

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка автомобильного манипулятора»

Студент

И.А. Скотников

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2021

Аннотация

В бакалаврской работе представлен анализ крана-манипуляторов, их технические характеристики и представлена разработка автомобильного манипулятора.

Работа состоит из введения, шести разделов, заключения и списка используемо литературы. Графическая часть работы составляет поясняющие к работе чертежи, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД

В первом разделе проведен анализ состояния вопроса при техническом обслуживании КМУ и рассмотрены варианты существующих кранов-манипуляторов.

Во втором разделе приведены технологические расчеты для проектирования пункта технического обслуживания, анализ количества транспорта и его годовая наработка, периодичность проведения ТО тракторов и количество ТО тракторов.

В третьем разделе разработан манипулятор для тракторов и автомобилей, приведены конструкторские расчеты.

В четвертом разделе представлена инструкция по работе с манипулятором.

В пятом разделе проидентифицированы профессиональные риски и представлены методы и средства их снижения.

В шестом разделе произведен расчет технико-экономических показателей эффективности представленной конструкции.

Объем ВКР: 62 страницы, 10 рисунков, 17 таблиц, 25 источников используемой литературы, 2 Приложения.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Анализ состояния вопроса	8
1.1 Анализ разновидностей манипуляторов и КМУ	9
1.2 Анализ существующих конструкций.....	11
2 Технологическая часть	25
2.1 Выбор исходных данных.....	25
2.2 Определение количества технических обслуживаний тракторов и автомобилей.....	25
2.3 Определение количества технических обслуживаний автомобилей.....	27
2.4 Определение трудоемкости технических обслуживаний тракторов и автомобилей.....	28
2.5 Определение численности рабочих пункта технического обслуживания тракторов и автомобилей	31
2.6 Расчет производственных площадей пункта технического обслуживания транспортных средств и подбор оборудования.....	31
3 Конструкторская разработка.....	34
3.1 Назначение конструкции.....	34
3.2 Конструктивные расчёты	36
3.2.1 Расчёт оси на срез	36
3.2.2 Расчёт гидроцилиндра второго звена.....	38
3.2.3 Проверочный расчёт гидропривода	40
4 Технологическая инструкция по работе с манипулятором	42

5	Безопасность и экологичность проекта	47
5.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	47
5.2	Идентификация профессиональных рисков.....	49
5.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	50
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	51
6	Экономическое обоснование конструкции	52
	Заключение	56
	Список используемой литературы	57
	Приложение А_Сборочный чертеж автомобильного манипулятора	63
	Приложение Б_Спецификация	64

Введение

С июля 2021 года вступил в силу ГОСТ 33670 «Автомобильные транспортные средства единичные. Методы экспертизы и испытаний для проведения оценки соответствия». Это означает, что установить КМУ на грузовой автомобиль без прохождения экспертизы в специальной лаборатории будет невозможно. Данный факт приведет к увеличению общей стоимости монтажа манипулятора на шасси, поскольку для пуска его в эксплуатацию необходимо будет оформлять ряд документов, согласно нормативным актам. Статистика показывает, что в нашей стране производителей КМУ на порядок меньше в сравнении с зарубежными странами, и, кроме того, иностранный продукт обладает большими преимуществами перед отечественными разработками. В связи с этим, тема бакалаврской работы «Разработка автомобильного манипулятора» является актуальной.

Цель работы – организация технического обслуживания автомобилей с разработкой манипулятора.

В работе поставлены задачи:

1. Предоставить анализ существующих конструкций кранов-манипуляторов.
2. Произвести работы в технологической части и определить количество ТО автомобилей и тракторов, являющихся платформой для установки КМУ.
3. Произвести конструкторские расчеты и разработать конструкцию манипулятора в соответствии с заданными техническими характеристиками.
4. Разработать инструкцию по работе с манипулятором.
5. Разработать раздел по охране труда и экологической безопасности.
6. Произвести расчет технико-экономических показателей эффективности представленной конструкции.

Термины и определения

Манипулятор — механизм для управления пространственным положением орудий, объектов труда и конструктивных узлов и элементов.

Техническое обслуживание – это комплекс работ для поддержания работоспособности оборудования между ремонтами.

Перечень сокращений и обозначений

ТО – техническое обслуживание.

ЕТО – ежемесячное техническое обслуживание.

СТО – сезонное техническое обслуживание.

КМУ – крана-манипуляторные установки.

КОМ – коробка отбора мощности.

ОПО – опасный производственный объект.

ГПМ – грузоподъёмный механизм.

1 Анализ состояния вопроса

С 1.02.2021 г. вступило в силу «Постановление правительства «Об утверждении правил внесения изменений в конструкцию находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств» [13], согласно которому переоборудование автомобиля запрещается, если

- «агрегаты, регистрационные документы и номера машины находятся в розыске;
- при обнаружении признаков скрытия, подделки, изменения либо уничтожения идентификационной маркировки автомобиля;
- если в реестре отсутствует заключение предварительной технической экспертизы» [13].

С июля 2021 года вступил в силу «ГОСТ 33670 «Автомобильные транспортные средства единичные. Методы экспертизы и испытаний для проведения оценки соответствия» [8], «что фактически будет означать невозможность установки КМУ на грузовой автомобиль без прохождения экспертизы в специальной лаборатории. Очевидно, что это приведет к увеличению общей стоимости монтажа манипулятора на шасси, если учитывать процесс оформления документов» [8]

ФСЭМ-2001. «ФСЭМ 81-01-2001. регламентирует сметные расценки на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств» [1].

«РД 22-329-03 определяет типовую инструкцию для лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами-манипуляторами» [22].

«РД 22-328-03 определяет типовую инструкцию для инженерно-технических работников, ответственных за содержание кранов-манипуляторов в исправном состоянии» [21].

«РД 22-326-97 определяющий нормативный документ капитального ремонта кранов стреловые самоходные и краны-манипуляторов» [18].

Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461 «утверждает федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения, в том числе, КМУ» [16].

«Приказ Ростехнадзора № 461, разъясняет требования по необходимости постановки на учет в Ростехнадзор, применительно к кранам-манипуляторам» [16], информация представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к постановке на учет кранов-манипуляторов

Требуется ставить на учет	Не требуется ставить на учет
Тип подъёмного сооружения и его характеристики	
Краны-манипуляторы	Краны-манипуляторы, установленные на фундаменте и краны-манипуляторы грузоподъемностью до 1 т. и с грузовым моментом до 4 , включительно

Методические рекомендации по экспертному обследованию кранов-манипуляторов грузоподъемных определены в РД 10-112-2-09 [11].

Приказ Госгортехнадзора РФ от 19.02.2003 № 27 утверждает рекомендации по проведению испытаний грузоподъемных машин [12].

1.1 Анализ разновидностей манипуляторов и КМУ

По нормативам Ростехнадзора «манипулятором считается установка грузоподъемностью до 3 тонн. Всё, что свыше указанного тоннажа - крановая установка, требующая дополнительных документов» [16].

«Кран-манипулятор позволяет загружать-выгружать груз, находящийся в кузове или на платформе автомобиля, монтировать различные конструкции, выполнять работу автокрана или погрузчика и, таким образом, снижать временные и финансовые затраты заказчика» [16].

«Манипулятор может эффективно работать на коттеджном строительстве, совмещая погрузку, перевозку и разгрузку кирпича, железобетонных плит и других стройматериалов. При этом отпадает не только необходимость заказывать дорогостоящие услуги обычных автокранов и автовозов, но и необходимость оплачивать технику на полный рабочий день. Краны-манипуляторы востребованы строительными и дорожно-строительными организациями, ЖКХ, складскими службами торговых и промышленных предприятий, автобазами, лесхозами, связистами, спасателями» [16].

В КМУ европейских производителей в конструкции имеется большое количество гидроцилиндров, что увеличивает вероятность поломки, и, в итоге скажется на потере рабочего времени и дорогостоящем ремонте.

Основной проблемой эксплуатации корейских КМУ - отсутствие на рынке запасных частей, поскольку их нужно заказывать, что увеличивает время простоя техники.

Основное достоинство КМУ заключается в их компактной конструкции и возможностью использования в стесненном пространстве. При компактных размерах КМУ имеют в своей конструкции такой же вылет стрелы, как и у традиционных кранов, однако в сложенном состоянии занимают гораздо меньше места. В последнее время популярность КМУ в сравнении с обычными грузоподъемными кранами значительно выросла. Их рабочая высота, вылет и грузоподъемность значительно возросли.

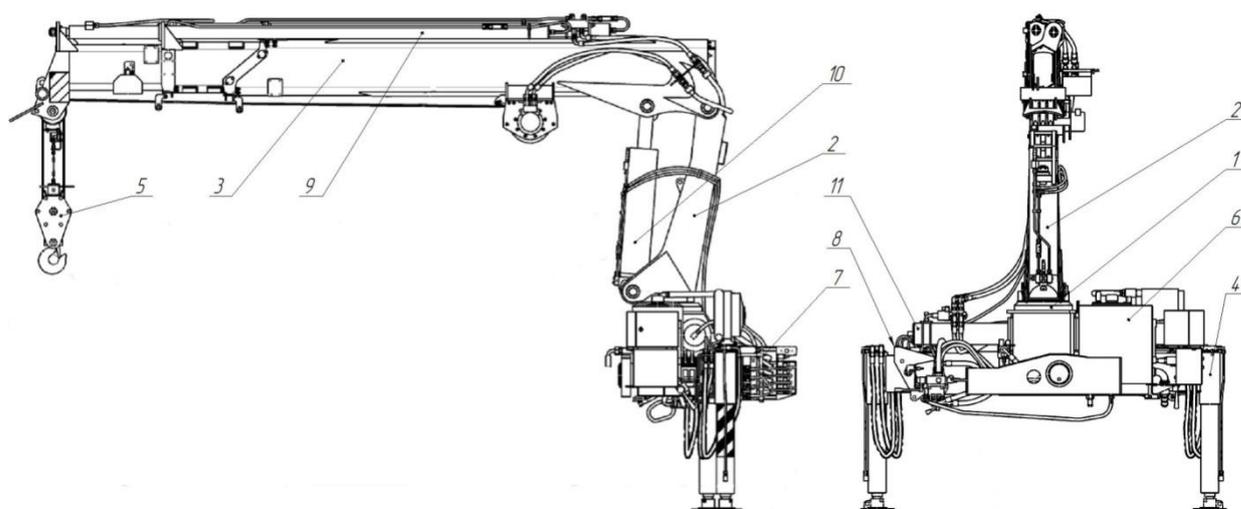
К достоинствам КМУ также можно отнести сравнительно небольшой вес и их универсальность с возможностью использования различного сменного навесного оборудования.

Как видно, в нашей стране производителей КМУ на порядок меньше в сравнении с зарубежными странами, и, кроме того, иностранный продукт обладает большими преимуществами перед отечественными разработками.

1.2 Анализ существующих конструкций

Рассмотрим конструкции существующих крана-манипуляторных установок.

Рассмотрим многофункциональный кран-манипулятор МКМ-200Т (рисунок 1).



1 – рама; 2 – колонна; 3 – стрела телескопическая; 4 – выносные опоры (включают в себя гидроцилиндры выдвижения опор, и гидравлические выдвижные домкраты); 5 – крановое оборудование (включает в себя лебёдку, канат, систему полиспастов и направляющих блоков, крюк); 6 – система гидравлическая; 7 – система электрическая; 8 – система управления; 9 – механизм телескопирования; 10 – механизм подъёма стрелы; 11 – механизм поворота.

Рисунок 1 – Конструкция многофункционального крана-манипулятора МКМ-200Т

«Кран-манипулятор МКМ-200Т предназначен для выполнения погрузо-разгрузочных, ремонтно-восстановительных и строительно-монтажных работ, а также выполнения работ с применением дополнительного навесного оборудования. МКМ-200Т является манипуляторной установкой с гидравлическим приводом исполнительных органов, привод насоса,

питающего рабочей жидкостью механизмы установки, осуществляется от двигателя базового автомобиля через коробку отбора мощности (КОМ)» [9].

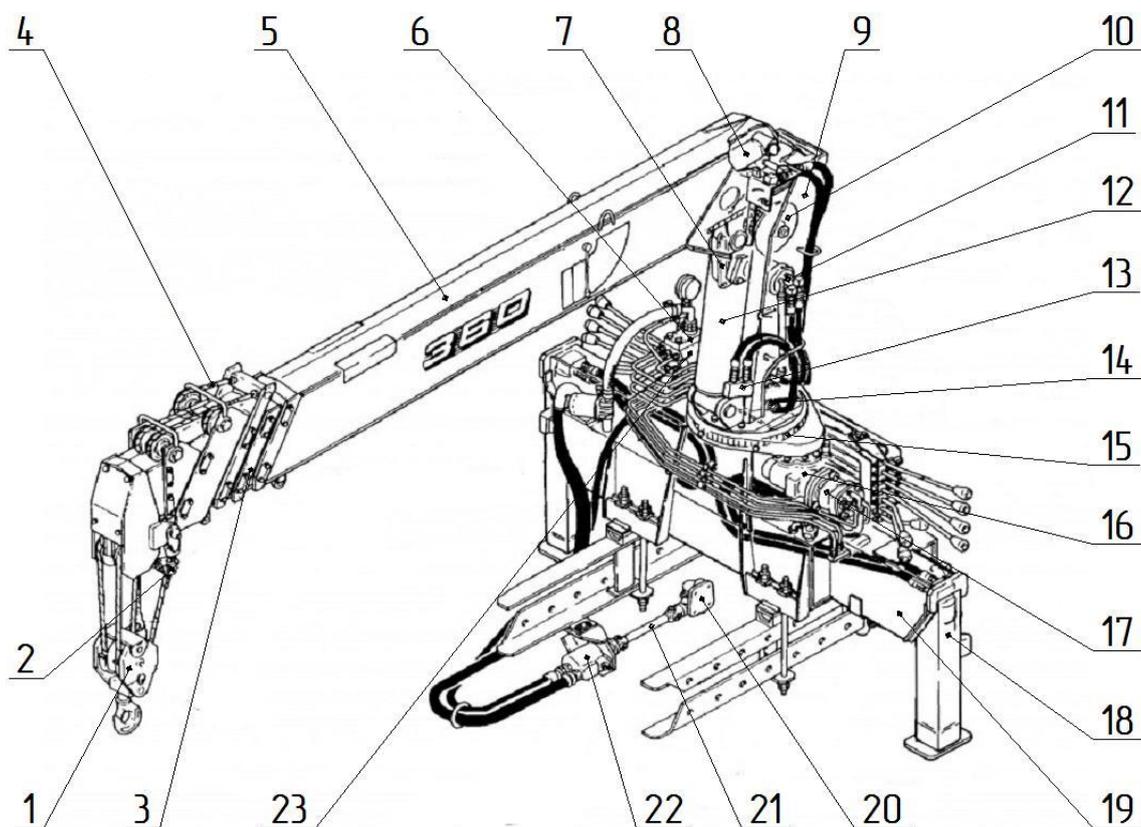
«Управление осуществляется с рабочего места оператора. КМУ оснащена телескопическим подъемником с высотой подъема люльки 13 метров и грузоподъемностью 240 кг» [9].

«Рама 1 манипуляторной установки и подрамник крепятся к раме базового автомобиля с помощью стремянок. Выносные опоры 4 обеспечивают необходимую устойчивость от опрокидывания, разгружают раму базового автомобиля от несвойственной ей нагрузки при выполнении грузоподъемных операций. Привод выдвижения выносных опор - гидравлический, с механической фиксацией. В рабочем и транспортном положениях выносные опоры 4 стопорятся при помощи подпружиненных фиксаторов. На раме 1 манипуляторной установки расположены аппараты гидравлической 6, электрической систем 7 и системы управления 8. Поворотная колонна 2 является несущей металлоконструкцией для телескопической стрелы 3 с механизмом её подъема 10. Телескопическая стрела 3 состоит из трех секций - одной неподвижной и двух выдвижных. Выдвижение второй и третьей секции стрелы осуществляется гидроцилиндрами механизма телескопирования 9» [9].

«В транспортном положении телескопическая стрела сложена и установлена на опорной стойке. На стреле закреплено крановое оборудование 5. Механизм выравнивания люльки состоит из двух гидроцилиндров. Один из цилиндров шарнирно связывает люльку со стрелой, а другой стрелу с колонной. При этом гидроцилиндры образуют замкнутый гидравлический контур, что позволяет сохранять горизонтальное положение пола люльки независимо от угла наклона стрелы» [9].

На рисунке 2 представлен еще один образец КМУ - UNIC 340-360, его конструкция похожа на представленный ранее образец. «Он имеет две выдвижные части и большую грузоподъемность. К недостаткам конструкции

можно отнести – сложность в обслуживании, эксплуатации и ремонте в связи с достаточно сложной конструкцией» [9].



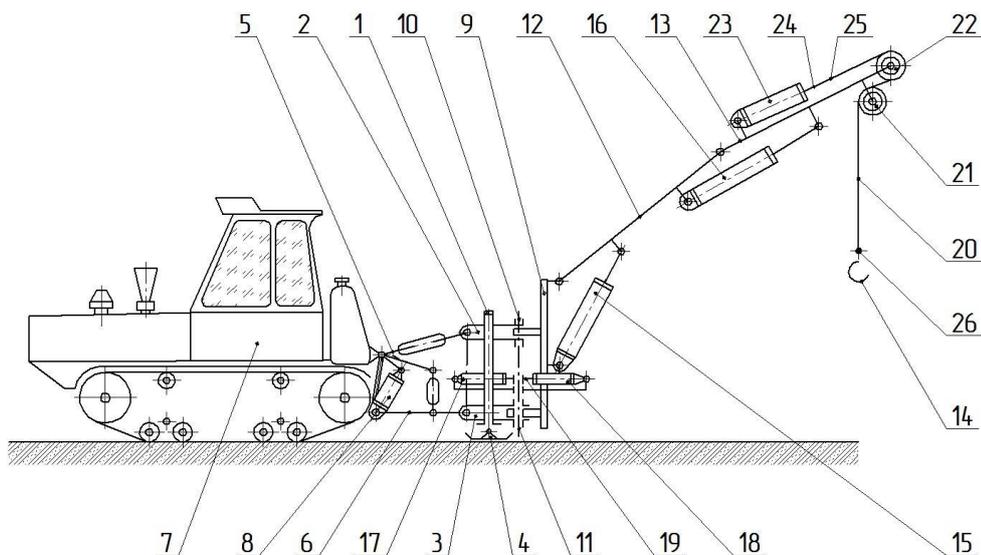
1 – гаk; 2 – серьга крепления гака; 3 – вторая секция; 4 – троса выдвижения; 5 – первая секция; 6 – распределитель; 7 – редуктор лебедки; 8 – телескопический цилиндр; 9 – колонна (башня); 10 – барабан с тросом; 11 – гидромотор лебедки; 12 – цилиндр подъема; 13 – гидрозамок; 14 – гидрошарнир; 15 – подшипник-шестерня; 16 – редуктор поворота; 17 – мотор поворота; 18 – цилиндр опоры; 19 – станина; 20 – коробка отбора мощности; 21 – карданный вал; 22 – насос; 23 – контрольный клапан.

Рисунок 2 – Внешний вид и основные агрегаты КМУ UNIC 340-360

Рассмотрим следующий манипулятор, автором которого является ФГБУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия» [7]. Схема манипулятора представлена на рисунке 3.

«Изобретение относится к грузоподъемной технике, преимущественно к сельскохозяйственному машиностроению. Манипулятор содержит плоское основание 1 с кронштейнами навески 2 и 3 и выдвижными опорами 4,

закрепленную с возможностью поворота вокруг оси основания 10, 11 опорно-поворотную колонку 9 со смонтированными шарнирно на ней стрелой 12, рукоятью 13 и грузозахватным крюком 14, попарно установленные силовые гидроцилиндры управления стрелой 15 и рукоятью 16, дополнительные гидроцилиндры 17 и 18 механизма поворота опорно-поворотной колонки 9» [7].



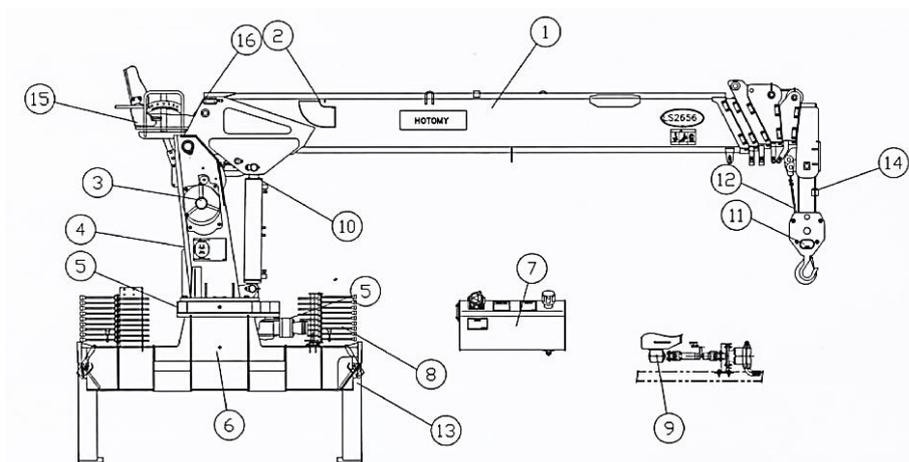
1 – плоское основание; 2, 3 – кронштейны навески; 4 – выдвижная опора; 5, 6 – тяги; 7 – трактор; 8 - гидроцилиндр; 9 – опорно-поворотная колонка; 10, 11 - ось основания; 12 – стрела; 13 – рукоять; 14 – грузозахватный крюк; 15, 16 – силовый гидроцилиндр; 17, 18 – дополнительный гидроцилиндр; 19 – механизм поворота; 20 – канат; 21, 22 – блок; 23 – силовый гидроцилиндр; 24 – шток; 25, 26 – фиксатор.

Рисунок 3 – Схема устройства манипулятора. Патент РФ 2305636

«Грузозахватный крюк 14 с концом рукояти 13 связан перемещающимся канатом 20, размещенным на конце рукояти 13 посредством пары блоков 21, 22. Верхний конец каната с образованием петли закреплен фиксатором 25, 26 на конце штока 24 силового гидроцилиндра 23, а его основание размещено на другом конце рукояти 13. Петля на верхнем конце каната 20 с охватом размещена на силовом гидроцилиндре 23 и ограничивает предельное выдвижение штока 24 из полости силового

гидроцилиндра. Нижний конец каната 20 с образованием петли закреплен фиксатором 25 на его ветви, петля с охватом смонтирована на блоке 21, установленном с возможностью качания на оси в Н-образном кронштейне над траверсой грузозахватного крюка 14» [7].

КМУ LS-1030 представлен на рисунке 4.



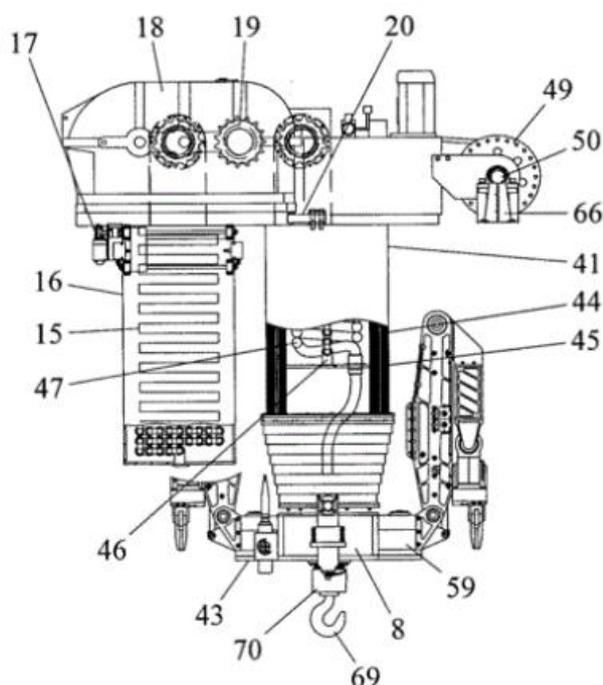
1 – стрела; 2 – индикатор угла; 3 – лебедка; 4 – поворотная опора; 5 – поворотная система; 6 – рама; 7 – масляный бак; 8 – рычаг управления; 9 – узел отбора мощности; 10 – цилиндр подъема стрелы; 11 – крюк; 12 – канат; 13 – выдвижная опора (аутригер); 14 – блокировочная система; 15 – верхнее сидение.

Рисунок 4 – Внешний вид и устройство КМУ LS-1030

Кран - манипулятор электрогидравлический подвесной, авторов коллектива ООО «Инженерное Бюро Воронежского Акционерного Самолетостроительного Общества» [4].

Кран - манипулятор электрогидравлический подвесной содержит мост с подвешенной на нем грузовой тележкой, несущей раздвижную телескопическую штангу, на рабочем конце которой смонтирована поворотная платформа с установленными на ней двумя гидравлическими манипуляторами, управляемыми по интерфейсу и грузозахватными приспособлениями, на этой же платформе установлены и четыре неподвижные и подвижные видеокамеры для контроля за работой

гидроманипуляторов и наведения крана. Приводы движения крана и тележки выполнены дублированными, а нагрузка на кабелях, поворотной платформе и гидравлических манипуляторах контролируется датчиками силы. Все электродвигатели приводов выбраны асинхронными с короткозамкнутым ротором, которые обеспечивают при частотном управлении требуемые значения основной и доводочной скорости движения крана и тележки, при переходе со скорости на скорость и торможении. КМУ представлен на рисунке 5.



8 – поворотная платформа; 15 – цепь; 16 - контейнер; 17 – горловина; 18 – цепоукладчик; 19 – привод мотор-редуктора; 20 – тензометрические датчики; 41 – силовой фланец; 43 – специальный поддон; 44 – цилиндр подъема стрелы; 45 – центральная секция; 46 – крепления; 47 –кабели; 48 -гидравлические рукава; 49 – кабельный барабан; 50 – коллектор кольцевой; 59 – поворотное плечо; 69 – поворотный крюк; 70 – монтируемый узел.

Рисунок 5 – Кран - манипулятор электрогидравлический подвесной

Кран-манипулятор (кран) содержит с двумя дублированными приводами 1 мост 2, на котором размещена с возможностью перемещения по рельсам 3 грузовая с двумя дублированными приводами 4 тележка 5, несущая телескопическую грузоподъемную штангу 6 (подъемник), на последней секции 7 которой смонтирована поворотная платформа 8 с установленными на ней гидравлическими семифункциональными манипуляторами 9 и посадочным местом 10 для присоединения грузозахватных приспособлений 11 с приводом 12 и управлением от поворотной платформы 8, блоками подвижных и неподвижных радиационно устойчивых видеокамер 13 и 14, соответственно контролирующей работу, выполняемую гидроманипуляторами 9, и наведения крана на необходимый технологический объект.

Телескопическая штанга 6 сдвигается и раздвигается с помощью цепи 15, при этом телескопическая штанга 6 имеет контейнер 16, на горловине 17 которого установлен цепоукладчик 18 с приводом от дублированных мотор-редукторов 19, размещенных на тензометрических датчиках 20 силы, обеспечивающих выдачу сигнала на устройство 21 контроля сил, возникающих в цепи при выполнении грузоподъемных и технологических операций. Для учета и компенсации веса выбранной цепи и кабеля мотор-редуктор 19 оснащен измерителем 22 угла поворота, выдающим код вертикальной координаты местонахождения поворотной платформы 8 (фиг. 15). Мост 2 крана предназначен для перемещения в помещении (каньон емкостей) с длиной хода 42,3 м и представляет собой сварную, сборную рамную конструкцию 23, состоящую из балок 24, 25 и 26. Мост 2 передвигается по крановому пути в виде двух балок двутаврового профиля, закрепленных к потолку помещения каньона емкостей. Передвижение моста 2 осуществляется при помощи четырех приводных кареток 27 и четырех холостых 28, а также восьми отбойных роликов 29. Для обеспечения плавности хода и отсутствия проскальзывания при трогании каждая приводная каретка 27 имеет четыре ведущих колеса 30. На нижней части

главных балок 24, 25 и 26 моста размещаются две балки 31 двутаврового профиля, образующие подкрановый путь 32 тележки 5. На мосту крана в крайних положениях устанавливаются упоры 33 для буферов тележки 5 и «флажки» концевых выключателей 34 крайних положений. Тележка 5 представляет собой раму 35, подвешенную на каретках 36 и 37 (одноименных мостовым) к двутавровым балкам 31. При этом четыре каретки 36 приводные, и четыре 37 - холостые. Кроме этого для центровки тележки 5 на подвесном пути установлено восемь отбойных роликов 29. Рама 35 тележки 5 по ходу движения оснащается роликовыми буферами 38 и сдвоенными выключателями 39 крайнего положения. На раме 35 тележки 5 размещается силовая площадка 40, в центре которой при помощи фланца 41 установлена телескопическая грузоподъемная штанга 6, с боков которой смонтированы две электрогидравлические насосные станции 42 типа НЭЭ-Ч-21. ЗИ63Ф1 с расходом 19 л/мин каждая при рабочем давлении 25 МПа. Под каждой насосной станцией 42 установлен специальный поддон 43 для сбора протечек гидравлической жидкости.

Известен КМУ, на котором размещена с возможностью продольного перемещения по направляющей балке грузовая с приводом тележка, несущая телескопическую раздвижную подъемно-поворотную колонну с установленной на ее свободном конце грузопассажирской колонной с ограждениями по ее периметру. Отличием этого мостового крана с тележкой, на которой установлена телескопическая колонна, является то, что с целью улучшения условий труда при ведении монтажно-покрасочных работ, его грузопассажирская платформа снабжена оборудованием, которое очищает воздух от вредных примесей непосредственно в зоне проведения таких работ. Каких-либо других средств, обеспечивающих, например, контроль за перегрузкой на крюке, за плавностью хода перемещения моста, повышающих безопасность работы крана, кроме улучшения условий труда работников, выполняющих малярные работы, в описании изобретения не рассматриваются.

Основным недостатком этого КМУ, исходя из его применения для выполнения лакокрасочных работ, является то, что он не приспособлен для работы на объектах использования атомной энергии в помещениях с повышенным уровнем радиации, так как не имеет дистанционного управления и рабочих органов, в силу чего не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кранам подобного назначения.

Рассматриваемый КМУ с телескопическим двусторонним гидроцилиндром с подвешенным к нему грузовым крюком используется для выполнения различных погрузочно-разгрузочных операций на складах, перевалочных пунктах, в цехах и других аналогичных местах, где разрешено присутствие обслуживающего персонала по санитарным условиям окружающей среды. Исходя из вышеперечисленных мест применения КМУ, его конструкция также не предусматривает использование применительно к объектам ядерной энергетики, в помещениях с повышенным уровнем радиации, исключаящих наличие в них обслуживающего персонала, поскольку не отвечает высоким требованиям автоматического управления работой в подобных помещениях.

Предлагаемый в качестве полезной модели кран-манипулятор электрогидравлический подвесной совпадает с аналогами функционально по применению и не совпадает конструктивно по элементам, их расположению и выполняемым действиям, и поэтому ни один из них не может быть выбран в качестве прототипа. Задача по обеспечению наиболее возможной полной безопасности работы крана в условиях жесткой радиации решается путем согласованного применения средств автоматизации и контроля за параметрами и характеристиками функционирования его отдельных узлов и механизмов.

Технический результат - повышение надежности и безопасности работы крана обеспечивается тем, что он содержит двухбалочный подвесной с приводом мост, на котором размещена с возможностью перемещения подвешенная на каретках к двутавровым балкам грузовая тележка с

приводом, несущая телескопическую раздвижную с помощью цепи грузоподъемную с секциями штангу. На последней секции штанги смонтирована поворотная платформа, на которой установлены два гидравлических манипулятора, управляемые по интерфейсу, с технологическим местом для присоединения грузозахватных приспособлений с приводом и управлением от поворотной платформы. На платформе также установлены блоки подвижных и неподвижных видеокамер, собственно контролирующей работу гидроманипуляторов и позволяющих ориентировать поворотную платформу на нужный угол при выполнении технологических операций. Причем с боков телескопической штанги на тележке установлены две электрогидравлические насосные станции с поддонами для сбора протечек гидравлической жидкости. Телескопическая же штанга для компактной укладки цепи снабжена контейнером, на горловине которого и на фланце внешней секции установлены механический укладчик цепи с приводом и датчик перемещения цепи - измеритель высоты подъема поворотной платформы. Привод телескопической штанги размещен на тензометрических датчиках устройства контроля усилий на кране. При этом на грузовой тележке для уборки и выпуска гидравлических рукавов, передающих давление от электрогидравлических станций к гидравлическим манипуляторам на поворотной платформе смонтированы два двухсекционных кабельных барабана, оснащенных гидравлическими вращающимися коллекторами и укладчиками гидравлических рукавов, и имеющих привод от шаговых электродвигателей. На грузовой тележке также установлен секционный кабельный барабан с кольцевым коллектором и приводом, оснащенный направляющими шкивами для укладки электрических кабелей на секции. Контроль натяжения электрических кабелей осуществляется с помощью тензометрических датчиков. Для целенаправленной работы крана-манипулятора, применяемого в каньоне емкостей ОИАЭ, имеющим повышенный уровень радиации, его пульт управления вынесен в отдельное

операторское помещение, и на котором размещены все средства индикации, отображения видеоинформации с использованием консоли управления гидравлическим манипулятором, а также отдельных органов управления.

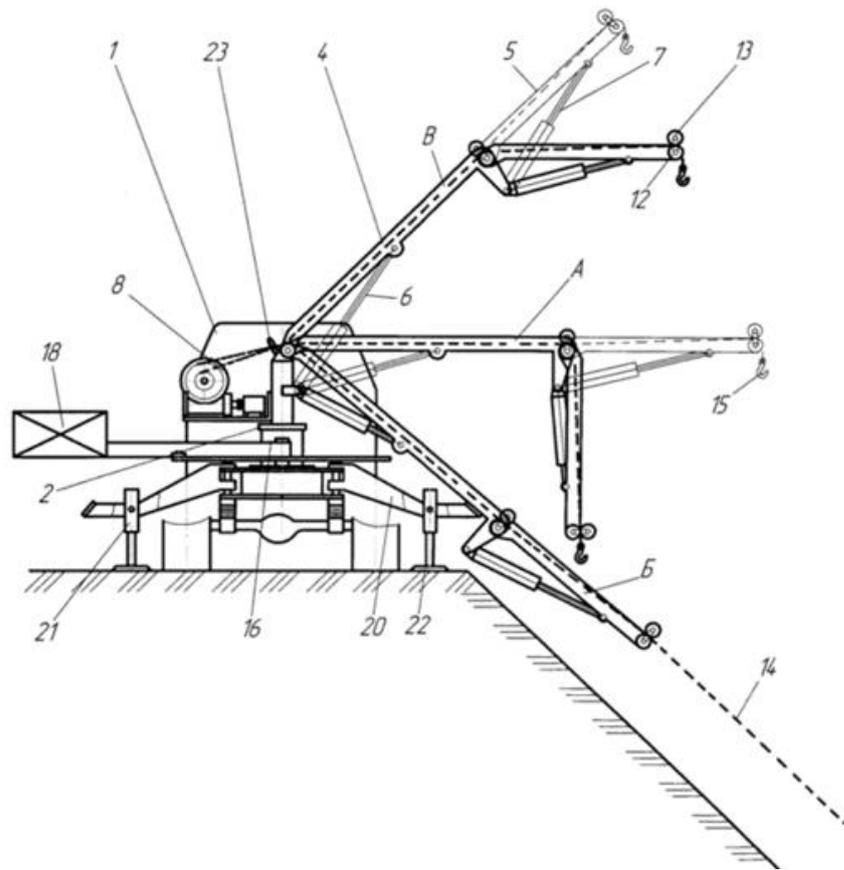
К числу отличий крана-манипулятора следует отнести и то, что мотор-редуктор подъема цепи оснащен дублированными электродвигателями переменного тока с короткозамкнутым ротором и встроенными тормозами, что обуславливает движение цепи в заданном направлении с выбранной скоростью.

Повышение уровня надежности крана-манипулятора обуславливается и тем, что электродвигатели приводов все асинхронные с короткозамкнутым ротором, обеспечивающие при частотном управлении требуемые значения основной и доводочной скорости, а также соответствующие уровни ускорений при трогании, переходе со скорости на скорость и торможении.

Кран-манипулятор на грузовом автомобиле, патентообладателя Тарасова В.Н. [6] представлен на рисунке 6

«Технический результат заявляемого изобретения достигается благодаря уменьшению до минимума плеча опрокидывающего момента от действия боковой тяговой силы в канате и создания с помощью противовеса и выносных опор значительного уравновешивающего момента крана-манипулятора» [6].

«Рабочее положение противовеса фиксируют установкой фиксатора в проушине 24. Выносные кронштейны 21 с гидроцилиндрами 23 устанавливаются в рабочее положение, опирание секции стрелы 4 на рычаг 21 выносной опоры. После опирания стрелы на кронштейн выносной опоры образуется жесткая конструкция, которая опирается на тарелку 22 выносной опоры. Крюк 16 с канатом вытягивают в исходное положение для захвата подтягиваемого объекта» [6].



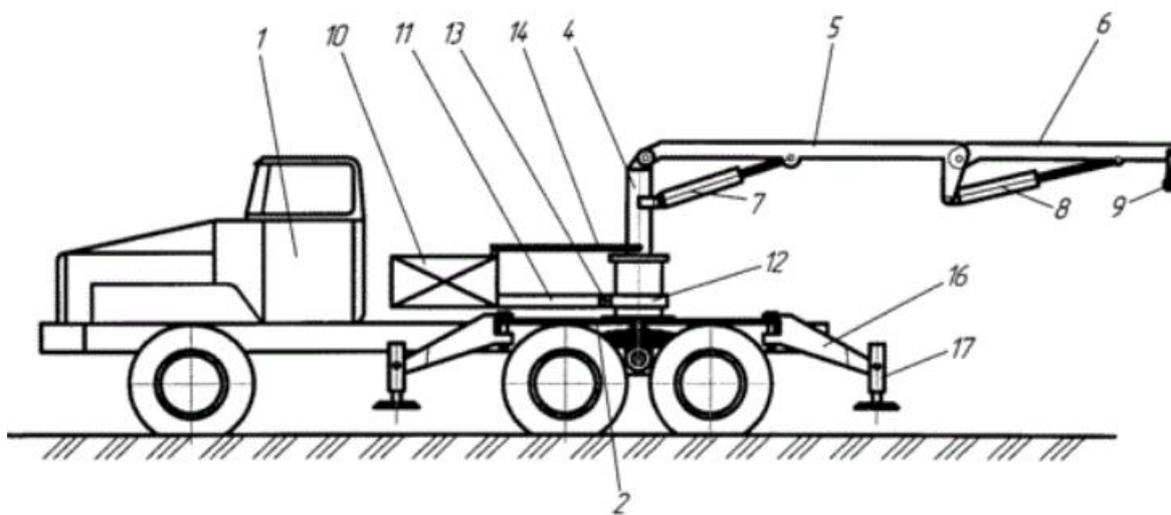
1 - шасси автомобиля; 2 - неповоротное основание колонны крана; 3 - поворотная колонна; 4 - первая секция стрелы; 5 - вторая секция стрелы; 6, 7 - гидроцилиндры управления первой и второй секциями; 8 - грузовая лебедка; 9 - направляющие ролики; 10, 11, 12, 13, 14, 15 - направляющие блоки; 16 - крюк с канатом и добавочным грузом; 17 - противовес с кронштейном; 18 - поворотная колонка противовеса; 19 - опорная рамка противовеса; 23 - гидроцилиндр выносной опоры; 24 - проушина.

Рисунок 6 – Кран-манипулятор на грузовом автомобиле

Известен также КМУ, который состоит из металлоконструкций, включающий две крайние мостовые балки с рельсами, расположенными на верхних поясах мостовых балок и двух концевых балок с ходовыми колесами. Грузовая тележка с механизмом подъема груза перемещается по рельсам по всей длине мостового крана, который состоит из рамы, ведущих и ведомых колес, механизма передвижения грузовой тележки. На раме грузовой тележки установлена насосная станция с регулируемым насосом, гидроаппаратура. Для подъема и опускания груза служит телескопический

гидроцилиндр двустороннего действия, установленный на раме грузовой тележки вертикально. К штоку гидроцилиндра двустороннего шарнирно крепится грузовой крюк. Корпус гидроцилиндра крепится к раме грузовой тележки, а гидролинии соединяют насосную станцию, гидроаппаратуру, гидроцилиндр между собой. Мостовой кран имеет кабину управления.

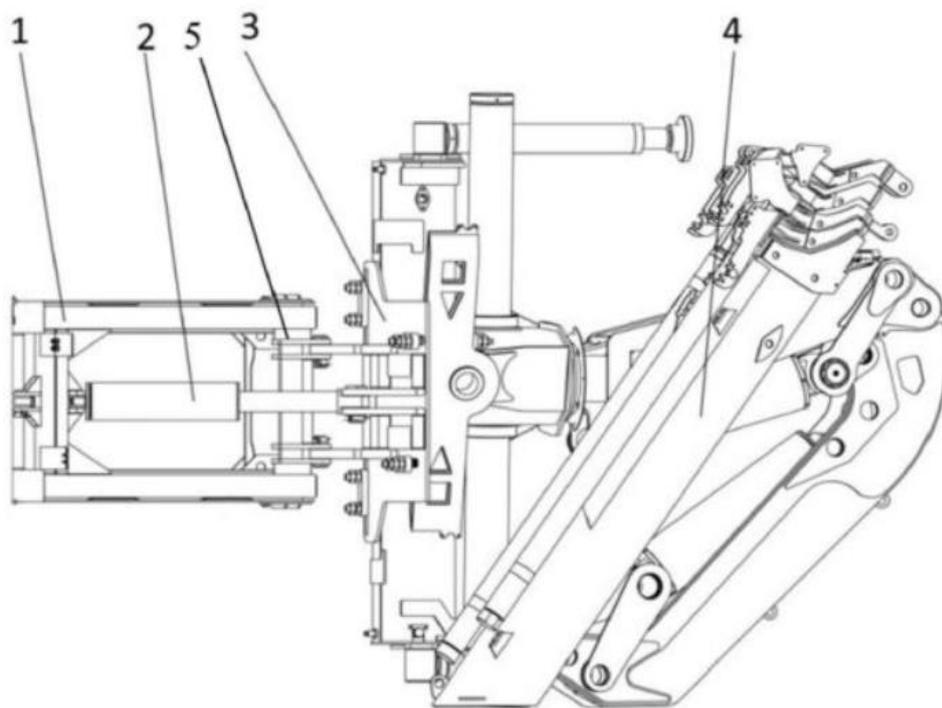
Еще одно изобретение «Кран-манипулятор (варианты)», патентообладателя Тарасова В.Н. [5], представлено на рисунке 7.



1 - шасси грузового автомобиля; 2 - рама крана; 3 - основание крана; 4 - поворотная колонна; 5, 6 - первая и вторая секция стрелы; 7, 8 - гидроцилиндры секций; 9 - крюк; 10 - противовес; 11 - кронштейн противовеса; 16 - кронштейн выносной опоры; 17 - гидроцилиндр выносной опоры.

Рисунок 7 – Кран-манипулятор (варианты)

Способ монтажа крано-манипуляторной установки на шасси грузового автомобиля [19], представлен на рисунке 8.



1 - шасси грузового автомобиля; 2 - рама крана; 3 - основание крана; 4 - поворотная колонна; 5, 6 - первая и вторая секция стрелы.

а

Рисунок 8 – Кран-манипулятор (варианты)

«Изобретение относится к стреловым подъемным кранам» [19].

Выводы: рассмотренные конструкции довольно сложны и дороги. Есть смысл изготовить более простую конструкцию, выполняющую те же функции, но проще в обслуживании, эксплуатации, ремонте и на порядок дешевле аналогов.

2 Технологическая часть

2.1 Выбор исходных данных

Краны-манипуляторы вместе с другим транспортом и транспортно-технологическими системами используются в различных отраслях промышленности. Произведем расчёты на базе транспортно-технологического участка сельскохозяйственного производства. В таблице 1 представлен анализ количества транспорта и его годовая наработка.

Таблица 1 - Анализ количества транспорта и его годовая наработка

Марка	Количество транспорта	Годовая наработка транспорта, км/у.э.га.
КАМАЗ	13	58400
ГАЗ-3302	16	74000
МТЗ-80/82	5	1320
МТЗ-1221	2	2590

Далее «определим количество технического обслуживания представленного транспорта» [2, 24].

2.2 Определение количества технических обслуживаний тракторов и автомобилей

«Количество ТО – 3 определяется по формуле 1:

$$N_{ТрТО-3i} = \frac{N_{ТРi} * Q_{Гi}}{q_{ТО-3i}}, \quad (1)$$

где $N_{ТрТО-3i}$ – количество ТО-3, шт.;

$N_{ТРi}$ – количество тракторов данной марки, шт.;

$Q_{Гi}$ – годовая наработка трактора, у.э.га.;

$q_{ТО-3i}$ – периодичность проведения ТО-3, у.э.га» [2, 24].

«Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 2 определяется по формуле 2:

$$N_{ТрТО-2i} = \frac{N_{ТРi} * Q_{Гi}}{q_{ТО-2i}} - N_{ТрТО-3i}, \quad (2)$$

где $N_{ТрТО-2i}$ – количество ТО-2, шт.;

$q_{ТО-2i}$ – периодичность проведения ТО-2, у.э.га» [2, 24].

«Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 1 определяется по формуле 3:

$$N_{ТрТО-1i} = \frac{N_{ТРi} * Q_{Гi}}{q_{ТО-1i}} - N_{ТрТО-3i} - N_{ТрТО-2i}, \quad (3)$$

где $N_{ТрТО-1i}$ – количество ТО-1, шт.;

$q_{ТО-1i}$ – периодичность проведения ТО-1, у.э.га» [2, 24].

«Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Периодичность проведения ТО тракторов представлена в таблице 2 [2, 24]. Результаты расчетов представлены в таблице 3» [2, 24].

Таблица 2 - Периодичность проведения ТО тракторов

Марка	Периодичность проведения обслуживания, у.э.га.		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	60	240	960
МТЗ-1221	120	480	1920

Таблица 3 – Количество ТО тракторов

Марка	Количество тракторов	Годовая наработка трактора, у.э.га.	Количество обслуживаний		
			ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	5	1320	82	21	7
МТЗ-1221	2	2590	32	8	3

Таким образом, представлен анализ количества транспорта и его годовая наработка, периодичность проведения ТО тракторов и количество ТО тракторов.

2.3 Определение количества технических обслуживаний автомобилей

«Количество ТО – 2 автомобилей определяется по формуле 4:

$$N_{\text{АвтТО-2i}} = \frac{N_{\text{Авти}} * S_{\Gamma i}}{q_{\text{ТО-2i}}}, \quad (4)$$

где $N_{\text{АвтТО-2i}}$ – количество ТО-2, шт.;

$N_{\text{Авти}}$ – количество автомобилей данной марки;

$S_{\Gamma i}$ – годовой пробег автомобиля, км.

$q_{\text{ТО-2i}}$ – периодичность проведения ТО-2, км» [2, 24].

«Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 1 определяется по формуле 5:

$$N_{\text{АвтТО-1i}} = \frac{N_{\text{Авти}} * S_{\Gamma i}}{q_{\text{ТО-1i}}} - N_{\text{АвтТО-2i}}, \quad (5)$$

где $N_{\text{АвтТО-1i}}$ – количество ТО-1, шт.;

$q_{\text{ТО-1i}}$ – периодичность проведения ТО-1, км» [2, 24].

«Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Периодичность проведения ТО автомобилей представлена в таблице 4 [2]. Результаты расчетов представлены в таблице 5 [24].

Таблица 4 - Периодичность проведения ТО автомобилей

Марка	Периодичность проведения обслуживания, км.	
	ТО-1	ТО-2
КамАЗ	2500	10000
ГАЗ-3302	3200	12800

Таблица 5 – Количество ТО автомобилей

Марка	Количество автомобилей	Годовой пробег автомобиля, км.	Количество обслуживаний	
			ТО-1	ТО-2
КамАЗ	13	58400	228	76
ГАЗ-3302	16	74000	277	93

В разделе представлена периодичность проведения ТО автомобилей и количество ТО автомобилей.

2.4 Определение трудоемкости технических обслуживаний тракторов и автомобилей

«Определим трудоемкость технических обслуживаний тракторов по формуле 6:

$$T_{\text{ТР}} = \Sigma T_{\text{ТРТО-3i}} \cdot N_{\text{ТРТО-3i}} + \Sigma T_{\text{ТРТО-2i}} \cdot N_{\text{ТРТО-2i}} + \Sigma T_{\text{ТРТО-1i}} \cdot N_{\text{ТРТО-1i}}, (6)$$

где $T_{\text{ТР}}$ – трудоемкость технических обслуживаний тракторов;

$T_{\text{ТРТО-3i}}$ – трудоемкость ТО-3 трактора, чел.ч.;

$T_{\text{ТрТО-2}i}$ – трудоемкость ТО-2 трактора, чел.ч.;

$T_{\text{ТрТО-1}i}$ – трудоемкость ТО-1 трактора, чел.ч.» [2, 24].

«Трудоемкости ТО по маркам тракторов представлены в таблице 6» [2].

Таблица 6 – Трудоемкости ТО по маркам тракторов

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час.		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	1,6	6,1	17
МТЗ-1221	0,8	4,7	32

«Затраты труда на проведение ТО тракторов представлены в таблице 7» [2, 24].

Таблица 7 – Затраты труда на проведение ТО тракторов

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час.		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	131,2	128,1	119
МТЗ-1221	25,6	37,6	96
Всего:	156,8	165,7	215
Всего:	537,5		

«Трудоемкость технических обслуживаний автомобилей определяется по формуле 7:

$$T_{\text{Ав}} = \Sigma T_{\text{АвТО-2}i} \cdot N_{\text{АвТО-2}i} + \Sigma T_{\text{АвТО-1}i} \cdot N_{\text{АвТО-1}i}, \quad (6)$$

где $T_{\text{Ав}}$ – трудоемкость технических обслуживаний автомобилей;

$T_{\text{ТрТО-2}i}$ – трудоемкость ТО-2 автомобиля, чел.ч.;

$T_{\text{ТрТО-1}i}$ – трудоемкость ТО-1 автомобиля, чел.ч.» [2, 24].

«Трудоемкости ТО по маркам автомобилей представлены в таблице 8» [10].

Таблица 8 – Трудоемкости ТО по маркам автомобилей

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час.	
	ТО-1	ТО-2
КамАЗ	3,4	14,6
ГАЗ-3302	1	4,7

«Затраты труда на проведение ТО автомобилей представлены в таблице 9» [2, 24].

Таблица 9 – Затраты труда на проведение ТО автомобилей

Марка	Трудоемкость обслуживаний, чел час	
	ТО-1	ТО-2
КАМАЗ	775,2	1109,6
ГАЗ-3302	277	437,1
Всего:	1052,2	1546,7
Всего:	2598,9	

«Суммарная трудоемкость выполнения ТО для тракторов и автомобилей определяется по формуле 8» [2, 24]:

$$T_{TO} = T_{TP} + T_{Av}, \quad (7)$$

$$T_{TO} = 537,5 + 2598,9 = 3136,4 \text{ чел. час.}$$

Суммарная трудоемкость выполнения ТО для тракторов и автомобилей равна 3136,4 чел. час.

2.5 Определение численности рабочих пункта технического обслуживания тракторов и автомобилей

«Численность рабочих определяется по формуле 9» [2, 24]:

$$N_P = \frac{\eta_{ПЗ} * T_{ТО}}{(K_P - K_O) * T_{СМ} * \eta_P}, \quad (8)$$

где $\eta_{НЗ}$ – «неравномерность загрузки пункта ТО, $\eta_{НЗ} = 1,3$ » [2, 24]

K_P – «число рабочих дней в году, $K_P = 252$ » [2];

$T_{СМ}$ – «продолжительность смены, ч.; $T_{СМ} = 8$ ч» [24];

K_O – «общее число рабочих дней отпуска, $K_O = 24$ дня» [24];

η_P – «коэффициент потерь рабочего времени, $\eta_P = 0,88$ » [24].

$$N_P = 3136,4 * 1,3 / ((252 - 24) * 8 * 0,88) = 2,54$$

Принимаем $N_P = 3$ человек.

2.6 Расчет производственных площадей пункта технического обслуживания транспортных средств и подбор оборудования

«Подбор оборудования для пункта технических обслуживаний транспортных средств осуществляется с учетом технологического процесса и объема выполняемых всех работ» [2, 24]. Ведомость оборудования представлена в таблице 10.

Таблица 10 - Ведомость оборудования

№ Поз. на плане	Наименование оборудования	Шифр Или Марка	Количество	Габаритные Размеры, мм.	Занимаемая площадь		Мощность, кВт.
					обору д. м ² .	Всего. м ² .	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Комплект оснастки рабочего места мастера-наладчика	ОРГ-4999А ГОСНИТИ	1		2	2	
2	Верстак	ОРГ1468-01-060А ГОСНИТИ	2	1200X800X805	1	2	
3	Шкаф	5126.000 ГОСНИТИ	2	1600X430X1900	0,7	1,4	
4	Установка для мойки	ОМ-5362 ГОСНИТИ	1	900X600X560	0,6	0,6	0,5
5	Ларь для обтирочного материала	5133.000 ГОСНИТИ	1	1000X500X850	0,5	0,5	
6	Установка для промывки системы смазки двигателей	ОМ-2871В	1	1070X825X830	0,9	0,9	1
7	Ящик для песка	5139.000 ГОСНИТИ	1	500X500X1000	0,25	0,25	
8	Установка для смазки и заправки	ОЗ-4967М ГОСНИТИ	1	3770X750X2055	2,9	2,9	2,5
9	Секция стеллажа	5152.000 ГОСНИТИ	6	1500X600X600	0,9	1,8	
10	Станок точильно-шлифовальный	ЗБ634	1	1000X665X1230	0,7	0,7	4,5
11	Станок настольный сверлильный	2М112	1	770X370X820	0,3	0,3	0,6
12	Подставка под оборудование	5143.000 ГОСНИТИ	1	1500X600X600	0,9	0,9	
13	Пресс гидравлический	ОКС-1671М ГОСНИТИ	1	1500X640X940	0,96	0,96	4,5
14	Шкаф для инструмента	5126.000 ГОСНИТИ	2	1600X430X1900	0,7	1,4	
15	Стол монтажный	ОРГ-1468-01-080А ГОСНИТИ	1	1200X800X600	1	1	
16	Верстак слесарный	ОРГ1468-01-060А ГОСНИТИ	1	1200X800X820	1	1	
17	Стенд для проверки гидравлической системы тракторов		1	3030X1365X1300		4,13	37
18	Осмотровая яма		2	800x7000x1400	5,6	11,2	
Всего:						32,94	53,6

«Площадь пункта технического обслуживания находится с учетом техники расположенной на участке и площади производственного оборудования.

$$F_{TO} = (F_{об} + F_M) * \sigma, \quad (9)$$

где $F_{уч}$ – расчетная производственная площадь участка технических обслуживаний, m^2 ;

$F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

F_M – площадь, занимаемая транспортными средствами, $F_M = 22 m^2$, [5];

σ – коэффициент, учитывающий проходы и рабочие зоны» [2].

$$F_{TO} = (32,94+22)*3,5 = 192,29 m^2.$$

Принимаем площадь участка пункта технических обслуживаний $216 m^2$, (12x18 м).

Выводы: в разделе представлен анализ количества транспорта и его годовая наработка, периодичность проведения ТО тракторов и количество ТО тракторов. Суммарная трудоемкость выполнения ТО для тракторов и автомобилей равна 3136,4 чел.час.

3 Конструкторская разработка

3.1 Назначение конструкции

В разделе представлена конструкторская разработка технического устройства предназначенная для того, чтобы устанавливать на нее различное оборудование, такое как: люлька для рабочих, комплект из лебедки и полиспаста с крюком и т.п. Технические характеристики конструкции приведены в таблице 11.

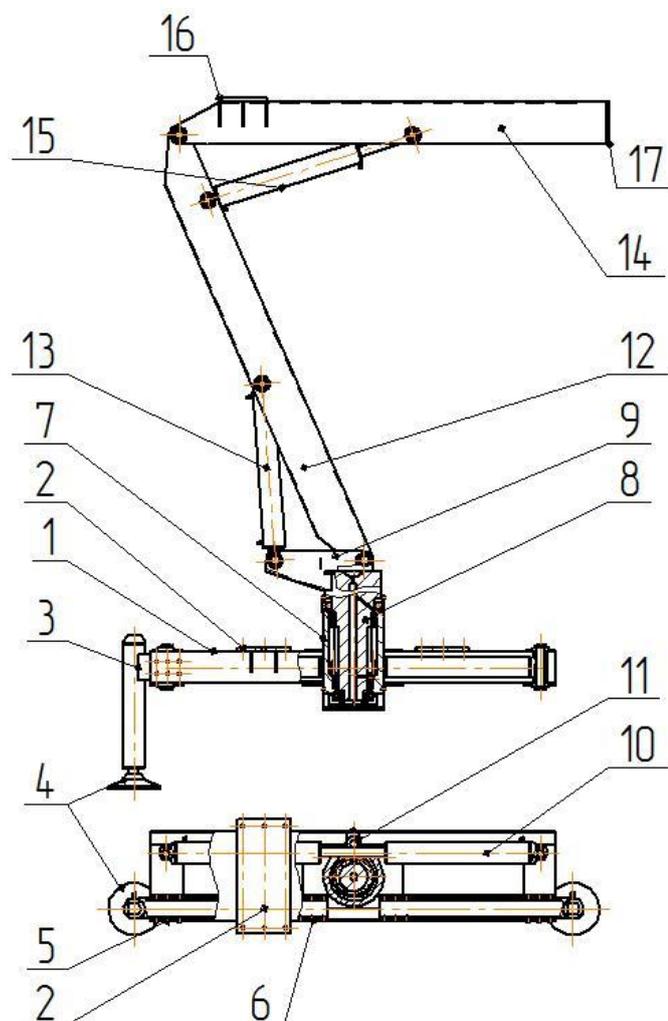
Таблица 11 – Технические характеристики конструкции.

Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, т	2
Давление в гидросети, мПа	16
Вылет стрелы, м	5,2
Угол поворота, град	270

На рисунке 9 схематично представлено устройство конструкции. Конструкция устанавливается на лонжероны грузового автомобиля. и притягивается к ним шпильками через отверстия крепежной площадки 3.

На всю конструкцию предусмотрено крепление минимум восемью шпильками. Из полостей рамы выдвигаются «лапы».

На краю рамы 1 в этой полости расположены фрикционные накладки 5, а на конце выдвигной лапы 3 крепятся фрикционные накладки 6. Они также выполняют роль ограничителя выдвижения лапы.



1 - рама; 2 - крепежная площадка; 3 - лапа; 4 - опора; 5, 6 - фрикционные накладки; 7 - корпус; 8 - ось; 9 - опорный кронштейн; 10 - механизм поворота; 11 - прижимной ролик; 12 - первое звено; 13 - гидроцилиндр первого звена; 14 - второе звено; 15 - гидроцилиндр второго звена; 16, 17 - площадка крепления оборудования.

Рисунок 9 – Устройство конструкции

Данная конструкция является упрощенной версией манипуляторной установки, которую возможно произвести собственными силами технологического участка с использованием сварочного и столярного оборудования, такое как: сварочный полуавтомат, токарный станок, сверлильный станок, фрезерный станок, заточной станок, клепальная установка, гидравлический пресс. В Приложении А представлен сборочный чертеж автомобильного манипулятора, в Приложении Б спецификация.

3.2 Конструктивные расчёты

3.2.1 Расчёт оси на срез

Произведем расчёт оси на срез. На рисунке 10 представлена схема конструкции для расчета.

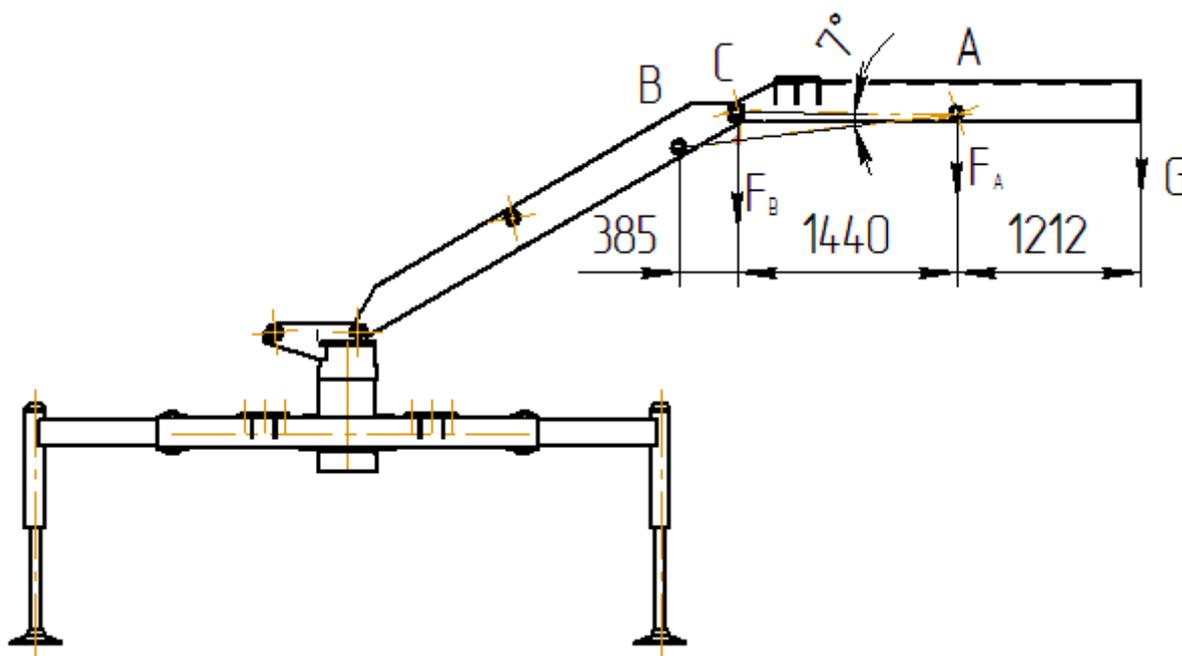


Рисунок 10 – Определение усилия среза

$$F_A = \frac{1440 + 1212}{1440} G$$
$$F_B = \frac{F_A}{\sin 7^\circ} \quad (10)$$

Подставив значения и переведя грузоподъёмность в систему СИ (2000 кг $9,81 = 19620$ Н).

$$F_A = \frac{1440 + 1212}{1440} 19620 = 36133,5 \text{ H}$$

$$F_B = \frac{36133,5}{\sin 7^\circ} = 296494 \text{ H}$$

«Диаметр оси гидроцилиндра определяем по формуле 12:

$$\tau_{cp} = \frac{P}{\pi d_u^2 / 4} \leq [\tau_{cp}], \quad (11)$$

где τ_{cp} - напряжение на срез;

$[\tau_{cp}]$ - допускаемое напряжение на срез;

d_u - диаметр оси, мм;

$P = F_B$ - Сила действующая на ось = 296494 Н» [3, 17].

«Учитывая, что ось имеет две плоскости среза, усилие P делится пополам и требуемый диаметр штифта определится по формуле 13» [3, 17].

:

$$d_s = 1,13 \sqrt{\frac{P/2}{[\tau]_{cp}}}. \quad (12)$$

Подставив значения получим:

$$d_s = 1,13 \sqrt{\frac{296494/2}{150}} = 35,52 \text{ мм} .$$

Принимаем d соответствии с конструкцией и с учётом запаса прочности $d_g=50$ мм. Оси имеющие большую длину примем диаметром 60 мм для компенсации упругого изгиба.

3.2.2 Расчёт гидроцилиндра второго звена

Рассчитаем гидроцилиндр на пригодность применения в данной конструкции.

«Скорость перемещения определяем по формуле 14:

$$v_{ш} = \frac{l}{t}, \quad (13)$$

где l - ход штока, м;

t - время операции, принимаемое по техническому заданию, с» [3, 17].

Подставив значения получим:

$$v_{ш} = \frac{0,8}{20} = 0,04 \text{ м/с.}$$

«Выходная мощность гидропривода определяется по формуле 15:

$$P_z = F_{ш} \cdot v_{ш}, \quad (14)$$

где $F_{ш}$ - усилие на штоке гидроцилиндра, Н» [3].

В нашем случае имеется усилие на штоке, равное:

$$F_{ui} = 296494 \text{ Н}$$

тогда получим:

$$P_{\rho} = 296494 \cdot 0,04 = 11859,76 \text{ Вт}.$$

«Расчётная мощность определяется по формуле:

$$P_{zp} = K_{zy} \cdot K_{zc} \cdot P_{\rho}, \quad (15)$$

где K_{zy} - коэффициент запаса по усилию, $K_{zy} = 1,15 \dots 1,25$;

K_{zc} - коэффициент запаса по скорости, $K_{zc} = 1,2 \dots 1,4$ » [3].

Подставив значения получим:

$$P_{zp} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 11859,76 = 16366 \text{ Вт}.$$

«Руководствуясь рекомендациями, подбираем номинальное давление в сети $p_{ном} = 16$ мПа (16000000 Па). Тогда по формуле 17 [5], определяем максимальное давление в сети» [3]:

$$p_{max} = (1,1 \dots 1,5) p_{ном} \quad (16)$$

$$p_{max} = 1,1 \cdot 16 = 17,6 \text{ МПа}.$$

«Полезную площадь гидроцилиндра рассчитывают по формуле 18» [3]:

$$A_{ц} = \frac{K_{zy} \cdot F_{ui}}{p_{ном}}, \quad (17)$$

$$A_y = \frac{1,15 \cdot 296494}{16000000} = 0,021 \text{ м}^2$$

«Диаметр цилиндра определяется по формуле 19» [3]:

$$D = 1,13 \sqrt{A_y}, \quad (18)$$

$$D = 1,13 \sqrt{0,021} = 0,133 \text{ м}$$

«Принимаем диаметр гидроцилиндра 130 мм

С учётом рекомендаций, принимаем диаметр штока $d_{ш} = 0,06$ м (6) см.

Необходимая подача насоса определяется по формуле 20» [3]:

$$Q = K_{зв} \cdot A_y \cdot v_{ш} \quad (19)$$

$$Q = 1,15 \cdot 0,021 \cdot 0,04 = 0,000966 \text{ м}^3 / \text{с}$$

3.2.3 Проверочный расчёт гидропривода

«При работе бесштоковой полости диаметр гидроцилиндра определяется по формуле 21:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F_{ш}}{p_{ном} \eta_y \eta_n \eta_{гн}}}, \quad (20)$$

где η_y - механический КПД гидроцилиндра, $\eta_y = 1$;

η_n - КПД шарнирного подшипника в густой смазке, $\eta_n = 0,98$;

$\eta_{гн}$ - Гидравлический КПД» [3].

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{296494}{16000000 \cdot 1.0,98 \cdot 0,95}} = 0,129 \text{ м.}$$

«Шток цилиндра рассчитывают на продольный изгиб по формуле 22»
[3]:

$$F_a = 10^6 K \pi E \frac{I}{L^2}, \quad (21)$$

«где F_a - наименьшая осевая сжимающая сила, Н;

K - коэффициент, зависящий от способа заделки концов штока, стр. 189 [5] $K=2$ » [3].

$$I = \pi d^4 / 64 - \text{момент инерции}$$

$$I = 3,14 \cdot 0,06^4 / 64 = 0,00000063558$$

$$F_a = 10^6 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 22 \cdot 10^4 \cdot 0,00000063558 / 0,04^2 = 548823330 \text{ Н}$$

Выводы: в разделе приведены конструкторские расчеты манипулятора. Расчеты показали, что наименьшая осевая сжимающая сила намного больше заявленной ($296494 \text{ Н} < 548823330 \text{ Н}$), а значит условия прочности соблюдаются.

4 Технологическая инструкция по работе с манипулятором

Инструкция разработана на основании ряда нормативных документов: Приказа Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461 [16], «Типовая инструкция для операторов (машинистов) по безопасной эксплуатации кранов-манипуляторов» РД 22-330-03 [23] и т.д.

Работник должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Прежде чем приступить к работе оператор (машинист) должен убедиться в исправности всех механизмов, металлоконструкций и других частей крана-манипулятора. При этом он должен:

- осмотреть механизмы крана-манипулятора, их крепление и тормоза, а также ходовую часть, тяговые и буферные устройства;
- проверить наличие и исправность ограждений механизмов;
- проверить смазку передач, подшипников и канатов, а также состояние смазочных приспособлений и сальников;
- осмотреть в доступных местах металлоконструкции и соединения секций стрелы и элементов ее подвески (канаты, растяжки, блоки, серьги и т.п.), а также металлоконструкции и сварные соединения ходовой рамы (шасси) и поворотной части;
- осмотреть в доступных местах состояние канатов и их крепление на барабанах, стреле, грейфере, а также укладку канатов в ручьях блоков и барабанов;
- осмотреть крюк и его крепление в обойме;
- проверить исправность дополнительных опор (выдвижных балок, домкратов) и стабилизаторов;
- проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности;
- проверить исправность освещения крана-манипулятора, буферных фонарей и фар;

– при приемке крана-манипулятора с гидроприводом осмотреть систему привода, гибких шлангов, если они применяются, насосов и предохранительных клапанов на напорных линиях.

Требования охраны труда во время работы.

Оператор (машинист) не должен приступать к работе на кране-манипуляторе, если имеются следующие неисправности:

- трещины или деформации в металлоконструкциях крана-манипулятора;
- трещины в элементах подвески стрелы (серьгах, тягах и т.п.);
- отсутствие шплинтов и ранее имевшихся зажимов в местах крепления канатов или ослабление крепления;
- число обрывов проволок стрелового или грузового каната или поверхностный износ превышают норму, установленную руководством по эксплуатации крана-манипулятора, имеются оборванная прядь или другие повреждения;
- дефекты механизма подъема груза или механизма подъема стрелы, угрожающие безопасности работы;
- повреждения деталей тормоза механизма подъема груза или механизма подъема стрелы; износ крюков в зеве, превышающий 10% первоначальной высоты сечения, неисправность устройства, замыкающего зев крюка, нарушение крепления крюка в обойме;
- повреждение или неукомплектованность дополнительных опор, неисправность стабилизаторов у автомобильных и других кранов-манипуляторов с подрессоренной ходовой частью;
- повреждение канатных блоков и устройств, исключающих выход каната из ручьев блока.

Перед началом работы оператор (машинист) обязан:

- ознакомиться с проектом производства работ кранами-манипуляторами, технологическими картами погрузки, разгрузки и складирования грузов;

- проверить состояние площадки для установки крана-манипулятора;
- убедиться в том, что на месте производства работ отсутствует линия электропередачи или она находится на расстоянии более 30 м;
- получить наряд-допуск на работу крана-манипулятора на расстоянии ближе 30 м от линии электропередачи;
- проверить достаточность освещенности рабочей зоны;
- убедиться в наличии удостоверений и отличительных знаков у стропальщиков.

При работе крана-манипулятора оператор (машинист) должен руководствоваться требованиями и указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации крана-манипулятора и производственной инструкции.

Оператор (машинист) во время работы механизмов крана-манипулятора не должен отвлекаться от своих прямых обязанностей, а также производить чистку, смазку и ремонт механизмов.

При необходимости ухода с крана-манипулятора оператор (машинист) обязан остановить двигатель, приводящий в движение механизмы крана-манипулятора, и убрать ключ зажигания у автомобильных кранов-манипуляторов. При отсутствии оператора (машиниста) стажеру и другим лицам управлять краном-манипулятором не разрешается.

Прежде чем осуществить какое-либо движение краном-манипулятором, оператор (машинист) обязан убедиться в том, что стажер находится в безопасном месте, а в зоне работы крана-манипулятора нет посторонних людей.

Если в работе механизмов крана-манипулятора был перерыв, то перед их включением крановщик обязан подать предупредительный звуковой сигнал.

Установка кранов-манипуляторов должна производиться на спланированной и подготовленной площадке с учетом категории и характера грунта. Устанавливать краны-манипуляторы для работы на свеженасыпанном неутрамбованном грунте, а также на площадке с уклоном, превышающим

допустимый для данного крана-манипулятора в соответствии с руководством по эксплуатации крана-манипулятора, не разрешается.

Обязанности оператора (машиниста) в аварийных ситуациях.

При потере устойчивости крана-манипулятора (проседание грунта, поломка выносной опоры, перегруз и т.п.) оператор (машинист) должен немедленно прекратить подъем, подать предупредительный сигнал, опустить груз на землю или площадку и установить причину аварийной ситуации.

Если элементы крана-манипулятора (стрела, канаты) оказались под напряжением, оператор (машинист) должен предупредить работающих об опасности и отвести стрелу от проводов линии электропередачи. Если это выполнить невозможно, то оператор (машинист) должен покинуть кран-манипулятор, не касаясь металлоконструкций и соблюдая меры личной безопасности от поражения электрическим током (в соответствии с руководством по эксплуатации крана-манипулятора).

Если во время работы крана-манипулятора работающий (стропальщик) соприкоснулся с токоведущими частями, оператор (машинист) прежде всего должен принять меры по освобождению пострадавшего от действия электрического тока, соблюдая меры личной безопасности, и оказать необходимую первую помощь.

При возникновении на кране-манипуляторе пожара оператор (машинист) обязан немедленно вызвать пожарную охрану, прекратить работу и приступить к тушению пожара, пользуясь имеющимися на кране-манипуляторе средствами пожаротушения.

При возникновении стихийных природных явлений (ураган, землетрясение и т.п.) оператор (машинист) должен прекратить работу, опустить груз на землю, покинуть кран-манипулятор и уйти в безопасное место.

При возникновении других аварийных ситуаций оператор (машинист) должен выполнять требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации крана-манипулятора.

Если во время работы крана-манипулятора имели место авария или несчастный случай, то оператор (машинист) должен немедленно поставить в известность об этом лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами-манипуляторами, и обеспечить сохранность обстановки аварии или несчастного случая, если это не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

Обо всех аварийных ситуациях оператор (машинист) обязан сделать запись в вахтенном журнале и поставить в известность инженерно-технического работника, ответственного за содержание кранов-манипуляторов в исправном состоянии.

Выводы: в разделе представлена инструкция по работе с манипулятором.

5 Безопасность и экологичность проекта

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В таблице 12 представлен технологический паспорт технического объекта.

Таблица 12 - Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Начало работы с использованием крана-манипулятора	Осмотреть механизмы крана-манипулятора, их крепление, тормоза, а также ходовую часть, тяговые и буферные устройства.	Оператор манипулятора	Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Манипулятор, манипулятора, их крепление, тормоза, а также ходовую часть, тяговые и буферные устройства
	Проверить наличие и исправность ограждений механизмов; проверить смазку передач, подшипников и канатов, а также состояние смазочных приспособлений и сальников.		Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Манипулятор, ограждения, механизмы
	Осмотреть в доступных местах металлоконструкции и соединения секций стрелы и элементов ее подвески (канаты, растяжки, блоки,		Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Металлоконструкции и соединения секций стрелы и элементов ее подвески (канаты,

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
Начало работы с использованием крана-манипулятора	серьги и т.п.), а также металлоконструкции и сварные соединения ходовой рамы (шасси) и поворотной части.	Оператор манипулятора	Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	растяжки, блоки, серьги и т.п.)
	Осмотреть в доступных местах состояние канатов и их крепление на барабане, стреле, грейфере, а также укладку канатов в ручьях блоков и барабанов		Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Канаты и их крепления на барабане, стреле, грейфер
	Осмотреть крюк и его крепление в обойме; проверить исправность дополнительных опор (выдвижных балок, домкратов) и стабилизаторов		Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Крюк и его крепление в обойме
	Проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности; проверить исправность освещения крана-манипулятора, буферных фонарей и фар		Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Приборы и устройства безопасности, освещения крана-манипулятора, буферных фонарей и фар
	При приемке крана-манипулятора с гидроприводом осмотреть систему привода, гибких шлангов, если они применяются, насосов и предохранительных клапанов на напорных линиях		Оборудование для осмотра, слесарный инструмент	Гидропривод, система привода, гибкие шланги, , насосы и предохранительные клапаны на напорных линиях

Администрация предприятия обязана обеспечить надлежащим техническим оборудованием рабочее место операторы манипулятора.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

В разделе проведена идентификация профессиональных рисков, представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Идентификация профессиональных рисков

Вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник ОВПФ
1	2	3
<p>Осмотреть механизмы крана-манипулятора, их крепление, тормоза, а также ходовую часть, тяговые и буферные устройства.</p> <p>Проверить наличие и исправность ограждений механизмов; проверить смазку передач, подшипников и канатов, а также состояние смазочных приспособлений и сальников.</p> <p>Осмотреть в доступных местах металлоконструкции и соединения секций стрелы и элементов ее подвески (канаты, растяжки, блоки, серьги и т.п.), металлоконструкции и сварные соединения ходовой рамы (шасси) и поворотной части.</p> <p>Осмотреть в доступных местах состояние канатов и их крепление на барабане, стреле, грейфере, а также укладку канатов в ручьях блоков и барабанов</p> <p>Осмотреть крюк и его крепление в обойме; проверить исправность дополнительных опор и стабилизаторов</p> <p>Проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности; проверить исправность освещения крана-манипулятора, буферных фонарей и фар</p> <p>При приемке крана-манипулятора с гидроприводом осмотреть систему привода, гибких шлангов, если они применяются, насосов и предохранительных клапанов на напорных линиях</p>	<p>«ОВПФ, обладающие свойствами физического воздействия: - действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего; неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов; движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [10].</p>	<p>Оборудование для осмотра, слесарный инструмент, неподвижные детали и установки</p>

Идентификация профессиональных рисков выполнена на основе ГОСТ 12.0.003-2015 [10].

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 13 представлены организационно-технические методы и мероприятия по снижению негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 13 – Организационно-технические методы и мероприятия

ОВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения ОВПФ	СИЗ
2	3	4
«Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [10]	«Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов» [14]. «организация и проведение производственного контроля в порядке, установленном действующим законодательством» [14].	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Белье нательное. Ботинки кожаные с жестким подноском. Сапоги резиновые с жестким подноском. Перчатки с полимерным покрытием. Каска защитная. Подшлемник под каску. Очки защитные. Наушники противозумные. Респиратор. Жилет сигнальный 2 класса защиты.
«Режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов» [10]	«Внедрение систем автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами» [14].	
«Движущиеся твердые, жидкие материалы» [10]	«Устройство ограждений элементов производственного назначения» [14].	

Обеспечение СИЗ монтировщика шин регламентировано Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 июня 2009 г. № 357н, пункт 17 [15].

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Помещение транспортно-технологического участка относится к категории Д по пожароопасности. Согласно «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности к категории Д относятся помещения, в которых находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии» [20]. «В соответствии с действующим законодательством, ответственность за обеспечение пожарной безопасности в ТК несут их руководители. Таблички с указанием лиц, ответственных за пожарную безопасность, вывешивают на видных местах» [20].

Выводы по разделу: в разделе проидентифицированы профессиональные риски и представлены методы и средства их снижения.

6 Экономическое обоснование конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (22)$$

где G_k – «масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05\dots 1,15$)» [25].

«Определим массу конструкции по формуле 24» [25].

$$G = (1281,17 + 6,67) \cdot 1,15 = 1481,02 \text{ кг}$$

«Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы» [25].

$$C_{\bar{6}} = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{\text{пд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (23)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – «издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3=0,02\dots 0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем $E=1,5$);

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m=0,68\dots 0,95$);

$C_{\text{пд}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{\text{нац}} = 1,15 \dots 1,4$)» [25].

$$C_6 = (1281,17 \cdot (0,15 \cdot 1,50 + 25,00) + 9468,00) \cdot 1,20 = 50142,68 \text{руб.}$$

«В разделе определена балансовая стоимость новой конструкции» [24].

Исходные данные для расчета приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	1481,02	2500
Балансовая стоимость, руб.	50142,68	250000
Потребная мощность, кВт	11,2	12
Часовая производительность, ед/ч	5	5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	2
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	120	120
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	600	600

«Производительность установки рассчитывается по формуле 25.

Энергоемкость процесса определяют из выражения» [25]:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}} \quad (25)$$

где N_e – «потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность конструкции; ед./ч» [25].

«Подставив значения в формулу (4.3) получим» [25]:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{12}{5} = 2,40 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{11,2}{5} = 2,24 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

«Себестоимость работы определяют по формуле 26:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (26)$$

где $C_{\text{зн}}$ – «затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.» [25].

«Затраты на заработную плату определяют по формуле 27:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_e \quad (27)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч» [25].

$$C_{\text{зн0}} = 120 \cdot 0,4 = 48,00 \quad \text{руб./ед.}$$

$$C_{\text{зн1}} = 120 \cdot 0,2 = 24,00 \quad \text{руб./ед}$$

«Годовую экономию определяют по формуле 28» [25]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (28)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (78,33 - 34,60) \cdot 5 \cdot 600 = 131192,22 \quad \text{руб.}$$

«Годовой экономический эффект определяют по формуле 36» [29]:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (29)$$

$$E_{\text{год}} = (86,67 - 36,28) \cdot 5 \cdot 600 = 151177,96 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле 30» [25]:

(30)

$$T_{\text{ок}} = \frac{50142,68}{131192,22} = 0,38221 \text{ лет.}$$

«Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле 31» [25].

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (31)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{131192,22}{50142,68} = 2,61638.$$

Выводы: исходя из приведенных расчетов видно, что спроектированная конструкция манипулятора является экономически эффективной. Срок окупаемости равен - 0,38 года, коэффициент эффективности равен - 2,62.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен литературный анализ существующих технологий по проектированию пункта технического обслуживания и были изучены новые направления в этой области.

В работе сделан вывод, по итогу обзора существующих технических устройств - рассмотренные конструкции довольно сложны и дороги. Есть смысл изготовить более простую конструкцию, выполняющую те же функции, но проще в обслуживании, эксплуатации, ремонте и на порядок дешевле аналогов.

Представлен анализ количества транспорта и его годовая наработка, периодичность проведения ТО тракторов и количество ТО тракторов.

Приведены конструкторские расчеты манипулятора. Расчеты показали, что наименьшая осевая сжимающая сила намного больше заявленной ($296494\text{Н} < 548823330\text{Н}$), а значит условия прочности соблюдаются.

Представлена инструкция по работе с манипулятором.

Проидентифицированы профессиональные риски и представлены методы и средства их снижения.

Исходя из приведенных расчетов видно, что спроектированная конструкция манипулятора является экономически эффективной. Срок окупаемости равен - 0,38 года, коэффициент эффективности равен - 2,62.

Список используемой литературы

1. Государственные сметные нормативы. Федеральные сметные расценки на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств [Электронный ресурс] : ФСЭМ-2001. ФСЭМ 81-01-2001. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026921> (дата обращения 29.09.2021 года).
2. Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442633> (дата обращения: 03.10.2021).
3. Зеер, В. А. Проектирование автомобилей и тракторов : учебное пособие / В. А. Зеер, Д. Л. Окладников, П. С. Литвинов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 226 с. - ISBN 978-5-7638-4333-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819359> (дата обращения: 03.10.2021).
4. Кран - манипулятор электрогидравлический подвесной [Электронный ресурс] : Заявка: 2016107704, 02.03.2016. Авторы: Красников Юрий Викторович (RU), Стародубцев Алексей Валериевич (RU), Степанов Александр Михайлович (RU) Патентообладатель(и): Общество с Ограниченной Ответственностью "Инженерное Бюро Воронежского Акционерного Самолетостроительного Общества" (RU) Опубликовано: 04.05.2017 Бюл. № 13 URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=37fedc29d97cf4bc24813ebc3c5b0927> (дата обращения 29.09.2021 г.).
5. Кран-манипулятор (варианты) [Электронный ресурс] : Заявка: 2013153699/11, 03.12.2013. Авторы: Дегтярь Владимир Владимирович (RU), Нагорных Алексей Геннадьевич (RU), Малый Вячеслав Витальевич (RU), Тарасов Владимир Никитич (RU), Хламцов Федор Николаевич (RU), Усиков Виталий Юрьевич (RU), Бояркина Ирина Владимировна (RU), Исмаилов

Мурат Сайдохмедович (RU)Патентообладатель(и): Тарасов Владимир Никитич (RU) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10 URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=e16e7d9368087eaces7d683a78eb4abb> (дата обращения 29.09.2021 г.).

6. Кран-манипулятор на грузовом автомобиле [Электронный ресурс] : Заявка: 2013152542/11, 26.11.2013. Авторы: Коровин Сергей Дмитриевич (RU), Дегтярь Владимир Владимирович (RU), Эдигаров Вячеслав Робертович (RU), Тарасов Владимир Никитич (RU), Бастраков Сергей Иванович (RU), Нагорных Алексей Владимирович (RU), Малый Вячеслав Витальевич (RU), Бояркина Ирина Владимировна (RU), Раздымаха Геннадий Васильевич (RU), Бахшиев Анор Акифович (RU)Патентообладатель(и): Тарасов Владимир Никитич (RU) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10 URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=a7e80297c5c773fc6fe5672962e53d38> (дата обращения 29.09.2021 г.).

7. Манипулятор [Электронный ресурс] : Заявка: 98112274/11, 04.11.2007. Авторы: Салдаев Александр Макарович (RU), Салдаев Никита Дмитриевич (RU), Салдаева Юлия Геннадьевна (RU), Салдаев Дмитрий Александрович (RU), Салдаев Геннадий Александрович (RU), Кривельская Наталья Владимировна (RU) Патентообладатель(и): Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия» (RU). Опубликовано: 10.09.2007 Бюл. № 10 URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2305636> (дата обращения 29.09.2021 г.).

8. Межгосударственный стандарт. Автомобильные транспортные средства единичные. Методы экспертизы и испытаний для проведения оценки соответствия [Электронный ресурс] : ГОСТ 33670-2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136417>(дата обращения 29.09.2021 года).

9. Межгосударственный стандарт. Краны погрузочные гидравлические. Требования безопасности [Электронный ресурс] : ГОСТ 33167-2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200121695> (дата обращения 29.09.2021 года).

10. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 29.09.2021 года).

11. Методические рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Часть 2. Краны стреловые общего назначения и краны-манипуляторы грузоподъемные. [Электронный ресурс] : РД 10-112-2-09 URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_238359/ (дата обращения 29.09.2021 года).

12. Об утверждении и вводе в действие Рекомендаций по проведению испытаний грузоподъемных машин [Электронный ресурс] : Приказ Госгортехнадзора РФ от 19.02.2003 № 27 URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_239776/ (дата обращения 29.09.2021 года).

13. Об утверждении Правил внесения изменений в конструкцию находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств и осуществления последующей проверки выполнения требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 06.04.2019 № 413 (ред. от 28.04.2020) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_322251/ (дата обращения 29.09.2021 года).

14. Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : Приказ Министерства

здравоохранения и социального развития РФ от 1 марта 2012 г. № 181н URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70150478/paragraph/1:0> (дата обращения 30.09.2021 года).

15. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» (с изменениями и дополнениями). Приложение № 1. Типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам автомобильного транспорта и шоссейных дорог, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, п.17 [Электронный ресурс] : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 июня 2009 г. № 357н URL: <https://base.garant.ru/196271/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения 30.09.2021 года).

16. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461 URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373321/ (дата обращения 29.09.2021 г.).

17. Практикум по технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования / А. А. Долгушин, Ю. Н. Блынский, Д. М. Воронин [и др.] ; под. ред. А. А. Долгушина ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер, ин-т. - Новосибирск : ИЦ НГА «Золотой колос», 2018. - 424 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1461105> (дата обращения: 03.10.2021).

18. Руководящий нормативный документ. Краны стреловые самоходные и краны-манипуляторы. Капитальный ремонт. Общие технические условия [Электронный ресурс] : РД 22-326-97. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293849/4293849057.htm> (дата обращения 29.09.2021 года).

19. Способ монтажа крано-манипуляторной установки на шасси грузового автомобиля [Электронный ресурс] : Заявка: 2021106774, 16.03.2021. Авторы: Зеленский Олег Константинович (RU), Гаврилорв Кирилл Владимирович (RU) Патентообладатель(и): Акционерное Общество «Клинцовский автокрановый завод» (RU) Опубликовано: 01.09.2021 Бюл. № 25 URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=f3ed9f5b1c8b3340276a79534acce493> (дата обращения 29.09.2021 г.).

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 (последняя редакция) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=314824&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7975171035265785#06165173021121375> (дата обращения 29.09.2021 года).

21. Типовая инструкция для инженерно-технических работников, ответственных за содержание кранов-манипуляторов в исправном состоянии [Электронный ресурс] : РД 22-328-03. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850242.htm> (дата обращения 29.09.2021 года).

22. Типовая инструкция для лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами-манипуляторами [Электронный ресурс] : РД 22-329-03. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850241.pdf> (дата обращения 29.09.2021 года).

23. Типовая инструкция для операторов (машинистов) по безопасной эксплуатации кранов-манипуляторов. [Электронный ресурс] : РД 22-330-03.

URL:

<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=394944#t22VmkSMZw7SsXDJ1> (дата обращения: 03.10.2021).

24. Туревский, И. С. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 2. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта : учебное пособие / И.С. Туревский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 256 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0709-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1137870> (дата обращения: 03.10.2021).

25. Чаадаева, Н. В. Экономика транспорта и транспортных предприятий : учеб. пособие / Н. В. Чаадаева. - Москва : МГАВТ, 2007. - 184 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/403072> (дата обращения: 03.10.2021).

Приложение А

Сборочный чертеж автомобильного манипулятора

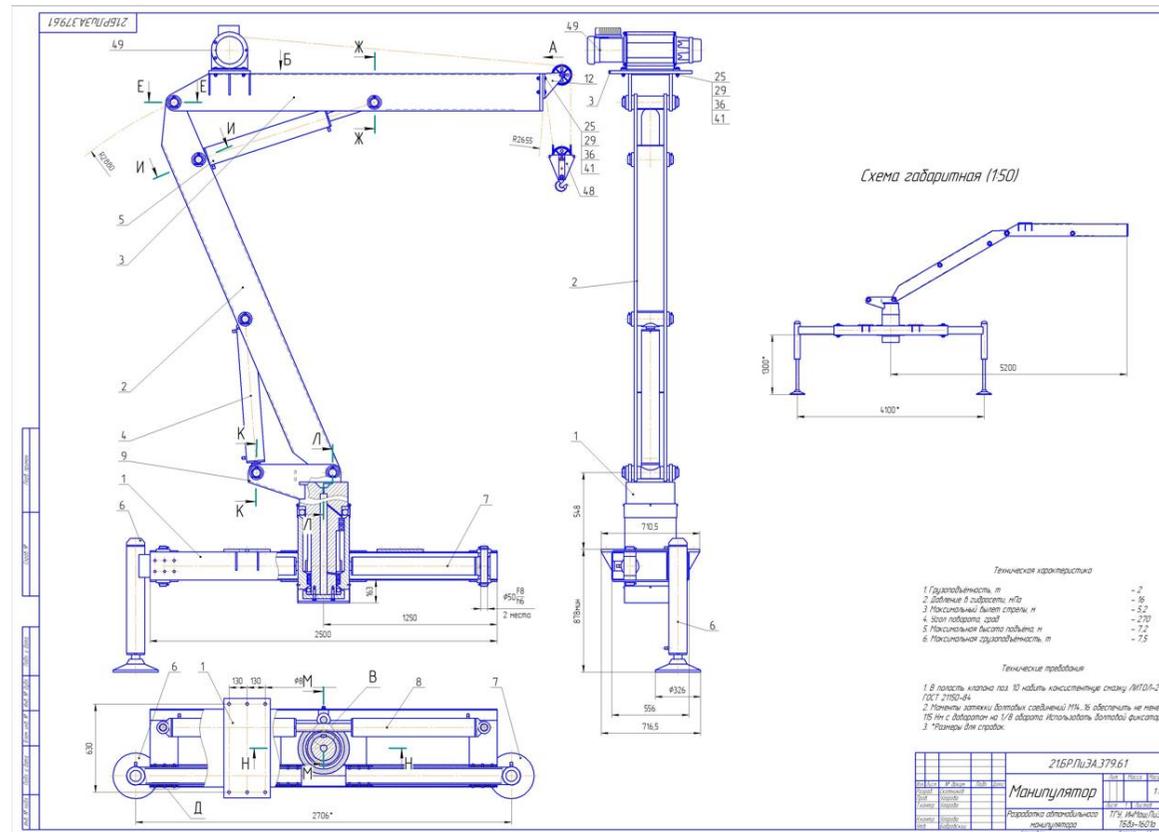


Рисунок А.1 – Автомобильный аккумулятор

Приложение Б
Спецификация

Перв. примен.		Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
		Зона					
Справ. №		Поз.					
			1	21БР.ЛиЭА.379.6101.00.00	Рама	1	
			2	21БР.ЛиЭА.379.6102.00.00	Звено первое	1	
			3	21БР.ЛиЭА.379.6103.00.00	Звено второе	1	
			4	21БР.ЛиЭА.379.6104.00.00	Гидроцилиндр	1	
			5	21БР.ЛиЭА.379.6105.00.00	Гидроцилиндр	1	
			6	21БР.ЛиЭА.379.6106.00.00	Лапа левая	1	
			7	21БР.ЛиЭА.379.6107.00.00	Лапа правая	1	
			8	21БР.ЛиЭА.379.6108.00.00	Механизм поворота	1	
	9	21БР.ЛиЭА.379.6109.00.00	Корпус	1			
	10	21БР.ЛиЭА.379.6110.00.00	Клапан	1			
	11	21БР.ЛиЭА.379.6111.00.00	Крышка	1			
	12	21БР.ЛиЭА.379.6112.00.00	Блок	1			
Подп. и дата							
Инв. № дроб.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.	Сметников				
		Проб.	Угарова				
		Н.контр.	Угарова				
		Утв.	Бабрадовский				
21БР.ЛиЭА.379.6100.00.00СБ							
					Лит.	Лист	
					1	3	
Автомобильный манипулятор					ТГУ, ЛиЭА, гр. ЭТКДз-1601а		
Копировал					Формат А4		

Рисунок Б.1 – Спецификация

