


Рисунок 6 – Схема расчета параметров поперечной статической устойчивости

Систему уравнений равновесия решаем методом последовательных приближений, для удобства будем использовать электронные таблицы Excel. Результаты расчетов значения параметров боковой статической устойчивости представлены в таблице 2.12.

Найдем коэффициент поперечной устойчивости q_s по формуле (2.41):

$$q_s = \frac{0,5 \cdot 2047,5}{1536,3} = 0,66$$

ε_H определяется по формуле (2.43), в зависимости от величины q_s :

$$\varepsilon_H = (-2,4 + 42,4 \cdot q_s)^0 \text{ при } 0,55 \leq q_s \leq 1,0 ;$$

$$\varepsilon_H = (-2,4 + 42,4 \cdot 0,66)^0 = 25,58^0 .$$

При этом должно выполняться условие $\varepsilon \geq \varepsilon_H$, $30,780 \geq 25,580$.

λ_H определяется по формуле (2.44), в зависимости от величины q_s :

$$\lambda_H = (10,8 - 4,3 \cdot q_s)^0 \text{ при } q_s \leq 1,0 ;$$

$$\lambda_H = (10,8 - 4,3 \cdot 0,66)^0 = 7,96^0 .$$

При этом должно выполняться условие $\lambda \leq \lambda_H$, $6,80 \leq 7,960$.

Результаты расчета предельно допустимых характеристик поперечной статической устойчивости автомобиля, а также нормативные требования сведены в таблицу 2.20 [14].

Таблица 2.20 – Результаты расчетов

Параметр	ПАРМ КМУ «ИТ-80»	Требования ГОСТ
Высота центра подрессоренных масс $Y_{ЦМ}$, мм	953	–
Коэффициент А	0,22	–
Угол крена подрессоренных масс λ , град.	6,80	не более 7,960
Угол статической устойчивости ε , град.	30,780	не менее 25,580

Из результатов видно, что угол статической устойчивости больше допустимого, что говорит о достаточной боковой статической устойчивости разработанного автомобиля.

2.5 Расчет устойчивости против опрокидывания краноманипулятора при работе

Устойчивость автомобиля с краноманипуляторной установкой – это его способность противодействовать опрокидывающим моментам, которая обеспечивается собственным весом. Следствием потери устойчивости является опрокидывание автомобиля.

Ребро опрокидывания – линия, относительно которой вращается автомобиль при опрокидывании.

Опорный контур – замкнутый многоугольник, образованный ребрами опрокидывания.

Автомобиль должен быть устойчив в рабочем состоянии. Устойчивость автомобиля должна быть проверена расчётом в соответствии с нормативными документами, разработанными головной научно-исследовательской организацией, и согласована с Ростехнадзором [15].

Поскольку нормативных документов по расчету устойчивости именно кранов манипуляторов нет, то в качестве них использован следующий документ: «Краны стреловые самоходные. Нормы расчета устойчивости против опрокидывания. РД 22-145-85» [16], имеющий более невыгодное, с точки зрения устойчивости, расположение рёбер опрокидывания, чем проектные варианты руководящего нормативного документа ВНИИ стройдормаша и зарубежные нормативные документы.

Расчетный случай – действие эквивалентной динамической нагрузки без ветра.

Состояние автомобиля, принятое в расчёте [19]:

- автомобиль установлен на жёстком и ровном горизонтальном основании;
- положение стрелы относительно ребра опрокидывания – 90° , является наиболее неблагоприятным по устойчивости;
- расчёт проводится при максимальном вылете стрелы;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		44

- вес автомобиля с КМУ определён для ненагруженного состояния, без оборудования в кузове-фургоне, без груза на бортовой платформе, без водителя, при незаполненных топливных и масляных ёмкостях.

Исходные данные:

шасси Урал Next с колесной формулой бхб:

a – передняя рессорная колея шасси, мм: 875; d – база, мм: 4350.

$X_{ат}$ – координата плоскости, проходящей через центр выдвижных опор КМУ относительно оси передних колёс, мм: 6748;

$X_{кму}$ – координата оси вращения колонны КМУ относительно оси передних колёс, мм: 6578.

Краноманипуляторная установка «ИТ-80»:

$G_{кму}$ – вес КМУ, кгс: 1190;

$L_{ц}$ – координаты центра массы КМУ относительно оси вращения колонны в положении максимального вылета, мм: 1490;

$G_{стрпр}$ – вес стрелового оборудования, приведённый к точке подвеса груза, кгс: 220;

L_{max} – величина максимального вылета стрелы, мм: 7530;

$2l$ – база опорной рамы КМУ (расстояние между центрами опорных пят аутригеров в рабочем состоянии), мм: 3164;

G_0 – номинальный груз на полном вылете, кгс: 790;

$G_{и} = 1,25 * G_0$ – вес испытательного груза, кгс: 988.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		45

Таблица 2.13 – Исходные данные и результаты расчетов массово-центровочных характеристик

Наименование узла	от оси	Масса,	Нагрузка, кг		База,
	передних		п/мост	з/тележка	
	колёс (X), мм	кг			мм
Базовое шасси	2053	8730	4610	4120	4755
Кузов-фургон	2677	1861	716	1145	4755
Привод КМУ	1300	30	21	9	4755
Надрамник КМУ	6280	55	-24	79	4755
Элементы крепления КМУ	6578	0	0	0	4755
Бак масляный	6470	0	0	0	4755
КМУ ИТ-80	5948	0	0	0	4755
Брызговики	4350	32	0	32	4755
Топливный бак 210 л	1820	-210	-122	-88	4755
Топливный бак 350 л	1630	-350	-219	-131	4755
Снаряженная масса:	2215	10148	4981	5167	4755

Примечание. Знак «-» в графе нагрузок означает разгрузку переднего моста.

Условие устойчивости:

$$M_{\text{опр}} \leq M_{\text{уд}},$$

где $M_{\text{опр}}$ – опрокидывающий момент – момент относительно ребра опрокидывания, направленный на опрокидывание автомобиля, создаваемый массой груза, ветровой нагрузкой и другими нагрузками, действующими на автомобиль. Для принятого расчётного случая учитывается момент, создаваемый только массой груза.

$M_{\text{уд}}$ – удерживающий момент – момент относительно ребра опрокидывания, направленный на удержание автомобиля от опрокидывания, создаваемый действием его массы.

Допущения, принятые в расчёте:

- деформации отдельных элементов конструкции Урал незначительны и не влияют на величины опрокидывающего и удерживающего моментов;

Удерживающий момент [16, 19]:

$$M_{уд} = G_{ш} \cdot C_{ш} + G_{кму}(C_{кму} - L_{ц}), \quad (2.37)$$

где $G_{ш}$ – вес Урал без КМУ,

$C_{ш}$ – расстояние от проекции центра масс Урал без учёта КМУ и груза на опорную плоскость до ребра опрокидывания.

$$M_{уд}^{0-0} = 10,15 \cdot 4,533 + 1,19 \cdot (0,17 - 1,49) = 44,44 \text{ Тс*м};$$

$$M_{уд}^{1-1} = 10,15 \cdot 0,831 + 1,19 \cdot (1,621 - 1,49) = 8,6 \text{ Тс*м}.$$

Результаты расчёта приведены в таблице 2.22, где $\eta = \frac{M_{уд}}{M_{опр}}$ – коэффициент запаса устойчивости автомобиля против опрокидывания при работе КМУ.

Таблица 2.22 – Результаты расчёта коэффициент запаса устойчивости

Ребро опрокидывания	$C_{ш}$, мм	$C_{кму}$, мм	$M_{уд}$, тс*м	$M_{опр}$, тс*м	η
0 – 0	4533	170	44,44	7,43	5,98
1 – 1	831	1621	8,6	5,97	1,43

Неблагоприятным, с точки зрения устойчивости автомобиля, является положение стреловых конструкций КМУ, при которых их проекция на опорную плоскость перпендикулярна ребру опрокидывания 1–1, а вылет максимален. При этом, минимальный запас устойчивости КМУ составит $\eta = 1,43$.

Выводы по разделу два

Разработанный в данной дипломной работе автомобиль, полной массой

20030 кг, преодолевает подъем $25,6^\circ$ (47,9 %), что соответствует требова-

нию ГОСТ 52280 (п. 3.1.2) – для одиночных автомобилей не менее 14° (25%) .

Путевой расход топлива разработанного автомобиля при средней скорости 60...65 км/ч на высшей передаче составляет приблизительно 35 л/100 км. Согласно требованию ГОСТ 52280 (п. 3.1.2) автомобиль должен иметь запас хода не менее 800 км. При вычисленном расходе и емкости устанавливаемого на шасси «Урал» топливного

$$\frac{350}{100} \cdot 100 = 1000$$

бака 350 литров, запас хода составит 35 КМ, что так же обеспечивает требование ГОСТ.

Полученные в результате расчетов, угол крена подрессоренных масс ($\lambda = 6,8^\circ$) и угол статической устойчивости ($\varepsilon = 30,78^\circ$) не превышают нормативных значений. Следовательно, разработанная модификация автомобиля является статически устойчивой.

Коэффициент запаса устойчивости против опрокидывания при работе КМУ $\eta > 1$, следовательно, автомобиль устойчив во всём диапазоне при производстве погрузочно-разгрузочных работ.

Не смотря на полученные расчетные данные, устойчивость автомобиля должна быть подтверждена экспериментально согласно существующим методикам испытаний.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		49

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для исключения продольных и поперечных смещений надрамника краноманипуляторной установки ИТ-80 в процессе эксплуатации используем четыре специально разработанных боковых кронштейна. Кронштейны крепятся на болтовые соединения к раме шасси, болтами М14 ГОСТ 7805-70 класса прочности не ниже 8,8. При монтаже КМУ, кронштейны привариваются к лонжеронам надрамника через специальные отверстия для провара. В конструкции кронштейнов предусмотрены ребра жесткости, препятствующие поперечным перемещениям надрамника. Ниже описан технологический процесс изготовления данных кронштейнов.

3.1 Назначение материала изделия

На сегодняшний день изготовление изделий из металла является достаточно сложным процессом, в котором активно используются современные сплавы и новейшие технологии. Изготовление металлических изделий требует тщательного исполнения всех деталей, являющихся составными частями любого изделия. В процессе работы детали металлических изделий подвергаются воздействию внешних нагрузок, поэтому при их производстве необходимо учитывать ряд факторов, основным из которых считается работоспособность. Данный параметр складывается из прочности, износостойкости, жесткости и виброустойчивости, увеличение значений которых приводит к повышению работоспособности до требуемого уровня.

Детали, из листовой стали в промышленных масштабах, как правило, изготавливаются штамповкой. Следовательно, материалом для разрабатываемого кронштейна выбираем листовую сталь для штамповки. Применим сталь горячекатаную толстолистовую (от 4 до 14 мм толщиной) конструкционную качественную углеродистую для холодной штамповки, поставляемую в соответствии с ГОСТ 4041-71. К качеству поверхности стальных листов, применяемых для холодной штамповки, предъявляются повышенные требования. Поверхность листов и рулонов углеродистой качественной конструкционной стали

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		50

должна быть чистой, без плен, пузырей, трещин, вкатанной или не вытравленной окислы, инородных включений и темных пятен.

При выборе марки стали на производстве необходимо руководствоваться тем, каким материалом располагает цех и завод в целом, как хорошо подвергается механической и химико-термической обработке данный материал. Для разрабатываемого кронштейна применим сталь марки 08 ЮА, широко применяемую для производства деталей машин на автомобильном заводе «Урал». Химический состав и механические свойства стали приведены в таблицах 3.1 и 3.2 [10].

Таблица 3.1 – химический состав

Массовая доля элементов, %, не более								
Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Хром	Никель	Медь	Алюминий
0,10	0,20-0,40	0,03	0,025	0,020	0,10	0,15	0,20	0,02-0,08

Таблица 3.2 – механические свойства

Категория	Временное сопротивление σ_b , МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести σ_t , МПа, не более	Относительное удлинение, %, не менее		Твердость, не более	
			δ_5	δ_{10}	HRB	HB
2	274-363 (28-37)	-	36	32	65	116

3.2 Выбор метода получения заготовки детали

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование черновых заготовок экономичными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее оптимальных способов их обработки, т.е. обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами. Это направление требует непрерывного повышения точности заготовок и приближения их конструктивных форм и размеров к готовым деталям, что позволяет соответ-

ственно сократить объём обработки резанием, ограничивая её в ряде случаев чистовыми, отделочными операциями.

Снижение трудоёмкости механической обработки заготовок, достигаемое рациональным выбором способа их изготовления, обеспечивает рост производства на тех же производственных площадях без существенного увеличения оборудования и технологической оснастки. Наряду с этим рациональный выбор способов изготовления заготовок применительно к различным производственным условиям определяет степень механизации и автоматизации производства.

Наибольшее влияние на выбор вида исходной заготовки оказывают материал, размеры, форма детали и тип производств. От величины припуска на механическую обработку, которая неодинакова для различных видов исходных заготовок для одной и той же детали, зависит в большей мере себе стоимость механической обработки.

Чем больше исходная заготовка по форме и размерам приближена к форме и размерам готовой детали, тем меньше потребуется затрат времени и средств на её обработку.

В данной работе, материалом бокового кронштейна выбран прокат из толстолистовой стали для холодной штамповки. Тип производства принимаем серийный и мелкосерийный. Оптимальным методом получения черновой заготовки для перечисленных условий является обрубка проката. Данный метод позволяет добиться достаточной точности размеров заготовки при низкой себестоимости. Приспособлением для обрезки выбираем ножницы гильотинные механические НГ-6,3х2,5.

Ножницы гильотинные модели НГ-6,3х2,5 предназначается для резки листового и профильного материала с временным сопротивлением не более 500 МПа. Резка на гильотине производится как по разметке, так и с помощью заднего упора.

Исходную заготовку детали изготавливаем из черновой при помощи холодной штамповки. Холодную штамповку отличает достаточно высокое качество

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		52

получаемых изделий, высокая скорость их изготовления, а также низкая цена на само изделие при массовом производстве. Холодная штамповка заключается в механическом воздействии штампа в процессе прессования листов металла, итогом которого получают готовые изделия. Таким образом, сам штамп выступает в роли технологической насадки для прессовального механизма, его можно использовать только для одной операции. Кроме того, операции холодной штамповки легко поддаются автоматизации, в том числе могут проводиться с помощью промышленных роботов, что способно сделать производство методом холодной штамповки ещё более выгодным.

Холодная штамповка технологически подразделяется на два основных вида. Первый – это операции разъединительные, в ходе которых над листом металла проводятся операции рубки, резки, изготовления отверстий различной формы. Второй тип операций — формование, или пластическое воздействие, в ходе которых форма самой заготовки — вытяжка, выдавливание, гибка, формовка, чеканка. Иногда операции двух типов объединяют — например, производят одновременно вытяжку и рубку или гибку и обрезку. В таком случае применяются так называемые комбинированные штампы. Для операций холодной штамповки необходимо использовать металлы и сплавы, которые обладают гибкостью, пластичностью, а также дешёвизной (так как в процессе рубки образуется значительное количество отходов) [20].

3.3 Выбор исходной заготовки

Материал заготовки – листовой прокат. При проектировании поддерживающего кронштейна была назначена толщина листа 4 мм. Согласно требованиям ГОСТ размеры листов сортамента стали 08 ЮА при заданной толщине составляют 710x1420 мм. Размер черновой заготовки зависит от формы и размеров исходной заготовки, способа раскладки и условий штамповки.

Раскладку следует выбирать такой, чтобы получить наибольший коэффициент использования материала [2].

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		53

3.4 Расчёт и назначение допусков, допускаемых отклонений и припусков заготовок

Допуск при отрезке заготовок на штампах соответствует 14-му качеству:

при размере от 10 до 18 мм – 0,43 мм;

при размере от 18 до 30 мм – 0,52 мм;

при размере от 50 до 80 мм – 0,74 мм;

при размере от 120 до 180 мм – 1,00 мм;

при размере от 120 до 180 мм – 1,15 мм. [2, 6].

Предельные отклонения по длине проката (длина листа до 2000 мм): +10 мм;

по ширине проката (ширина листа до 1500 мм): +10 мм; по толщине листа 4 мм: $\pm 0,3$ [11, 12].

Предельные отклонения линейных размеров листа при отрезке на гильотинных ножницах:

при размере от 100 до 160 мм $\pm 1,1$ мм;

при размере от 160 до 220 мм $\pm 1,2$ мм.

Предельные отклонения отверстий назначаем в соответствии с техническими требованиями на деталь по Н14:

Для отв. $\varnothing 15$ мм верхнее поле допуска +0,43, нижнее 0.

Для отв. $\varnothing 50$ мм верхнее поле допуска +0,74, нижнее 0.

Размеры листа заготовки кронштейна после холодной штамповки в соответствии с техническими требованиями на деталь по IT14:

Для размера 160 мм верхнее поле допуска +0,5, нижнее -0,5.

Для размера 206 мм верхнее поле допуска +0,575, нижнее -0,575.

Припуски на черновую заготовку для холодной листовой штамповки назначаем в размере 5 мм на сторону.

3.5 Разработка технологического процесса изготовления детали.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным, обеспечивать повышение производительности труда и качества деталей, со-

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		54

кращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшения вредных воздействий на окружающую среду.

Базовой исходной информацией для проектирования служат: рабочие чертежи деталей, технические требования, регламентирующие точность, параметр шероховатости поверхности и другие требования качества; объем годового выпуска изделий, определяющий возможность организации поточного производства.

Для разработки технологического процесса обработки детали требуется предварительно изучить ее конструкцию и функции, выполняемые в узле, механизме, машине, проанализировать технологичность конструкции и проконтролировать чертёж.

Рабочий чертеж детали должен иметь все данные, необходимые для исчерпывающего и однозначного понимания при изготовлении и контроле детали, и соответствовать действующим стандартам.

В современном производстве технологический процесс выбирают так, чтобы обеспечить получение деталей необходимого качества с наименьшими затратами и труда при условии невысокой стоимости продукции.

3.5.1 Разработка последовательности операций

1) Лист сортамента устанавливаем и закрепляем на рабочем столе ножниц гильотинных и производим обрезку листа в размер. В результате этих операций получаем черновую заготовку.

2) Черновую заготовку устанавливаем и закрепляем на рабочем столе штампа и производим штамповку детали. В результате этих операций получаем исходную заготовку или развертку.

3) Вырубленная и отрезанная заготовка почти по всему объему деформирована и имеет прогиб, для устранения которого применяем правку.

4) На вертикально сверлильном станке высверливаем два отверстия крепления кронштейна к раме.

5) Зачищаем заусенцы.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		55

6) Устанавливаем и закрепляем заготовку на рабочем столе листогиба. Производим гибку заготовки с двух сторон. В результате этих операций происходит окончательное формирование геометрии кронштейна.

7) Промывка детали на моечной машине.

8) Заключительной операцией является покрытие детали эмалью в соответствии с техническими требованиями.

По окончании всех операций механической обработки деталь передают на технический контроль (ОТК).

3.5.2 Выбор оборудования и режущего инструмента

Выбор модели станка, прежде всего, определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали. Если эти требования можно обеспечить обработкой на различных станках, определенную модель выбирают из следующих соображений:

- соответствие основных размеров станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки;
- соответствие станка по производительности заданному масштабу производства;
- возможность работы на оптимальных режимах резания;
- соответствие станка по мощности;
- возможность механизации и автоматизации выполняемой обработки;
- наименьшая себестоимость обработки;
- реальная возможность приобретения станка;
- необходимость использования имеющихся станков.

Выбор станочного оборудования является одним из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки, от правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономическое использование производственных площадей, электроэнергии и в итоге себестоимости изделия [10].

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		56

Оборудование на проектируемом участке должно быть по возможности универсальным.

Выбор режущего инструмента осуществляется в зависимости от содержания операций, выбранного оборудования и по возможности из стандартного режущего инструмента.

1) Для проведения обрезки сортамента используем ножницы гильотинные модели НГ-6,3х2,5 [23].

Параметры НГ-6,3х2,5:

Максимальные размеры разрезаемого металла – толщина листа 6,3 мм; ширина листа 2000 мм; максимальная длина листа, отрезаемого по упору, 500 мм.

Ход ножа – 92 мм.

Частота ходов ножа не менее 40 об/мин. Усилие прижима не менее 29 кН.

Мощность главного электродвигателя – 11 кВт.

Инструментом являются ножи с режущими кромками. Специальная оснастка задний упор.

2) Для сверления и рассверливания отверстий используем вертикально сверлильный станок 2Н135 [2].

Параметры 2Н135:

Наибольший условный диаметр сверления – 35 мм;

Число оборотов шпинделя в мин. – 31,5-1400;

Мощность электродвигателя – 4 кВт.

Инструмент для сверления – сверло из быстрорежущей стали Р18 ГОСТ 10903-77.

3) Для операций штамповки и правки детали используем пресс РКЗV - (III) 500/3150.

Параметры РКЗV - (III) 500/3150:

Усилие в тоннах - 500; Количество ходов - 20;

Регулировка хода от стола до ползуна вниз/вверх, мм. - 1200; Регулировка, мм. - 500;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		57

Размеры плиты:

длина, мм. - 3150;

ширина, мм. - 2100;

высота, мм. - 500.

Размеры ползуна, мм. - 3150 x 2100; Инструмент – штамп.

4) Для гибочных операций используем листогиб гидравлический ИВ2145 [21].

Параметры ИВ2145:

Усилие на прижим 40 т., на гиб 30 т. Наибольшая ширина изгибаемого листа 3200 мм. Наибольшая толщина изгибаемого листа 4 мм.

Наибольший угол поворота 180° .

Наименьшая величина отгибаемой кромки, мм 6 толщин листа. Потребляемая мощность 10 кВт.

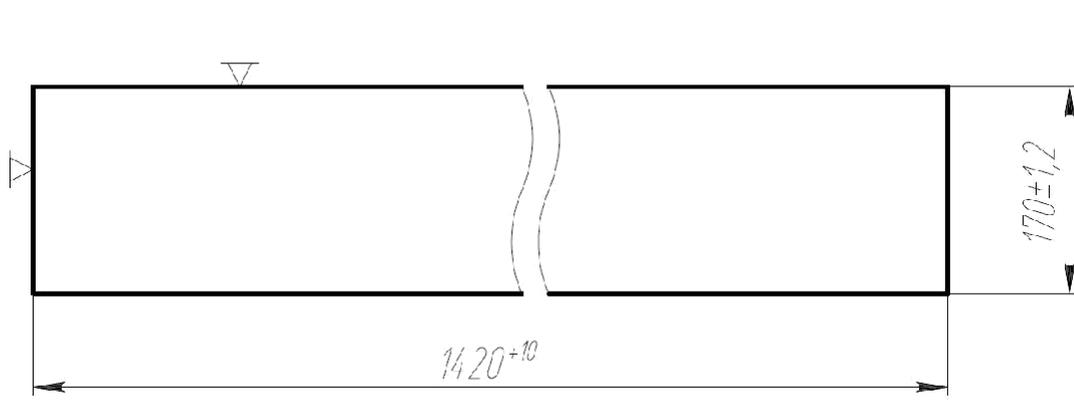
Специальная оснастка: станина, прижимная балка, привод прижимной и гибочной балок, задний упор.

5) Для контроля технологических операций используем измерительные инструменты: рулетка Р5УЗП ГОСТ 7502-98; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166.

3.5.3 Карта операционных эскизов

Разрезка

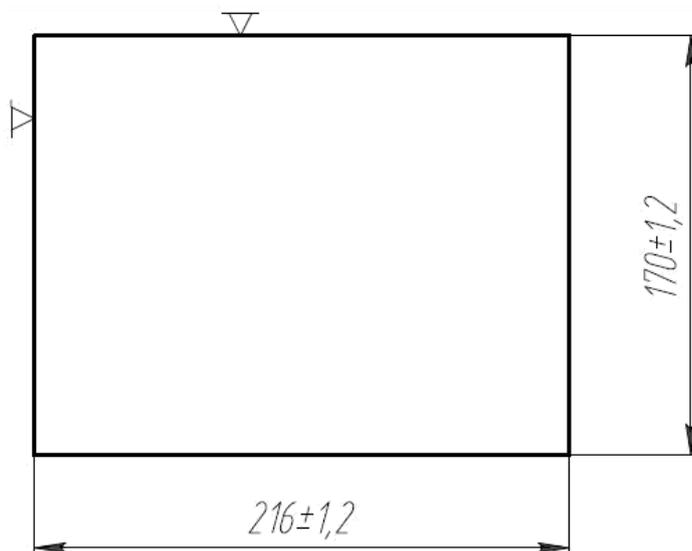
Переход 1: Разрезать лист на полосы, выдерживая размер $170 \pm 1,2$.



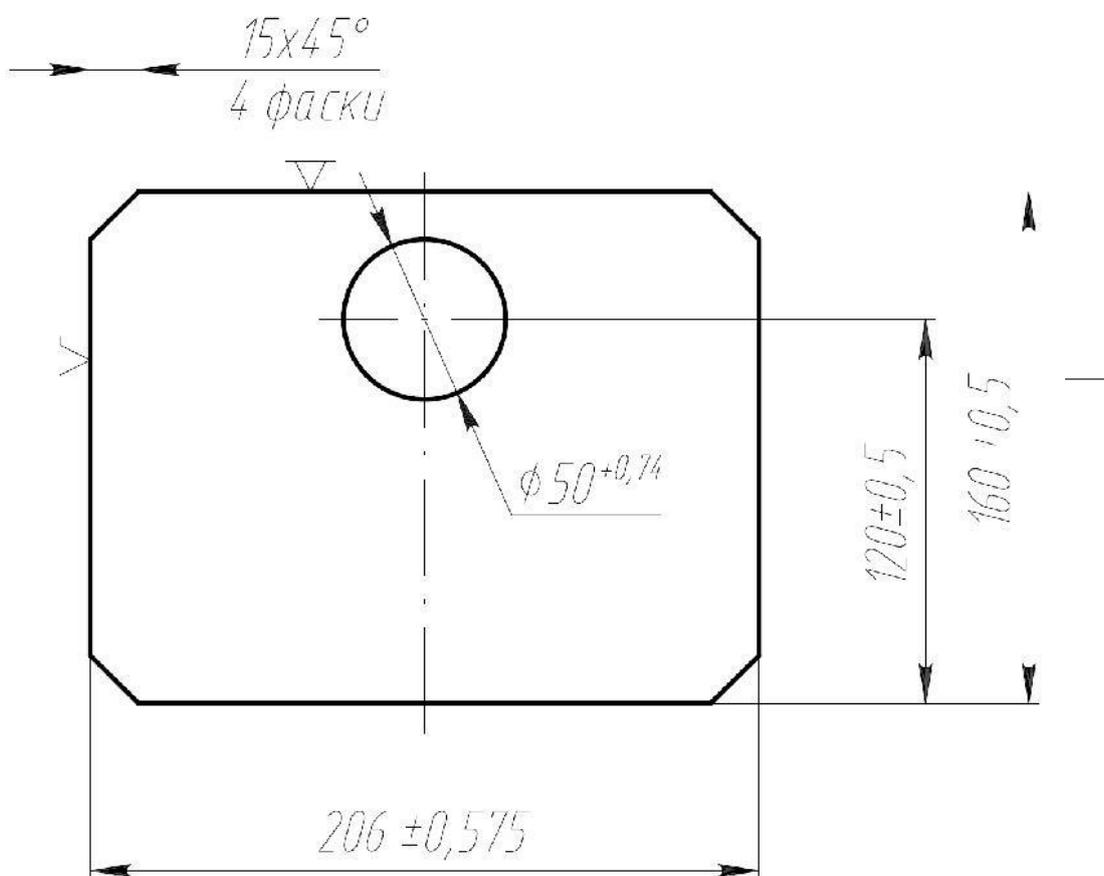
					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		58

Переход 2: Разрезать полосы на карты, выдерживая размеры $170 \pm 1,2$;

$216 \pm 1,2$.



Штамповка



					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		59

Проштамповать заготовку.

Расчёт усилия прессы с параллельными режущими кромками:

$$P_{cp} = L \times S \times \sigma_{cp}, \quad (3.1)$$

P_{cp} - необходимое давление, Н;

L - периметр (длина дуги) вырезаемой детали, мм;

S - толщина заготовки, мм;

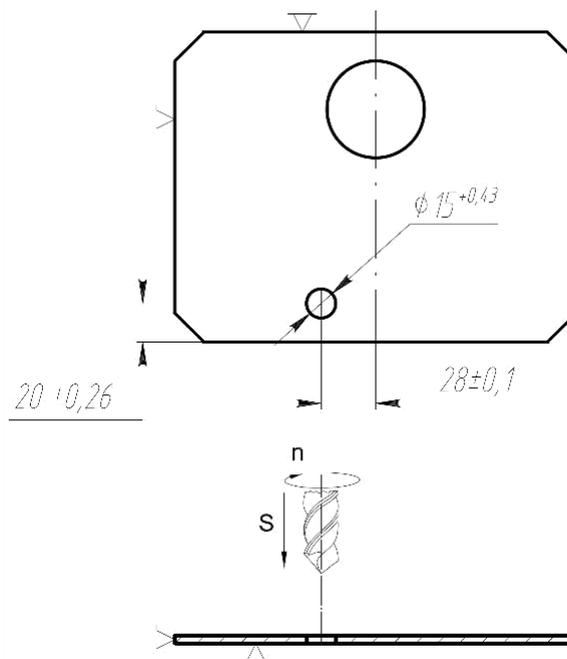
σ_{cp} - сопротивление срезу, кгс/мм²;

$$P_{cp} = 157 \times 4 \times 37 = 23236 = 23,24 \text{ кН.}$$

Правка заготовки

Сверление

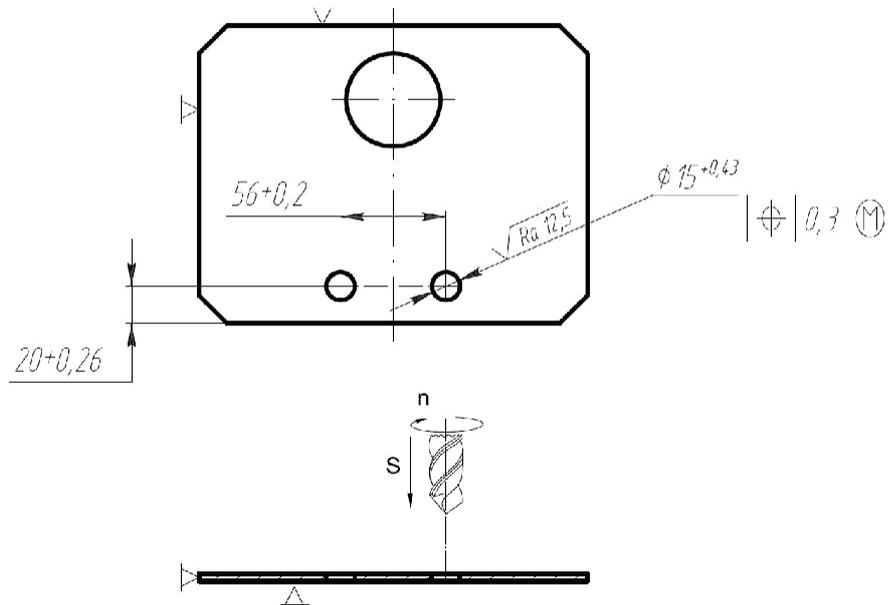
Переход 1: Просверлить первое отверстие, выдерживая размеры $20 \pm 0,26$; $28 \pm 0,1$; $\phi 15^{+0,43}$.



					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		60

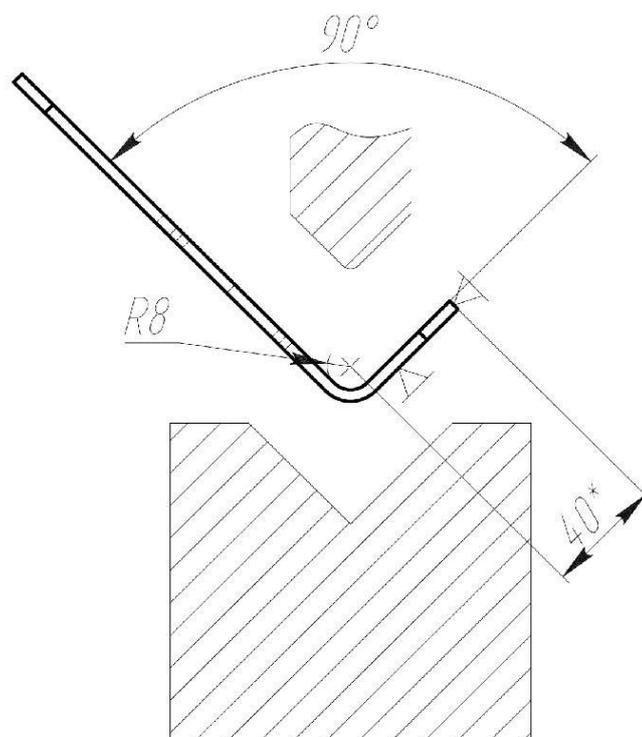
Переход 2: Просверлить второе отверстие, выдерживая размеры

$56 \pm 0,2$; $20 \pm 0,26$; $\varnothing 15^{+0,43}$.



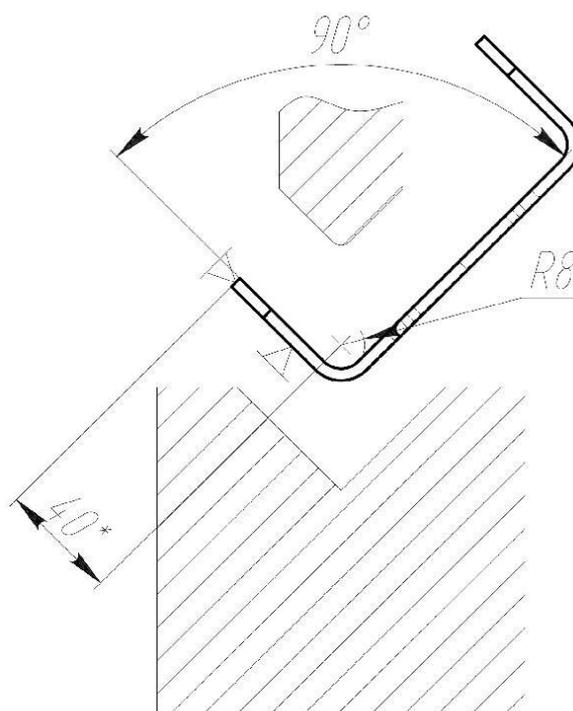
Зачистка заусенцев

Гибка



Гибка

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		61



Промывка детали

Окраска детали

3.6 Расчёт режимов резания

При проектировании технологического процесса изготовления детали прежде всего руководствуются соображениями экономичности. Основным фактором снижения стоимости изготовления деталей является повышение производительности металлорежущего инструмента.

Рациональный режим резания обеспечивает получение наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости изготовления продукции. Рациональному режиму резания соответствует такое сочетание глубины резания, подачи и скорости резания, при котором максимально используются режущие свойства инструмента и возможности оборудования и оснастки, а обрабатываемая деталь соответствует техническим условиям на форму, размеры и качество обработанных поверхностей.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		62

К режимам резания при обработке материала относятся: скорость резания v , подача S и глубина резания t [2].

3.6.1 Расчёт режимов резания при сверлении операция [020]

Деталь – заготовка кронштейна поддерживающего. Материал: сталь 08ЮА, $\sigma_B = 28 - 37$ кгс/мм² (таблица 3.2).

Станок вертикально сверлильный модели 2Н135; сверло – спиральное Подача при быстрорежущей стали Р18; $\varnothing 15$ мм.

Определяем глубину резания при сверлении:

$$t = \frac{D_0}{2}, \quad (3.2)$$

$$t = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ мм.}$$

сверлении: $S = 0,02 \cdot D_0 = 0,02 \cdot 15 = 0,3$ мм/об; Корректируем подачу по паспорту станка 2Н135;

$$S_{\text{пас}} = 0,1 \dots 1,6 \text{ мм/об; } Z = 9;$$

$$S = 0,3 \text{ т.е. } 0,1 < S < 1,6.$$

Выбираем подачу по ступеням:

$$S_{\text{max}} = \varphi^{z-1} \cdot S_{\text{min}},$$

$$\frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{min}}} = \frac{1,6}{0,1} = 16$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{min}}}} = \sqrt[8]{16} = 1,42;$$

$$S_2 = 0,1 \cdot 1,42 = 0,142 \text{ мм/об;}$$

$$S_3 = 0,142 \cdot 1,42 = 0,202 \text{ мм/об;}$$

$$S_4 = 0,202 \cdot 1,42 = 0,286 \text{ мм/об;}$$

$$S_5 = 0,286 \cdot 1,42 = 0,406 \text{ мм/об;}$$

$$S_6 = 0,406 \cdot 1,42 = 0,577 \text{ мм/об;}$$

$$S_7 = 0,577 \cdot 1,42 = 0,820 \text{ мм/об.}$$

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		63

В качестве расчетной принимаем ближайшую меньшую: $S_p = S_4 = 0,286$ мм/об.

Определяем расчётную скорость резанья при сверлении:

$$V_p = C_v \times D^{b_v} \times K_v,$$

$$T^m \times S^{Y_v}$$

где $K_v = K_{L_v} \cdot K_{M_v} \cdot K_{H_v}$ - поправочный коэффициент,

K_{L_v} - коэффициент, учитывающий глубину отверстия в зависимости от диаметра сверла. По справочнику находим $K_{L_v} = 1,0$;

K_{M_v} - коэффициент учитывающий влияние материала.

$$\text{Для стали } K_{M_v} = K_{\Gamma} \cdot \left| \frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right|^{\alpha}, \quad (3.5)$$

где $\alpha = -1,0$, $K_{\Gamma} = 1,0$ (справочник), $\sigma_{\sigma} = 363$;

$$K_{M_v} = 1,0 \cdot \left| \frac{750}{363} \right|^{-1,0} = 0,484;$$

K_{M_v} - коэффициент учитывающий материал сверла.

Для сверла из быстрорежущей стали $K_{M_v} = 0,3$;

то $K_v = K_{L_v} \cdot K_{M_v} \cdot K_{H_v} = 1,0 \cdot 0,484 \cdot 0,3 =$

$0,1452$; По справочнику находим для $S >$

$0,2$:

$C_v = 9,8$; $b_v = 0,4$; $X_v = 0$; $Y_v = 0,5$; $m = 0,2$;

T – период стойкости, для быстрорежущей стали сверла и конструкционной стали заготовки, определяем по справочнику $T = 45$.

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 15^{0,4} \cdot 0,1452}{45^{0,2} \cdot 0,286^{0,5}} = 3,671 \text{ м/мин};$$

Определяем расчётную частоту вращения шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D},$$

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		64

$$n_p = \frac{1000 \cdot 3,671}{3,14 \cdot 15} = 77,94 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка:

$$n_{\min} = 31,5 \text{ об/мин;}$$

$$n_{\max} = 1400 \text{ об/мин;}$$

$Z = 12$; число ступеней вращения.

$$n_{\max} = n_{\min} \cdot \varphi^{z-1},$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}} = \sqrt[11]{\frac{1400}{31,5}} = \sqrt[11]{44,4} \approx 1,41.$$

Частота вращения по ступеням:

$$n_2 = n_1 \cdot \varphi = 31,5 \cdot 1,41 = 44,42 \text{ об/мин;}$$

$$n_3 = n_2 \cdot \varphi = 44,4 \cdot 1,41 = 62,62 \text{ об/мин;}$$

$$n_4 = n_3 \cdot \varphi = 62,6 \cdot 1,41 = 88,3 \text{ об/мин;}$$

$$n_5 = n_4 \cdot \varphi = 88,3 \cdot 1,41 = 124,5 \text{ об/мин;}$$

$$n_6 = n_5 \cdot \varphi = 124,5 \cdot 1,41 = 175,6 \text{ об/мин;}$$

$$n_7 = n_6 \cdot \varphi = 175,6 \cdot 1,41 = 247,5 \text{ об/мин}$$

В качестве расчетной принимаем ближайшую меньшую частоту вращения: $n_p = n_3 = 62,62 \text{ об/мин.}$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_p}{1000},$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 62,62}{1000} = 2,95 \text{ м/мин.}$$

Основные режимы резанья при сверлении:

$$S = 0,286 \text{ мм/об; } V = 2,95$$

м/мин; $n = 62,62 \text{ об/мин.}$

Определяем осевую силу резания:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{Z_p} \cdot S^{Y_p} \cdot K_{M_p}$$

По справочнику определяем дополнительные расчётные данные: $C_p = 68$; $Z_p = 1,0$; $Y_p = 0,7$.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		65

Выводы по разделу три

Разработан технологический процесс изготовления кронштейна крепления надрамника КМУ. Размеры заготовки детали выбирались с учетом получения наибольшего коэффициента использования материала. Произведен расчет режимов резания для операций сверления. При значительных объемах выпуска продукции, может быть налажено серийное производство данных кронштейнов.

Кронштейн надрамника КМУ является достаточно универсальным изделием и может быть использован для крепления других узлов и агрегатов. При этом, для изготовления модифицированного кронштейна потребуются лишь незначительные изменения в технологическом процессе.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		67

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Состояние автомобильной отрасли в России

На сегодняшний день рост объемов строительства является одной из важнейших предпосылок и одновременно надежным индикатором развития рынка строительной техники. Как считают западные аналитики, самым крупным потребителем строительной и дорожной спецтехники, в ближайшие годы, будет Россия. Спецтехнику будут приобретать строительные площадки в Сочи, Казани и других городах, где будут проходить различные спортивные соревнования. Помимо этого, определенную роль сыграет возведение коммерческой недвижимости и строительство жилых домов.

Наиболее востребованными видами спецтехники в России в последнее время являются буровые установки, землеройная техника и краны. Причем, по данным «B2B-RENT», российские арендные компании явно переориентировались на аренду грузоподъемной техники: если экскаваторами, погрузчиками, бульдозерами и другой землеройной техникой в аренду рынок уже достаточно насыщен, то аренда подъемной техники и оборудования (от башенных кранов и автокранов до автовышек и подъемников разнообразных конфигураций) является актуальным и перспективным сегментом арендной отрасли.

Особое место в ряду подъемной спецтехники занимают автомобили с кранами-манипуляторами. Краноманипуляторные установки уже достаточно широко распространенное и продолжающее набирать популярность оборудование, которое применяется во многих отраслях. Судя по темпам развития рынка краноманипуляторных установок уже многие в России осознали экономическую выгоду от их использования. Импорт КМУ является одним наиболее перспективных и быстроразвивающихся направлений среди прочих сегментов рынка подъемно-транспортного оборудования. При этом пока еще рано говорить о его полном насыщении в данном сегменте, а скорее наоборот, рынок находится в стадии развития.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		68

4.2 Характеристика предприятия изготовителя

Среди множества предприятий Южного Урала, занимающихся проектировкой и изготовлением передвижных мастерских с КМУ, особое место занимает ООО «ГИРД». Группа предприятий «ГИРД» основана в 1994 году, является заводом-производителем автомобильной техники. На сегодняшний день в компании работает до 500 человек.

ООО «ГИРД» расположен в Уральском промышленном регионе с высоким экономическим и сырьевым потенциалом. Как и у всех коммерческих предприятий, основной целью ОАО «АЗ «УРАЛ» является получение прибыли.

Предприятие производит спецтехнику для нефтегазодобывающей и строительной отрасли: мастерские передвижные (ПАРМ, АРОК, АНРВ, АРС, ТБМ и др.); вахтовые автобусы (собственного производства); бортовые автомобили с КМУ (седельные тягачи с КМУ). Так же, предприятие занимается продажей, монтажом и сервисом всех крано-манипуляторных установок (КМУ), сертифицированных в РФ (PALFINGER, HIAB, PM, Fassi, UNIC, Kanglim, SOOSAN, и др.); производством изотермических фургонов и коммерческого транспорта.

Основные преимущества предприятия: опыт производства более 14 лет, наличие готовой продукции на складе, сертификаты и одобрения на все типы транспорта, индивидуальный конструкторский подход, возможность изготовить навесное оборудование на шасси заказчика, контроль качества на каждом этапе.

Выбранное предприятие обладает всеми необходимыми возможностями для разработки и изготовления спроектированной в данной дипломной работе модификации передвижной авторемонтной мастерской с КМУ «ИТ-80».

4.3 Расчет показателей в сфере производства

Для оценки эффекта в сфере производства товара необходимо рассчитать себестоимость и нижний предел цены проектируемого автомобиля. Проведем

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		69

расчёт себестоимости укрупнённым агрегатным способом. Себестоимость изготовления проектируемого автомобиля определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{баз}} - C_{\text{искл}} + C_{\text{ввод}}, \quad (4.1)$$

где $C_{\text{базовая}}$ - себестоимость базового автомобиля, руб.;

$C_{\text{искл. агр.}}$ - себестоимость деталей, исключённых из автомобиля, руб.;

$C_{\text{ввод. агр.}}$ - себестоимость вновь изготавливаемых узлов и деталей, руб. Описание базовой модели было рассмотрено в разделе технико-экономического обоснования дипломного проекта. Себестоимость базовой модели на базе шасси «Урал» с КМУ ИМ-50А определяется по формуле:

$$C_{\text{баз}} = \frac{Ц_{\text{баз}}}{\left(1 + \frac{R}{100}\right)}, \quad (4.2)$$

где R - рентабельность продукции, %. Рентабельность продукции принимаем равной 30%.

Цена базовой модели ПАРМ, по данным предприятия изготовителя спецтехники (ООО «ГИРД»), составляет $Ц_{\text{баз}} = 3\,525\,450$ руб.

$$C_{\text{баз}} = \frac{3525450}{\left(1 + \frac{30}{100}\right)} = 2711884,6 \text{ руб.}$$

Себестоимость вводимых агрегатов и узлов определяется по формуле:

$$C_{\text{ввод}} = (C_{\text{ввод.}i} \times n_{\text{ввод.}i}), \quad (4.3)$$

где $C_{\text{ввод.}i}$ - себестоимость i -того вводимого агрегата, узла, руб.;

$n_{\text{ввод.}i}$ - количество i -тых вводимых агрегатов, узлов, установленных на одном автомобиле.

Себестоимость исключаемых агрегатов и узлов определяется по формуле:

$$C_{\text{искл}} = (C_{\text{искл.}j} \times n_{\text{искл.}j}), \quad (4.4)$$

где $C_{\text{искл},j}$ - себестоимость j -того исключаемого агрегата, узла, руб.

$\Pi_{\text{искл},j}$ - количество j -тых исключаемых агрегатов, узлов, установленных на одном автомобиле.

Основным исключаемым агрегатом базовой модели является краноманипуляторная установка ИМ-50А. Взамен на автомобиль устанавливается КМУ ИТ-80. Себестоимость кронштейнов, болтов, гаек, шпилек, шлангов и хомутов, изменяемых в связи с заменой краноманипуляторной установки, сопоставима с серийными деталями. Таким образом, данным изменением себестоимости можно пренебречь. Затраты на изменение технологии производства не учитывались.

Принятые значения себестоимости исключаемых и вновь вводимых агрегатов приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Себестоимость исключаемых/вводимых агрегатов

	Наименование агрегата	Кол-во, шт.	Себестоимость, руб.
$C_{\text{искл}}$	КМУ ИНМАН ИМ-50А	1	420 232,5
$C_{\text{ввод}}$	КМУ ИНМАН ИТ-80	1	461 781,7

Таким образом, себестоимость проектируемого автомобиля составила:

$$C_{\text{пр}} = 2711884,6 - 420232,5 + 461781,7 = 2753433,8 \text{ руб.}$$

Себестоимость проектируемого автомобиля выше базового на 41549,2 руб.

Нижний предел цены проектируемого и базового автомобиля определяется по формуле:

$$C_{\text{нижн}} = C_{\text{изг}} \left(1 + \frac{R^{\prime}}{100} \right), \quad (4.5)$$

где C - себестоимость изготовления автомобиля, руб.;

R^{\prime} - минимальный уровень рентабельности, %; $R^{\prime} = 5\%$.

Отсюда значение нижнего предела цены проектируемого автомобиля составит:

$$Ц_{пр}^{нижн} = 2753433,8 \cdot \left(\left| 1 + 100^5 \right| \right) = 2891105,5 \text{ руб.}$$

Нижний предел цены базового автомобиля (оптовая цена) составит:

$$Ц_{баз}^{нижн} = 2711884,6 \cdot \left(\left| 1 + 100^5 \right| \right) = 2847478,8 \text{ руб.}$$

4.4 Эксплуатационный эффект от проектируемого автомобиля

4.4.1 Оценка конкурентоспособности проектируемой модели в части качественных характеристик автомобиля с применением интегрального индексного метода оценки

Оценку качества сравниваемых автомобилей проводят с применением экспертных оценок индексным методом с помощью веса значимости параметра R_i , частного индекса качества K_i и взвешенного индекса качества $K_{\text{кач}}$. Вес значимости параметра может назначаться либо по десятибалльной шкале, либо в долях, при этом:

$$R_i = 1, \quad (4.6)$$

где R_i - вес значимости i -го параметра автомобиля.

Частный индекс качества K_i - это отношение значения параметра проектируемого автомобиля к значению параметра базового автомобиля:

$$K_i = P_{\text{пр},i} / P_{\text{баз},i}, \quad (4.7)$$

где $P_{\text{пр},i}$ - значение параметра проектируемого автомобиля; $P_{\text{баз},i}$ - значение параметра базового автомобиля.

Взвешенный индекс качества i -го параметра $K_{\text{кач},i}$ - это произведение веса значимости i -го параметра и частного индекса качества i -го параметра:

$$K_{\text{кач},i} = K_i \times R_i, \quad (4.8)$$

где K_i - частный индекс качества;

R_i - вес значимости i -го параметра автомобиля.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		72

Для расчета коэффициента использована обратная зависимость ($K_i = P_{\text{баз.}i}/P_{\text{пр.}i}$), поскольку в данном случае изменение параметра в положительную сторону соответствует ухудшению характеристик.

Таким образом, сводный индекс качества равен $K_{\text{кач}} = 1,28$

То есть эксплуатационные качества проектируемого автомобиля выше качеств базовой модели на 28 %.

4.4.2 Расчёт годового пробега и годовой производительности

Годовая производительность автомобиля определяется по формуле:

$$W_{\text{год}} = L_{\text{год}} \times q \times \dots, \quad (4.9)$$

где $L_{\text{год}}$ - годовой пробег, тыс.км;

q - грузоподъёмность, тонн;

- коэффициент использования пробега; - коэффициент использования грузоподъёмности.

$$L_{\text{год}} = V_{\text{Э}} \times T_{\text{нар}} \times D_{\text{кол}} \times \alpha_{\text{п}}, \quad (4.10)$$

где $V_{\text{Э}}$ - средняя эксплуатационная скорость, км/ч;

$T_{\text{нар}}$ - время в наряде, ч;

$D_{\text{кол}}$ - количество рабочих дней в году;

$\alpha_{\text{п}}$ - коэффициент использования парка автомобилей.

$$V_{\text{Э}} = K_{\Gamma} \times V_t / (K_{\Gamma} + V_t \times \dots \times t_{\text{пр}}), \quad (4.11)$$

где K_{Γ} - средняя длина гружёной ездки, км;

V_t - техническая скорость движения, км/ч;

$t_{\text{пр}}$ - время простоя под погрузку/разгрузку на 1 ездку, ч.

Данные для расчёта приведены в таблице 4.3.

$$V_{\text{Э.Баз}} = \frac{50 \cdot 80}{50 + 80 \cdot 0,7 \cdot 0,35} = 57,47 \text{ км/ч};$$

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		74

$$V_{\text{Э.Пр}} = \frac{50 \cdot 80}{50 + 80 \cdot 0,7 \cdot 0,3} = 59,88 \text{ км/ч};$$

$$L_{\text{год.Баз}} = 57,47 \cdot 11 \cdot 249 \cdot 0,75 = 118057,74 \text{ км/год};$$

$$L_{\text{год.Пр}} = 59,88 \cdot 11 \cdot 249 \cdot 0,75 = 123008,49 \text{ км/год};$$

Таблица 4.3 – данные для расчёта годового пробега и производительности

Параметр	Значение	
	базовый	проектируемый
Коэффициент использования пробега	0,70	
Коэффициент использования грузоподъёмности	0,80	
Время в наряде $T_{\text{нар}}$, ч.	11	
Количество рабочих дней в году $D_{\text{кол}}$	249	
Коэффициент использования парка а/м $\alpha_{\text{п}}$	0,75	
Техническая скорость движения V_t , км /ч	80	
Время простоя под погрузку/разгрузку на 1 ездки $t_{\text{пр}}$, ч.	0,35	0,3
Средняя длина гружёной ездки $K_{\text{г}}$, км	50	
Грузоподъёмность автопоезда q , тонн	6	

$$W_{\text{год.Баз}} = 118057,74 \cdot 6 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 396674$$

$$\text{т} \cdot \text{км/год}; W_{\text{год.Пр}} = 123008,49 \cdot 6 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 413308,5 \text{ т} \cdot \text{км/год}.$$

Результаты расчётов для базовой модели и проектируемого автомобиля приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – годовой пробег и годовая производительность

Параметр	Значение	
	Базовый	Проектируемый
Средняя эксплуатационная скорость $V_{\text{Э}}$, км/ч	57,47	59,88
Годовой пробег $L_{\text{год}}$, тыс.км/год	118,057	123,008
Годовая производительность $W_{\text{год}}$, т·тыс.км/год	396,674	413,308

4.4.3 Расчёт себестоимости перевозок

Себестоимость перевозок на проектируемый автомобиль рассчитывается по формуле:

$$S = Z/q \times \times ,$$

где Z - сумма затрат на 1 км. пробега, руб.;

q - грузоподъёмность, тонн;

- коэффициент использования пробега;

- коэффициент использования грузоподъёмности.

$$Z = Z_T + Z_{CM} + Z_{Ш} + Z_{ТО} + Z_{ЗП} + Z_A + Z_{НР}, \quad (4.13)$$

где Z_T - затраты на топливо, руб/км;

Z_{CM} - затраты на смазочные материалы, руб/км;

$Z_{Ш}$ - затраты на восстановление и ремонты шин,

руб/км; $Z_{ТО}$ - затраты на техническое обслуживание,

руб/км; $Z_{ЗП}$ - затраты на оплату труда водителя,

руб/км;

Z_A - амортизационные отчисления на капитальный ремонт, руб/км;

$Z_{НР}$ - затраты на накладные расходы, руб/км.

$$Z_T = 0,01 \times Q_T \times C_T, \quad (4.14)$$

где Q_T - расход топлива, грузёной ездки; л/100 км;

C_T - стоимость топлива, руб/л.

$$Z_{CM} = 0,13 \times Z_T, \quad (4.15)$$

где Z_T - затраты на топливо, руб/км.

$$Z_{Ш} = C_{Ш} \times n/R, \quad (4.16)$$

где $C_{Ш}$ - стоимость одной шины, руб;

n - количество шин на автомобиле;

R - ресурс шины, км.

$$Z_{ЗП} = k \times q \times \times (P_T/K_T + P_{Т.км}), \quad (4.17)$$

где k - коэффициент заработной платы;

q - грузоподъёмность, тонн;

- коэффициент использования пробега;

- коэффициент использования грузоподъёмности;

P_T - расценка за перевезенную тонну, руб/тонну;

K_G - среднее расстояние перевозки, км;

$P_{T.км}$ - расценка за выполненный тонно-километр, руб/т·км.

$$Z_A = 10^{-3} \times (C_T \times B_T), \quad (4.18)$$

где C_T - оптовая цена на автомобиль, руб.;

B_T - коэффициент амортизации на автомобиль.

Данные для расчета себестоимости перевозок приведены в таблице 4.5

$$Z_{Абаз} = 10^{-3} \cdot 2847478,8 \cdot 0,002 = 5,694 \text{ руб/км};$$

$$Z_{Апр} = 10^{-3} \cdot 2891105,5 \cdot 0,002 = 5,782 \text{ руб/км};$$

$$Z_{ЗП} = 1,25 \cdot 6 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{2,5}{50} + 2,2 \right) = 9,45 \text{ руб/км};$$

$$Z_{Ш} = \frac{24200}{60000} \cdot 7 = 2,86 \text{ руб/км};$$

Таблица 4.5 – исходные данные для расчёта себестоимости перевозок

Параметр	Значение	
	Базовый	Проектируемый
Расход топлива гружёной ездки, л/100 км	36,3	38
Стоимость топлива, руб/л	30,4	
Количество шин на автомобиле	6+1	
Стоимость одной шины, руб	24200	
Ресурс шины, тыс. км	60	
Коэффициент заработной платы	1,25	
Расценка за перевезенную тонну, руб/тонну	2,5	
Расценка за выполненный тонно-километр, руб/т·км	2,2	
Оптовая цена на автомобиль, тыс. руб	2847,47	2891,1
Коэффициент амортизации автомобиля, 1/т·км	0,002	

$$Z_{Т баз} = 0,01 \cdot 36,3 \cdot 30,4 = 11,03 \text{ руб/км};$$

$$Z_{Т пр} = 0,01 \cdot 38 \cdot 30,4 = 11,55 \text{ руб/км};$$

$$Z_{CM баз} = 0,13 \cdot 11,03 = 1,434 \text{ руб/км};$$

$$Z_{CM пр} = 0,13 \cdot 11,55 = 1,5 \text{ руб/км};$$

В таблице 4.6 приведены результаты расчёта себестоимости перевозок.

На полученное значение себестоимости перевозок рассчитывается годовая

экономическая эффективность в затратах на эксплуатацию автомобиля:

$$Э_{\text{экс}} = (Z_{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}) \times W_{\text{год}}, \quad (4.19)$$

где $Z_{\text{баз}}$ - затраты на эксплуатацию базового автомобиля, руб;

$Z_{\text{пр}}$ - затраты на эксплуатацию проектируемого автомобиля, руб.

$$Э_{\text{экс}} = (13,58 - 13,57) \times 413\,308 = 4\,133,08 \text{ руб/год.}$$

Таблица 4.6 – себестоимость перевозок

Статья затрат	Значение затрат, руб/км	
	Базовый	Проектируемый
Затраты на топливо, руб/км	11,03	11,55
Затраты на смазочные материалы, руб/км	1,434	1,5
Затраты на восстановление и ремонт шин, руб/км		2,86
Затраты на ТО и эксплуатационный ремонт, руб/км	1,95	1,25
Затраты на оплату труда водителя, руб/км		9,45
Амортизационные отчисления на капитальный ремонт, руб/км	5,694	5,782
Затраты на накладные расходы ($1,4 \times Z_{\text{зп}}$), руб/км		13,23
Итого Z , руб/км	45,648	45,622
Итого S , руб/т·км	13,58	13,57

4.5 Верхний предел оптовой цены проектируемого автомобиля

Помимо нижнего предела цены необходим расчёт верхнего предела цены проектируемого автомобиля - максимально приемлемой цены, когда потребителю становится безразлично, приобретать ли более дешёвую базовую модель, либо приобрести более дорогую новую модель, но лучшего качества:

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		78

$$C_{\text{верх}} = C_{\text{баз}} \cdot K_{\text{кач}} + \sum_{t=1}^{T_{\text{сл}}} \frac{(3_{\text{баз}t} - 3_{\text{нпт}}) \cdot W_{\text{год}}}{(1 + E)^t}, \quad (4.20)$$

где $C_{\text{баз}}$ - базовая цена проектируемого автомобиля, руб.;

$K_{\text{кач}}$ - сводный индекс качества, не учитывающий параметры автомобиля, которые влияют на затраты в сфере эксплуатации;

$T_{\text{сл}}$ - срок службы автомобиля, лет;

E - норма дисконта или ставка дисконтирования; t - шаг расчёта.

Срок службы автомобиля определяется по формуле:

$$T_{\text{сл}} = \frac{L_{\text{рес}} \cdot K_{\text{уэ}} \cdot K_{\text{р}}}{L_{\text{год}}}, \quad (4.21)$$

где $L_{\text{рес}}$ - ресурс до капитального ремонта, $L_{\text{рес}} = 400\,000$ км

$K_{\text{уэ}}$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации, $K_{\text{уэ}} = 1$;

$K_{\text{р}}$ - коэффициент, учитывающий пробег после капитального ремонта, $K_{\text{р}} =$

1,1.

$$T_{\text{сл}} = \frac{400000 \cdot 1 \cdot 1,1}{123008,49} \approx 4 \text{ года.}$$

Итоговые данные для расчёта верхнего предела цены приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Исходные данные для расчёта верхнего предела цены

Параметр	Значение
Сводный индекс качества, без учёта параметров автомобиля, влияющих на затраты в сфере эксплуатации $K_{\text{кач}}$	1,28
Срок службы автомобиля $T_{\text{сл}}$, лет	4
Норма дисконта или ставка дисконтирования E	0,18
Шаг расчёта t	1,2,..., $T_{\text{сл}}$

С учетом эффекта в сфере эксплуатации верхний предел цены проектируемого автомобиля составляет:

$$C_{\text{верх}} = 3525450 \cdot 1,28 + \sum_{t=1}^4 \frac{(13,58 - 13,57) \cdot 413308,5}{(1 + 0,18)^t} = 4\,523\,693,72 \text{ руб.}$$

4.6 Интегральный экономический эффект от проектируемого автомобиля за срок его службы

В завершении экономического обоснования рассчитывается интегральный показатель экономического эффекта от внедрения проектируемого автомобиля, включающий в себя эффект в сфере производства и в сфере эксплуатации.

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{итт}} = & (C_{\text{баз}} + E^! \cdot \frac{K_{\text{произ}}^{\text{баз}}}{N_{\text{баз}}} + K_{\text{базисч}}^{\text{ЭКС}}) \cdot K^! - (C_{\text{пр}} + E^! \cdot \frac{K_{\text{пр}}^{\text{произ}}}{N_{\text{пр}}} + K_{\text{пр}}^{\text{ЭКС}}) + \\ & + \sum_{t=1}^{T_{\text{сс}}} \frac{(3_{\text{пр}}^{\text{мп}} \delta_t - 3_{\text{год}}^{\text{мп}}) \cdot W}{(1 + E)^t} \end{aligned} \quad (4.22)$$

где $E^!$ - коэффициент экономической эффективности инвестиций для предприятия-производителя автотехники, эквивалентный таким величинам, как стоимость капитала, ставка дисконтирования.

$K_{\text{баз}}^{\text{произ}}$, $K_{\text{пр}}^{\text{произ}}$ - капитальные вложения производителя для производства базовой модели и проектируемого автомобиля соответственно;

$K_{\text{баз}}^{\text{ЭКС}}$, $K_{\text{пр}}^{\text{ЭКС}}$ - удельные капитальные вложения в производственно-техническую базу организации, эксплуатирующей автомобиль (базовый и проектируемый соответственно).

В данном случае простые операции технического обслуживания на предприятиях, эксплуатирующих автомобиль, выполняются при помощи оборудования, используемого при техническом обслуживании базовой модели автомобиля. Сложные операции технического обслуживания и ремонта выполняются на сервисных станциях фирм-производителей комплектующих и их дилеров.

Таким образом, удельные капитальные вложения в производственно - техническую базу организации, эксплуатирующей проектируемый автомобиль и базовую модель, равны и в расчёте не учитываются.

$N_{баз}$, $N_{пр}$ - годовой объём выпуска базового и проектируемого автомобиля.

$$\frac{K_{баз}^{произ}}{N_{баз}} = 0,8 \cdot C_{баз}, \quad \frac{K_{пр}^{произ}}{N_{пр}} = 0,8 \cdot C_{пр}, \quad (4.23)$$

$$\frac{K_{баз}^{произ}}{N_{баз}} = 0,8 \cdot 2711884,6 = 2169507,68 ;$$

$$\frac{K_{пр}^{произ}}{N_{пр}} = 0,8 \cdot 2753433,8 = 2202747,04.$$

$$N_{пр}$$

Отсюда интегральный показатель экономического эффекта от внедрения автомобиля составил:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{инт} = & (2711884,6 + 0,18 \cdot 2169507,68) \cdot 1,28 - (2753433,8 + 0,18 \cdot 2202747,04) + \\ & + \sum_{t=1}^4 \frac{(13,58 - 13,57) \cdot 413308,5}{(1 + 0,18)^t} = 832256,3 \text{ руб.} \end{aligned}$$

На основании расчетных показателей срок окупаемости составит:

$$T_{ок} = \frac{C_{верх}}{C_{пр}} = C_{пр}, \quad (4.24) \quad \mathcal{E}_{инт}$$

$$T_{ок} = (4523693,72 - 2753433,8) / 832256,3 = 2,12.$$

Сводные показатели экономического расчета представлены в таблице 4.8, сводные технико-экономические показатели приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.8 – Сводные показатели экономического расчета

Наименование показателей	Единицы измерения	Абсолютная величина		Проект, % к базовому варианту
		Базовый	Проект.	
1. Грузоподъемность КМУ	тонн	2	3,05	+ 52,5
2. Сводный индекс качества	–	1	1,28	+ 28
3. Средняя эксплуатационная скорость	км/час	57,47	59,88	+ 4,2
4. Расход топлива (при $V_{cp}=60$ км/ч)	л./100 км	36,3	38	– 4,4
5. Годовой пробег	тыс.км	118,057	123,008	
6. Годовая производительность	т·тыс.км	396,674	413,308	+ 4,2
7. Себестоимость перевозки	руб./т·км	13,58	13,57	– 1
8. Экономический эффект в сфере эксплуатации	руб./год	–	4133,08	–
9. Нижний предел цены	руб.	2847478,8	2891105,5	+1,5
10. Верхний предел цены	руб.	–	4523693,72	–
11. Интегральный эффект	руб.	–	832256,3	–
12. Срок окупаемости	год	–	2,12	–

Таблица 4.9 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Обозначение и расчётная формула	Автомобиль		Отклонение, %
			Базовый	Проектный	
Масштабы производства					
1. Годовая программа выпуска	шт.	Q _в	60	60	0,0
Эффективность производства					
2. Выработка на одного рабочего	шт./ чел.	$V=Q_v / Ч$	0,3	0,29	3,33
	тыс.руб/ чел.	$V=Ц \cdot Q_v / Ч$	1057,64	1070,52	-1,22
3. Коэффициент использования металла	-	$K_m = M_{изд} / M_{заг}$	0,77	0,77	0,0
4. Съём продукции с 1 м ² производств. площади	руб/м ²	$S_o = Ц_v / S$	53,01	55,27	-4,25
5. Рентабельность продукции	%	$R = \frac{ПЧ \cdot 100}{СБ}$	24,00	26,79	-11,62
6. Цена изделия	тыс.руб	Ц	3525,5	3675,5*	-4,25
Коммерческая эффективность					
7. Годовая выручка от основной деятельности	тыс.руб	$Ц_v = Ц \cdot Q_v$	211527	220527	-4,25
8. Себестоимость единицы изделия	тыс.руб.	СБ	2711,88	2753,43	-1,53
на годовой выпуск	тыс.руб	$СБ \cdot Q_v$	162713	165206	-1,53
9. Балансовая прибыль на изделие	тыс.руб.	$ПБ = Ц - СБ$	813,57	922,02	-13,33
на годовой выпуск	тыс.руб	$ПБ \cdot Q_v$	48814	55321	-13,33
10. Налог на прибыль (20%) на изделие	руб.	$H = ПБ \cdot \%_{налог}$	162710	184400	-13,33
на годовой выпуск	тыс.руб	$H \cdot Q_v$	9762,8	11064	-13,33
11. Чистая прибыль на изделие	руб.	$ПЧ = ПБ - H$	650860	737620	-13,33
на годовой выпуск	тыс.руб	$ПЧ \cdot Q_v$	39051	44257	-13,33
12. Безубыточный объём производства	шт.	$Q_{min} = \frac{З_{пост}}{Ц - З_{пер}}$	27	26	5,96

* – Средняя рыночная цена спроектированного изделия.

Выводы по разделу четыре

Разработанный технический проект по созданию модификации колесного шасси «Урал» 6х6 с установкой краноманипулятора «ИТ-80» грузоподъемностью 3 тонны имеет положительный интегральный экономический эффект.

Спроектированная модификация автомобиля обладает более высокой конкурентоспособностью в основном за счет увеличенной более чем на 50% грузоподъемности краноманипуляторной установки «тросового» типа и имеет меньший объем затрат в сфере эксплуатации. Срок окупаемости проекта – около двух лет.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		84

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Нормативные правила безопасности эксплуатации крана манипулятора

Кран манипулятор должен эксплуатироваться в соответствии с требованиями, приведенными в данном разделе дипломной работы, а так же, производственной инструкцией на погрузочно-разгрузочные работы, разработанной эксплуатирующей организацией.

Эксплуатирующая организация (владелец) должна обеспечивать содержание автомобиля в исправном состоянии путём организации своевременного и качественного технического обслуживания, освидетельствования в соответствии с ПБ 10-257-98 [15].

К управлению краном манипулятором и его обслуживанию допускаются только операторы (машинисты), прошедшие специальное обучение и имеющие удостоверение на право управления.

Обученный и имеющий соответствующее удостоверение оператор крана должен:

- 1) при эксплуатации крана-манипулятора иметь при себе удостоверение на право управления;
- 2) знать устройство, технические возможности и правила эксплуатации КМ;
- 3) иметь навыки управления краном манипулятором;
- 4) знать правила техники безопасности при работе, ремонте и обслуживании крана манипулятора;
- 5) знать факторы, влияющие на прочность и устойчивость машины от опрокидывания;
- 6) знать ассортимент рабочих жидкостей и смазочных материалов, применяемых на кране манипуляторе;
- 7) наблюдать за состоянием агрегатов и механизмов крана манипулятора и к своевременно устранять обнаруженные неисправности.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		85

Эксплуатирующая организация обязана организовать технический надзор за безопасной эксплуатацией крана манипулятора, а также назначить ответственного инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией, инженерно-технического работника, ответственного за содержание манипулятора в исправном состоянии и лицо, ответственное за безопасное производство работ.

Дата и номер приказа о назначении лица, ответственного за содержание крана манипулятора в исправном состоянии, его должность, фамилия, имя, отчество и подпись должны быть указаны в паспорте устройства.

5.2 Правила техники безопасности при передвижении

При передвижении крана манипулятора следует обеспечить надежную фиксацию стрелового оборудования в транспортном положении.

Запрещается:

- 1) передвижение с грузом, подвешенном на крюке крана манипулятора;
- 2) передвижение с выдвинутым стреловым оборудованием;
- 3) передвижение с включенным приводом насоса и генератора.

5.3 Подготовка к использованию

Рабочая жидкость, применяемая в гидросистеме, служит не только для приведения в действие гидроагрегатов, но одновременно смазывает и охлаждает детали насоса, работающего при высоких скоростях. Поэтому малейшее загрязнение масла механическими примесями или влагой вызывает повышенный износ трущихся пар и может вывести насос из строя.

Гидросистема заполняется рабочей жидкостью через горловину гидробака в нижеследующей последовательности:

- 1) заполнить гидросистему рабочей жидкостью поочередным включением
- 2) дозаправить гидробак до верхней риски маслоуказателя;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		86

3) многократно повторить выдвигание-втягивание на полный ход штока (8-10 раз) каждого гидроцилиндра (для удаления воздуха).

После удаления воздуха из гидросистемы полностью втянуть штока гидроцилиндров и вновь дозаправить гидробак. Уровень рабочей жидкости в таком (сложенном) положении крана манипулятора должен быть не ниже половины уровня маслоуказателя.

Перед началом эксплуатации следует провести внешний осмотр и проверить комплектность. При обнаружении деформаций металлоконструкций и трубопроводов работа запрещается!

Убедиться в надежности крепления агрегатов и трубопроводов. Проверить кран манипулятор на функционирование всех механизмов.

Подготовка специализированного оборудования крана манипулятора к работе производится на месте стоянки и заключается в наружном осмотре, заправки всех систем, запуске двигателя, опробовании всех механизмов без нагрузок.

Убедиться в исправности систем кузова-фургона, обнаруженные неисправности устранить.

При контрольном осмотре кузова-фургона необходимо:

- 1) осмотреть и убедиться в отсутствии утечек воздуха из пневмосистемы и масла из гидросистемы, деформаций или трещин металлоконструкций;
- 2) проверить уровень масла в баке гидросистемы;
- 3) осмотреть и при необходимости, подтянуть болтовые соединения оборудования кузова-фургона и крепёжные узлы;
- 4) проверить надежность пневмогидравлических соединений и их комплектность.

Осмотр осуществляется только при неработающих механизмах.

Подготовка к работе покупных комплектующих изделий кузова-фургона производится в соответствии с руководством по эксплуатации на данные изделия.

Дополнительные требования по подготовке к работе при низких температурах.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		87

При температуре воздуха ниже минус 10°С необходимо:

- 1) несколько раз осторожно включить насос с помощью сцепления при работе двигателя на холостом ходу, делая перерывы по несколько секунд;
- 2) прогреть рабочую жидкость в гидробаке при холостой работе насоса в течение 15-30 мин.;
- 3) осторожно выполнить рабочие движения вперед-назад, чтобы прогреть рабочую жидкость в гидроцилиндрах;
- 4) для достижения рабочей температуры масла в гидроцилиндрах необходимо сделать несколько полных ходов штоков каждого гидроцилиндра вперед-назад.

5.4 Эксплуатация крана манипулятора

Лица, не имеющие специального обучения и не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к работе на кране манипуляторе не допускаются. Подготовка и аттестация операторов (машинистов), слесарей и стропальщиков проводятся в профессионально-технических учебных заведениях, учебных центрах, а также на курсах и в технических школах обучения, располагающих базой для теоретического и практического обучения. Подготовка рабочих указанных специальностей должна осуществляться по учебным программам, согласованным с органом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Владелец крана манипулятора и съёмных грузозахватных приспособлений должен установить такой порядок, чтобы лица, на которых возложены обязанности по обслуживанию, вели наблюдение за порученным им оборудованием путём его осмотра и проверки действия и поддерживали его в исправном состоянии. Операторы (машинисты) крана манипулятора должны производить осмотр устройства, для чего владелец должен выделять соответствующее время. Результаты осмотра и проверки состояния агрегатов операторами (машинистами) должны записываться в вахтенный журнал. Стropальщики должны

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		88

производить осмотр съёмных грузозахватных приспособлений перед их применением.

Оператор крана должен знать знаковую сигнализацию стропальщика, массу поднимаемого груза, а также его соответствие грузоподъёмности крана манипулятора на данном вылете.

Во избежание несчастных случаев работа оператора крана и стропальщика должна быть строго согласована. Оператор крана манипулятора обязан внимательно следить за сигналами стропальщика.

Перед работой оператор крана должен убедиться в том, что давление воздуха в шинах соответствует установленной норме, а транспортное средство надёжно заторможено ручным тормозом и клиновыми подкладками.

Установку крана манипулятора на выносные опоры производить согласно указаниям, перечисленным ниже.

При подъёме груза, по массе близкого к максимальному для данного вылета, оператор крана манипулятора должен проверить устойчивость и правильность строповки груза путём его поднятия на высоту 0,1-0,2 м, надёжность действия тормозов при повороте и движении стрел крана.

Использование кузова-фургона, генератора и других покупных комплектующих изделий, а также газо- и электросварочные работы осуществляйте в строгом соответствии с указаниями руководств по их эксплуатации, а также рабочих инструкций по проведению газо- или электросварочных работ, действующих на предприятии, производящем работы.

К работе на специализированном оборудовании допускаются лица, изучившее данное руководство, прошедшие специальный инструктаж о правилах работы, сдавшие экзамен по безопасному ведению работ и получившие удостоверения, установленного на предприятии образца.

На автомобиле с краном манипулятором должны находиться и своевременно пополняться аптечка первой медицинской помощи и огнетушитель. Работники, обслуживающие манипулятор, обязаны знать приёмы оказания первой медицинской помощи пострадавшим при несчастном случае.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		89

Перед работой оператор должен убедиться в том, что давление воздуха в шинах соответствует установленной норме, надёжно зафиксировать автомобиль стояночным (ручным) тормозом и противооткатными устройствами (например, клиновидными подкладками).

Запрещается:

- эксплуатировать кран-манипулятор с неисправными приборами безопасности, неисправными съёмными грузозахватными приспособлениями;
- использовать кран-манипулятор не по назначению;
- прикасаться во время работы к движущимся частям;
- установка и работа крана-манипулятора на расстоянии ближе 30 м от крайнего провода линии электропередач и в пределах охранной зоны без наряда-допуска, оформленного в установленном порядке;
- нахождение в рабочей зоне посторонних лиц;
- передвижение с грузом, подвешенным на крюке крана-манипулятора, с выдвинутым стреловым оборудованием, с включённым насосом, с выдвинутыми и не полностью поднятыми выносными опорами.

Если иное не предусмотрено проектом производства работ, устанавливая кран манипулятор на краю откоса или канавы можно при условии соблюдения расстояний, указанных в таблице 5.1. При невозможности соблюдения этих расстояний откос должен быть укреплён.

Таблица 5.1

Глубина канавы, м	Расстояние от основания откоса до ближайшей опоры при грунте (не насыпном), м				
	песчаный и гравийный	супесчаный	суглинистый	глинистый	лессовый сухой
1	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,4	4,0	3,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	3,5	3,5

При производстве работ под не отключёнными контактными проводами городского транспорта необходимо обеспечить установку ограничителя (местного упора) так, чтобы расстояние между стрелой крана и контактными проводами составляло не менее 1 м. При подъёме груза, близкого к максимальному для данного вылета, оператор должен проверить устойчивость крана манипулято-

ра, исправность приборов безопасности и тормозов, а также правильность строповки груза путем его поднятия на высоту 0,1 - 0,2 м.

Во время работы крана запрещается:

- поднимать груз, масса которого неизвестна;
- поднимать груз, засыпанный грунтом или другими предметами, а также примёрзший;
- поднимать груз, масса которого превышает номинальную для данного вылета;
- резко тормозить при выполнении рабочих операций (особенно при работе с грузами, масса которых близка к номинальным значениям для данного вылета);
- проводить работы по ремонту, регулировке и обслуживанию;
- допускать к обвязке и зацепке груза посторонних лиц;
- допускать на кран-манипулятор и в зону его действия посторонних лиц;
- ускорять работы путём увеличения числа оборотов двигателя базового транспортного средства;
- подтаскивать груз по земле, проводить трелёвку (буксировку) груза;
- маневрировать опорами крана-манипулятора при висящем на крюке грузе – это может нарушить устойчивость крана-манипулятора;
- выключать двигатель, отключать привод насоса и покидать пост управления при наличии груза на крюке крана-манипулятора.

Во избежание выхода из строя выносных опор по мере увеличения нагрузки необходимо снижать давление в гидроцилиндрах опор, уменьшая величину выдвижения штоков до величины, обеспечивающей лишь касание подпятниками опорной поверхности, не допуская дополнительной нагрузки опор весом груза, находящимся на грузовой площадке.

При уменьшении нагрузки, давление на рессоры ТС уменьшается, при этом следует увеличивать величину выдвижения штоков гидроцилиндров выносных опор до касания подпятниками опорной поверхности.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		91

При передвижении автомобиля с краном манипулятором следует обеспечить надёжную фиксацию стрелового оборудования и выносных опор крана манипулятора в транспортном положении.

При работе крана манипулятора с огнеопасными грузами или при нахождении его на территории, опасной в пожарном отношении, оператор обязан предупредить об этом обслуживающий персонал, запретить курить и пользоваться открытым огнем и не допускать искрообразования.

Оператор обязан:

- 1) не допускать использование открытого огня и не курить при заправке автомобиля топливом, маслом и т.п.;
- 2) следить, чтобы возле выхлопной трубы не было легковоспламеняющихся веществ и предметов.

При возникновении пожара необходимо остановить двигатель.

При тушении пожара применять углекислотные или порошковые огнетушители, которыми укомплектован автомобиль.

5.5 Подготовка к работе

Окружающая среда должна быть взрыво- и пожаробезопасной. Рабочая площадка, на которой работает автомобиль с краном манипулятором, должна быть ровной. Уклон площадки не должен превышать 3 градуса. Допускается планировать площадку путём снятия неровностей грунта в месте стоянки колёс, и опор. При слабом грунте необходимо усилить его подсыпкой сухого песка, щебня, гравия.

Во всех случаях грунт не должен проседать под опорами во время работы крана манипулятора, не должно повреждаться покрытие площадки, поверхности под подпятниками опор должны быть горизонтальными. При необходимости опорные цилиндры выносных опор устанавливаются на деревянные подкладки размерами 450х450 мм и толщиной не менее 80 мм (рисунок 9).

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		92

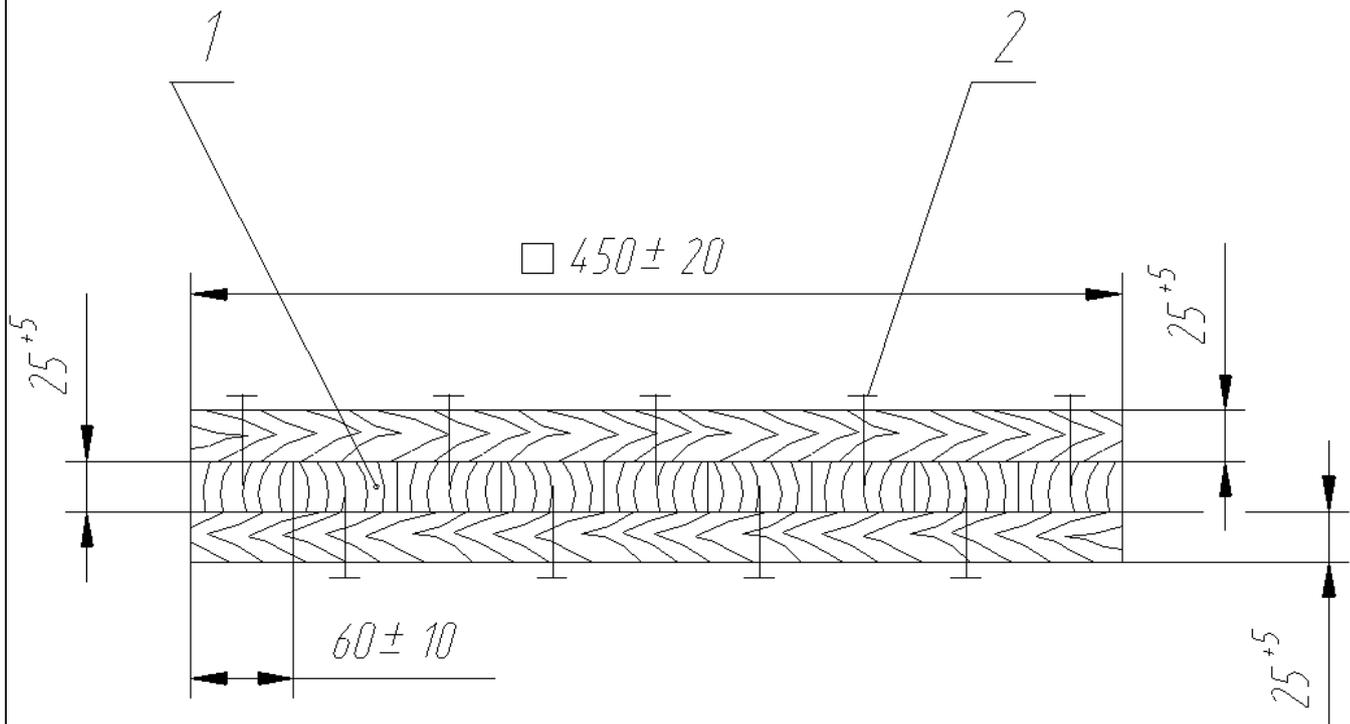


Рисунок 9 – Подкладка

1 – деревянный брус, 2 – гвоздь

Порядок приведения крана манипулятора в рабочее положение. Перед началом работы выполните следующие подготовительные операции:

- 1) Убедитесь, что рабочая площадка утрамбована и горизонтальна, уклон не превышает 3 градуса, а покрытие площадки выдержит давление выносных опор и колёс при работе. В противном случае подготовьте необходимые подкладки.
- 2) Затормозите машину стояночным тормозом. Установите под колёса клиновидные упоры, исключающие сдвиг машины.
- 3) Убедитесь, что давление воздуха в шинах колёс находится в норме, в случае необходимости доведите до нормы.
- 4) Откройте кран на баке крана манипулятора.
- 5) Заведите двигатель.
- 6) Выжмите педаль сцепления до отказа и установите рычаг управления коробкой передач в нейтральное положение;
- 7) Установите по тахометру частоту вращения двигателя $1100 \div 1200$

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		93

об/мин;

8) Переведите клавишу управления КОМ на панели приборов в положение «ВКЛ» и плавно отпустите сцепление.

Внимание! Не допускается включение коробки отбора мощности без выжима сцепления.

Управление краном манипулятором осуществляется вручную со стационарных пультов управления, расположенных с правой и левой стороны в «хвосте» базового автомобильного шасси. Направление перемещения рукоятки управления секцией гидрораспределителя, соответствующее перемещению исполнительного механизма крана манипулятора, указано на табличке, расположенной на пульте управления.

9) Опустите опорные цилиндры в рабочее положение, зафиксируйте фиксаторами и перемещением соответствующих рукояток гидрораспределителя установите опорные цилиндры до соприкосновения подпятников с опорной поверхностью. Краны гидрозамков, установленные на опорных цилиндрах предназначены для защиты от случайного включения опорных цилиндров, а также для отдельного управления ими.

Во избежание перегрузки опор при погрузке груза на автомобиль, высота вывешивания автомобиля должна быть минимальной, обеспечивающей достаточную устойчивость крана манипулятора. По мере загрузки необходимо снижать давление в цилиндрах опор, уменьшая высоту вывешивания автомобиля.

10) Приведение крана манипулятора в рабочее положение производить с пульта управления со стороны гидрораспределителя, в противном случае возникает опасность травмирования качнувшейся вверх стрелой (см. рисунок 10а).

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
						94
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

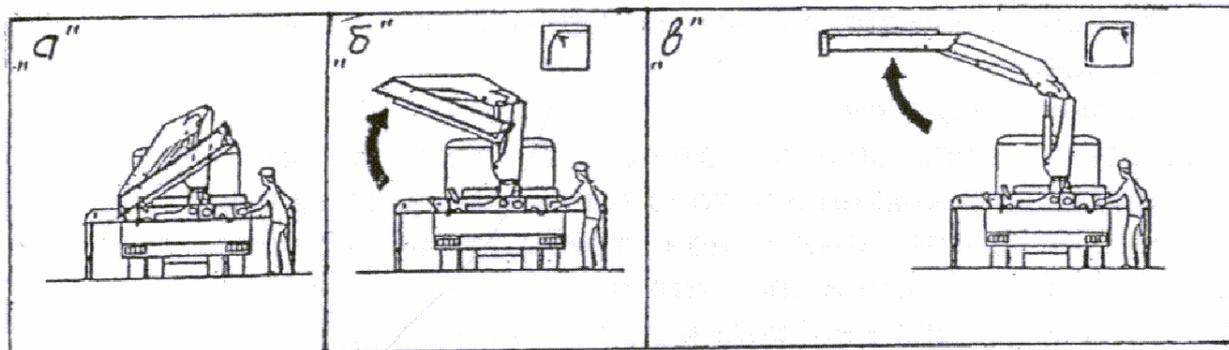


Рисунок 10 – Приведение крана манипулятора в рабочее положение

11) После выполнения подготовительных операций плавно перевести рычаг управления механизмом подъема первой стрелы в положение «подъём» и удерживать его в этом положении до тех пор, пока первая стрела не поднимется с транспортной опоры до максимальной высоты (см. рисунок 10б).

12) Затем плавно перевести рычаг управления механизмом подъема второй стрелы в положение «подъём» и удерживать его в этом положении до тех пор, пока вторая стрела не поднимется до горизонтального положения (см. рисунок 10в).

Кран манипулятор готов к работе.

Каждый раз перед началом работы необходимо провести проверку ограничителя грузоподъемности:

1) выдвинуть первую стрелу с максимальной скоростью вплоть до конечного упора. Ограничитель грузоподъемности должен перевести рычаги управления стрелами в нейтральные положения (запрещается проведение этой проверки при рабочем режиме);

2) нажать кнопку «СБРОС», опустить стреловое оборудование до разблокировки ограничителя грузового момента.

Если ограничитель грузоподъемности не срабатывает, то рабочий режим крана манипулятора следует немедленно прервать.

При нейтральном положении рукояток управления и поднятом стреловом оборудовании может происходить почти незаметное на глаз проседание штоков гидроцилиндров за счёт внутренних перетечек рабочей жидкости, износа

уплотнений, негерметичности соединений и др. Поэтому, во избежание аварии, во время перерыва в работе и при любой отлучке оператора необходимо отцепить груз, а стреловое оборудование опустить на опору, например, на грузовую площадку автомобиля, или перевести в транспортное положение.

При использовании крана манипулятора необходимо провести его заземление. Заземление следует производить в следующем порядке:

- 1) установить кран манипулятор на стояночный тормоз;
- 2) достать заземляющее устройство с тремя штырями, вбить штыри в землю на глубину 500 мм по замкнутому контуру на расстоянии друг от друга, соответствующем длине проводов заземления;
- 3) соединить замкнутый контур проводом со шпилькой заземления, расположенной снаружи кузова-фургона;

Не следует располагать (использовать) заземлители в местах, где земля просушивается под действием тепла трубопроводов и т. п.

Сопrotивление заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом. Контроль осуществляется с помощью омметра соответствующего диапазона.

Подключение внешнего источника тока следует производить в следующем порядке:

- 1) заземлить кран манипулятор;
- 2) достать барабан с кабелем;
- 3) отмотать от барабана кабель на необходимую длину;
- 4) вилку кабеля барабана вставить в розетку, расположенную либо снаружи электроагрегата бензинового (при подключении к нему), либо на щите промышленной ЛЭП (при подключении к ней);
- 5) вилку на другом конце кабеля вставить в розетку внешнего подвода электроэнергии, расположенную слева по ходу движения автомобиля между ресиверами и задними колёсами шасси;
- 6) перевести ручку пакетного переключателя, на электрошкафу в положение «Внешний источник»;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		96

7) включить УЗО, контроль включения электропитания осуществлять по сигнальным лампам на электрошкафу.

8) подключить необходимые приёмники электроэнергии к соответствующим розеткам. Приёмники электроэнергии должны быть в отключенном состоянии;

9) включить автоматические выключатели, соответствующие включаемым приёмникам электроэнергии.

При использовании в качестве источника тока генератора, расположенного на автомобиле, перевести ручку пакетного переключателя на электрошкафу в положение «Генератор». Привод генератора включать следующим образом:

1) выжать педаль сцепления до отказа и установить рычаг управления коробкой передач в положение, соответствующее V передаче;

2) делитель установить в положение «В»;

3) установить рычаг управления раздаточной коробкой в нейтральное положение;

4) установить по тахометру частоту вращения двигателя 1500 об/мин;

5) перевести клавишу управления КОМ генератора на панели приборов в положение «ВКЛ» и плавно отпустить сцепление;

6) проверить показания приборов (амперметра, вольтметра, частотомера) и при необходимости довести значения до номинальных изменением числа оборотов двигателя ТС.

Перевести автоматические выключатели в электрошкафу в положение «Вкл.», после чего включать необходимое оборудование.

Отключение оборудования проводить в обратной последовательности.

5.6 Действия в аварийной ситуации

Если при работе крана манипулятора появятся:

1) непривычные звуки;

2) непривычно быстрые или медленные движения;

3) функциональные ошибки управления;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		97

4) обнаружены повреждения в несущих конструкциях, в подшипниковых опорах, в гидросистеме или устройствах безопасности, необходимо немедленно прервать режим работы крана манипулятора.

При выявлении неправильности работы механизмов кузова-фургона, появлении посторонних шумов, стуков или вибрации, а также при нарушении регулировок, необходимо немедленно, не дожидаясь срока очередного технического обслуживания, принять меры к их устранению.

Рабочий режим может быть продолжен только после выяснения и устранения неисправности.

При срабатывании ограничителя грузового момента, уменьшить вылет стрелы, втянув до упора секцию телескопирования. При достижении значения грузового момента ниже критического, произойдет разблокирование ограничителя грузового момента, и кран манипулятор будет готов к дальнейшей работе. Если этого не произошло, нажать кнопку «СБРОС», опустить вторую стрелу до положения, при котором грузовой момент окажется ниже критического и продолжить работу.

При аварийном разливе масла ограничить место разлива песком, землёй, опилками, а затем пропитанную маслом массу погрузить в металлическую закрывающуюся ёмкость и сдать в утилизацию.

В случае возникновения аварийной ситуации (отказ в работе насоса или двигателя с находящимся на крюке грузом) необходимо принять следующие меры к опусканию груза на землю для исключения перегрузки крана манипулятора:

1) подключите к гидросистеме крана манипулятора гидронасос машины технической помощи или аварийный ручной гидронасос (поставляется по особому заказу). Рукав линии нагнетания аварийного ручного гидронасоса подсоединяется к гидрораспределителю крана манипулятора вместо РВД основного насоса. Рукав линии всасывания аварийного ручного гидронасоса опускается в гидробак через горловину заливного фильтра;

2) с помощью стропальщика или другого лица приведите в действие аварийный ручной гидронасос;

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
						98
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

3) поверните колонну крана манипулятора в сторону возможного опускания груза;

4) втяните подвижную секцию стрелы крана манипулятора и опустите груз на землю, управляя гидрораспределителем с особой осторожностью;

5) переведите кран манипулятор в транспортное положение.

Если при отказе привода насоса или двигателя конец стрелы находился на уровне или ниже верхней точки колонны, груз можно опустить, не втягивая подвижную секцию стрелы.

В любом случае при аварийном опускании груза должны быть приняты соответствующие меры безопасности и исключена перегрузка крана манипулятора за счет увеличения вылета стрелы с грузом.

5.7 Перевод крана манипулятора в транспортное положение

После окончания работы кран манипулятор необходимо привести в транспортное положение. Для этого надо провести все операции в последовательности, обратной от перевода крана манипулятора из транспортного положения в рабочее.

Кран манипулятор готов к транспортировке.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		99

Выводы к разделу пять

Эксплуатация автомобилей с краноманипуляторными установками как правило сопряжена с большими рисками. Малейшая ошибка оператора крана манипулятора при подготовке манипулятора к работе либо в процессе работы может привести к возникновению аварий, причинению ущерба здоровью и имуществу граждан. В связи с этим, необходимо строго соблюдать последовательность операций и ряд нормативных правил, описанных в данном разделе.

При неукоснительном соблюдении перечисленных выше требований эксплуатация передвижной авторемонтной мастерской с краном манипулятором «ИТ-80» является безопасной для жизнедеятельности человека.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
						100
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

При разработке и проектировании новых моделей автомобилей в современных условиях большое внимание уделяется вопросу использования их в составе подразделения гражданской обороны.

В случае военных действий возможен выход из строя электростанций, линий электропередач, железнодорожных магистралей, что скажется на пропускной способности автомагистралей. Велика вероятность разрушения различных строений: жилых и административных зданий, производственных цехов, подстанций, плотин, мостов, путепроводов. В такой ситуации возникает крайняя необходимость в немедленном восстановлении данных сооружений. От эффективности и быстроты аварийно-восстановительных работ может зависеть функционирование военно-технических предприятий, энергоснабжения, водоснабжения, коммуникаций. Поэтому проектируемый автомобиль может оказаться одним из наиболее востребованных видов транспорта, который будет способен эффективно и быстро, осуществить все возможные операции по ликвидации последствий разрушений.

Спроектированная модификация ТС по техническим характеристикам даёт возможность использовать автомобиль в условиях военных действий и чрезвычайных ситуаций.

Цельнометаллическая кабина расположена довольно высоко от поверхности земли, предохраняет водителя и пассажиров от воздействия радиационного облучения и проникновения радиационной пыли в кабину автомобиля. Автомобиль снабжён двигателем достаточной мощности что, в сочетании со специальным навесным оборудованием, позволяет использовать его при проведении различных спасательных работ: расчистке завалов, вскрытии заваленных сооружений, буксировании повреждённой техники.

Наличие на автомобиле манипуляторной установки грузоподъемностью 3 тонны позволяет совершать широкий спектр работ по ремонту и восстановлению практически любого вида техники. Кран - манипулятор позволяет осу-

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		101

щественность погрузки и транспортировку на любые расстояния малогабаритной техники или вооружения.

При использовании автомобиля в системе гражданской обороны он должен доукомплектовываться аптечкой для оказания первой медицинской помощи, а также герметичным бачком для хранения запаса питьевой воды. На автомобильных фарах должны устанавливаться щитки затемнения. Каждый автомобиль должен укомплектовываться необходимым инструментом. Рекомендуется, при возможности, использовать автомобили со стандартными или взаимозаменяемыми деталями, узлами и агрегатами в относительной близости.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		102

Выводы к разделу шесть

Разработанная модификация колесного шасси бхб с установленной краноманипуляторной установкой грузоподъемностью 3 тонны может быть задействована в составе подразделений гражданской обороны в случае военных действий либо при возникновении чрезвычайной ситуации.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		103

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных работ данного дипломного проекта разработана модификация передвижной авторемонтной мастерской с улучшенными технико-экономическими показателями.

Применяемая краноманипуляторная установка «ИТ-80» «тросового» типа имеет по сравнению с базовой моделью более высокие эксплуатационно-технические характеристики:

- грузоподъемность больше в 1,5 раза;
- максимальная глубина опускания груза больше в 4 раза;
- ниже затраты на эксплуатацию и ремонт;
- благодаря конструкции «тросового» типа позволяет выполнять работы с грузом не доступные гидравлическим краноманипуляторам.

Автомобиль в сборе с краноманипуляторной установкой обладает:

- оптимальными весовыми показателями, не превышающими допустимые значения, установленные производителем шасси;
- оптимальными тягово-динамическими показателями, соответствующими общим техническим требованиям, установленным ГОСТ Р 52280;
- запасом статической устойчивости, не превышающим допустимых значений в соответствии с ГОСТ Р 52302;
- запасом устойчивости против опрокидывания краноманипулятора при работе ($\eta = 1,43$).

Дипломный проект имеет положительный интегральный экономический эффект, а срок окупаемости автомобиля составляет приблизительно 2 года.

Спроектированная модификация автомобиля на базе шасси «Урал NEXT» с колесной формулой 6х6 с краноманипуляторной установкой грузоподъемностью 3 тонны дополняет существующий модельный ряд спецтехники для нефтегазового комплекса, а, так же, имеет все предпосылки быть востребованной на рынке.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		104

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Великанова, К.М. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Учеб. Пособие для машиностр. Вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: «Машиностроение», 1986. – 285 с., ил.

2. Малов, А.Н. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / А.Н. Малов, Р.К. Мещеряков, А.Г. Косилова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1972. – 568 с.

3. Парубочая, Т.И. СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурлова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

4. Раздел «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах: Методические указания / сост. Е.С. Шапранова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 76 с.

5. Рахштадт, А.Г. Справочник металлиста: в 5 т. Том 2 / А.Г. Рахштадт, В.А.

Бростремман – М.: Машиностроение 1976. – 720 с., ил.

6. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. В.И. Анурьева. –

М.: Машиностроение, 2003. – Т.2. – 920 с.: ил.

7. Токарев, А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля / А.А. Токарев. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с., ил.

8. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию по специальности 150100 «Автомобиле- и тракторостроение» / сост. А.А. Романченко, С.А. Уфимцев, В.Е. Андреев. – Челябинск.: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 81 с.

9. Чернышев, В.А. Тягово-динамический и топливно-экономический расчет автомобиля: Методические рекомендации по выполнению курсовой работы / В.А. Чернышев – М.: МГАУ, 2002. – 39 с.

					23.05.01.2020.741.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		105

10. Черпаков, Б.И. Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. Образования / Б.И. Черпаков, Альперович Т.А. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.
11. ГОСТ 4041-71. Прокат листовой для холодной штамповки из конструкционной качественной стали. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 8 с.
12. ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 19 с.
13. ГОСТ Р 52280–2004. Автомобили грузовые. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 15 с.
14. ГОСТ Р 52302-2004. Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 28 с.
15. ПБ 10-257-98. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов.
16. РД 22-145-85. Краны стреловые самоходные. Нормы расчета устойчивости против опрокидывания: Москва, 1986.
17. РД 37.001.005-86. Методика испытаний и оценки устойчивости управления автотранспортными средствами.
18. ТУ 37.104.289-2005. Шасси КАМАЗ-43118-10 и его модификации. Технические условия.
19. ISO 4310:2009. Подъемные краны. Методика и процедуры проведения испытания: ISO TC 96/SC 4 Методы испытаний, 2009. – 16 с.
20. <http://ru.wikipedia.org>
21. <http://www.gidropress.ru>
22. <http://www.inman.ru/>
23. <http://www.rustan.ru>
24. http://www.os1.ru/article/pto/2014_01_A_2014_01_15-12_29_38/
25. <http://www.tckkmu.ru/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамических характеристик к разделу 2.2

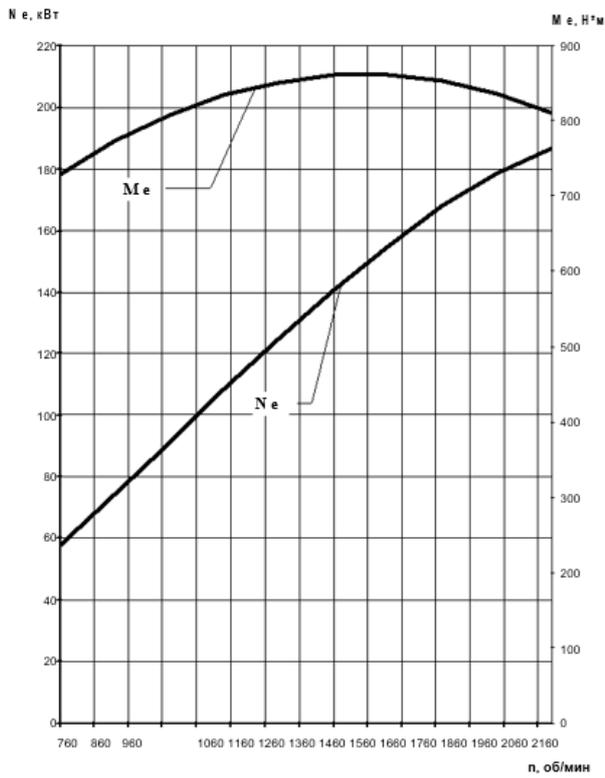


Рисунок А.1 – Внешне-скоростные характеристики

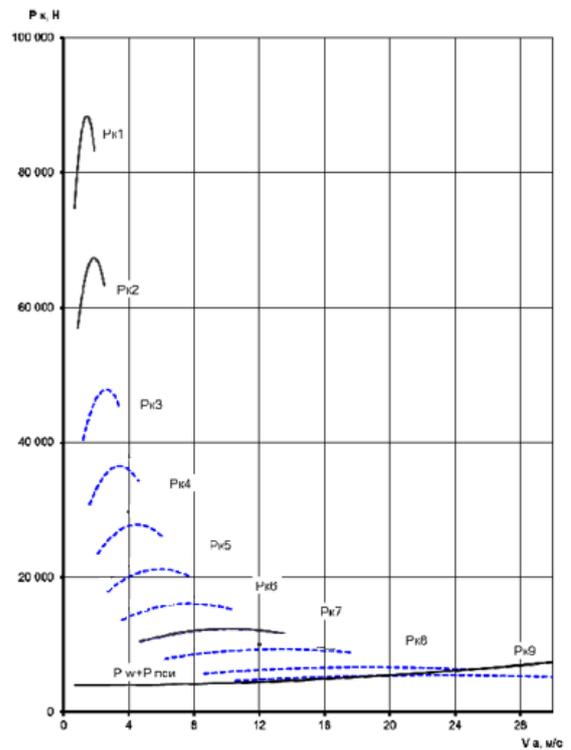


Рисунок А.2 – Тягово-скоростные характеристики автомобиля

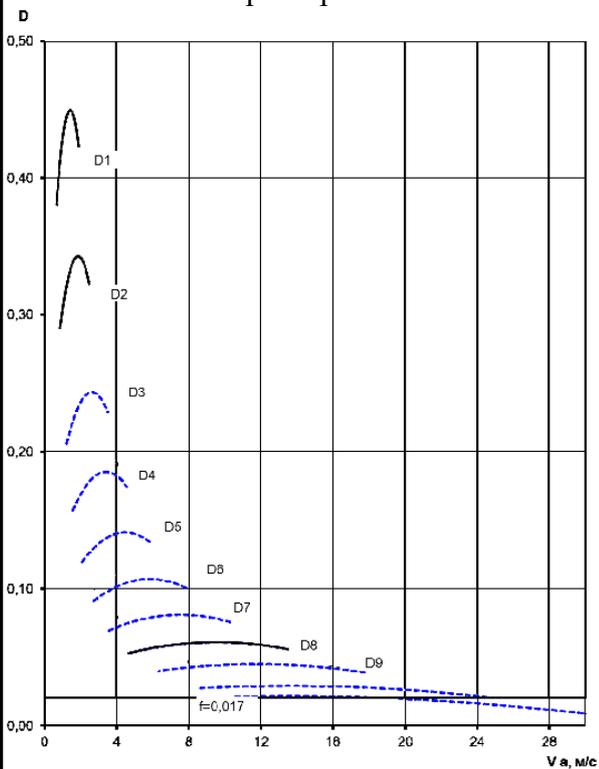


Рисунок А.3 – Динамические характеристики автомобиля

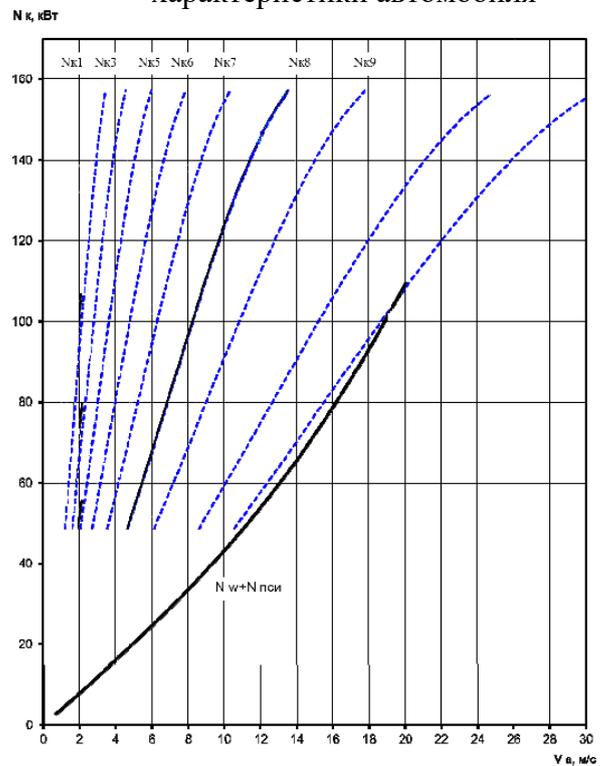


Рисунок А.4 – Мощностные характеристики автомобиля

Изм	Лист	N Докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

23.05.01.2020.741.ПЗ

Лист
107

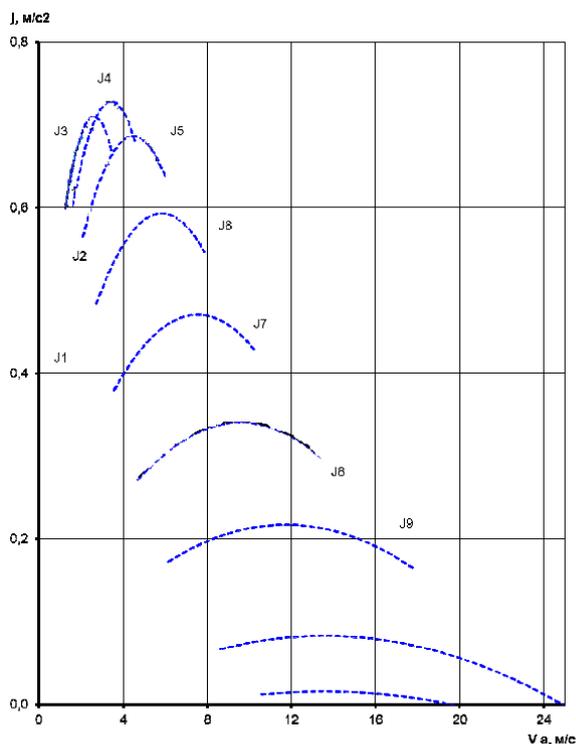


Рисунок А.5 – Характеристики ускорений автомобиля

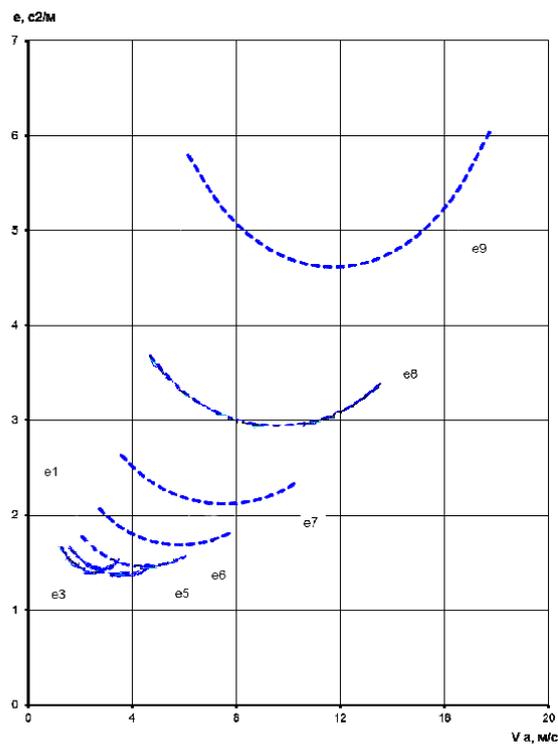


Рисунок А.6 – Характеристики обратных ускорений автомобиля

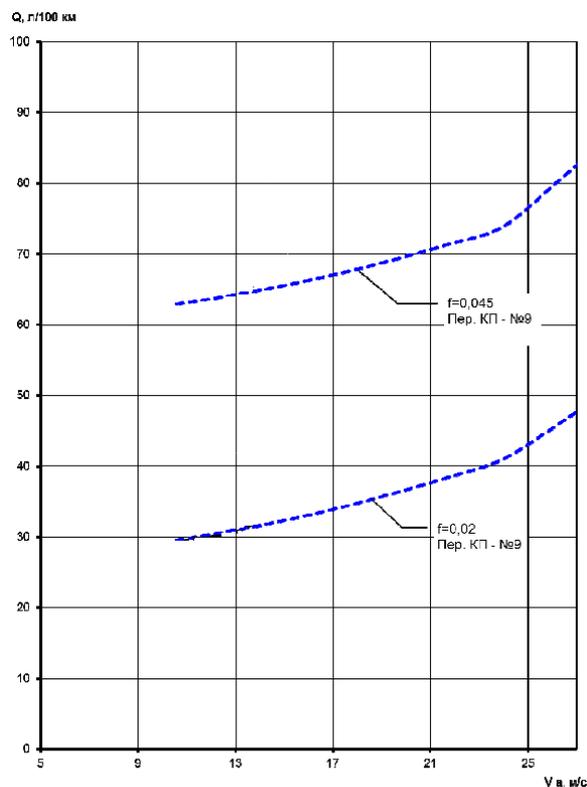


Рисунок А.7 – Характеристики топливной экономичности

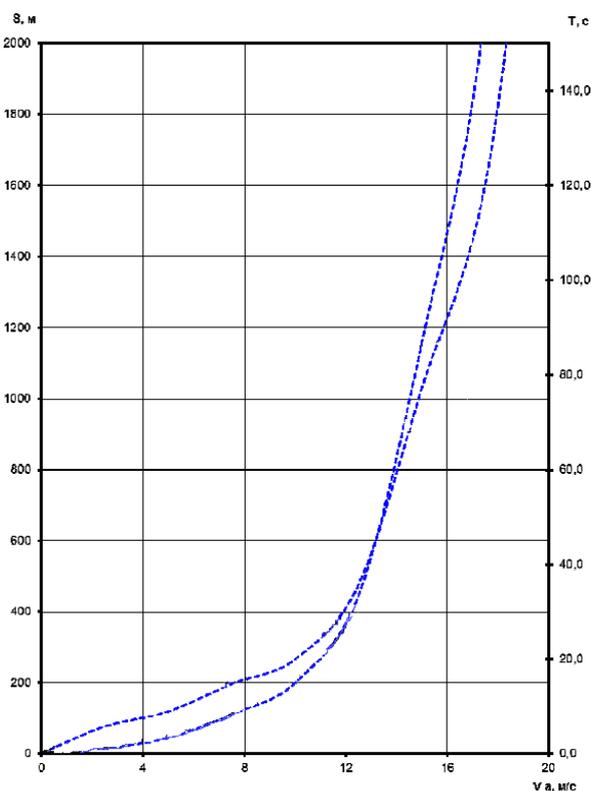


Рисунок А.8 – Путь и время разгона автомобиля

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

23.05.01.2020.741.ПЗ

Лист
6-11