

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К.И. Сатпаева

Сурашов Н.Т.
Турдалиев А.Т.
Гудович М.И.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ**

Алматы 2013

УДК 621.87 (075.8)
ББК 39.9 Я 73

Утверждено: Ученым советом КазНТУ, протокол №13 от 28.05.2013г.
Печатается по плану Министерства образования и Науки РК.

Рецензенты:

А.В. Сладковский - д.т.н., профессор, зав. Кафедрой «Логистика и промышленный транспорт» Силезского технологического университета, Польша (г. Катовице);

Б.А. Асмагулаев - академик МАТ, д.т.н., профессор, Генеральный директор КазНИИПИ «Дортранс»;

М.С. Кульгильдинов - д.т.н., профессор, зав. Кафедрой «АДТиС» КазАТК им. М. Тыпышпаева;

К.А. Исаков - д.т.н., доцент кафедры «Прикладная механика и основы конструирования машин» КазНТУ им.К.И. Сатпаева.

Н.Т. Сурашов – д.т.н., профессор, А.Т. Турдалиев – д.т.н., профессор;
М.И. Гудович – к.т.н., доцент кафедры «ППМиГ» Каз НТУ им. К.И. Сатпаева.

Перспективные конструкции многофункциональных рабочих органов грузоподъемных манипуляторов: Монография. Сурашов Н.Т., Турдалиев А.Т., Гудович М.И. – Алматы: КазНТУ, 2013г. – 151 с.

Библиогр. 33 назв. Табл. 13. Илл. 86.

ISBN 978-601-228-564-2

В монографии приведены результаты исследований и разработки перспективных конструкций универсальных грузозахватных устройств, применяемых в различных отраслях промышленности для подъема и перемещения штучных грузов с помощью гидроманипуляторов, а также создания внутренних захватов для кантования, подъема и транспортировки рулонных материалов с помощью самоходных погрузчиков.

Проведен анализ различных способов захвата грузов, разработана методика расчета основных параметров грузозахватных устройств. Приводится пример создания виртуальной объемной модели грузозахвата с помощью современной компьютерной программы.

Монография предназначена для студентов вузов, обучающихся по специальности 5В071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии», 5В072200 «Полиграфия», а также может быть полезна студентам строительных и других специальностей, магистрантам, научным и инженерно-техническим работникам.

УДК 621.87 (075.8)

ББК 39.9 Я 73

ISBN 978-601-228-564-2

© КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	6
Глава 1	Состояние вопроса, цели и задачи исследования.....	9
1.1	Обзор конструкций автомобилей с манипуляторами.....	9
1.2	Анализ компоновочных схем автомобилей с манипуляторами.....	14
1.3	Анализ современных грузозахватных устройств и манипуляторных установок.....	17
1.4	Выводы по главе 1.....	30
Глава 2	Выявление тенденций развития конструкций грузозахватных устройств для грузоподъемных манипуляторов.....	31
2.1	Сбор патентной информации и ее систематизация.....	31
2.2	Разработка морфологической классификации грузозахватных устройств.....	53
2.3	Анализ патентной информации и выявление перспективных типов исполнения конструкций грузозахватных устройств.....	57
2.4	Конструктивные предложения авторов по созданию высокоэффективного грузозахватного устройства.....	59
2.5	Выводы по главе 2.....	66
Глава 3	Теоретическое исследование грузозахватного устройства.....	67
3.1	Определение усилий, необходимых для подъема груза.....	67
3.2	Выбор рабочей жидкости и номинального давления.....	72
3.3	Расчет параметров манипулятора и определение устойчивости автомобиля с манипулятором.....	74
3.4	Определение расхода рабочей жидкости и выбор насоса.....	82

3.5	Расчет диаметра трубопровода.....	85
3.6	Расчет захватов для грузов с центральным отверстием.....	88
3.7	Выводы по главе 3.....	91
Глава 4	Экспериментальное исследование и рекомендации к внедрению в производство.....	92
4.1	Создание виртуальной модели разработанного грузозахватного устройства.....	92
4.2	Экспериментальное исследование на ЭВМ и анализ результатов исследования.....	97
4.3	Рекомендации к внедрению в производство.....	101
4.4	Выводы по главе 4.....	102
Глава 5	Выявление тенденций развития конструкций грузозахватных устройств для транспортировки и поворота бумажных рулонов.....	103
5.1	Разработка ОТЗП для оценки конструкций грузозахватных устройств для поворота и транспортировки бумажных рулонов.....	103
5.2	Анализ изобретательской активности патентов, описывающих конструктивные исполнения грузозахватных устройств с учетом коэффициента весомости изобретений.....	109
5.3	Совершенствование конструкций грузозахватных устройств для поворота и транспортировки бумажных рулонов с учетом коэффициента весомости патента.....	114
5.4	Разработка перспективной конструкций внутреннего захвата для транспортировки и поворота бумажных рулонов.....	126
5.5	Выводы по главе 5.....	137
Глава 6	Экономическая эффективность и экологическая безопасность.....	138
6.1	Расчет эффективности использования автомобиля с манипулятором.....	138

6.2	Эффективность использования предлагаемого грузозахватного устройства.....	140
6.3	Экологическая безопасность.....	142
6.4	Выводы по главе 6.....	146
	Заключение.....	147
	Список литературы.....	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: Грузоподъемный манипулятор представляет собой подъемный механизм, который устанавливается на автомобили, колесные и гусеничные тракторы, специализированный или железнодорожный транспорт, а также стационарно. Манипулятор предназначен для захвата и перемещения различного рода грузов при помощи специализированных грузозахватных приспособлений (рабочих органов) с дальнейшей погрузкой (выгрузкой) этих грузов. Манипуляторы часто сравнивают с механической рукой, которая позволяет быстро и точно оперировать с грузом, совмещая при этом несколько операций. Они являются одними из наиболее передовых технических решений, позволяющих увеличить интенсивность использования техники для перевозки грузов и уменьшить до минимума ручной труд при погрузке и разгрузке, сократив при этом количество занятых людей и единиц техники. Данные машины компактно складываются в транспортное положение, имеют малый вес и монтируются практически на все грузовые автомобили. Масса манипулятора, как правило, не превышает 20-25% полезной грузоподъемности базового автомобиля, что обеспечивает эффективное использование автомобиля по прямому назначению - для перевозки грузов.

Очень выгодным с точки зрения экономии времени и денег является применение кранов-манипуляторов. Одно из таких устройств способно заменить сразу два агрегата: грузовой автомобиль и подъемный кран. В связи с этим расходы на дополнительную технику и рабочий штат существенно сокращаются, причём независимо от сферы использования устройства. Становится понятно, что этот современный агрегат многофункционален, и возможности его использования очень велики.

Грузоподъемные манипуляторы широко применяются в строительстве, промышленности и бытовом хозяйстве. Исполь-

зование крана манипулятора в строительстве очень многообразно. Особенно удачно, удобно и выгодно применение манипулятора при малоэтажном строительстве и строительстве и обустройстве частных загородных домов.

Сменные рабочие органы являются специализированными грузозахватными приспособлениями, предназначенными для работы с различными типами грузов, что позволяет значительно расширить области применения манипуляторов, обеспечить их высокую производительность и универсальность при использовании в различных отраслях народного хозяйства.

Не требующее специальных усилий «перепрофилирование» устройства из одного в другое с помощью дополнительного оборудования сделало манипулятор очень популярным.

Идея работы: заключается в выявлении перспективных типов исполнения многофункциональных грузозахватных устройств, разработке перспективных конструкции и методики их расчета.

Цель работы: создание высокоэффективной и перспективной конструкции универсального грузозахватного устройства многофункционального назначения на базе манипулятора.

Задачи исследования:

- сформировать массив патентов промышленно развитых стран в области грузозахватных устройств;
- выявить классификационные признаки и разработать морфологическую классификацию универсальных грузозахватных устройств;
- проанализировать массив собранных патентов;
- рекомендовать к разработке выявленные перспективные патенты;
- обосновать работоспособность выявленных устройств и предложить методику их расчета;
- создать виртуальную 3d-модель универсального грузозахватного устройства и провести экспериментальные исследования.

Новизна исследований заключается в следующем:

- сформирован массив патентов в области перспективных грузозахватных устройств, для промышленно развитых стран с глубиной поиска более 40 лет;

- разработана морфологическая классификация грузозахватных устройств;
- выявлены основные тенденции развития грузозахватных устройств;
- разработана новая конструкция универсального грузозахватного устройства;
- разработана методика проверки работоспособности грузозахватных устройств.

Практическая значимость выполненного исследования заключается в том, что:

- составлена морфологическая классификация перспективных конструкций грузозахватных устройств, позволяющая выявить основные классификационные признаки;
- составлена расчетная схема, разработана методика расчета по определению усилий, создаваемых гидроцилиндрами для подъема и удержания груза;
- выявлена зависимость грузоподъемности грузозахватного устройства от давления в поршневой полости гидравлических цилиндров;
- разработано новое универсальное грузозахватное устройство;
- создана параметрическая 3d-модель с помощью современного программного продукта T-flex cad с целью определения коэффициента запаса по эквивалентным напряжениям и выявления опасных мест в деталях грузозахватного устройства.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Обзор конструкции автомобилей с манипуляторами

Краны-манипуляторы предназначены для механизации погрузочно-разгрузочных работ: подъема и перемещения грузов как одиночных, так и в контейнерах, пакетах и на поддонах, а также мелкокусковых, лесных assortиментов и прочих длинномеров, металлического скрапа и других видов грузов. Манипуляторы на автомобиле эффективно используются при производстве монтажных работ, на малоэтажном строительстве, при ремонтно-восстановительных работах, на рассредоточенных объектах, при работе в стесненных условиях. Обладая высокой маневренностью, точностью движений, автомобиль, имеющий манипулятор, упрощает процесс погрузочно-разгрузочных работ. Применение манипуляторов позволяет вдвое сократить количество автомобилей для доставки грузов за счет ликвидации непроизводительных простоев в ожидании погрузки и разгрузки, ускорить доставку и отказаться в большинстве случаев от использования стреловых, башенных и других кранов при выполнении погрузо-разгрузочных работ. Обладая высокой маневренностью, точностью движений, автомобиль, имеющий кран-манипулятор упрощает процесс погрузочно-разгрузочных работ.

Единственным недостатком, которым обладают манипуляторы, следует считать небольшую или среднюю грузоподъемность. По этим показателям манипуляторы автономного типа значительно уступают стационарному строительному оборудованию. Но следует учитывать, что по своему назначению два этих типа техники существенно отличаются друг от друга.

Манипуляторы классифицируются:

1) По типу стрелового оборудования на манипуляторы с жесткой (шарнирной) подвеской грузозахватного органа, у которых грузозахватный орган (крюк, захват и т.д.) шарнирно закреплен на оголовке стрелы; с гибкой (канатной) подвеской грузозахватного органа (крюка, захвата и т.д.) - с грузовой лебедкой;

2) По типу транспортного средства - на автомобильные, пневмоколесные, короткобазовые, гусеничные, на специальном шасси, на шасси колесного и гусеничного тракторов, рельсовые, железнодорожные, переставные, прицепные, самоустанавливающиеся, устанавливаемые на фундаменте.

В зависимости от транспортного средства, на котором установлен кран-манипулятор, он оснащается одноступенчатыми или двухступенчатыми выносными опорами с базой до 5,6 м, дополнительно еще двумя гидроопорами. По заказу управление рабочими операциями осуществляется с земли с одного из двух пультов, расположенных по обе стороны транспортного средства, или с колонны, где в этом случае устанавливается сиденье оператора. Краны-манипуляторы могут быть также оборудованы электрогидравлической системой дистанционного управления, позволяющего управлять краном-манипулятором на расстоянии.

Рассмотрим основные разновидности автомобилей с гидроманипуляторами на примере используемых в настоящее время.

На рисунке 1.1 приведен сортиментовоз с кран-манипулятором



Рисунок 1.1. Сортиментовоз с краном-манипулятором на шасси автомобилей КАМАЗ 53229 (6x4), 53228 (6x6), 43118 (6x6)

Сортиментовоз с краном-манипулятором на шасси автомобилей КАМАЗ 53229 (6х4), 53228 (6х6), 43118 (6х6) предназначен для перевозки лесоматериалов и других длинномерных грузов длиной от 2 м до 6 м. На автомобиле установлена специальная сортиментовозная площадка с кониками и заградительный щит кабины. Возможна установка гидроманипуляторов: Синегорец 75, ЛВ-185-10, Epsilon, Palfinger и других. Комплектация кранов-манипуляторов: ротатор с челюстным захватом. Место установки: за кабиной или на заднем свесе рамы. Управление гидроманипулятором: сидение оператора на колонне крана-манипулятора. Возможна его комплектация дистанционным пультом управления, обеспечивается погрузка или выгрузка сортамента на железнодорожные платформы и полувагоны.

Металловоз предназначен для таких работ как погрузка металлолома краном-манипулятором, оснащенный специальным многолепестковым грейферным захватом, транспортировка металлолома и самосвальная разгрузка. Возможна установка гидроманипуляторов E90Z79 EPSILON –PALFINGER (Австрия), Синегорец 75, ЛВ-185-14 «Атлант» (г.Майкоп) и НИАВ (Швеция).

Ломовоз (металловоз) с крано-манипуляторной установкой представлен на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2. Ломовоз (металловоз) с крано - манипуляторной установкой на шасси автомобиля КАМАЗ-53229-1064 (65115)

Автомобиль - эвакуатор приведен на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3. Эвакуатор на шасси МАЗ

Эвакуаторы предназначены для перевозки (эвакуации) автотранспортных средств. Погрузка и разгрузка осуществляется с помощью крано-манипуляторной установки. Платформа эвакуатора представляет из себя цельносварную металлическую конструкцию, выполненную из гнутых и горячекатаных профилей. Масса перевозимого груза - не более 3200 кг. В качестве грузозахватного органа используется траверса «паук» с устройством горизонтирования. При погрузке транспортного средства используют специальные захваты, закрепляемые на колесах автомобиля. Для перевозимых транспортных средств на платформе предусмотрены четыре противооткатных упора, которые фиксируются в пазах платформы. При транспортировке транспортного средства на дальние расстояния используются проушины (рымболты) для обвязки транспортного средства тяжкими ремнями, установленные в задней части платформы. Автомобиль может быть оборудован кранами - манипулятора производства PALFINGER (Австрия), РМ (Италия), Инман (Россия).

Автомобиль самосвал с кран-манипуляторной установкой приведен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4. Автомобиль самосвал КАМАЗ 65117 (6x4)
с кран-манипуляторной установкой ИМ-150

Автомобиль-самосвал предназначен для перевозки различных сыпучих строительных, промышленных и сельскохозяйственных грузов. Разгрузка осуществляется на две боковые стороны и назад. Боковые борты состоят из двух частей с верхней и нижней навеской. Открывание и закрывание нижней части борта на 90 градусов производится вручную. Задний борт выполнен из двух частей в виде распашных ворот с боковой навеской на стойках, открывается на 130°. Преимуществом данной конструкции является возможность перевозки длинномерных грузов до 6,5м, а также возможность ручной разгрузки назад (без подъема платформы).

Бортовой автомобиль с кран-манипулятором приведен на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5. Бортовой автомобиль Камаз с кран-манипулятором

1.2 Анализ компоновочных схем автомобилей с манипуляторами

Проанализировав компоновочные схемы автомобилей с манипуляторами, авторы выявили приведенные ниже их разновидности, особенности, преимущества и недостатки.

Компоновочная схема с расположением манипулятора за кабиной с поперечной схемой складывания приведена на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6. Кран-манипулятор КМУ-90 на шасси автомобиля КАМАЗ 50205 с расположением за кабиной и поперечной схемой складывания

Особенности:

- применена поперечная схема складывания. Это позволяет достичь оптимальной развесовки по осям автомобиля, а также не затрудняет доступ в моторный отсек бескапотных автомобилей;
- ограниченная, по сравнению с задним расположением, рабочая зона в хвостовом направлении. Это создает трудности при преобразовании его при необходимости, в специализированный автопоезд;

- при использовании грейферных вилочных и иных габаритных сменных рабочих органов, невозможно складывание манипулятора без демонтажа навесного оборудования;
- позволяет использовать базовое шасси автомобиля, в то время как при заднем расположении требуется модернизация в виде удлинения рамы;
- при данной компоновке не требуется применение трубопроводов значительной длины. В то время как при заднем расположении манипулятор удален от насоса рабочей жидкости;
- из-за недостаточной рабочей зоны присутствуют небольшие затруднения при подъеме груза, расположенного ниже уровня пола.

Компоновка с задним расположением манипулятора представлена на рисунке 1.7.

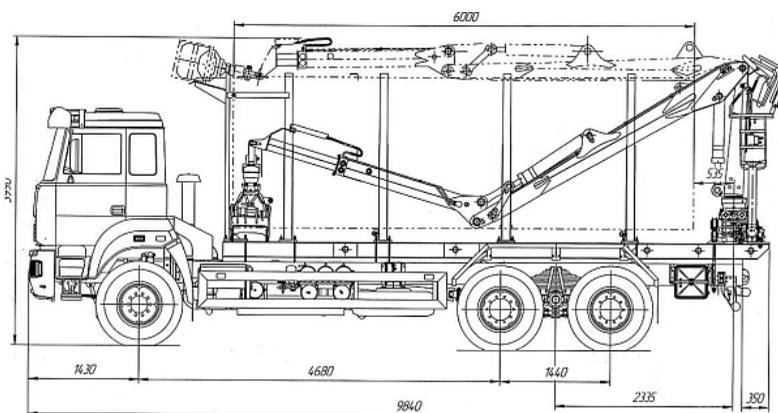


Рисунок 1.7. Автомобиль Урал с задним расположением манипулятора

Особенности:

- при данной компоновке требуется удлинение рамы шасси тягача, на что многие из поставщиков идут неохотно;
- рабочая зона охватывает хвостовую часть автомобиля, что позволяет пользоваться прицепом и составлять автопоезд;

- обладает рациональной схемой складывания стрелового оборудования и не ограничивает функциональные возможности данного вида техники;
- обладает большей рабочей зоной по сравнению с передним расположением манипулятора, при подъеме груза, расположенного ниже уровня пола;
- требуются трубопроводы значительной длины, так как манипулятор удален от насоса рабочей жидкости;
- по сравнению с передним расположением манипулятора, автомобили данной компоновки менее устойчивы при движении на высоких скоростях и пересеченной местности;
- при использовании бескапотного автомобиля с откидывающейся кабиной доступ к двигателю ничем не затруднен.

Автомобиль с манипулятором классической компоновкой приведен на рисунке 1.8.

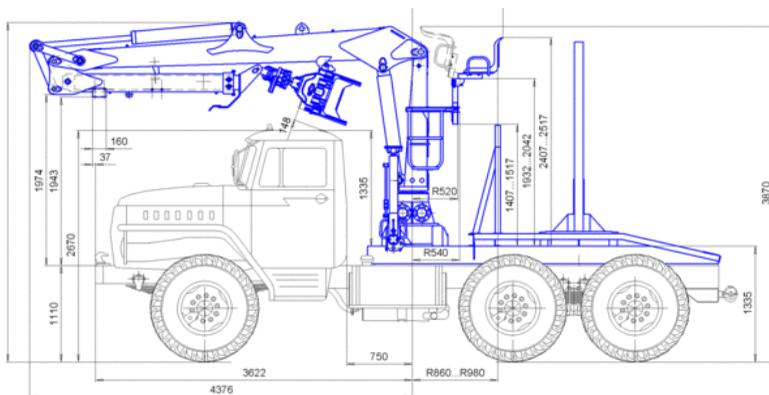


Рисунок 1.8. Манипулятор классической компоновки VPL 90-76 на базе автомобиля Урал 55571-30

Особенности:

- позволяет использовать базовое шасси автомобиля.
- не требуется применение трубопроводов значительной длины. В то время как при заднем расположении манипулятор удален от насоса рабочей жидкости;

- затруднен подъем груза, расположенного ниже уровня пола;
- центр тяжести смещен вперед и вверх, что снижает устойчивость автомобиля;
- присутствует передняя стойка, на которую укладывается манипулятор, что мешает обзору водителя.

Проанализировав компоновочные схемы автомобилей с гидроманипуляторами, авторы пришли к выводу, что наиболее оптимальной является схема с задним расположением манипулятора. По сравнению с другими компоновочными схемами выбранная обладает такими преимуществами как максимально возможная рабочая зона, возможность загрузки прицепов, наиболее рациональное расположение стрелового оборудования и рабочего органа при загруженном сортиментом кузове. Учитывая неблагоприятные условия при использовании на различных видах работах следует, предусмотреть наиболее свободный доступ к двигателю во время ремонт в полевых условиях. Как в городских условиях при погрузке труб, так и при лесозаготовительных работах на сложном рельефе иногда требуется проводить работы с грузом, находящимся ниже уровня земли, для чего наиболее оптимальным расположением манипулятора является заднее.

1.3 Анализ современных грузозахватных устройств и манипуляторных установок

Авторами был произведен обзор и анализ современных крано-манипуляторных установок и их рабочих органов. На территории СНГ с недавнего времени начал издаваться журнал «Подъемная сила» [1], тематикой которого являются вопросы, касающиеся автомобилей с манипуляторами. В основном, сбор материалов производился в сети интернет – по ключевым словам и тематике. Это связано с недостатком современной литературы и периодических изданий по соответствующей тематике.

Обзор и анализ вышеуказанных материалов показал, что в основном производством манипуляторных установок и их комплектующих занимаются в таких промышленно-развитых странах, как Германия, Австрия, Италия, США, Япония, Россия, Швеция и т.д.

Ниже приведены некоторые примеры передовых высокоэффективных конкурентоспособных крано-манипуляторных установок и их рабочих органов.

Инман-50 (Россия). Крано-манипуляторная установка ИМ 50 предназначена для ремонтно-восстановительных, монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. ИНМАН-50 имеет современную конструкцию с Z-образным складыванием, что позволяет производить монтаж КМУ на различные транспортные средства: автомобили, тракторы, болотоходы и пр., а также устанавливать их на фундамент и металлоконструкции. В целях увеличения надежности и долговечности работы вся гидравлика комплектуется элементами ведущих мировых производителей, а металлоконструкции выполнены из высококачественной стали, в т.ч. и импортной. В зависимости от пожелания заказчика управление КМУ может осуществляться с сидения на колонне или с земли, причем управление дублировано, так что оператор может находиться с удобной для управления стороны автомобиля. В последнее время все больший спрос приобретает дистанционное управление, увеличение цены от использования которого уже незначительно. Все стрелы имеют 6-гранный профиль, что увеличивает их жесткость, позволяет легко центрировать их при телескопировании, обеспечивает прямолинейность движения при выдвигении. Использование в гидравлике пропорциональных распределителей обеспечивает плавную, надежную работу с регулированием скорости движения и точным позиционированием. Это позволяет использовать ИНМАН-50 не только при погрузке-разгрузке, но и при монтажных работах [2].

На рисунке 1.9 приведена схема нагрузок ИМ 50, а на рисунке 1.10- манипулятор ИМ 50 на шасси автомобиля Камаз.

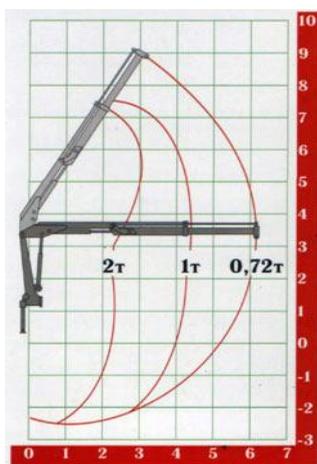


Рисунок 1.9. Таблица нагрузок манипулятора ИМ 50



Рисунок 1.10. Манипулятор ИНМАН ИМ 50

Palfinger (Австрия) [3]. Срок службы конструкции гидро-манипулятора более 15 лет. Рукава высоко расположены внутри конструкции манипулятора, что исключает повреждение маслоприводов и РВД. Рабочие температуры от - 40 до + 40°C. Благодаря системе HSS, которая направляет масло из одной полости цилиндра в другую, увеличивается скорость выдвижения цилиндров. Увеличенная грузоподъемность за счет рычажной подвески подъемного цилиндра.

Манипулятор Palfinger M100L80 приведен на рисунке 1.11

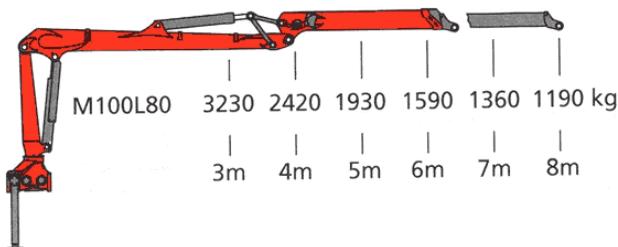


Рисунок 1.11. Манипулятор конструкции Palfinger M100L80

FASSIF80A.22 (Италия) [4]. При производстве крано-манипулятора используется высокопрочная и износостойкая сталь марки WELDOX 900, не теряющая своих свойств при низких температурах (до - 60°C). Может быть использовано любое навесное оборудование: палетные вилы, бурильное оборудование, ковши, лебедки и т.п. (за исключением люльки). Технология и материалы, применяемые для производства крано-манипуляторных устройств, высоко технологична и позволяет применять высококачественные стали, чугун, используются краски, стойкие к соли. Устанавливаются хромированные внутренние цилиндры вращения, гальванизированные трубопроводы, надежные гидравлические шланги. Мощная и универсальная гидравлическая система позволяет своевременно регулировать скорость подъема и решать сложные задачи погрузочно-разгрузочных работ. Кран-манипулятор оснащен системами защиты, которые позволяют уменьшать скорость движения в случаях перегруза, а также полной остановки и блокировки в случае серьезных отклонений от необходимых норм. Кран-манипулятор может комплектоваться радиоуправляемым уст-

ройством, что обеспечивает точность при проведении погрузочно-разгрузочных работ и особенно монтажных работ. КМУ снабжены звуковыми и световыми сигналами, которые оповещают о превышении максимально допустимых режимов эксплуатации. КМУ комплектуются различными пультами управления, которые расположены отдельно или находятся на стойке КМУ, в таком варианте комплектуется место для сидения оператора. В конструкциях применяются шестигранные профили, что усиливает жесткость кранов особенно к боковым крутящим моментам. В гидросистеме применяются фильтры высокого давления и отстойники для удаления механических частиц из рабочей жидкости. Условия эксплуатации конструкции находятся в температурном диапазоне от - 40 до + 40°С.

Манипулятор FASSIF80A. 22 приведен на рисунке 1.12.



Рисунок 1.12. Манипулятор FASSI F80A. 22

UNICUR-V504 (Япония). Кран - манипулятор UNICUR-V504 — это гидравлический кран с полноповоротной телескопической стрелой и тросовой подвеской крюка.

В отличие от кран-манипулятора, не имеющего тросовой подвески грузозахватного органа, кран-манипулятор UNIC имеет следующие преимущества:

- простота конструкции: меньшее количество узлов и шарниров. Следовательно, меньше деталей, подверженных износу и

соответственно – повышение надежности и удешевление сервисного обслуживания;

- точное позиционирование груза за счет наличия тросовой подвески крюка. Груз опускают на подготовленную поверхность с минимальной погрешностью, благодаря возможности поворачивать груз в пространстве и возможности контролировать процесс опускания, корректируя его путем оттягивания троса;

- опускание груза строго вертикально по прямой, в отличие от траектории манипулятора жесткой конструкции;

- возможность подъема и опускания груза из-за препятствий (заборы, стены либо иные препятствия);

- возможность работы с грузами ниже уровня земли (колодцы, карьерные работы и т. д.).

- возможность использования крановых установок UNIC в различных областях: строительство, озеленение, грузоперевозки и т. д.;

- многозвенная система безопасности кран манипулятора UNIC, состоящая из датчика длины телескопирования стрелы, датчика угла наклона стрелы, позволяет точно отслеживать вес поднимаемого груза и запрещает работу с массами, превышающими номинальную грузоподъемность [5].

Манипулятор UNIC приведен на рисунке 1.13.



Рисунок 1.13. Манипулятор UR-V504

Синегорец-75 (Россия, Златмаш). Гидроманипуляторы Синегорец-75 могут монтироваться как на шасси, так и стационарно и применяться в составе лесовоза и лезозаготовительной техники. Гидросистема крана-манипулятора разработанная ОАО Златмаш, обеспечивает скорость работы гидроманипулятора (погрузка/разгрузка), а также плавность, то есть гарантирует отсутствие срывов. Конструктивные особенности крана-манипулятора и запатентованная колонна позволяют выдержи-

вать критические нагрузки во время работы манипулятора. Система гидрозамков грейфера обеспечивает безопасность и стабильность при работе навесного оборудования. Манипулятор имеет надежную защиту от механических повреждений узлов системы, трубопроводов и РВД. Гидроманипулятор Синегорец-75 разработан для интенсивной работы в самых экстремальных условиях. Все модели спроектированы для профессионального использования и представляют собой оптимальное сочетание современных машиностроительных технологий, лучших компонентов и материалов [6].

На рисунке 1.14 приведен манипулятор Синегорец-75.



Рисунок 1.14. Гидроманипулятор Синегорец-75

Одной из основных тенденций развития в области крано-манипуляторных установок являются вопросы безопасности. Компания Hiab (Швеция) разработала для Европы систему защиты оператора от опасных случаев во время управления краном OPS (рисунок 1.15). Это достигается за счет ограничения движений крана в зоне «виртуальной кабины безопасности». Специальные датчики движения стрелы крана не позволят ей

войти в зону безопасности оператора. Размер и положение «виртуальной кабины безопасности» можно легко отрегулировать в зависимости от модели манипулятора. Система приводится в действие, как только оператор наступает на платформу и отключается, как только сходит с нее.



Рисунок 1.15. Система безопасности OPS компании Hiab

Обязательным атрибутом любого манипулятора является его грузозахватное устройство. Сменные рабочие органы являются специализированными грузозахватными приспособлениями, предназначенными для работы с различными типами грузов, что позволяет значительно расширить области применения гидроманипуляторов и обеспечить их высокую производительность и универсальность при использовании их в различных отраслях народного хозяйства. Авторами был проведен обзор типов конструкций современных съемных рабочих органов, который представлен в таблице 1.1. Данные рабочие органы производятся предприятиями холдинговой компании ООО "Велмаш-С" (Россия) [7].

Таблица 1.1

Съемные рабочие органы для гидроманипуляторов

Описание	Рисунки
Грейферы, предназначенные для работы с лесом; используются для погрузки, выгрузки, подтаскивания и штабелирования лесоматериалов	
Грейферы клещевые (пачковые), предназначены для бесчokerной трелевки леса, подтаскивания и штабелирования лесоматериалов.	
Грейферы, предназначенные для работы с металлоломом и сыпучими материалами.	

<p>Ковшовые грейферы с вертикальным расположением гидроцилиндра; предназначены для погрузки сыпучих и малосыпучих материалов. Используются также для рытья траншей, канав и ям в грунтах 1 и 2 категории в немерзлом состоянии.</p>	
<p>Ковшовый грейфер с горизонтальным расположением гидроцилиндра; предназначен для погрузки сыпучих и малосыпучих материалов</p>	
<p>Вильчатый грейфер с вертикальным расположением гидроцилиндра; предназначен для погрузки и выгрузки силоса, сенажа, солоmistых органических удобрений, спрессованных рулонов сена и герметичной упаковке непосредственно перед скармливанием.</p>	

Продолжение таблицы 1.1

<p>Захват для рулонов, предназначен для перемещения рулонов сенажа в герметичной упаковке</p>	 A red metal frame grabber with two vertical bars and a horizontal top bar, designed for lifting rolls of silage.
<p>Крюковые подвески, предназначены для погрузки, выгрузки штучных и затаренных грузов.</p>	 Two types of hooks: one is black with a yellow and black striped safety band, and the other is red.
<p>Вилочный подхват поддонов, предназначен для перемещения паллетированных грузов массой до 1,5 т.</p>	 A black metal attachment with two forks, designed for lifting palletized goods.
<p>Устройство грузозахватное, предназначено для перемещения бордюрного камня и других предметов прямоугольного сечения.</p>	 A black metal grabber with a rectangular opening and a yellow and black striped safety band, designed for lifting rectangular objects.
<p>Устройство грузозахватное, предназначено для перемещения грузов, имеющих отверстие.</p>	 A black metal grabber with a rectangular opening and a yellow and black striped safety band, designed for lifting objects with a hole.

Фирмой Ramtec Oy (Финляндия) выпускаются специализированные съемные рабочие органы [8].

Грейфер-разрушитель для сноса и демонтажа сооружений, их разборки и сортировки Robi DG (рисунок 1.16) был разработан для работы в жестких условиях и соответствует самым высоким стандартам по сносу сооружений и утилизации. Его прочная и износостойкая конструкция, в совокупности с мощными гидроцилиндрами, обеспечивает наилучшие производственные показатели. Техническое обслуживание грейфера-разрушителя Robi DG минимизируется благодаря прочной и надежной в эксплуатации конструкции и сменным ножам. Обратный затворный клапан гидроцилиндра гарантирует надежную и производительную работу.



Рисунок 1.16. Грейфер – разрушитель Robi DG

Захват-манипулятор Robi HG (рисунок 1.17) – приспособление для сортировки и различных манипуляций длинными конструкциями (лесоматериалами, трубами, сортовым прокатом и т.д.). Регулируемое усилие гидравлики обеспечивает как манипуляцию материалами, особенно длинными конструкциями, так и аккуратный демонтаж, особенно в случае необходимости соблюдения осторожности при разборке конструкции.



Рисунок 1.17. Захват-манипулятор Robi HG

Для разрушения железобетонных конструкций были разработаны гидрорезицы Ramtec – Robi (рисунок 1.18), предназначенные для резания арматуры и других металлических конструкций.



Рисунок 1.18. Гидрорезицы Ramtec–Robi

Компания Cranab AB (Швеция) предлагает передовые технические решения в области крано-манипуляторных установок и сменных рабочих органов [9].

Захваты Cran ab представлены на рисунке 1.19. Их отличительные особенности заключаются в том, что в захватах применены пальцы экспандерного типа, что позволяет увеличить срок службы в 4–5 раз до замены и составляет 10–12 тыс. часов наработки (обычные пальцы имеют срок службы 2–3 тыс. часов наработки); гидравлические цилиндры оборудованы демпферным тормозом, позволяющим избежать удара при раскрытии захвата; большая скорость открытия захвата, позволяющая пачке груза падать не рассыпаясь в воздухе; форма захвата оптимизирована таким образом, что позволяет не забрывать землю при сборе пачки с земли.



Рисунок 1.19. Захваты компании Cranab AB

Из приведенного выше обзора становится очевидным, что современные грузозахватные устройства оснащаются гидравлическим приводом, а компаниями - производителями уделяется мало внимания повышению универсальности своей продукции. Это обусловлено стремлением к экономической выгоде, т.е. желанием предприятия реализовывать и обслуживать большее количество своей продукции.

1.4 Выводы по главе 1

- 1) Выявлены разновидности и компоновочные схемы автомобилей с манипуляторами.
- 2) Выявлены тенденции развития конструкции манипуляторов.
- 3) Установлены основные виды грузозахватных устройств.
- 4) Выявлены весьма перспективные быстроразъемные грузозахватные устройства.

ГЛАВА 2 ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

2.1 Сбор патентной информации и ее систематизация

Целью данной главы является сбор патентов промышленно развитых стран в области грузозахватных приспособлений; систематизация собранной информации о патентах; разработка морфологической классификации; морфологический анализ с целью установления конкурирующих типов исполнения конструкции по узлам; выявление перспективных типов исполнения грузозахватных приспособлений и способы захватами грузов.

Для разработки эффективных способов захвата, перемещения и манипуляций грузами можно применять разнообразные типы грузозахватных устройств. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ с помощью манипулятора ввиду того, что эта техника многофункциональна, приходится работать с разнообразным грузом и целесообразно применять универсальное грузозахватное устройство в целях большой экономии времени и снижении трудоемкости операций при смене рабочего органа. В этом направлении имеются перспективы для создания конкурентоспособных изобретений. Одним из путей поиска перспективных конструкций грузозахватных устройств является выявление основных тенденций их развития методами прогнозирования. Важным источником информации для прогнозирования являются патенты, которые несут значительную информационную нагрузку, но не содержат числовых параметров.

Патентная информация обладает рядом существенных преимуществ, позволяющих эффективно использовать ее при прогнозировании:

- новизной – ввиду самой специфики патентования;
- достоверностью – т.к. патентуются только технические решения, которые можно осуществить;
- концентрированностью – информация излагается только один раз, а не повторяется произвольно, как в статьях и других публикациях;

– формализованностью – все описания к патентам каждой данной страны имеют единую форму, расположены в определенном квалификационном порядке, а предмет и формула изобретения изложены в строгой последовательности;

– полнотой – практически все новые и ценные технические идеи защищаются патентами.

Поэтому патенты являются потенциальными носителями технического прогресса в той или иной отрасли науки и техники [10].

Во многих странах мира использование патентной информации определяет основные направления в формировании технической политики фирм и объединений. На основе патентной информации разрабатывают прогнозы регионального и государственного значения. Поэтому перед автором стояла задача: на основе анализа патентной информации выявить перспективные конструкции грузозахватных приспособлений.

Поиск существующих грузозахватных устройств данного типа проводился в соответствии с “Международной патентной классификацией” (восьмая редакция, 2006 г.), имеющейся в Республиканском патентном фонде (РПФ) (всего 8 разделов А, В, С...Н). Рассматриваемые грузозахватные устройства находятся в разделе В: Различные технологические процессы; транспортирование. Каждый раздел включает классы, которые состоят из индекса раздела и двухзначного числа, например, для рассматриваемой темы В66–“Подъемные устройства” и т.д.

Одновременно с бумажными носителями Республиканского патентного фонда РК поиск проводился и в Интернете – на веб-сайте Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), (www.wipo.int). Сайт www.google.com/patents обладает очень удобной системой поиска, регулярно обновляется и содержит полные описания более 8 миллионов патентов США, начиная с 19 в. и по настоящее время. Описания патентов РФ находятся на сайте Федерального института промышленной собственности (ФИПС) (www1.fips.ru). Также информация по российским патентам предоставлена на сайтах <http://ru-patent.info>, bd.patent.su.

Ниже представлен патентный анализ автомобилей с манипуляторами:

1) RU 2123947 C1B60P 1/54 (27.12.1998).

Сортиментовозный кран-манипулятор содержит автомобильный тягач, удлиненную приставку, присоединенную к раме его шасси, на которой установлена удлиненная грузовая платформа с защитной стенкой, кониками и расположенным в хвостовой части гидроманипулятором с челюстным захватом, грузоподъемная стрела которого размещена в транспортном положении при незагруженной сортиментами платформе на ее рамном основании, сложена в компактный узел и опущена шарнирным сочленением на ложемент платформы, а при загруженной сортиментами платформе - на элементы конструкции грузоподъемной стрелы, трансформированной в линию, и челюстного захвата манипулятора, фиксируемого быстросъемным устройством на наклонной площадке защитной стенки с обеспечением гарантированного зазора между стрелой и транспортируемым грузом, что позволяет оптимизировать конструкцию и улучшить эксплуатационные характеристики.

2) RU 2124447 C1B60P1/54 (10.01.1999).

Сортиментовозный кран-манипулятор, содержащий серийный автомобильный тягач, установленную на раме шасси грузовую платформу с рамным основанием лонжеронного типа, на которой закреплены защитная сетка, коники и гидроманипулятор стрелового типа с челюстным захватом, силовую установку с масляным баком, гидроарматурой, магистралями питания и насосом, а также элементы крепления платформы к раме шасси последнего, отличающийся тем, что тягач выполнен с откидывающейся кабиной, грузовая платформа смонтирована на раме шасси последнего с образованием щелевого просвета между его кабиной и защитной стенкой, величина которого несколько превышает ширину челюстного захвата манипулятора, расположенного в хвостовой части грузовой платформы, грузоподъемная стрела последнего в транспортном положении как при порожней, так и при загруженной сортиментами платформе трансформирована в горизонтальную линию с ориентацией вдоль продольной оси крана и уложена на ложемент силовой перекладины выше верхнего среза боковых стоек коников при крайнем выдвинутом положении их, а челюстной захват – в размещен-

ную в щелевом просвете вертикально ориентированную корзину приемно-опорного устройства, жестко закрепленного на лицевой поверхности стенки, при этом приводное звено насоса при помощи муфты и карданного вала кинематически соединено с выходным звеном коробки отбора мощности.

3) Патент № 20014322/22(047565).

Сущность полезной модели состоит в том, что известен манипулятор, содержащий основание, механизм поворота колонны, гидравлические ауитригеры, стрелу, рукоять, удлинитель с оголовником, грузозахватный орган, гидрооборудование, пульт управления с лестницей и электрооборудование. Манипулятор содержит дополнительную электрическую систему аварийного отключения гидрооборудования с выводом кнопки на пульт, указанная стрела дополнительно снабжена осью с закрепленным на ней крюком, на рукояти закреплены бобышка и кронштейн, а оголовник удлинителя содержит защитный кожух. Пульт управления дополнительно оборудован металлическо-трубчатым каркасом и капюшоном, а лестница пульта управления имеет поручень с прорезиненными ручками.

Одними из основных требований к технике являются вопросы безопасности и эргономики. В последнем представленном патенте конструкция манипулятора обладает металлическо-трубчатым каркасом с капюшоном, что улучшает удобство работы оператора, обеспечивая защиту от атмосферных осадков, ветра и солнечного излучения. Поручни с прорезиненными ручками на лестницах пульта управления снижают возможность получения травмы. Проблемой многих манипуляторов является отсутствие прожектора освещения рабочей, что представлено в указанном патенте. На оголовнике удлинителя установлен защитный кожух, который увеличивает надежность манипулятора, защищая рукава высокого давления как от внешних воздействий, так и при установке рукояти манипулятора на опору транспортного средства. Проведя патентный обзор, авторы пришли к выводу, что конструкция, представленная в патенте № 20014322/22 (047565), является перспективной и актуальной [11].

Авторами было проведено исследование патентных фондов в области грузозахватных устройств промышленно развитых стран мира с 1963 по 2011 гг.

1) Захват (рисунок 2.1). Патент на изобретение №US 3,102,752 (3.09.1963).

Захват содержит устройство для крепления к стреле грузоподъемной машины, к которому одними концами подвижно закреплены рычаги. К другим концам рычагов подвижно крепятся челюсти. Привод осуществляется с помощью каната, который подводится к устройству со шкивом, к которому подвижно крепятся обе челюсти. Недостатком устройства является наличие канатного привода, имеющего меньшую надежность по сравнению с гидравлическим. Устройство также не может выполнять поворот вокруг вертикальной оси.

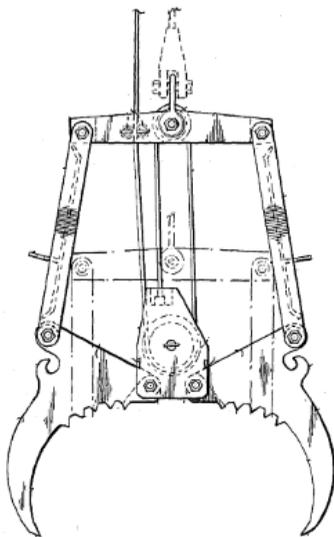


Рисунок 2.1. Захват (№ 3,102,752)

2) Одноканатное грузозахватное устройство (рисунок 2.2). Патент на изобретение № US 3,768,853 (30.10.1973).

Устройство представляет собой захват ножничного типа. Две челюсти соединены между собой подвижно с помощью шарнира. Захват крепится к стреле грузоподъемной машины с помощью специального устройства. В качестве привода для смыкания челюстей используется канат. Преимуществом устройства является простая конструкция. Из недостатков можно отметить то, что устройство не может совершать поворот вокруг вертикальной оси.

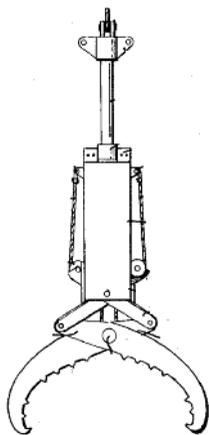


Рисунок 2.2. Одноканатное грузозахватное устройство (№ 3,768,853)

3) Подвешиваемый грейфер. Патент на изобретение № US 3,976,322 (24.08.1976).

Грейфер содержит устройство крепления к стреле грузоподъемной машины, две цепи, одними концами прикрепленные к каждой из двух челюстей, а другими - к устройству крепления к стреле грузоподъемной машины. Челюсти подвижно соединены между собой шарниром. В качестве привода используется канат, соединенный с обеими челюстями. Преимуществами устройства является простая и легкая конструкция. Из недостатков можно отметить то, что устройство возможно поворачивать только вручную.

4) Канатный грейфер. Патент на изобретение №SU2199349 (05.03.1978).

Грейфер содержит две челюсти, подвижно соединенные между собой с помощью шарнира. Имеется устройство для крепления к грузоподъемной машине, которое с помощью цепей удерживает грейфер в подвешенном состоянии. В качестве привода для смыкания и размыкания челюстей используется канат. Недостатком устройства является то, что оно может транспортировать только сыпучий груз.

5) Канатный захват (рисунок 2.3). Патент на изобретение № US 4,807,918 (28.2.1979).

Захват содержит устройство для крепления к грузоподъемной машине, соединенное рычагами с каждой челюстью. Каждая челюсть одним концом подвижно крепится на базе. Имеются амортизирующие устройства, одним концом закрепленные на базе, а другим - на устройстве крепления к грузоподъемной машине. В качестве привода служат канаты, закрепленные на базе. Преимуществом конструкции является наличие амортизирующих устройств, позволяющих аккуратно и бережно захватывать груз.

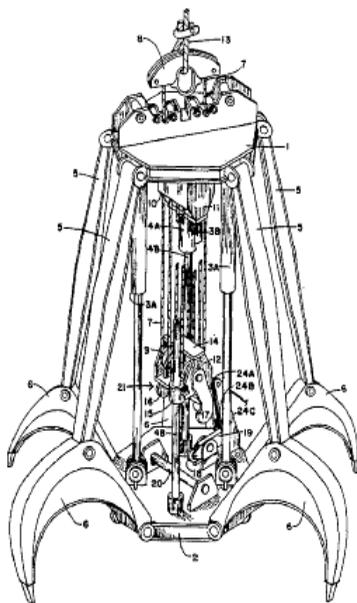


Рисунок 2.3. Канатный захват (№4,807,918)

б) Гидравлический захват (рисунок 2.4). Патент на изобретение № US4,042,272 (16.08.79).

Изобретение относится к гидравлическим многочелюстным захватам со звездообразным расположением гидроцилиндров. Захват оборудован поворотным ротатором с проушиной для подвешивания на стреле.

Захват, иллюстрируемый на рисунке 2.4, имеет верхнюю поворотную головку 1 с подвеской 2 прилегаемой к ее вершине, а также имеются пары шлангов 3,4 и 5,6 для подачи гидравлического давления жидкости. Под поворотной головкой 1 находится корпус 16, состоящий из двух пластин, между которыми фиксирующие пальцы 7,8 расположены в звездообразной форме 10. На внешних концах поддерживаются шарнирно с одной стороны лезвия 12 посредством шарниров 11 и с другой стороны - гидравлические цилиндры 14 для лезвий с помощью петель 13. Шланги подключены от корпуса 16 до цилиндров двойного действия 14.

Изобретение имеет компактный звездообразный корпус и поворотное устройство. Устройство может работать только с кусковыми грузами.

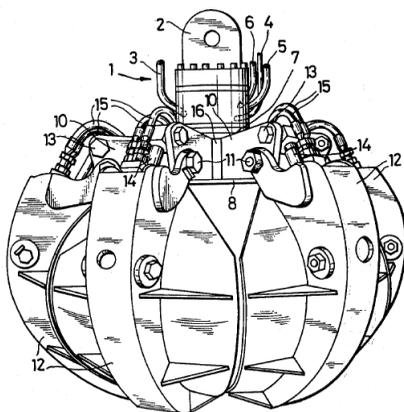


Рисунок 2.4. Гидравлический захват (№ US4,042,272)

7) Захват с канатным приводом (рисунок 2.5). Патент на изобретение № US 4,328,987 (11.05.1982).

Захват содержит две челюсти, подвижно закрепленные между собой пальцем, базу с роликами, рычаги, одним концом подвижно закрепленные на базе, а другим - на челюстях, канат, обвитый вдоль роликов на базе и на челюстях. Преимущество устройства заключается в простой конструкции. Недостатком устройства является отсутствие поворотного устройства.

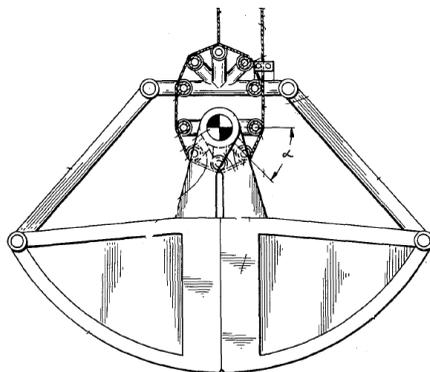


Рисунок 2.5. Захват с канатным приводом (№ US 4,328,987)

8) Захват (рисунок 2.6). Патент на изобретение № US 4,405,167 (20.09.1983).

Изобретение относится к подъемно-транспортным машинам, в частности к грейферным захватам. Устройство содержит два зажима, имеющих форму ковша, проушины для крепления к грузоподъемной машине, подвижно закрепленные на каждой челюсти, гидравлический цилиндр двухстороннего действия, подвижно закрепленный обоими концами на каждой челюсти. Преимуществами устройства является простота и легкость конструкции. К недостаткам можно отнести ненадежность конструкции, т.е. подверженность гидроцилиндра воздействию окружающей среды; захват не может выполнять поворот вокруг вертикальной оси.

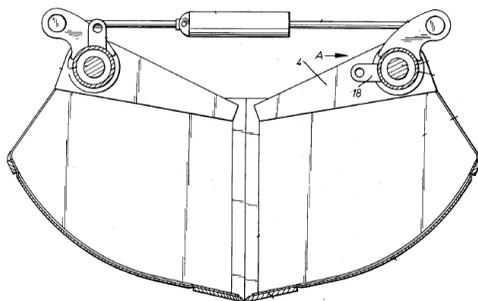


Рисунок 2.6. Захват (№ US4,405,167)

9) Поворотный гидравлический грейфер (рисунок 2.7). Патент на изобретение № US 4,426,110 (17.01.84).

Устройство содержит базу, на которой подвижно закреплены челюсти, ротатор с устройством для крепления к грузоподъемной машине, два гидравлических цилиндра, одними концами подвижно закрепленные на базе, а другими - на челюстях. Преимуществами устройства является надежная конструкция и возможность поворачиваться вокруг вертикальной оси. Недостатком является то, что устройство может работать только с длиннономерными грузами.

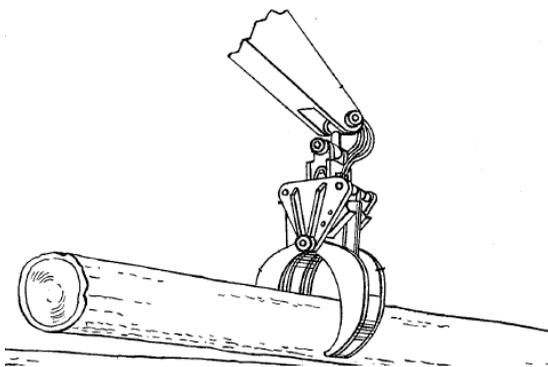


Рисунок 2.7. Поворотный гидравлический грейфер (№ US 4,426,110)

10) Многочелюстной грейфер. Патент на изобретение № SU 01070114 (30.01.1984).

Устройство содержит навешиваемую на грузоподъемный механизм раму и шарнирно соединенные с ней поворотные от силового цилиндра челюсти, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности, он снабжен закрепленными на раме с возможностью поворота в вертикальной плоскости рычагами, одни плечи которых присоединены к силовому цилиндру, и присоединенными к другим плечам рычагов посредством шарниров, оси которых параллельны профильным осям последних, коромыслами, концы которых соединены посредством тяг и шаровых шарниров с противоположащими челюстями. Изобретение относится к подъемно-транспортному оборудованию, конкретнее - к грейферным механизмам, и может быть использовано для перегрузочных работ. Устройство отличается надежной конструкцией. Из недостатков можно отметить то, что грейфер не может выполнять поворот вокруг вертикальной оси.

11) Одноканатный грейфер. Патент на изобретение № SU 01074806 (23.02.1984).

Устройство содержит челюсти, представляющие собой клещевой захват и связанные с общим приводом механизмы смыкания и раскрытия челюстей, последний из которых включает в себя крюки, закрепленные на челюстях с возможностью взаимодействия с захватными элементами, выполненными в виде петель, и направляющие для петель, отличающийся тем, что, с целью расширения эксплуатационных возможностей путем повышения номенклатуры захватываемых грузов, каждый из крюков механизма раскрытия челюстей расположен в плоскости поворота челюстей зевом внутрь последних, а направляющие выполнены в виде стержней, жестко связанных с крюками со стороны, противоположной их зеву, и снабжены ограничителями движения, размещенными на их концах. Недостатками является то, что в устройстве используется ненадежный канатный привод и грейфер не может выполнять поворот вокруг вертикальной оси.

12) Многочелюстной захват. Патент на изобретение № SU 01326540 (03.04.1986).

Изобретение относится к подъемно-транспортному оборудованию, в частности к канатным грейферным механизмам для захвата и перемещения неоднородного металлического лома. Цель изобретения - увеличение надежности и производительности грейфера. Многочелюстной захват содержит верхнюю траверсу, связанную с челюстями, каждая пара которых шарнирно прикреплена к общему балансиру, размещенному в корпусе нижней траверсы. При этом указанный корпус снабжен упорами для ограничений вращательных движений балансиров. Грейфер имеет канатный привод, замыкающие канаты которого соединяют верхнюю и нижнюю траверсы посредством блоков. Недостатком устройства является то, что устройство может транспортировать только кусковый груз.

13) Многочелюстной захват. Патент на изобретение № SU 01328278 (07.08.1987).

Изобретение относится к подъемно-транспортному оборудованию. Цель изобретения - расширение технологических возможностей грейфера. Грейфер состоит из траверсы в виде двух рычагов, шарнирно соединенных с осями основных челюстей и свободными концами сходящихся на общий шарнир. К осям этих же челюстей шарнирно прикреплен силовой цилиндр, лежащий в горизонтальной плоскости. Перпендикулярно плоскости основных челюстей размещена дополнительная пара челюстей, имеющая привод посредством тяг, прикрепленных с возможностью поворота в горизонтальной плоскости к проушинам осей смежных челюстей. Челюсти снабжены рычажными синхронизаторами, при этом у одной пары челюстей они размещены выше, а у другой пары челюстей - ниже их осей соединения. Недостатком является то, что устройство может транспортировать только кусковый груз.

14) Грейфер. Патент на изобретение № SU 4375622 (23.10.1990).

Изобретение относится к подъемно-транспортному машиностроению. Грейфер содержит головку, где установлена звездочка, заблокированная с канатным барабаном, цепь, прикрепленную при помощи муфт к концам замыкающего и поддерживающего канатов, закрепленных соответственно на барабанах

замыкающей и поддерживающей лебедок, пару двуплечих рычагов, на нижних плечах которых смонтированы челюсти, шарнирно установленные на траверсе, а верхние плечи шарнирно соединены с концами смыкающих рычагов, тяги и смыкающий канат. Один конец смыкающего каната закреплен на барабане, а другой - на шарнирном узле сочленения смыкающих рычагов. Цель изобретения - повышение надежности.

15) Гидравлический грейферный захват (рисунок 2.8). Патент на изобретение № US5,209,536 (11.05.1993).

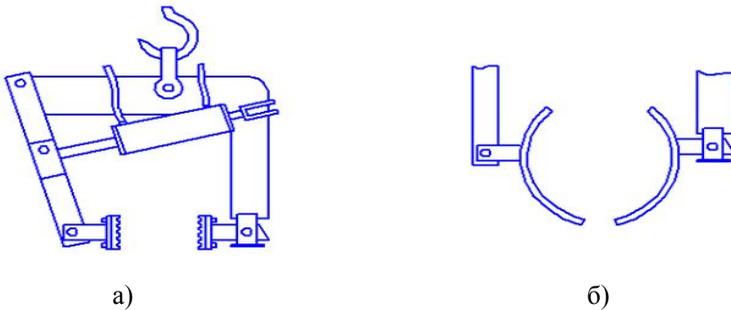
Изобретение относится к области подъемных устройств и, в частности к области гидравлических подъемных машин, с помощью которых можно манипулировать и поднимать объекты.

Сущностью этого изобретения является: создание подъемного устройства, которое имеет улучшенные эксплуатационные характеристики по сравнению с аналогичными, что делает его проще и надежнее в использовании, подъеме и точной манипуляции такими объектами, как различные камни, гранитные плиты и широкий спектр других видов строительных материалов. Устройство данного изобретения является особенно полезным для подъема больших строительных материалов. Так как устройство данного изобретения является небольшим, компактным и портативным, оно может обслуживаться одним работником.

Изобретение включает L-образную раму, к которой прикреплен один конец гидравлического цилиндра и подвижные руки с зажимом. Подвижные руки закрываются и открываются с помощью гидравлического цилиндра. Устройство может манипулировать тяжелыми предметами, например, поднимая их вверх, удерживание в вертикальном положении и транспортировка..

Особенностью изобретения является наличие съемных захватов различных форм под различные разновидности грузов.

Данное изобретение является очень универсальным, легким и простым в обслуживании. Из недостатков можно отметить отсутствие ротатора и низкую надежность, т.е. подверженность повреждениям гидролиний во время работы.



а)

б)

а – со съёмными зажимами для плит;

б – со съёмными зажимами для цилиндрических грузов

Рисунок 2.8. Гидравлический грейферный захват (№ US5,209,536)

16) Поворотный гидравлический грейфер (рисунок 2.9). Патент на изобретение № US 5,330,242 (19.06.94).

Изобретение относится к поворотным гидравлическим грейферам и предназначено для подъема, транспортировки и разгрузки материалов различных форм, размеров и композиции. Существует большое количество гидравлических грейферов. Эти конструкции имеют некоторые недостатки, которые решает это изобретение. Недостатки включают в себя: гидравлические линии или шланги, которые восприимчивы к разрывам и другим повреждениям из-за условий, в которых используются грейферы, открытые полости между различными структурными частями грейфера, которые могут засориться и повлиять на эффективную работу грейфера; неповоротные грейферы, ограничивающие рабочую зону и снижающие возможность манипулирования грузом. Существующие внешние гидролинии также ограничивают возможность поворачиваться грейферам, даже у тех грейферов, которые оборудованы ротатором из-за ограниченной длины гидролиний. Задачей настоящего изобретения является устранение этих ограничений.

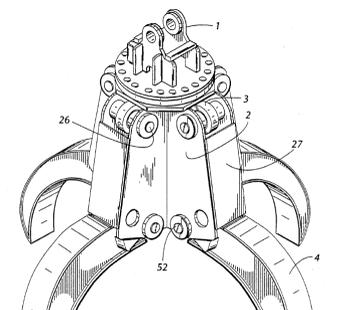


Рисунок 2.9. Поворотный гидравлический грейфер(№ US5,330,242)

17) Лесозаготовительный грейфер (рисунок 2.10). Патент на изобретение № US 5,558,380 (24.09.1996).

Конструкция представляет собой захват с двумя гидроцилиндрами двойного действия, по одному для каждой челюсти.

Захват применяется на скиддерах, больших машинах, используемых для перемещения бревен в лесозаготовительной промышленности. Некоторые современные грейферы имеют один цилиндр, что не позволяет симметрично передвигать обе челюсти. В данном изобретении решается эта проблема.

Изобретение включает в себя голову захвата, на которую монтируются челюсти и подвеска для скиддера. Левая и правая челюсти шарнирно крепятся к голове. Первый двухсторонний гидравлический цилиндр расположен между опорной точкой правой челюсти и левой челюстью. Второй цилиндр расположен аналогично.

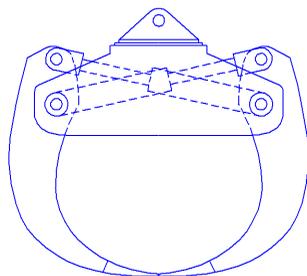


Рисунок 2.10. Лесозаготовительный грейфер (№5,558,380)

18) Гидравлический грейфер (рисунок 2.11). Патент на изобретение № US 5,865,492 (02.2.1997).

Грейфер содержит челюсти, смонтированные на поворотном механизме. Поворотный механизм крепится к стреле подъемной машины. Особенностью является то, что устройство оборудовано боковым поворотным механизмом, позволяющим наклонять грейфер в целом. Это расширяет рабочую зону и повышает эффективность работы грузоподъемной машины, но одновременно утяжеляет и усложняет конструкцию.

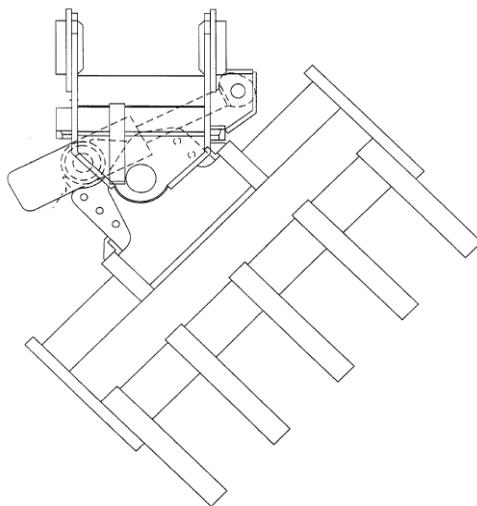


Рисунок 2.11. Гидравлический грейфер (№5,865,492)

19) Грейферный захват. Патент на изобретение № US 5,762,388 (9.06.1998).

Захват содержит базу, на которую подвижно крепятся 4 челюсти, 4 гидроцилиндра, одним концом закрепленные на базе, а другим на челюстях. Захват может оборудоваться съемным поворотным устройством. Преимуществом устройства является надежная конструкция. К недостаткам можно отнести неуниверсальность.

20) Захват с универсальным разводным устройством (рисунок 2.12). Патент на изобретение № US 5,975,604 (2.11.1999).

Изобретение содержит подвижные челюсти, смонтированные на разводном устройстве, два гидравлических цилиндра, передающих усилие на каждую челюсть. Отличительной особенностью является наличие разводного устройства, которое, раздвигаясь под углом, позволяет изменять форму захвата, подстраивая его под различные габариты грузов. Недостатками являются отсутствие поворотного устройства и возможность транспортировать только длинномерные грузы.

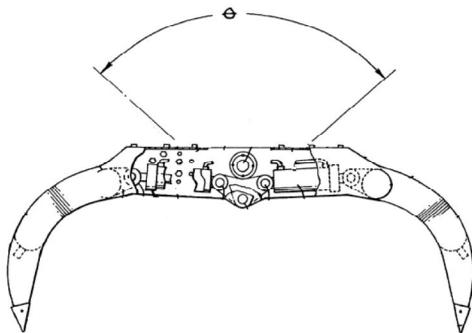


Рисунок 2.12. Захват с универсальным разводным устройством (№5,975,604)

21) Гидромеханический грейфер. Патент на изобретение № RU2165386 (20.04.2001).

Изобретение относится к грузозахватным устройствам. Гидромеханический грейфер содержит несущий корпус, поворотные челюсти захвата, шарнирно связанные с поворотным корпусом, механизм поворота грейфера вокруг вертикальной оси, механизм смыкания и размыкания челюстей и муфту включения упомянутых механизмов. Грейфер снабжен реверсивным гидромотором, его механизм смыкания и размыкания челюстей выполнен в виде червячной пары, на осях червячных колес которой жестко закреплены челюсти, а червяк которой расположен соосно с валом гидромотора с возможностью взаимодейст-

вия с ним посредством образующих упомянутую муфту включения двух кулачковых полумуфт, одна из которых установлена на шлицевой части вала гидромотора, а другая – на шлицевой части червячного вала, при этом упомянутая червячная пара и полумуфты установлены в поворотном корпусе, верхняя цилиндрическая часть которого с внутренней стороны имеет зубчатый венец для взаимодействия с сателлитами, установленными в водиле, а верхняя внешняя поверхность поворотного корпуса и внешняя поверхность водила образуют тормоз.

22) Поворотное захватное устройство (рисунок 2.12). Патент на изобретение № US 6,457,761 (1.10.2002).

Устройство содержит две челюсти, подвижно закрепленные на поворотном устройстве (ротаторе), два гидравлических цилиндра, подведенных к каждой челюсти. Устройство отличается легкой и малогабаритной конструкцией. Из недостатков можно отметить то, что гидравлические цилиндры недостаточно защищены от внешних механических воздействий.

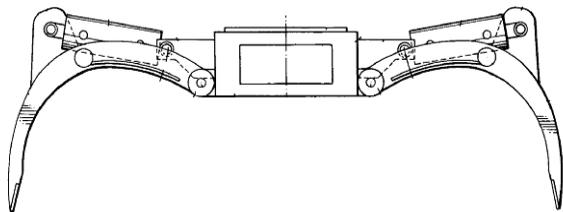


Рисунок 2.13. Поворотное захватное устройство (№ 6,457,761)

23) Захват. Патент на изобретение № US 2002/0150457 (17.10.2002).

Устройство содержит две челюсти, смонтированные на поворотном механизме. Поворотный механизм крепится к стреле грузоподъемной машины. Гидравлические линии подводятся через ось поворотного механизма. Преимуществом является компактная конструкция. Недостаток заключается в том, что устройство может работать только с длиномерными грузами.

24) Грузозахватное устройство (рисунок 2.14). Патент на изобретение № US 2005/0100432 (12.05.2005).

Устройство содержит две челюсти, подвижно закрепленные на базе, поворотное устройство (ротатор) с устройством крепления к грузоподъемной машине, два гидравлических цилиндра, подведенных к каждой челюсти. Преимуществом конструкции является наличие дополнительного цилиндра, позволяющего выполнять наклон грузозахватного устройства.

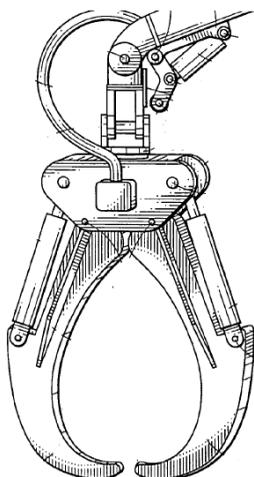


Рисунок 2.14. Грузозахватное устройство (№ 2005/0100432)

25) Гидравлический грейфер. Патент на изобретение № RU 02301191 (20.06.2007).

Изобретение относится к подъемно - транспортному оборудованию. Гидравлический грейфер содержит раму, подвеску, челюсти с клыками, установленными на раме, привод челюстей, включающий два гидроцилиндра и механизм поворота грейфера вокруг вертикальной оси, включающий вал-шестерню и гидроцилиндр привода, жестко закрепленный на раме. Грейфер дополнительно снабжен системой синхронизации закрытия-открытия челюстей, состоящей из двух пар шестерен, установ-

ленных на осях клыков челюстей и кинематически связанных с клыками кулачковыми полумуфтами, жестко закрепленными на клыках. Вал-шестерня механизма поворота грейфера вокруг вертикальной оси взаимодействует с зубчатым сектором, шарнирно закрепленным на штоке гидроцилиндра привода. Гидроцилиндры привода челюстей размещены между челюстями с шарнирным креплением их штоков на кронштейнах, размещенных в средней части балок, соединяющих челюсти, причем клыки каждой челюсти смыкаются с перекрытием, образуя эллипсоидный зев. Обеспечивается снижение нагрузки на элементы конструкции, уменьшение габаритов и массы верхней части грейфера, повышение объемного заполнения зева грейфера и надежность обжатия в челюстях различного по диаметру круглого материала.

26) Многочелюстной гидравлический грейфер. Патент на изобретение № RU 02314991 (20.01.2008).

Изобретение относится к подъемно-транспортному оборудованию, а именно - к съемному грузозахватному органу грузоподъемного крана, и предназначено для перегрузки металлолома и других короткомерных грузов. Многочелюстной гидравлический грейфер содержит несущую конструкцию, закрепленные на ней шарнирно челюсти и гидропривод их перемещения, включающий связанные с каждой челюстью гидроцилиндры, штоковые и поршневые полости которых посредством трубопроводов соединены через гидрораспределитель с гидронасосом и сливной магистралью. Несущая конструкция выполнена в виде полого цилиндра, по боковой поверхности которого расположены карманы для размещения гидроаппаратуры, закрытые кожухами. В нижней части цилиндра за одно целое с ним выполнена емкость для рабочей жидкости гидросистемы. Гидроцилиндры челюстей закрыты кожухами и снабжены гидрозамками, установленными на трубопроводах подачи рабочей жидкости в их поршневую полость. Достигается повышение надежности и безопасности в работе.

27) Рычажное рабочее оборудование погрузочной машины с управляемым грейфером. Патент на изобретение № RU 2380542 С1 (27.01.2010).

Изобретение относится к горному делу, в частности - к рычажному рабочему оборудованию стволовой погрузочной машины с управляемым грейфером. Технический результат – совершенствование конструкции рычажного механизма стволовых погрузочных машин, а также увеличение производительности. Рычажное рабочее оборудование стволовой погрузочной машины с управляемым грейфером включает монтажную плиту со смонтированными на ней поворотной мачтой, реечным гидродомкратным механизмом ее поворота и гнездом под шаровой шарнир, шарнирно смонтированную на поворотной мачте удлиненную стрелу, связанную с ней шарнирно удлиненную телескопически раздвижную рукоять, управляемый шестилопастной грейфер, смонтированный посредством шарового шарнира на нижнем конце телескопически выдвигной части рукояти. Достоинством изобретения является наличие поворотного устройства (ротатора).

28) Захватное устройство. Патент на изобретение № FI 2238069 (13.10.2010).

Захват содержит базу, шесть челюстей, симметрично расположенных вокруг мнимой оси. Привод устройства гидравлический, усилие на челюсти создается гидравлическими цилиндрами. Для защиты привода от негативного воздействия окружающей среды и механических повреждений используются пластины, которые образуют закрытый корпус. Преимуществом устройства является надежная конструкция. Недостатком устройства является то, что устройство может транспортировать только кусковый груз.

29) Одноканатный грейфер. Патент на изобретение № RU 103102 (28.10.2010).

Одноканатный грейфер, содержащий верхнюю и нижнюю траверсы, две челюсти, соединенные шарниром с нижней траверсой и подвешенные посредством тяг к верхней траверсе, серьгу для подвешивания к крюку грузоподъемного устройства, замок для сцепления с нижней траверсой, соединенный через блочный полиспаст с верхней траверсой, канат, пропущенный первым концом через полиспаст и соединенный с серьгой, отличающийся тем, что к серьге прикреплен по меньшей мере один

блок, причем канат охватывает этот блок и соединен вторым концом с верхней траверсой. Устройство отличается тем, что к серьге прикреплено по меньшей мере два блока и на верхней траверсе установлен по меньшей мере один блок, причем канат охватывает поочередно один из блоков серьги и один из блоков верхней траверсы. Недостатком является низкая надежность конструкции.

30) Захватное устройство для грузов с центральным отверстием. Положительное решение о выдаче инновационного патента РК (23.09.2011). Заявка № 2011/0716.1.

Сущность изобретения заключается в том, что на концы стержня с резьбой навинчены снизу гайка, сверху накинута шайбы большого и малого диаметра. После этого навинчивается гайка, и указанные шайбы прижимаются к торцу рулона. При этом внутри бобины на стержень намотан в один слой шланг с внешним диаметром позволяющим свободное просовывание устройства в отверстие при отсутствии давления в шланге. Имеются также картонная втулка (бобина), на которую в рулон наматывается бумага, а также дугообразная подвеска, приваренная к шайбе для крюка подъемника, и патрубков, соединяющий шланг с гидронасосом. Преимуществом устройства является то, что захват может транспортировать цилиндрические грузы, не повреждая их. Недостатком является то, что захват может транспортировать только цилиндрические грузы с центральным отверстием [12].

31) Грейфер. Патент на изобретение № UK 2371755. Дата публикации: 05.10.2011.

Изобретение относится к подъемно-транспортным механизмам, в частности к съемным рабочим органам.

Грейфер, предназначенный для крепления к стреле крана с помощью поворотного устройства, включает в себя: гидравлическую схему, содержащую, по меньшей мере, одну напорную гидролинию, проходящую через блок ротатора и хотя бы одну сливную гидролинию, проходящую через блок ротатора, электрическую схему, настроенную на управление гидравлической схемой, получающую электропитание от аккумуляторной батареи, находящуюся внутри грейфера, средство подзарядки для

аккумуляторного блока питания и гидравлический двигатель, подключенный к гидравлической схеме для управления средством подзарядки.

Преимуществом данной конструкции является автоматизированное управление давлением в гидравлической линии. Недостатки включают в себя большой вес, материалоемкость и сложность конструкции.

2.2 Разработка морфологической классификации грузо захватных устройств

Авторами была разработана морфологическая классификация грузозахватных устройств.

Морфологическая классификация в данной области техники составляется следующим образом. Во-первых, проводят логический анализ проблемы, т.е. изучаются публикации в соответствующей литературе, научных журналах, каталогах и т.д. Затем выявляют наиболее важные признаки деления классификации патентов (например, по виду транспортируемого груза, по типу привода и т.д.). Затем выявляют все возможные варианты исполнения объекта по каждому из оснований деления. Такой классификатор можно записать в виде матрицы.

Морфологический анализ – метод поискового прогнозирования, основанный на построении матрицы характеристик объекта прогнозирования и их возможных значений с последующим перебором и оценкой вариантов сочетаний этих значений.

Морфологический анализ позволяет наметить возможные альтернативы решения проблемы или пути достижения поставленной цели, рассматривая при этом максимально возможное число вариантов (с последовательным исключением нереальных или наименее целесообразных на основе подробного анализа).

Процедура морфологического анализа состоит в целенаправленном рассмотрении вариантов «цель – средство» с последующим выбором наиболее рационального из них в соответствии с каким – либо критерием. Морфологический анализ обеспечивает принципиальную возможность нахождения всех решений исследуемой проблемы, включая очевидные, тривиальные,

ранее неизвестные, трудно предсказуемые и нереальные варианты. Метод требует тщательного анализа найденных вариантов, что довольно трудоемко из-за большого их количества.

Процедура морфологического анализа состоит из трех последовательных этапов.

На первом этапе определяют структуру и границы исследуемой проблемы, т.е. выбирают вид морфологического пространства: матрица, пространственная структура и др.

На втором этапе в области возможных решений, заполняются пустые зоны морфологического пространства и отыскиваются неизвестные ранее варианты достижения поставленной цели. Некоторые решения уже могут представлять повышенный интерес, но выполнение завершающего этапа является обязательным.

Заключительный этап состоит в оценке приоритетности полученных решений.

Целью морфологического анализа является выявление новых путей или средств достижения исследуемой проблемы, что дает возможность оценить перспективность научного или научно – технического направления.

Также анализ и обоснование нового решения научно – технической задачи стимулирует разработку этого направления. И, наконец, детальный анализ степени заполненности морфологического пространства свидетельствует о возможности изменений в этой области, т.е. вероятность появления «скачка» в процессе научно – технического прогресса.

Морфологический анализ предсказывает вероятные характеристики объектов, которые пока еще не созданы, но могут появиться.

Морфологическая классификация патентов в исследуемой области техники составляется следующим образом.

Вначале производят технологический анализ проблемы (объекта), т.е. изучают публикацию в технических журналах, книгах, монографиях, каталогах и т.д. Выявляют наиболее важные признаки деления (основания деления) классификаторов патентов (например, по назначению, по методу транспортировки и т.д.). Затем выявляют возможные варианты исполнения объекта по каждому из оснований деления.

Таблица 2.2

Морфологическая классификация грузозахватных устройств

№ ШЦ	Основные признаки классификации	Варианты конструктивного исполнения, m					
		m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	m ₆
R ₁	По типу транспортируемого груза	для сыпучих грузов	для штучных грузов	для кусковых грузов	для длинномерных грузов	для пакетированных грузов	универсальные
R ₂	По типу привода смыкания челюстей	одноканатные	двухканатные	четырёхканатные	трейферы, имеющие более четырёх канатов	моторные	
R ₃	По типу привода	однобарабанный подъемный механизм	двухбарабанный подъемный механизм	электромеханический	приводные гидравлический	пневматический	
R ₄	По типу перемещения	вертикально-поворотное вокруг вертикальной оси	вертикально-горизонтальное поворотное вокруг вертикальной оси				
R ₅	По числу челюстей	2	3	4	многочелюстные		
R ₆	По типу челюстей	дуговые	плоскодуговые	подграбящие	лопастные (лапчатые)	вильчатые	
R ₇	По типу крепления	однопарные	двухпарные	многопарные			

2.3 Анализ патентной информации и выявление перспективных типов исполнения конструкций грузозахватных устройств

Авторами был произведен анализ динамики патентования найденных охранных документов.

Динамика патентования – это изменение активности изобретательской деятельности в исследуемой отрасли техники за определенный период времени.

Исследование динамики патентования позволяет определить на какие годы приходится наиболее интенсивная изобретательская деятельность. При исследовании динамики патентования определяют, на какие годы приходится наиболее интенсивная изобретательская деятельность в отрасли. Если суммарное количество патентов постепенно растет с годами, то это означает, что данное направление развивается стабильно, поскольку укладываются средства на проведение исследований и разработок в этом направлении. Это означает также, что в ближайшие годы падение в развитии данного направления не предусматривается и, если продукция предприятия использует последние достижения этого технического направления, потребительская заинтересованность к этой продукции будет сохраняться. Также это свидетельствует о значительном интересе исследователей и разработчиков к соответствующему техническому направлению. Такой интерес не случаен. Он, как правило, обусловлен тем, что изобретения, в основу которых положено использование наилучших достигнутых технических результатов этого направления, предоставляют продукции новые потребительские качества. В итоге можно отметить, что, начиная разработку новой конструкции грузозахватных устройств, необходимо, по возможности, базироваться на последних достижениях данного технического направления. Чтобы убедиться в стабильности развития данного направления необходимо каждые 2–3 года такой анализ повторять [13].

В некоторых случаях рост общего количества изобретений имеет нестабильный характер. Это является свидетельством того, что максимум изобретательской активности в разработке данного направления уже прошел. Как правило, это связано с

тем, что разработки в этом направлении уже не обеспечивают сколько-нибудь значительного улучшения технико-экономических показателей продукции. Следовательно, это направление неперспективное.

Для дальнейшего исследования патенты и авторские свидетельства, описывающие конструкции грузозахватных устройств, перегруппированы авторами в соответствии с выявленными в морфологической таблице основными классификационными признаками:

По типу привода:

- моторные (с гидравлическим приводом) (21 патент);
- с канатным приводом (10 патентов).

По типу перемещения (помимо вертикально-горизонтального):

- поворотные (14 патентов);
- неповоротные (13 патентов).

В таблице 2.3 представлена динамика патентования собранных патентов грузозахватных устройств. Страны в таблице обозначены цифрами: 1 – США, 2 - СССР, СНГ, 3 – Страны Европы.

Таблица 2.3

Динамика патентования грузозахватных устройств

Годы	По типу перемещения						По типу привода					
	неповоротные			поворотные			моторные			с канатным приводом		
Страны	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1963-1980	5	1					1			4	1	
1981-1990	2	3		1			2	2		1	3	
1991-2000	1			4			4	1				
2001-2011		1		3	3	2	3	5	2		1	

Так как затруднительно получить точные данные о количестве патентов, авторы в анализе сделали акцент на патентное ведомство США (www.google.com/patents). США является высокоразвитым государством с высоким уровнем науки и индустриализации. Соответственно, ученые США предлагают наиболее актуальные решения и данное патентное ведомство имеет весомый интерес для детального изучения и выявления перспективных направлений развития техники.

Становится очевидным, что в ранние годы преобладали неповоротные грузозахватные устройства с канатным приводом (US № 3,768,853, US № 3,102,752, № US 4,807,918). В настоящее время основная масса патентуемых устройств приходится на гидравлические поворотные устройства (№ UK 2371755, № US 2005/0100432, № US 5,865,492).

2.4. Конструктивные решения выявленных перспективных патентов и предложения авторов по созданию высокоэффективного грузозахватного устройства

Проведенный анализ выявил, что на сегодняшний день перспективными являются грузозахватные устройства:

- работающие от гидравлического привода;
- способные выполнять поворот вокруг вертикальной оси (оснащенные ротатором);
- имеющие закрытый корпус (базу), защищающие от внешних механических воздействий гидроцилиндры и гидролинии.

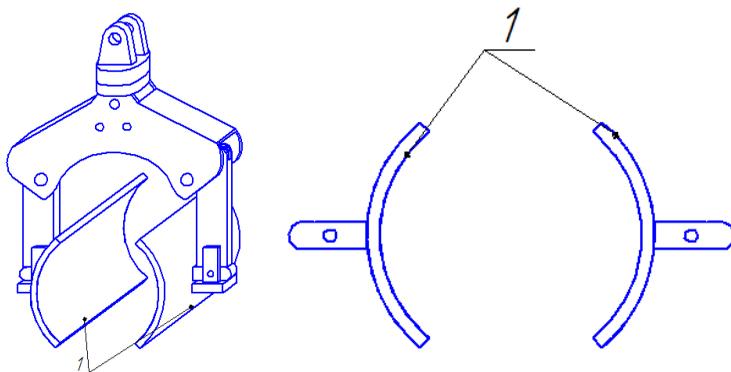
В то же время обзор показывает, что в нынешнее время практически не патентуются и на представлены на сегодняшнем рынке универсальные грузозахватные устройства.

Примером универсального грузозахватного устройства может служить конструкция, предложенная американским инженером Альбертом Роджерсом (USpatent № 5,209,536, опублик. 11.05.1993 В 66 С 1/44) (см. раздел 2.2). Главной отличительной особенностью этого грузозахватного устройства является наличие съемных зажимов, имеющих плоскую форму (рисунок 2.8,а) для транспортирования плит и форму полукруга (рисунок 2.8,б) для транспортирования цилиндрических грузов. Недостатком

этого устройства является ненадежность конструкции, т.е. подверженность гидравлических линий и гидравлического цилиндра воздействию окружающей среды. Устройство не может выполнять поворот вокруг вертикальной оси. Учитывая недостатки представленной выше конструкции и современные тенденции развития грузозахватных устройств, авторы предлагают свою новую конструкцию.

На рисунке 2.15 изображено универсальное грузозахватное устройство с быстросъемными зажимными площадками, имеющими форму полукруга и предназначенными для работы с цилиндрическими грузами.

На рисунке 2.16 показан вертикальный разрез устройства с быстросъемными зажимными площадками 1, предназначенными для захвата плит и плоских грузов, устройством 2 для крепления быстросъемных зажимных площадок, пальцами 3, подвижными руками 4, базой 5, пальцами 6, ротатором 7, устройством 8 для крепления к подъемной машине (не показана), пальцем 9, гидравлическими цилиндрами 10, пальцами 11, пальцами 12. В связи с тем, что различные плоские грузы обладают разными габаритами, зажимные площадки 1 представлены подвижными, подстраиваясь тем самым под конфигурацию груза.



1 - быстросъемные зажимные площадки, имеющие форму полукруга

Рисунок 2.15. Универсальное грузозахватное устройство

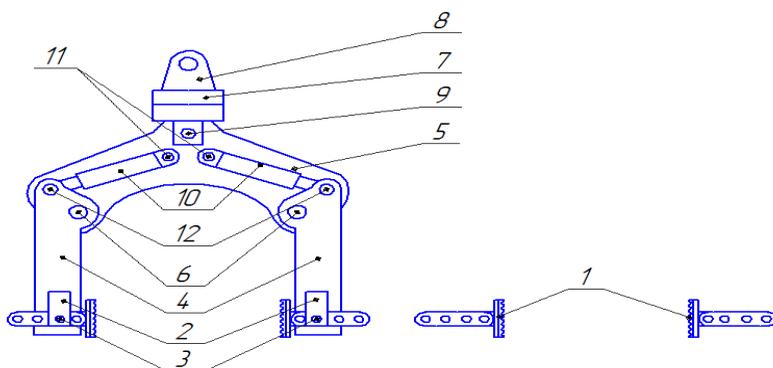
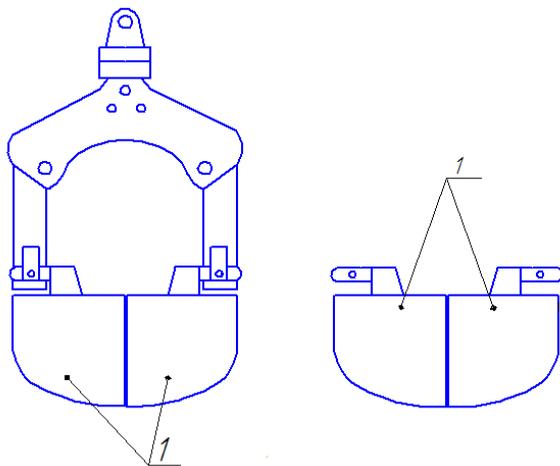


Рисунок 2.16. Универсальное грузозахватное устройство в вертикальной плоскости

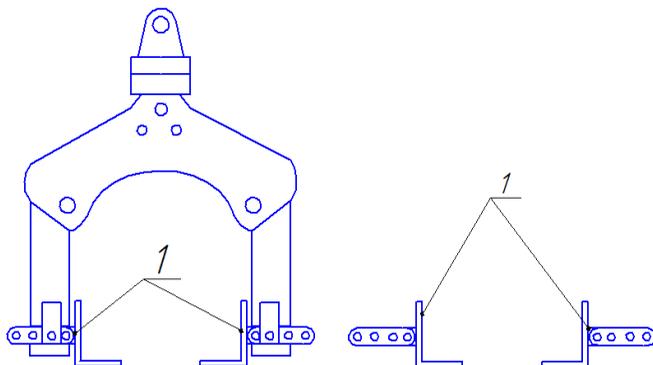
Грузозахватное устройство, показанное на рис. 2.16, работает следующим образом: устройство в собранном виде крепится к подъемной машине (не показана) с помощью устройства 8. При этом гидравлические линии подводятся к насосу (не показаны). Насос создает давление в полостях гидравлических цилиндров 10 и возникает усилие, действующее на подвижные рычаги 4. Усилие передается на быстросъемные зажимные площадки 1, которые сжимают груз (не показан) с суммарной силой, достаточной для его подъема, изменения положения в поднятом состоянии и транспортирования на необходимые расстояния.

Одним из самых распространенных транспортируемых видов грузов является сыпучий. В этой связи были предложены быстросъемные зажимные площадки, имеющие форму ковшей (рисунок 2.17).

Для транспортирования грузов прямоугольного сечения разработаны соответствующие зажимные площадки (рисунок 2.18). Площадки подвижны в горизонтальной плоскости, что позволяет им подстроиться под различные конфигурации грузов.



1 – быстросъемные зажимные площадки, имеющие форму ковшей
Рисунок 2.17. Универсальное грузозахватное устройство с быстросъемными зажимными площадками, имеющими форму ковшей



1 – быстросъемные зажимные площадки для грузов прямоугольного сечения
Рисунок 2.18. Универсальное грузозахватное устройство с быстросъемными зажимными площадками, предназначенными для грузов прямоугольного сечения

Преимущества предложенной авторами конструкции универсального грузозахватного устройства:

а) устройство оснащено ротатором, что позволяет выполнять поворот вокруг вертикальной оси;

б) гидравлические цилиндры расположены внутри базы, что защищает их от внешних механических воздействий, повышая тем самым надежность конструкции;

в) благодаря двум гидроцилиндрам, подвижные руки симметрично сжимают груз;

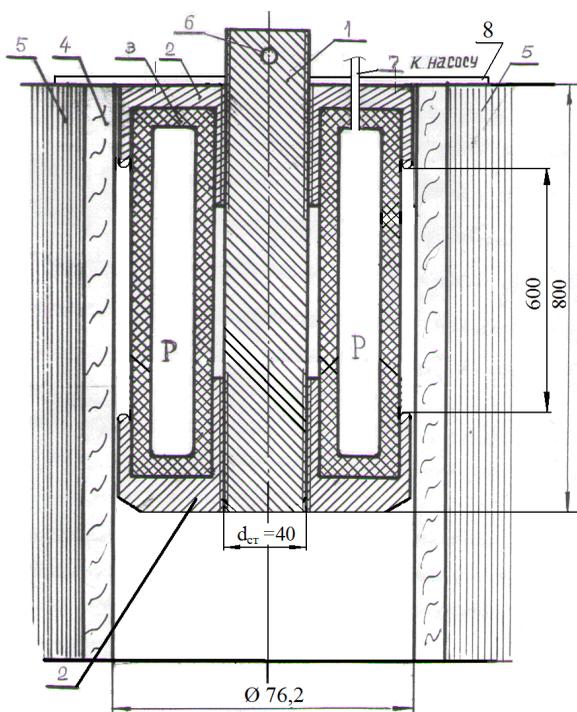
г) быстросъемные зажимные площадки повышают универсальность устройства и расширяют диапазон работы манипулятора, тем самым повышая его эффективность;

д) устройство способно транспортировать штучные, цилиндрические, сыпучие, кусковые грузы.

Для работы с грузами, имеющими центральное отверстие (например, бумажный рулон), были разработаны две конструкции грузозахватных устройств.

Захват с тороидальной камерой для грузов с центральным отверстием изображен на рисунке 2.19. На концы стержня 1 навинчены стаканы 2, упорная шайба 8. При посадке на резьбу стаканов 2 в их кольцевые пазы одновременно вставляются концевые части тороидальной камеры 3, охватывающей осевой стержень 1. На рисунке 1 показана картонная втулка 4 (бобина), на которую в рулон наматывается бумага 5 (показана только часть рулона). Обозначено отверстие 6 в стержне для крюка подъемника и патрубок 7, соединяющий камеру 3 с гидронасосом или компрессором [14].

Захват для бумажных рулонов, показанный в разрезе на рисунке 2.19, на практике используется следующим образом. Захват в собранном виде свободно с очень малым зазором вставляется в отверстие картонной трубки 4 бумажного рулона 5. При этом металлический патрубок 7 окажется выведенным своим концом наружу через отверстие, расположенное на дне верхнего стакана 2. После этого патрубок 7 трубопроводом соединяют с насосом (не показан) и создают давление P внутри тороидальной камеры 3.



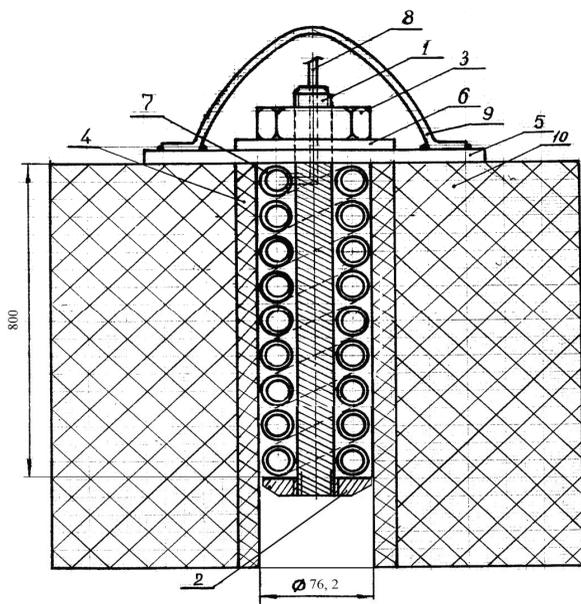
1 – стержень; 2 – стакан; 3 – тороидальная камера; 4 – картонная втулка (бобина); 5 – бумажный рулон; 6 – отверстие для крюка; 7 – патрубок; 8 – упорная шайба

Рисунок 2.19. Захват с тороидальной камерой для грузов с центральным отверстием

На рисунке 2.20 изображен захват шланговый для грузов с центральным отверстием.

Разработанный шланговый внутренний захват состоит из следующих элементов: на концы стержня 1 навинчены гайки 2 и 3. Нижняя гайка 2 круглая, с диаметром чуть меньше внутреннего диаметра картонной втулки 4, завернута на резьбу стержня 1, а на верхнюю часть стержня 1 навинчивается пластина 5, затем просовывается шайба 6 и сверху затягивается гайкой 3. Между гайкой 2 и пластиной 5 на стержень 1 спиралеобразно на-

мотан виток к витку в один слой упругий эластичный шланг 7, нижний конец которого герметично заклеен и закреплен к стержню, а верхний конец соединен с началом патрубка 8, имеющим продолжение канала вдоль оси стержня 1, а затем выведенное перпендикулярно к стержню 1 для герметичного присоединения второго конца шланга 7. Устройство снабжено серьгой 9, которая приварена к пластине 5 и заменяет как-бы рым-болт при поднятии рулона 10 и изменении его положения [15].



1 – стержень; 2 – нижняя гайка; 3 – верхняя гайка; 4 – картонная
тулка (бобина); 5 – упорная пластина; 6 – шайба; 7 – эластичный
шланг; 8 – патрубок; 9 – серьга; 10 – бумажный рулон

Рисунок 2.20. Захват шланговый для грузов с центральным
отверстием

На все представленные конструкции были поданы заявки на инновационные патенты РК.

2.5 Выводы по главе 2

1. Собран массив патентов промышленно развитых стран, описывающих конструкции грузозахватных устройств за период 1960 г. – 2011 г.

2. Разработана морфологическая классификация грузозахватных устройств.

3. Выявлены перспективные типы исполнения конструкций грузозахватных устройств.

4. Предложены конструкции высокоэффективных грузозахватных устройств.

ГЛАВА 3 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУЗОЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА

3.1 Определение усилий, необходимых для подъема груза

В этом разделе приведено определение необходимых усилий, создаваемых гидравлическими цилиндрами для поднятия, удерживания, манипулирования и транспортирования условного груза весом в 2 тонны с помощью универсального грузозахватного устройства.

На рисунке 3.1 приведена расчетная схема универсального грузозахватного устройства.

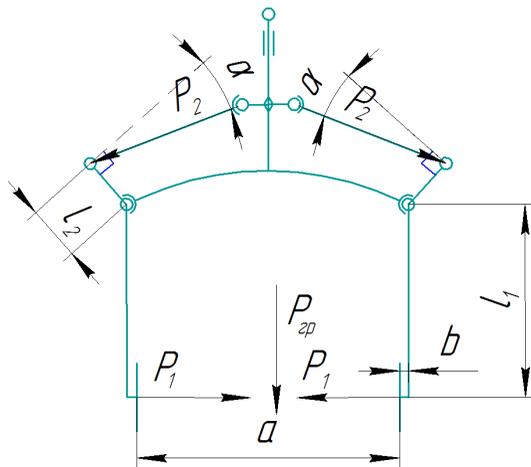


Рисунок 3.1. Расчетная схема универсального грузозахватного устройства

Усилие от веса груза

$$S = P_{гр} \cdot K_d, \quad (3.1)$$

где $P_{гр}$ – вес груза, $P_{гр} = 2 \text{ т} = 20 \text{ кН}$; K_d – коэффициент динамичности, $K_d = 1,6$ [15].

S – 20 - 1,6 – 32 кН.

Усилие замыкания подвижных рук
а) груз удерживается за счет сил трения

$$N = \frac{S}{2 \cdot f_{\min}}, \quad (3.2)$$

где f_{\min} – коэффициент трения, $f_{\min} = 0,6$ [15].

$$N = \frac{32}{2 \cdot 0,6} = 38,4 \text{ кН.}$$

Усилие, сдавливающее груз

$$P_1 = \frac{N}{f_{\min}} = \frac{38,4}{0,6} = 64 \text{ кН.}$$

Усилие, развиваемое гидроцилиндром в данном случае

$$P_1 \cdot l_1 = P_2 \cos \alpha \cdot l_2,$$

$$P_2 = \frac{P_1 l_1}{\cos \alpha \cdot l_2},$$

$$P_2 = \frac{64 \cdot 0,7}{0,94 \cdot 0,17} = 280 \text{ кН.}$$

По справочнику наиболее близким является гидравлический цилиндр ОСТ 22-171-71 с усилием на штоке $P_{2 \text{ ном}} = 314 \text{ кН}$ при давлении 16 МПа и диаметром поршня $d = 50 \text{ мм}$ [16].

Усилие, действующее на прижимную площадку

$$P_1' \cdot l_1 = P_{2 \text{ ном}} \cos \alpha \cdot l_2,$$

$$P_1' = \frac{P_{2ном} \cdot \cos\alpha \cdot l_2}{l_1}, P_1' = \frac{314 \cdot 0,94 \cdot 0,170}{0,7} = 71,7 \text{ кН}.$$

Таким образом, действительный вес груза, поднимаемый с помощью грузозахватного устройства

$$P_{гр}(R/P_2) = 2 \cdot (314/280) = 2,24 \text{ тонны}.$$

Из расчетов видно, что для удержания груза весом в одну тонну требуется усилие, создаваемое одной подвижной рукой, равное 140 кН. Исходя из этого, составлена таблица (таблица 3.1) и построен график (рисунок 3.2) зависимости грузоподъемности грузозахватного устройства от давления в поршневой полости гидравлического цилиндра ОСТ 22-171-71 с диаметром поршня $d=50$ мм.

Таблица 3.1
Зависимость грузоподъемности грузозахватного устройства от давления в поршневой полости и усилия на штоке гидроцилиндра

Давление P в поршневой полости гидроцилиндра, МПа	Усилие R на штоке гидроцилиндра, кН	Грузоподъемность Q грузозахватного устройства, т
10	196,3	1,4
14	274,9	1,96
16	314	2,24
25	390	2,78

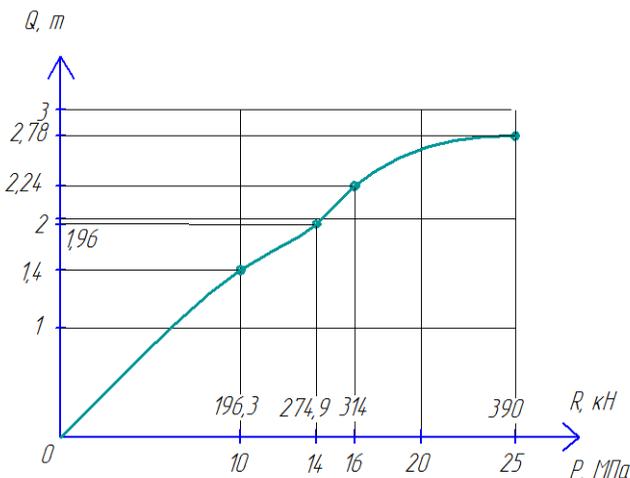


Рисунок 3.2. График зависимости грузоподъемности грузозахватного устройства от давления в поршневой полости и усилия на штоке гидроцилиндра

Проведенное исследование показывает, что увеличение давления в гидроцилиндрах не прямо пропорционально ведет к увеличению грузоподъемности грузозахватного устройства. Как видно из рисунка, при давлении свыше 16 МПа в цилиндре с диаметром поршня $d=50$ мм идет заметное снижение роста грузоподъемности захватного устройства в зависимости от роста давления в поршневой полости цилиндра.

В связи с результатом исследования, при проектировании новых грузозахватных устройств, а также при необходимости увеличения грузоподъемности существующих, рационально не создавать в гидроприводе большое давление, применять гидроцилиндры с более большим диаметром поршня. Например, гидроцилиндр $d=50$ мм при давлении 16 МПа развивает усилие 314 кН, а гидроцилиндр $d=63$ при таком же давлении - 498 кН. Данная рекомендация мотивирована тем, что большие давления, несмотря на то, что незначительно снижают габариты и вес, усложняют конструкцию и эксплуатацию гидросистем, уменьшают долговечность оборудования, что затратно в экономическом плане.

Для возвратно - поворотных движений грузозахватного устройства на угол, меньший 360° , применяют поворотные гидроцилиндры (ротаторы), которые представляют собой объемный гидродвигатель с возвратно-поворотным движением выходного звена.

Для поворота универсального грузозахватного устройства необходимо 41,6 кН (вес ГУ + вес груза, умноженные на коэффициент динамичности).

Поворотный однолопастной гидроцилиндр приведен на рисунке 3.3.

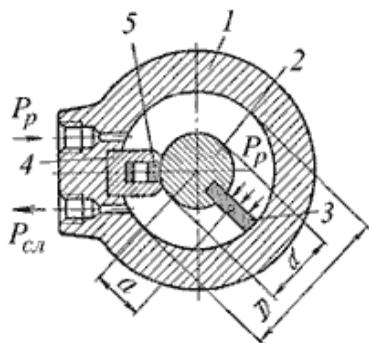


Рисунок 3.3. Поворотный однолопастной гидроцилиндр

Поворотный гидроцилиндр состоит из корпуса 1 и поворотного ротора, представляющего собой втулку 2, несущую пластину (лопасть) 3. Кольцевая полость между внутренней поверхностью цилиндра и ротором разделена уплотнительной перемычкой 4 с пружинящим поджимом к ротору уплотнительного элемента 5.

Расчетный крутящий момент M на валу рассматриваемого гидроцилиндра с одной пластиной равен произведению силы R на плечо a приложения этой силы (расстояние от оси вращения до центра давления рабочей площади пластины):

$$M = Ra. \quad (3.3)$$

Усилие R определяется произведением действующего на лопасть перепада давлений на рабочую площадь пластины F :

$$R = \Delta PF = (P_p - P_{cl}) F, \quad (3.4)$$

где P_p - рабочее давление в полости поворотного гидроцилиндра;
 P_{cl} - давление на сливе.

Площадь пластины находят по формуле:

$$F = \frac{D-d}{2} b, \quad (3.5)$$

где b - ширина пластины.

$$F = [(125-42)/2]50,6 = 2100 \text{ мм.}^2$$

Плечо приложения силы:

$$a = \frac{D}{2} - \frac{D-d}{4} = \frac{D+d}{4}, \quad (3.6)$$

$$a = 125+42/4=42\text{мм.}$$

Следовательно:

$$R = (8 \cdot 10^6 - 0,4 \cdot 10^6)0,021 = 156 \text{ кН},$$

$$M = 0,41 - 0,4 \cdot 0,042 = 17,2 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Расчетное усилие 156 кН превышает необходимое для поворота 41,6 кН, что доказывает работоспособность ротатора.

3.2 Выбор рабочей жидкости и номинального давления

В качестве рабочих жидкостей в гидравлических приводах применяют минеральные масла, водомасляные эмульсии, смеси и синтетические жидкости. Водомасляные эмульсии представляют собой смесь воды и минерального масла в соотношениях 100:1, 50:1 и т. д. Минеральные масла получают в результате переработки высококачественных сортов нефти с введением в них присадок,

улучшающих их физические свойства. Синтетические жидкости на основе силиконов, хлор - и фторуглеродистых соединений, полифеноловых эфиров и т.д. негорючи, стойки к воздействию химических элементов, обладают стабильностью вязкостных характеристик в широком диапазоне температур.

Жидкость, применяемая в гидравлических приводах, является также средством смазки гидромеханизмов. Поэтому особое значение имеют смазывающие свойства рабочих жидкостей, определяемые способностью на трущихся поверхностях деталей образовывать защитную антифрикционную пленку. Если пленка жидкости недостаточно прочна при различных рабочих давлениях, то будет наблюдаться быстрый износ металлических поверхностей и соответственно увеличивать потери на трение [17].

Рабочие жидкости, используемые в гидросистемах, должны отвечать следующим требованиям:

- иметь близкую к стабильности вязкость в пределах температур, при которых работает гидросистема;
- иметь хорошую смазывающую способность;
- иметь низкую кислотность и быть устойчивыми против окисления в процессе работы;
- не вызывать коррозии металлических деталей гидропривода и быть нейтральными по отношению к материалу уплотнений;
- не иметь механических примесей и воды;
- должна отсутствовать (или быть минимальной) растворимость воздуха и других газов.

Поскольку подобрать рабочие жидкости, удовлетворяющие всем этим требованиям, довольно сложно, то в настоящее время рекомендуется применять следующие масла: АГМ, ВМГЗ и МГ-30. Они позволяют заменить более 30 сортов специальных масел - промышленных, турбинных, трансформаторных, дизельных, моторных, цилиндровых, веретенных и т.д. Масла АГМ, МГ-30 предназначены для работы на открытом воздухе в южных и средних зонах, в зимнее время используют их заменители (ИС-20, ИС-30). ВМГЗ пригодно для всесезонной эксплуатации для средних зон, Сибири и Крайнего севера.

В качестве рабочей жидкости было выбрано масло ВМГЗ-45 (ТУ 101479-74), характеристики которой представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.
Характеристика рабочей жидкости

Параметр	Значение
Плотность при 20°C, кг/м ³	920
Вязкость при 50°C, сСт	10
Температура застывания, °C	-60
Температура вспышки, °C	135

Номинальное давление в гидросистеме назначают в соответствии с нормальным рядом давлений по ГОСТ 6540-74 и ГОСТ 12445-77 (МПа): 0,63; 1, 0; 1, 6; 2,5; 6, 3; 10; 16; 20; 25; 32. По табличным данным справочника гидrocилиндра ОСТ 22-171-71 с диаметром поршня $d=50$ мм для создания усилия в 314 кН необходимо номинальное давление $p_{ном}=16$ МПа. Также данное значение давления обусловлено рекомендациями, данными авторами по результатам исследования, представленного в главе 3.2. Максимальное давление принято 20 МПа, пиковое - 32 МПа [16].

3.3 Расчет параметров манипулятора и устойчивости автомобиля с манипулятором

В данном разделе определены основные параметры, необходимое усилие гидrocилиндра подъемной стрелы манипулятора и произведен расчет на устойчивость автомобиля с установленным манипулятором.

На рисунке 3.4 приведена схема определения усилий стрелы манипулятора.

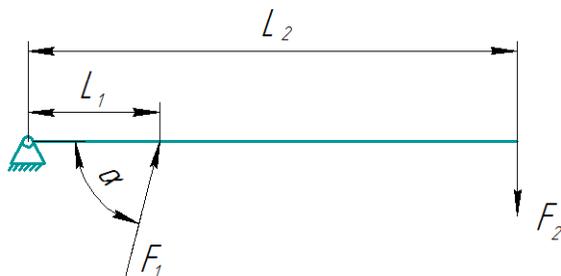


Рисунок 3.4. Расчетная схема рычага

По известному правилу рычага:

$$F_2 \cdot L_2 = F_1 \cos \alpha \cdot L_1 \quad (3.7)$$

где L_1 - расстояние от оси до точки приложения усилия от гидроцилиндра, L_2 - длина вылета стрелы, F_1 - усилие, создаваемое гидроцилиндром, F_2 - усилие от веса груза и манипуляторного оборудования, α - угол между точкой приложения усилия гидроцилиндра и стрелой манипулятора.

Находим:

$$F_2 = (m_{з\gamma} + m_{г\pi} + m_{г\gamma}) \cdot K_d,$$

где $m_{з\gamma}$ - масса стрелы манипулятора, $m_{з\gamma} = 6$ кН; $m_{г\pi}$ - масса груза, $m_{г\pi} = 20$ кН; $m_{г\gamma}$ - масса грузозахватного устройства, $m_{г\gamma} = 5$ кН (из расчетов в T-flex cad); K_d - коэффициент динамичности, $K_d = 1,6$.

В целях обеспечения устойчивости автомобиля с манипулятором и снижения материалоемкости подъемной стрелы, зададимся максимальной грузоподъемностью манипулятора на минимальном вылете стрелы в 2 тонны.

Тогда:

$$F_2 = (6 + 20 + 5) \cdot 1,6 = 49,6 \text{ кН.}$$

Усилие, развиваемое гидроцилиндром в данном случае

$$F_1 = \frac{F_2 L_2}{\cos \alpha \cdot L_1},$$

$$F_1 = \frac{49,6 \cdot 4,5}{0,34 \cdot 0,4} = 1641 \text{ кН}.$$

По справочнику наиболее близким является гидравлический цилиндр ОСТ 22-171-71 с усилием на штоке $R=1963\text{кН}$ и диаметром поршня $d=100$ мм. Необходимо номинальное давление $p_{\text{ном}}=16$ МПа. Максимальное давление принято 20 МПа, пиковое 32 МПа [16].

Грузоподъёмность Q при максимальном вылете стрелы

$$Q=(F_2-m_{\text{зв}}-m_{\text{гв}}) / K_{\text{д}}$$

$$F_2 \cdot L_2 = F_1 \cdot \cos \alpha \cdot L_1,$$

$$1570 \cdot 0,34 \cdot 0,4 = F_2 \cdot 7,5,$$

$$F_2 = 213,52 / 7,5 = 28,46 \text{ кН},$$

$$Q=(28,46-6-5) / 1,6 = 10,9 \text{ кН} = 1,09 \text{ тонны}.$$

Грузовой момент:

$$M = GL, \tag{3.8}$$

где G – грузоподъемная сила.

$$G = Qg,$$

$$G = 10,09 \cdot 9,8 = 106,941 \text{ кН},$$

$$M = 106,941 \cdot 7,5 = 802 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Основной силовой фактор – изгибающий момент в вертикальной плоскости в звеньях манипулятора (рукоять и стрела) при трехшарнирной подвеске рабочего органа изменяется примерно пропорционально расстоянию от конца манипулятора, поэтому соотношение M_2/M_1 (оптимальные значения 0,35...0,45) максимальных изгибающих моментов в стреле и рукояти манипулятора:

$$M_2/M_1=l_2/L=l_2/(l_1+l_2), \quad (3.9)$$

где l_1 – длина стрелы; l_2 – длина рукояти.

$$M_2/M_1=3/7,5=0,4.$$

Задавшись значением m , можно получить оценки длин звеньев соответственно рукояти и стрелы:

$$l_1 = ml_2, \quad (3.10)$$

где m – относительная длина стрелы для существующих манипуляторов, $m = 0,8 \dots 1,6$.

$$m=l_1/l_2=4.5/3=1,5.$$

Для обеспечения безопасных условий работы по правилам Гостехнадзора Республики Казахстан должна быть проверена устойчивость автомобилей с гидроманипуляторами.

Коэффициент грузовой устойчивости, т.е. отношение момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана и дополнительными нагрузками (ветровой и инерционной, возникающей при пуске и торможении механизмов подъема груза, поворота и передвижения) при наибольшем допустимом уклоне пути, к моменту, создаваемому рабочим грузом относительно того же ребра, должен быть не менее 1,15.

Коэффициент собственной устойчивости, определяемый как отношение момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого весом всех частей автомобиля с манипулятором при максимально допустимом уклоне пути в сторону опрокидывания, к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой, принимаемой по ГОСТ 1451-65 [18] для нерабочего состояния, также должен быть не ниже 1,15.

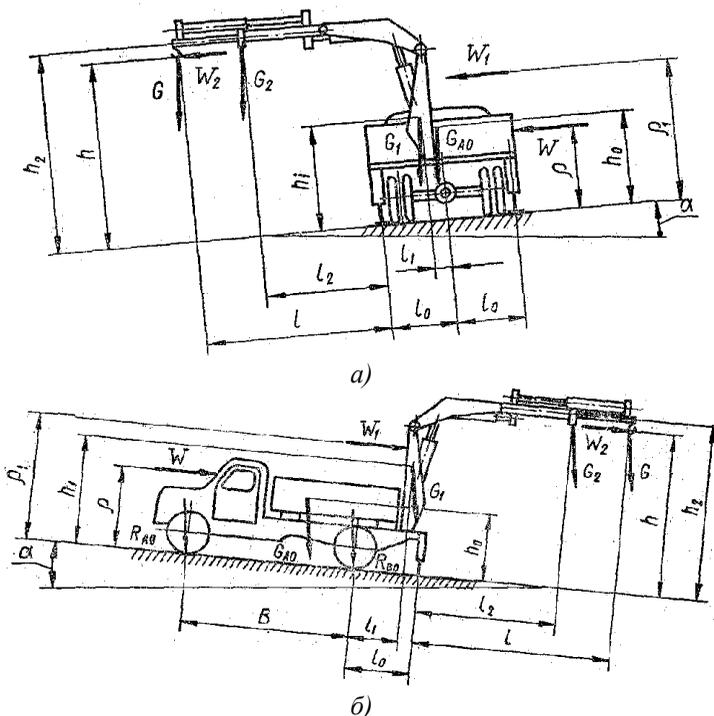
Устойчивость автомобиля с гидроманипулятором в поперечном направлении определяют следующим образом. В качестве ребра опрокидывания автомобиля принимают линию, параллельную его продольной оси и проходящую через центр площадки, на которую опирается выносная опора (рисунок 3.5).

Коэффициент грузовой устойчивости K_{11} определяют как отношение удерживающего момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого весом автомобиля с манипулятором с учетом уменьшающих его дополнительных нагрузок (ветровых, инерционных) и влияния уклона площадки к опрокидывающему моменту, создаваемому рабочим грузом. Он должен удовлетворять условию:

$$K_{11} = \frac{1}{G(l \cos \alpha + h \sin \alpha)} \{ G_{AO}(l_0 \cos \alpha - \sin \alpha) + G_1[(l_0 - l_1) \cos \alpha + h_1 \sin \alpha] - G_2(l_2 \cos \alpha + h_2 \sin \alpha) - W_p - W_1 \rho_1 - W_2 h - \frac{\delta_1 n L h}{900 - n^2 H} [G n \sin \beta + \frac{66(G + G_{np}) \delta_0}{g t_1}] - \frac{\delta_2 (G + G_{np})}{g t_2} [v_1 h + v_2 (l \cos \alpha + h \sin \alpha)] \} \geq 1,15, \quad (3.11)$$

где G – сумма веса поднимаемого стрелой груза и веса грузозахватного устройства $G=1720$ кг; G_{AO} – вес базового автомобиля без учета веса груза и веса переднего (640 кг) и заднего (543 кг) мостов, $G_{AO}=6320$ кг ; G_1 – вес манипуляторного оборудования без учета веса стрелы, $G_1=1400$ кг; G_2 – вес стрелы, $G_2=600$ кг; G_{np} – вес стрелы, приведенный к точке подвеса груза, $G_{np}=1/2G_2$; ω , ω_1 , ω_2 – ветровая нагрузка для автомобиля манипуляторного оборудования и груза, действующая перпендикулярно к ребру опрокидывания и параллельно площадке, на которой установлен манипулятор, $W=308$ Н, $W_1=400$ Н (по ГОСТ 1451-77 расчетное давление ветра $p_v = 150$ Н/м²), по ГОСТ 1451-77 при расчетах должно использоваться $W_2=500$ Н); α – угол наклона площадки, $\alpha=3^0$; β – угол между ребром опрокидывания и проекцией оси стрелы на опорную площадку $\beta=90^0$;

g – ускорение силы тяжести, $g=9,8$ м/с; n – частота вращения стрелы в 1 мин; v_1, v_2 – скорости соответственно горизонтального и вертикального перемещения точки подвеса груза стрелы, $v_1=1,125$ м/с, $v_2=9,1$ м/с; t_1, t_2 – время неустановившихся режимов работы (пуск, торможение) соответственно механизмов поворота и подъема (опускания) стрелы, $t_1, t_2=3$ с; H – длина подвеса, измеряемая расстоянием от центра тяжести груза до точки его подвеса; L – вылет стрелы, $L=l+l_0-l_1$, $L=7,3$ м; $l, l_0, l_1, l_2, h, h_0, h_1, \rho, \rho_1$ – обозначения геометрических величин (рисунок 3.5, а), соответствующих положению стрелы перпендикулярно ребру опрокидывания, $\rho=2/3$ высоты; $\delta_0, \delta_1, \delta_2$ – коэффициенты, принимающие значения 0 или 1.



а – поперечная устойчивость; б – продольная устойчивость
Рисунок 3.5. Расчетные схемы для определения устойчивости
автомобилей с манипуляторами

Рассчитаем скорость перемещения точки подвеса груза v_1 при подъеме стрелы. Расчетная схема приведена на рисунке 3.6.

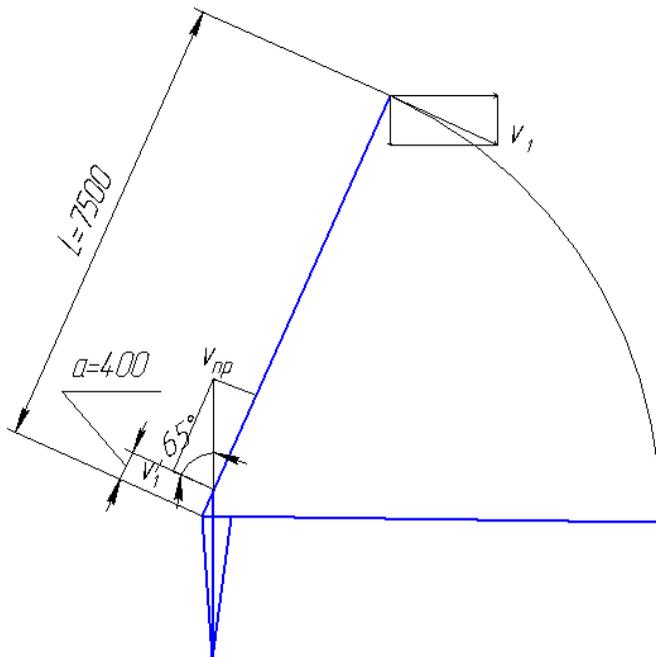


Рисунок 3.6. Расчетная схема для нахождения скорости точки подвеса груза

$$V_1' = V_{пр} \cos \alpha, \quad (3.12)$$

$$V_1' = 0.16 \cos 65^\circ = 0.068 \text{ м/с},$$

$$\omega = \frac{v}{a}$$

$$\omega = \frac{0,068}{0,4} = 0,15 \text{ рад/с},$$

$$v_1 = \omega L .$$

$$v_1 = \omega L = 0,15 \cdot 7,5 = 1,125 \text{ м/с},$$

Скорость перемещения точки груза при повороте стрелы

$$\omega = \pi \frac{n}{30} = \frac{3,14 \cdot 12}{30} = 1,256 \text{ рад/с}$$

$$v_2 = \omega R = 1,256 \cdot 7,3 = 9,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Расстояние до центра тяжести системы:

$$l_{ц} = \frac{R_{доБ}}{G_{до}}. \quad (3.13)$$

$$l_{ц} = \frac{38,2 \text{ кН} \cdot 5,86 \text{ м}}{63,2 \text{ кН}} = 3,54 \text{ м}.$$

Высота центра масс автомобиля составляет примерно 0,5 от колеи К [20], следовательно $h_0 \approx 1,1$ м.

Высота центра масс манипулятора:

Представим манипулятор в виде системы четырех угольников (рисунок 3.7). Центр масс четырехугольников находится на пересечении диагоналей. Центр масс системы h_m находится по формуле:

$$h_m = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3 + m_4 r_4}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4};$$

$$h_m = \frac{300 \cdot 2335 + 300 \cdot 2333 + 500 \cdot 1575 + 900 \cdot 433}{2000} = 1,288 \text{ м}.$$

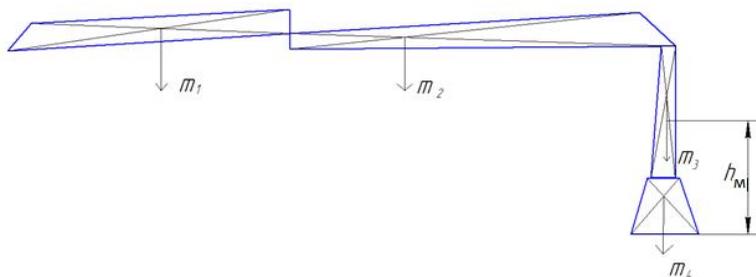


Рисунок 3.7. Схема для определения высоты центра масс системы многоугольников

Высота h_1 равняется сумме h_m и высоты от пола до места

$$K_{11} = 1/(17,2(5,53 \cdot 0,99 + 2,82 \cdot 0,052)) + 63,2(1,7 \cdot 0,99 - 0,052) +$$

$$+ 1,4[(1,7 - 0,1)0,99 - 2,498 \cdot 0,052] - 0,6(4,43 \cdot 0,99 + 3,58 \cdot 0,052) -$$

$$- 0,308 \cdot 1,82 - 0,4 \cdot 2,518 - 0,5 \cdot 10,2 -$$

$$- \frac{1 \cdot 12 \cdot 7,5 \cdot 2,82}{900 - 12 \cdot 1,456} \left[17,2 \cdot 12 + \frac{66(12,2 + 0,3)1}{9,8 \cdot 0,3} \right] -$$

$$- 2(63,2 + 0,3)/(9,8 \cdot 0,3)[1,125 \cdot 2,82 + 9,1(5,53 \cdot 0,99 + 2,82 \cdot 0,052)] = 1,69$$

Устойчивость автомобиля с манипулятором в продольной плоскости определяют так же, как и в поперечной.

3.4 Определение расхода рабочей жидкости и выбор насоса

Самым нагружаемым гидроцилиндром в манипуляторе является гидроцилиндр подъема стрелы и, следовательно, насос выбирается из учета его потребностей.

Определяем расход жидкости, поступающей в поршневую полость гидроцилиндра:

$$Q_{Ц1} = v_{np} \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.15)$$

где v_{np} - скорость перемещения поршня, м/с, которая определяется отношением хода поршня к времени рабочего хода:

$$v_{np} = S/t. \quad (3.16)$$

Зададимся временем подъема стрелы в 3 секунды, тогда:

$$v_{np} = 0,8/3 = 0,26 \text{ м/с.}$$

Так как скорость перемещения поршня меньше 0,3 м/с, установка демфера на шток не требуется.

Расход жидкости в поршневой полости:

$$Q_{Ц1} = 0,26 \cdot (3,14 \cdot 0,100^2) / 4 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с} = 120 \text{ л / мин.}$$

Подача насоса с учетом утечки рабочей жидкости определится по формуле:

$$Q_H = (Q_{Ц1} + \Delta Q_{Ц1}) + \Delta Q_{зол} + \Delta Q_{ПК}, \quad (3.17)$$

где $\Delta Q_{Ц1}$ - утечка жидкости в силовом цилиндре, л/мин;

$\Delta Q_{зол}$ - утечка в золотнике, л/мин;

$\Delta Q_{ПК}$ - утечка через предохранительный клапан, л/мин.

Утечку в силовом цилиндре $\Delta Q_{Ц1}$ определим по формуле:

$$\Delta Q_{Ц1} = \Delta Q_{ц}^* \frac{p}{P_1}, \quad (3.18)$$

где p - номинальное давление в гидросхеме, МПа;

P_1 - номинальное давление в гидроцилиндре, МПа;

$\Delta Q_{ц}$ - номинальная утечка, л/мин.

$$\Delta Q_{\text{ц}} = 70 \cdot 10^{-3} \frac{16 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^6} = 0,07 \text{ л / м}^3,$$

Утечка в золотнике:

$$\Delta Q_{\text{зол}} = \Delta Q_{\text{зол}}^* \frac{P}{P_1}, \quad (3.19)$$

$\Delta Q_{\text{ц}}$ - номинальная утечка в золотнике, л/мин.

$$\Delta Q_{\text{зол}} = 100 \cdot 10^{-3} \frac{16 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^6} = 0,1 \text{ л / м}^3.$$

Утечка через предохранительный клапан примем $\Delta Q_{\text{ПК}} = 0,1 Q_{\text{н}}$.
Подача насоса:

$$Q_{\text{н}} = (120 + 0,07) \cdot 2 + 0,1 + 0,1 Q_{\text{н}},$$

$$Q_{\text{н}} - 0,1 Q_{\text{н}} = (120 + 0,07) \cdot 2 + 0,1,$$

$$Q_{\text{н}} = [(120 + 0,07) + 0,1] / 0,9 = 133,5 \text{ л/мин.}$$

Утечка через предохранительный клапан:

$$\Delta Q_{\text{ПК}} = 0,1 \cdot 133,5 = 13,35 \text{ л / мин.}$$

Определим рабочий объем насоса:

$$q = \frac{Q_{\text{н}}}{n \eta_0}, \quad (3.20)$$

где n - частота вращения ротора насоса, об/мин; η_0 - объемный КПД насоса (0,85...0,9).

$$q = \frac{133,5}{1000 \cdot 0,9} = 0,148 \text{ л} = 148 \text{ см}^3.$$

По каталогу выбираем регулируемый аксиально-поршневой гидронасос 312.32 [17].

Характеристика насоса 312. 32 приведена в таблице 3.3

Таблица 3.3

Характеристика насоса

Параметр	Значение
Рабочий объем, см ³	150
Номинальное давление	16
Максимальное давление на выходе, МПа	32
Давление во всасывающей трубе	0,15
Частота вращения вала, об/мин:	
минимальная	75
номинальная	960
максимальная	1920
Номинальная потребляемая мощность, кВт	66,8
КПД насоса	0,91

3.5 Расчет диаметра трубопровода

Находим внутренний диаметр труб, с помощью которых соединяются гидроаппараты. Для этого зададимся скоростью движения жидкости согласно требованиям ГОСТ (таблица 3.4) в зависимости от давления насоса P_H [21].

Таблица 3.4

Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости

	Трубопроводы							
	Всасы- вающие	Слив- ные	Нагнетательные					
P_H , МПа	-	-	2,5	6,3	16	32	63	100
$v_{РЖ}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10

Примем следующие значения скоростей движения жидкости:

- для всасывающей гидролинии $V_{вс} = 1,2$ м/с;

- для сливной гидролинии $V_{сл} = 2$ м/с;

- для напорной гидролинии $V_{нап} = 4$ м/с.

Расчетное значение диаметра гидролинии d_p , м, определяется по формуле:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{цп}}{\pi \cdot V_{ж}}} \quad (3.21)$$

Для всасывающей гидролинии:

$$d_{p.вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,046 \text{ м.}$$

По расчетному значению внутреннего диаметра гидролинии $d_{p.вс} = 46$ мм производим выбор трубопровода по ГОСТ 8734-75 [22], при этом действительное значение диаметра всасывающего трубопровода $d_{p.вс} = 48$ мм.

В сливной гидролинии действует небольшое давление (около 0,15 МПа). Допускается применять стенки толщиной не менее 0,8 мм. Примем значение толщины стенки трубопровода 1 мм. Для труб сливной и всасывающей гидролиний из-за небольшого давления можно применять более дешевые марки стали.

Для сливной гидролинии:

$$d_{p.сл} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2}} = 0,036 \text{ м.}$$

По расчетному значению внутреннего диаметра гидролинии $d_{p.сл} = 36$ мм производим выбор трубопровода по ГОСТ 8734-75, при этом действительное значение диаметра сливного трубопровода $d_{p.сл} = 38$ мм.

В сливной гидролинии действует небольшое давление (около 1 МПа). Допускается применять стенки толщиной не менее 0,8 мм. С учетом запаса примем значение толщины стенки трубопровода 1,5 мм.

Для напорной гидролинии:

$$d_{p_нап} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 4}} = 0,025 \text{ м.}$$

По расчетному значению внутреннего диаметра гидролинии $d_{p_нап} = 25$ мм производим выбор трубопровода по ГОСТ 8734-75, при этом действительное значение диаметра напорного трубопровода $d_{p_нап} = 26$ мм.

Зная, что временное сопротивление разрыву σ_b легированной конструкционной стали 10Г2 ГОСТ 2590-71 [22] составляет 440 МПа, определим номинальную толщину стенок:

$$S = \frac{p D_n}{2\varphi[\sigma_s] + p},$$

где S – толщина стенки изготавливаемого механизма, мм;

p – максимальное (пиковое) давление, $p = 32$ МПа;

D_n – наружный диаметр трубы, мм;

φ – расчетный коэффициент прочности, $\varphi = 0,1$;

σ_s – временное сопротивление стали, $\sigma_s = 440$ МПа.

Значение толщины стенки трубопровода напорной гидролинии:

$$S = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 26}{0,2 \cdot 440 + 32 \cdot 10^6} = 6,4 \text{ мм.}$$

Примем толщину стенки 7 мм.

Действительная скорость движения жидкости $V_{жд}$, м/с, определяется по формуле:

$$V_{жд} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{ид}}{\pi \cdot d^2}. \quad (3.23)$$

Во всасывающей гидролинии:

$$V_{\text{зд.вс}} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{3,14 \cdot 0,048^2} = 1,1 \text{ м/с.}$$

В сливной гидролинии:

$$V_{\text{зд.сл}} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{3,14 \cdot 0,038^2} = 1,76 \text{ м/с.}$$

В напорной гидролинии:

$$V_{\text{зд.нап}} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{3,14 \cdot 0,026^2} = 3,77 \text{ м/с.}$$

3.6 Расчет захватов для грузов с центральным отверстием

На рисунке 3.8 представлена расчетная схема захвата для грузов с центральным отверстием.

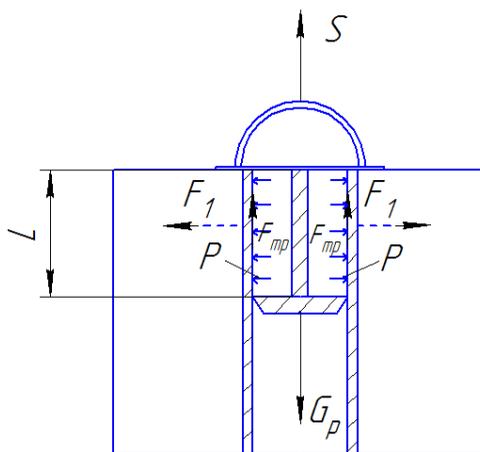


Рисунок 3.8. Расчетная схема захвата для грузов с центральным отверстием

При длине внутреннего захвата с тороидальной камерой (см. рис. 2.19) $L=800\text{мм}$, диаметре главного осевого стержня из стали $d_{\text{ст}}=40\text{мм}$, массе рулона $m_p=800\text{ кг}$ расчеты показывают, что боковая поверхность S_1 стержня, воспринимающая давление P со стороны камеры, равна:

$$S_1 = 2\pi \cdot \frac{d_{\text{ст}}}{2} \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{4}{2} \cdot 80 = 1004,8 \text{ см}^2$$

Вес бумажного рулона

$$G_p = m_p \cdot g = 800 \cdot 9,8 = 7,84 \text{ кН.}$$

При давлении $P \approx 0,2\text{ МПа}$ внутри камеры сила, действующая на поверхность S_1 , будет равна

$$F_1 = P \cdot S_1 = 20 \cdot 1004,8 = 20,096 \text{ кН.}$$

Принимая коэффициент трения между сталью и резиной равным $f=0,6$, получим силу, действующую вдоль стержня при подъеме рулона устройством, равную

$$F_{\text{тр.1}} = F_1 \cdot f = 20,096 \cdot 0,6 = 12,06 \text{ кН.}$$

Внутренняя поверхность картонной трубы рулона при ее диаметре $d_{\text{карт}}=7,62\text{ см}$ будет иметь площадь

$$S_2 = 2\pi \cdot \frac{d_{\text{карт}}}{2} \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{7,62}{2} \cdot 60 = 1435,61 \text{ см}^2.$$

На эту поверхность со стороны камеры будет действовать сила

$$F_2 = P \cdot S_2 = 20 \cdot 1435,61 = 28,712 \text{ кН.}$$

При коэффициенте трения между резиной и бумагой не менее $f=0,6$ вертикальная составляющая вдоль рулона сила равна

$$F_{\text{тр.2}} = F_2 \cdot f = 28,712 \cdot 0,6 = 17,23 \text{ кН.}$$

После этих расчетов можно отметить, что силы $F_{\text{тр.1}}$ и $F_{\text{тр.2}}$, имеющие, соответственно, значения 1205,76 и 1722,732 кгс, превышают массу рулона, равную 800 кг,в:

$$12,06 / 7,84 \cong 1,53 \text{ (раз);}$$

$$17,23 / 7,84 \cong 2,19 \text{ (раз).}$$

При длине внутреннего захвата шлангового (рисунок 2.20) $L=800\text{мм}$, диаметре главного осевого стержня из стали $d=40\text{ мм}$, массе рулона $m_p=800\text{ кг}$ расчеты показывают, что боковая поверхность S стержня, воспринимающая давление P со стороны шланга, равна

$$S = 2\pi \cdot \frac{d}{2} \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{4}{2} \cdot 80 = 1004,8 \text{ см}^2.$$

При давлении $P \approx 0,2\text{ МПа}$ внутри камеры, сила действующая на поверхность S , будет равна

$$F_1 = P \cdot S = 20 \cdot 1004,8 = 20,96 \text{ кН.}$$

Принимая коэффициент трения между сталью и резиной равным $f=0,6$, получим силу, действующую вдоль стержня при подъеме рулона устройством, равную

$$F_{\text{тр.1}} = F_1 \cdot f = 20,96 \cdot 0,6 = 12,06 \text{ кН.}$$

Внутренняя поверхность картонной втулки (бобины) рулона при ее диаметре $d_{\text{карт}}=7,62\text{ см}$ будет иметь площадь

$$S_{\text{карт}} = 2\pi \cdot \frac{d_{\text{карт}}}{2} \cdot L = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,62}{2} \cdot 80 = 1914,14 \text{ см}^2.$$

На эту поверхность со стороны шланга будет действовать сила

$$F_2 = P \cdot S_{\text{карт}} = 20 \cdot 1914,14 = 38,3 \text{ кН.}$$

При коэффициенте трения между резиной и бумагой не менее $f=0,6$, вертикальная составляющая вдоль рулона сила равна

$$F_{\text{тр.2}} = f \cdot F_2 = 0,6 \cdot 38,3 = 22,97 \text{ кН.}$$

После этих расчетов можно сказать, что силы $F_{\text{тр.1}}$ и $F_{\text{тр.2}}$, имеющие, соответственно, значения 1205,76 и 2296,97 кгс, превышают вес рулона, равный 800 кг, в:

$$12,06 / 7,84 \cong 1,53 \text{ (раза);}$$

$$22,97 / 7,84 \cong 2,92 \text{ (раза).}$$

Таким образом, расчеты показывают работоспособность предлагаемых устройств.

3.7 Выводы по главе 3

1. Составлена методика расчета, определены усилия, необходимые для подъема груза, выявлена закономерность роста грузоподъемности в зависимости от увеличения усилия, развиваемого гидроцилиндром, и даны соответствующие рекомендации.

2. Проведен расчет, доказывающий работоспособность предлагаемых грузозахватных устройств.

3. Проведен проверочный расчет на устойчивость автомобиля с манипулятором, оснащенный предлагаемым универсальным грузозахватным устройством.

ГЛАВА 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ВНЕДРЕНИЮ В ПРОИЗВОДСТВО

4.1 Создание виртуальной модели разработанного ГРУ зозахватного устройства

Для создания виртуальной модели использовалась бесплатная версия программного продукта T-flex cad 11.

T-flex cad-система автоматизированного проектирования, разработанная компанией «Топ Системы» с возможностями параметрического моделирования и наличием средств оформления конструкторской документации согласно системе стандартов ЕСКД. Система работает на основе геометрического ядра Parasolid [24].

T-flex cad является ядром комплекса T-flex cad/cam/cae/capp/pdm - набора средств для решения задач технической подготовки производства в различных отраслях промышленности. Комплекс объединяет системы для конструкторского и технологического проектирования, модули подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и инженерных расчётов. Все программы комплекса функционируют на единой информационной платформе системы технического документооборота и ведения состава изделий.

Функциональные возможности программы для инженеров-конструкторов T-flex cad позволяют сопоставлять ее с лучшими программами 3D-моделирования. Программа T-flex cad 3D также содержит в себе полный набор средств параметрического 2D-проектирования, 3D-моделирования, оформления чертежей и конструкторской документации.

3D-моделирование является значительным шагом в освоении автоматизированной конструкторской подготовки производства. Использование технологий 3d-моделирования позволяет существенно сократить затраты на проектирование, выпуск и испытание опытных образцов и дорогостоящей оснастки на пробные партии изделий. Это достигается за счет 3d-моделирования деталей и сборок в их естественном виде, проверки собираемости, связи САПР T-FLEXCAD 3d с программа-

ми конечно-элементного анализа (для проведения прочностного анализа). В конечном итоге, использование технологий 3d-моделирования снижает производственный брак и себестоимость выпускаемых изделий.

Интерфейс программы T-flex cad 11 при создании 3d-моделей представлен на рисунке 4.1.

Процесс создания 3d-моделей рассмотрим на примере моделирования цилиндрического груза (трубы). Процесс создания модели состоит из следующих шагов:

- 1) выбирается плоскость для черчения;
- 2) на плоскости располагают линии исходного профиля, которые создают параметрическую основу будущего 3D профиля (рисунок 4.2);
- 3) далее необходимо их обвести линиями изображения - создать контур для профиля (рисунок 4.3);
- 4) проводят осевую линию (рисунок 4.3);
- 5) в разделе «Операции» выбирают требуемую команду (в данном случае «вращение») и система автоматически строит объемную модель (рисунок 4.4) [24].

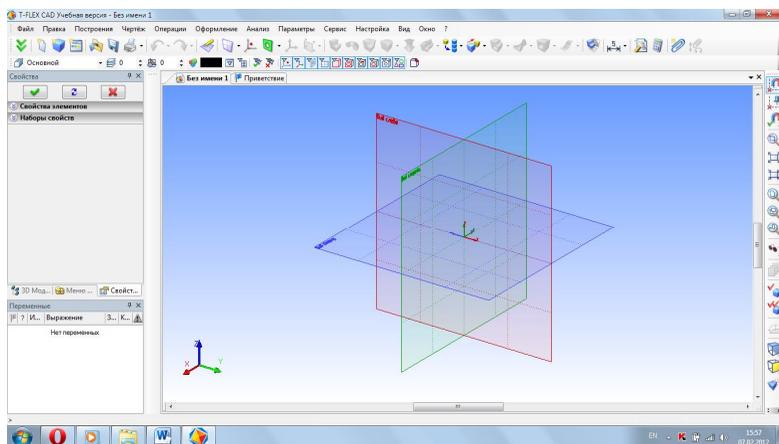


Рисунок 4.1. Стандартный интерфейс T-flex cad 11

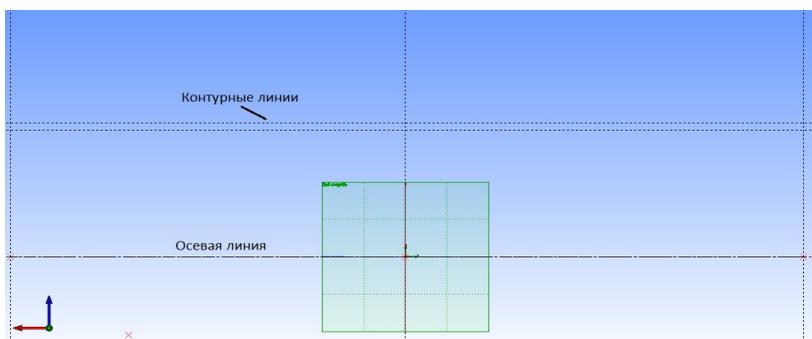


Рисунок 4.2. Линии исходного профиля 3d-модели

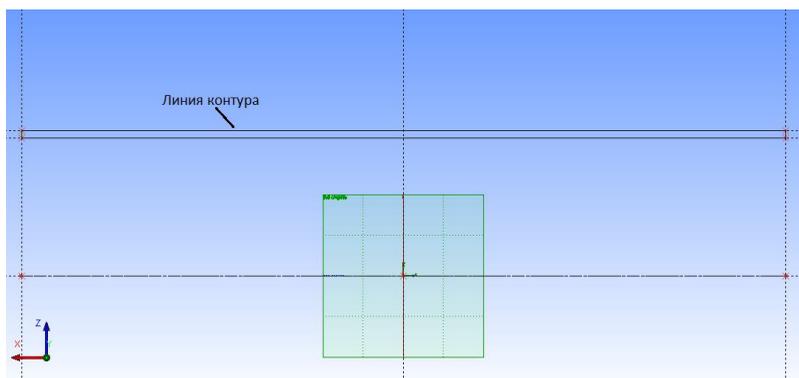


Рисунок 4.3. Контур профиля модели



Рисунок 4.4. 3d-модель цилиндрической трубы

Авторами были созданы объемные модели деталей предлагаемого универсального грузозахватного устройства.

На рисунке 4.5 представлена 3d-модель быстросъемной зажимной площадки для цилиндрических грузов.

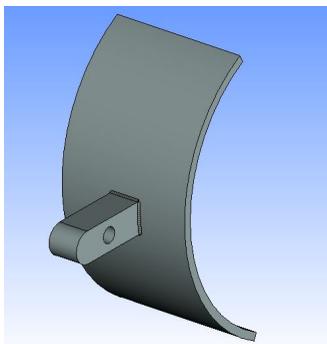


Рисунок 4.5. Параметрическая 3d-модель быстросъемной зажимной площадки

На рисунке 4.6 изображена 3d-модель подвижного рычага

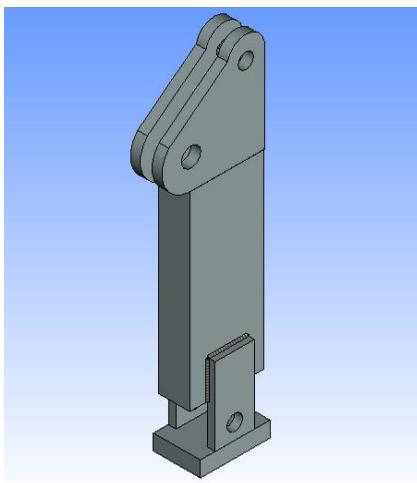


Рисунок 4.6. Параметрическая 3d-модель подвижного рычага

На рисунке 4.7 изображена 3d-модель ротатора

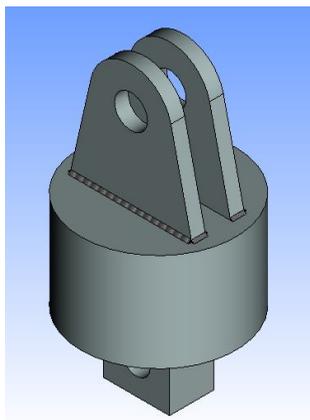


Рисунок 4.7. 3d-модель ротатора

На рисунке 4.8 изображена 3d-модель базы грузозахватного устройства.

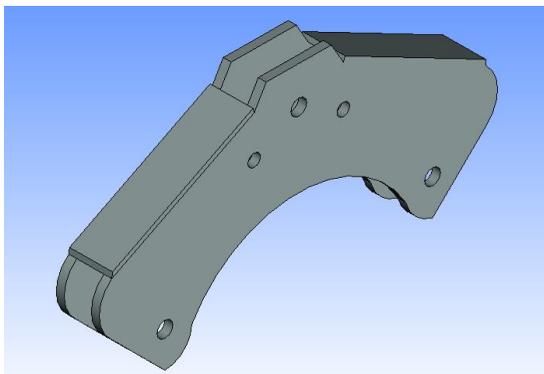


Рисунок 4.8. Параметрическая 3d-модель базы грузозахватного устройства

Из построенных деталей в режиме 3d-сборки была создана сборочная виртуальная 3d-модель предлагаемого грузозахватно-

го устройства (рисунок 4.9). В подвижных узлах заданы соответствующие степени свободы.

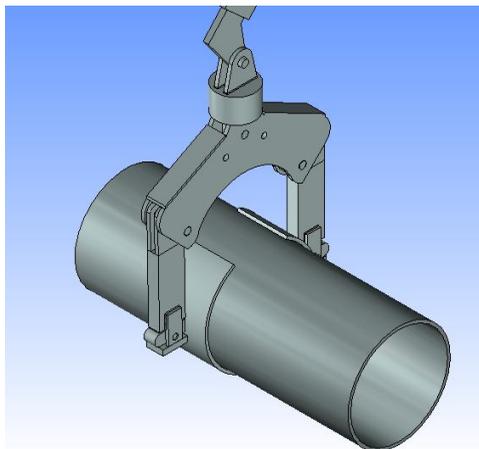


Рисунок 4.9. Параметрическая сборочная 3d-модель грузозахватного устройства

4.2 Экспериментальное исследование на ЭВМ и анализ результатов исследования

Одной из функций T-flex cad является возможность проводить расчет любой детали на статическую прочность. Цель этого расчета: предупреждение пластических деформаций. Задача статического анализа состоит из следующих шагов:

- построение конечноэлементной сетки детали (рисунок 4.10);
- назначение требуемого материала;
- указание нагрузок (рисунок 4.11);
- получение результатов.

Авторами был произведен расчет на статическую прочность прижимной площадки грузозахватного устройства. В расчёте учитывались усилия, которые были определены в первом разделе главы 3. Усилие, передаваемое гидроцилиндром через подвижной рычаг на прижимную площадку, составило 22,93 кН.

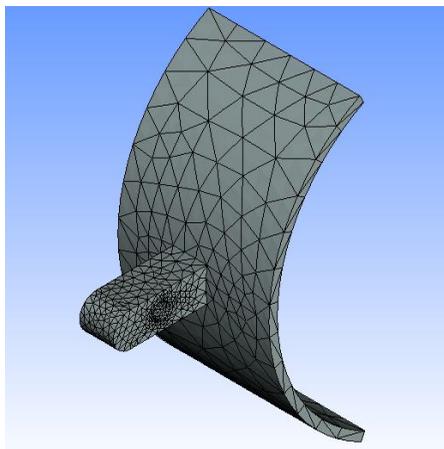


Рисунок 4.10. Конечноэлементная сетка быстростъемной прижимной площадки, созданная с помощью T-flex cad

Созданная конечноэлементная сетка содержит 1274 узлов и 5043 объемных элементов.

В качестве материала из библиотеки была выбрана сталь углеродистая простая.

Направление нагрузки на прижимную площадку соответствует направлению усилия, передаваемого гидроцилиндром через подвижной рычаг (рисунок 4.11).

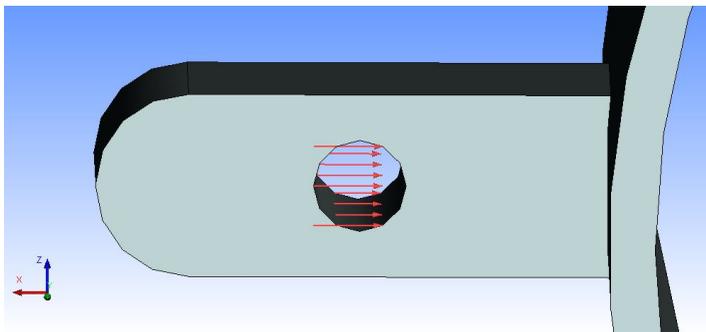


Рисунок 4.11. Направление нагрузки, действующей на прижимную площадку

Для решения задачи также необходимо задать способ закрепления. В данном случае закрепление выполнена с наружной стороны прижимной площадки, т.е. в плоскости соприкосновения с грузом.

После выполнения расчета в задаче статического анализа результаты появляются в количестве цветных эпюр. Показатели коэффициента запаса по эквивалентным напряжениям приведены на рис. 4.12. Слева изображения показана цветовая шкала. Раскраска детали соответствует определенным значениям коэффициента. Диапазон цветовой шкалы размечен в логарифмическом масштабе для более точного рассмотрения зон с критическими значениями. Над шкалой отдельно выведено наименьшее значение коэффициента запаса, полученное для данной детали. В нашем примере оно соответствует 72,37. Это означает, что в самом слабом месте прижимной площадки при данной нагрузке максимальное напряжение меньше предельных в 72,37 раза.

Диаграмма эквивалентных напряжений представлена на рисунке 4.13. Сопоставляя цвета на детали цветовой шкалы, можно оценить приблизительные значения напряжений. Единицы измерения - Н/м² (Па). По результату «Эквивалентные напряжения» можно сделать следующие заключения:

а) определить, в каких местах и элементах конструкции возникают наибольшие напряжения;

б) сравнивая максимумы расчётных напряжений с допускаемыми для материала модели напряжениями, можно оценить степень прочности конструкции.

Задача: "Задача_0"
К-т запаса по эквивалентным напряжениям
Масштаб перемещений: 717.77

Min = 72.37

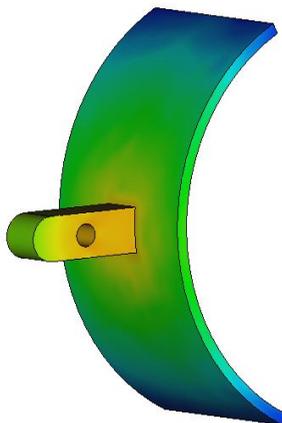
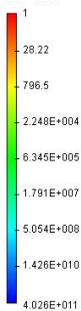


Рисунок 4.12. Показатели коэффициента запаса по эквивалентным напряжениям

Задача: "Задача_0"
Напряжения эквивалентные, Н/м²
Масштаб перемещений: 12264.02

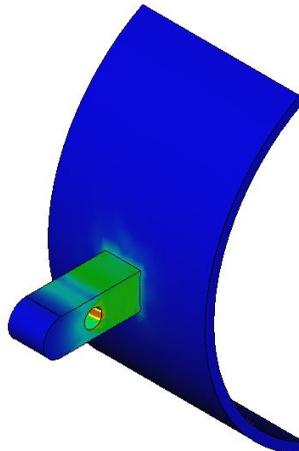
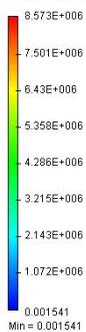


Рисунок 4.13. Показатели эквивалентных напряжений

4.3 Рекомендации к внедрению в производство

Предлагаемое грузозахватное устройство для манипулятора позволяет транспортировать штучные кусковые, цилиндрические, длинномерные, сыпучие грузы и может найти применение на приведенных ниже предприятиях:

- предоставляющих транспортные и погрузочно-разгрузочные услуги;
- автопарках, предоставляющих аренду спецтехники;
- на предприятиях строительной области;
- в городских аварийных и коммунальных службах и др.

Авторами был проведен обзор предприятий Республики Казахстан, на которых предложенное универсальное грузозахватное устройство смогло бы найти выгодное применение.

ТОО МЕГЕМ, г. Алматы, Казахстан, специализируется в основном на услугах сдачи в аренду следующих видов специальной и строительной техники: автокранов различной грузоподъемности, экскаваторов Hyundai, погрузчиков, минипогрузчиков, фронтальных погрузчиков, бульдозеров различных характеристик, автобетоносососов, грузовых машин и автомобилей, контейнеровозов, компрессоров, автовышек различной высотности. Оно оказывает также услуги по сдаче автотралов, автокранов, манипуляторов, оказывает услуги по прокату бортовых грузовиков, по перевозке грузов, контейнеров в Алматы, в Казахстане [26].

ГКП «Водоканал» г. Алматы является предприятием водоснабжения и водоотведения г. Алматы. В состав ГКП «Холдинг Алматы Су» входят три дочерних предприятия: ДГКП «Бастау» - добыча, производство, очистка и реализация питьевой воды; ДГКП «Госпа Су» - приём, отведение и очистка сточных вод города; ДГКП «Су желісі» - подача, транспортировка и распределение питьевой воды по сетям водопровода [26]. При прокладке водопроводных сетей приходится производить работы как с сыпучими, так и с цилиндрическими длинномерными трубами. В связи с этим использование манипулятора с предлагаемым универсальным грузозахватным устройством позволило бы сократить количество единиц задействованной техники, что, соответственно, снизило бы стоимость проводимых работ.

Гидроманипуляторы находят успешное применение при малоэтажном строительстве. Когда грузом являются кирпичи, бетонные блоки, сыпучие, цилиндрические, длинномерные и другие материалы для постройки коттеджей, рациональней использовать манипулятор, тем более что эффективно используется при проведении монтажных и подъемных работ. Предлагаемая авторами конструкция универсального грузозахватного устройства позволит, не покидая строительной площадки, за короткое время переоборудовать манипулятор для работы с грузами различных конфигураций, что сократит ручной труд, количество занятой техники и позволит тем самым снизить стоимость строительства.

Одним из лидеров малоэтажного строительства в Казахстане является компания Madison Group. Это единственная компания в Казахстане по производству стеновых блоков высокого качества (финблоков). Финблок-это инновационный стеновой материал, представляющий собой двухслойный цементно-песчаный блок с теплоизоляцией [28].

Изготовление предложенного устройства возможно в ТОО «ГПО-Снаб» (г. Костанай), специализирующего на обслуживании, проектировании и изготовлении нестандартных грузозахватных устройств, а также на предприятии АО «Камаз Центр» в г. Алматы, [29].

4.4 Выводы по главе 4

1. Создана сборочная параметрическая 3d-модель предлагаемой конструкции грузозахватного устройства.

2. С помощью программного продукта T-flexcad проведены исследования быстросъемной зажимной площадки на статическую прочность.

3. Расчеты показывают, что деталь предлагаемого грузозахватного устройства обладает достаточным запасом прочности.

4. Даны рекомендации к внедрению в производство предлагаемой конструкции грузозахватного устройства.

ГЛАВА 5 ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПОВОРОТА РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1 Разработка определительной таблицы значимости патентов для оценки конструктивных грузозахватных устройств для поворота и транспортировки рулонных материалов

На основе выявленных конкурирующих направлений развития конструкций и способов захвата груза авторами произведено дальнейшее их исследование для конкретного выявления весьма перспективных и перспективных патентов.

Разработана определительная таблица значимости изобретения (ОТЗИ) для оценки конструкций грузозахватных устройств для захвата, транспортировки и манипуляции рулонных материалов методом экспертных оценок [2]. Основные положения ОТЗИ рассмотрены В.Г. Гмошинским [13] и [15].

В соответствии с рассмотренными выше элементами, ОТЗИ является основным моментом при прогнозировании; ведь чем правильнее составлено смысловое содержание ОТЗИ, тем точнее будет прогноз. Поэтому перед составлением ОТЗИ был проведен анализ источников информации по конструкции грузозахватных устройств с точки зрения изменения значений технических и технологических параметров.

С целью оценки каждой характеристики и позиции ОТЗИ составлена анкета, представляющая собой структурно организованный набор вопросов, каждый из которых логически связан с центральной задачей экспертизы.

Для определения оценки составляющих каждого из разделов по 10-ти балльной системе была сформирована экспертная группа в составе 15-ти человек [6]. К их числу принадлежали специалисты в области науки и техники, к которой относятся оцениваемые объекты. Очевидно, что уменьшение членов экспертной группы приводит к тому, что на коллективную оценку будет существенно влиять оценка каждого эксперта. При увели-

чении числа членов экспертной группы этот недостаток устраняется, однако появляется опасность разнообразия оценок, возрастают организационные трудности и создается опасность нарушения принципов, составляющих основу системы экспертных оценок [2].

С целью определения ранжированной последовательности характеристик ОТЗИ были построены гистограммы плотности распределения оценок экспертов по каждой характеристике, одна из которых приведена на рисунке 5.1.

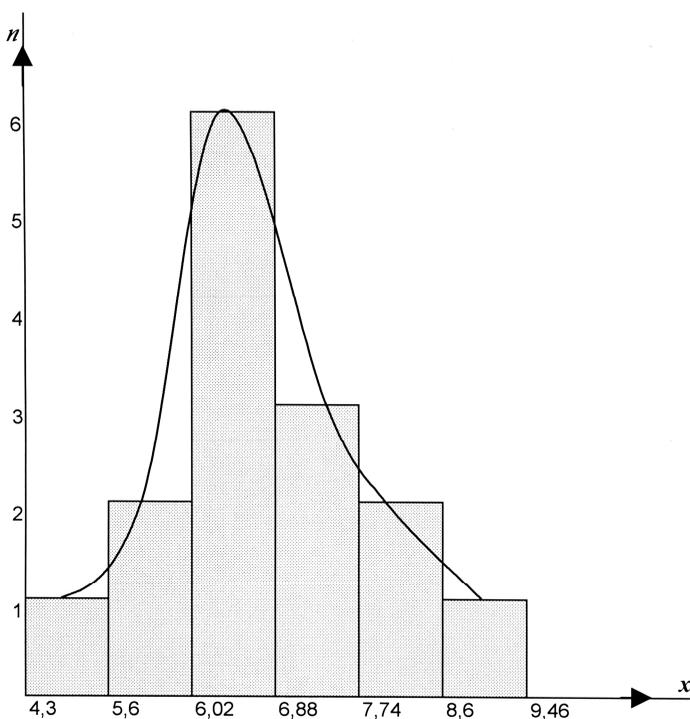


Рисунок 5.1. Гистограмма плотности распределения экспертных оценок

Окончательно разработанные ОТЗИ с ранжированными последовательностями характеристик и позиций методом экспертных оценок сводятся таблице 5.1.

Данная таблица служит для оценки патентных решений, описывающих конструкции грузозахватных устройств и имеет 5 характеристик, расположенных в ранжированном порядке, и им присвоены нормирующие оценки экспертов:

1. Инженерно-техническая особенность решения, $i_1 = 4,2 \dots 9,3$;
2. Техническое совершенство конструкции ГУ, $i_2 = 4,35 \dots 8,2$;
3. Работоспособность конструкции ГУ, $i_4 = 2,4 \dots 5,8$;
4. Надежность эксплуатации ГУ, $i_5 = 1,7 \dots 3,8$;
5. Технологичность изготовления, $i_6 = 1,2 \dots 2,4$.

Одновременно каждая характеристика имеет по 5 оценочных позиций, которые также расположены в ранжированной последовательности. Причем, по мере возрастания порядкового номера позиции описывается более совершенная конструкция.

Таким образом, нами были разработаны:

– ОТЗИ – для оценки значимости патентных решений, описывающих конструкции грузозахватных устройств для транспортировки рулонных бумаг.

Таблица 3.1 – Анкета опроса. Определительная таблица значимости патентов для оценки патентных решений, описывающих конструктивные исполнения грузозахватных устройств для рулонных материалов

№ патента	№ позиции	Наименование характеристик (i) и позиций (P _i)	Оценки экспертов
1	2	3	4
		1. Инженерно-техническая особенность патентного решения, $i_1 = 4,2 \dots 9,3$	
1.	P ₁	Усовершенствование деталей существующих конструкций.	4,2 ... 4,32
	P ₂	Усовершенствование узлов существующих конструкций	4,5 ... 6,0
	P ₃	Усовершенствование узлов существующих конструкций на новом уровне техники	6,2 ... 7,2
	P ₄	Новое техническое решение, образующее законченный комплекс с ранее запатентованными решениями	7,4 ... 8,2
	P ₅	Принципиально новое решение, означающее открытие в данной области.	8,3 ... 9,3
		2. Техническое совершенство конструкций грузозахватных устройств, $i_2 = 4,35 \dots 8,2$	
2.	P ₁	Конструкция обеспечивает: - захват груза, транспортировка и освобождение от него	4,35...4,7
	P ₂	- захват груза, транспортировка в пространстве и поворот на 90° в одной плоскости	4,71...5,4
	P ₃	- захват груза с последующим поперечным его смещением, транспортировка в пространстве и поворот на 90° в двух плоскостях.	5,41...6,7
	P ₄	- захват груза с последующим продольным и поперечным его смещением, транспортировка в пространстве и поворот на 180° в двух плоскостях.	6,71...7,8
	P ₅	- автоматический захват с кантователем, транспортировка с сенсорным дисплеем, чувствительным захватом и сигнальными светодиодными лампами, паркингами	7,81...8,2

3. Работоспособность конструкций грузозахватных устройств, $i_3 = 3,2 \dots 7,1$		
P ₁	Конструкция позволяет: - транспортирование рулонных бумаг в вертикальном положении с твердой упаковкой	3,2 ... 3,7
P ₂	- транспортирование, погрузка и разгрузка рулонных бумаг с упаковкой в открытой кузов	3,71 ... 4,2
P ₃	- транспортирование, подъем и опускание, погрузка и разгрузка, штабелирование в закрытых или стесненных условиях рулонных бумаг с упаковкой	4,21 ... 6,1
P ₄	- транспортирование в пространстве с центральным захватом, поворот на 90° или 180° в двух плоскостях рулонных бумаг без упаковки	6,11 ... 6,7
P ₅	- транспортирование и манипуляция в пространстве с последующей установкой в заводное устройство рулонных бумаг без упаковки с обеспечением точности выполнения действий и чувствительности без повреждения бумаги	6,71 ... 7,1
4. Надежность эксплуатации конструкций грузозахватных устройств $i_4 = 1,7 \dots 3,8$		
P ₁	Патентное решение: - не удовлетворяет всем четырем составляющим надежности (безотказность, долговечность, ремонтопригодность, стойкость против удара);	1,7 ... 1,9
P ₂	- удовлетворяет одной из четырех составляющих надежности;	1,9 ... 2,2
P ₃	- удовлетворяет двум из четырех составляющих надежности;	2,2 ... 2,6
P ₄	- удовлетворяет трем из четырех составляющих надежности;	2,7 ... 3,1
P ₅	- удовлетворяет четырем составляющим надежности.	3,1 ... 3,8
5. Технологичность изготовления $i_5 = 1,2 \dots 2,4$		
P ₁	- Конструкция сложна в изготовлении и требует разработки специальной технологии	1,2 ... 1,6
P ₂	- Конструкция сложна в изготовлении, но не требует разработки специальной технологии	1,6 ... 1,9

P ₃	- Конструкция средней сложности изготовления		2,0 ... 2,1
P ₄	- Предлагаются новые, более эффективная технология изготовления по сравнению с технологией в серийном производстве		2,1 ... 2,3
P ₅	- Конструкция проста, технологична в изготовлении		2,3 ... 2,4

5.2 Анализ изобретательской активности патентов, описывающих конструктивные исполнения грузозахватных устройств с учетом коэффициента весомости изобретений

Для дальнейшего исследования, отобранные 98 патентов и авторских свидетельств, описывающие конструкции сменного грузозахватного устройства по месту захвата, перегруппированы нами по функциональному назначению на четыре группы:

- захват рулонных материалов с боковой стороны (36 патентов);
- захват рулонных материалов с торцевой стороны или со всех наружных сторон (26 патентов);
- захват рулонных материалов в виде траверсы со сквозным отверстием (16 патентов);
- захват рулонных материалов с центральным отверстием (с одной или с обеих сторон) (20 патентов).

Каждая группа рассматривалась отдельно.

Затем каждый патент сопоставлялся с ОТЗИ, по каждой характеристике выяснялась соответствующая позиция и определялась сумма оценок, которых заслуживает патент. Подсчитывался для каждого патента в отдельности коэффициент ведомости патента по формуле [13]:

$$\tau = \frac{q}{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi(i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n \varphi_{\max}}, \quad (5.1)$$

где q – сумма оценок, которых заслуживает патент по каждой характеристике ОТЗИ (оценки экспертов);

Q – максимальная сумма оценок по тем же характеристикам;

n – число характеристик, равное максимальному баллу в базисной матрице;

$\varphi(i)$ – функция, нормирующая вес характеристик, входящих в ОТЗИ (оценки экспертов);

Φ_{\max} – максимальный вес характеристик, входящих в ОТЗИ.

Сравнивая значения коэффициента значимости патента по аттестационной шкале (таблица 5.1), определена категория перспективности.

Таблица 5.2.

Шкала оценки для определения уровня перспективности патентных решений

Коэффициент перспективности	Прогнозирование перспективности		Категория оценки
	семантическая оценка	уровень оценок	
1,00-0,94 0,93-0,92 0,91-0,89	весьма перспективно	верхний средний нижний	$I \begin{cases} I_B \\ I_C \\ I_H \end{cases}$
0,88-0,84 0,83-0,82 0,81-0,79	перспективно	верхний средний нижний	$I \begin{cases} I_B \\ I_C \\ I_H \end{cases}$
0,78-0,74 0,73-0,72 0,71-0,69	малоперспективно	верхний средний нижний	$I \begin{cases} I_B \\ I_C \\ I_H \end{cases}$
0,68-0,64 0,63-0,62 0,61-0,59	неперспективно	верхний средний нижний	$I \begin{cases} I_B \\ I_C \\ I_H \end{cases}$

Определено время вероятностного внедрения патентных решений в производство по формуле:

$$T = t_0 \cdot \exp(0,5 \cdot \tau^2 - \tau + 0,18), \quad (5.2)$$

где $t_0 = const$ – периоды внедрения функционально-однородных технических направлений.

В дальнейшем для каждой подгруппы была построена динамика патентования по приведенным числам патентов – M :

$$M = \sum_{k=1}^n \tau_k, \quad (5.3)$$

где τ_k – коэффициенты весомости патента, подобранные по функционально-однородным признакам;

N – номинальное число патентов.

Таким образом, авторами предложена динамика патентования с учетом коэффициента весомости патента для перспективных конструкций грузозахватных устройств для транспортировки и поворота рулонных материалов согласно морфологической классификации.

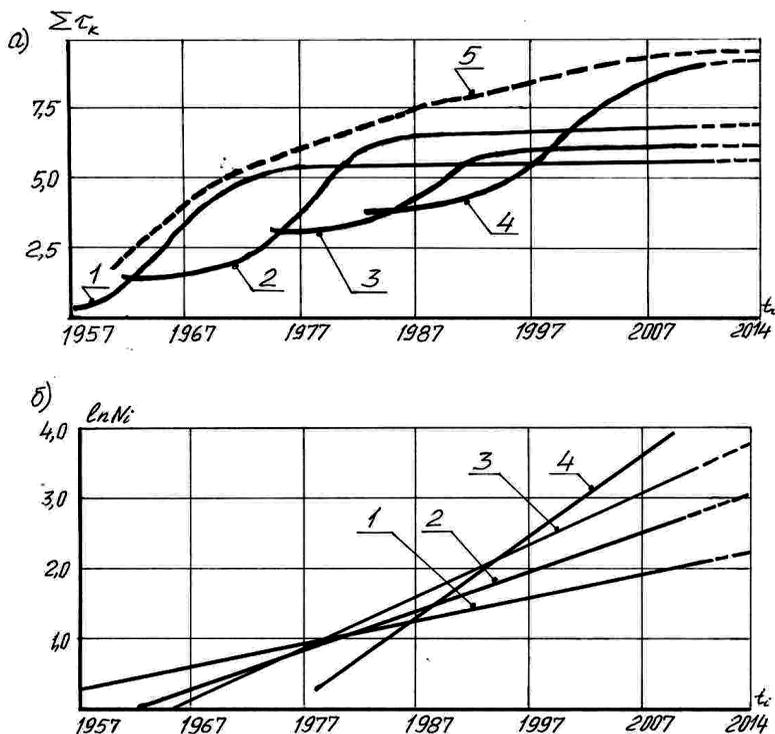
Следует определить, какое из имеющихся конструктивных исполнений грузозахватных устройств по месту захвата рулонных материалов является наиболее перспективным. Причем, в каждой из четырех подгрупп имеются свои перспективные патенты, учитывающие деформацию и чувствительность усилия зажима рулонных материалов.

Наряду с количественной оценкой патентов необходимо дать и качественную их оценку. Поэтому нельзя считать, что патенты по захвату с боковой стороны, содержащие 36 единиц патентов (а.с), являются более перспективными, чем патенты, относящиеся к захвату с торцевой стороны, представленные 26 единицами патентов.

На рисунке 5.2 (а и б) приведена динамика патентования грузозахватных устройств по месту захвата рулонных материалов. На рисунке 5.2 (а) на оси ординат отложено приведенное число патентов (с учетом коэффициента весомости патента), а на рисунке 5.2 (б) – их натуральные логарифмы. Применение последних целесообразно, т.к. при логарифмировании указанных величин экспоненты (кривые) преобразуются в линейные функции, что позволяет

легко определить коэффициент перспективности патентов методом наименьших квадратов [3,4].

Динамика патентования (рисунок 5.2, б) аппроксимируется также по экспоненте. Этот метод отличается от предыдущего тем, что вместо номинального числа патентов взято приведенное число патентов. Последнее учитывает не только число патентов, но и их значимость.



- | | |
|--|---------------|
| 1 – захват с боковой стороны, | $b_1 = 0,042$ |
| 2 – захват с торцевой или со всех наружных сторон, | $b_2 = 0,056$ |
| 3 – захват со сквозным отверстием в виде траверсы, | $b_3 = 0,062$ |
| 4 – захват с центральным отверстием, | $b_4 = 0,081$ |
| 5 – общая огибающая кривая | $b_5 = 0,097$ |

Рисунок 5.2. Динамика патентования грузозахватных устройств по месту захвата рулонных материалов по приведенным числам патентов

Действительно, из рисунка 5.2 (а и б) видно, что патентование грузозахватных устройств по месту захвата с внутренним центральным отверстием рулонных материалов (кривая 4), является наиболее перспективным, несмотря на то, что к этой подгруппе относится наименьшее количество патентов (20 шт). Указанное конструктивное исполнение грузозахватных устройств появилось сравнительно недавно (1984 г.) и, несомненно, в будущем оно усовершенствуется и со временем широко распространится.

Из анализа 98 патентов и а.с., включающих четыре типа исполнения конструкций грузозахватных устройств по месту захвата поверхности рулонных материалов, было установлено, что в их конструкциях на основе новых идей рождаются “первые изобретения” (например, для захвата рулонных материалов с боковой наружной стороны, кривая – 1), таким периодом являются (1957...59 гг). Затем появились потоки патентов (для указанных конструкций – период (1959...1975гг). Со временем запатентованные изобретения совершенствуются, т.е. происходит насыщение данных конструкций – период (1975...1977гг) и далее. В этот период появляются новые, более перспективные идеи, что влечет за собой появление другого потока патентов (захват с торцевой или со всех сторон, кривая 2) и т.д. Наконец, в 1980 году появился захват для рулонных материалов с центральным сквозным отверстием (бобины) и их разновидности. Затем появились потоки патентов (период 1985 и далее) совершенствующие конструкции и расширение манипулирующей возможности: поворот рулона на 90° , 180° и 360° в разных плоскостях; позиционированные режимы остановки и установки в зарядное устройство ротационной печатной машины. Этот способ захвата рулонных материалов позволяет транспортировать в пространстве бумажные материалы после распаковки и полностью избежать деформацию и механические повреждения поверхности рулонных материалов.

Данные “S” – образные кривые, показывающие динамику развития конструкций грузозахватных устройств, оснащенных различными вариантами исполнения (кривые 1, 2, 3, 4), можно описать одной общей огибающей кривой 5 (см. рисунок 5.2,а), уравнение которой имеет вид:

$$\sum_{i=1}^N \tau = w \cdot e^{-e^{a+bt_i}}, \quad (5.4)$$

где W и a – коэффициенты уравнения;

b – коэффициент перспективности;

t_i – время тенденции развития конструкций, год.

Таким образом, из анализа массива патентов с учетом коэффициента весомости патентов, согласно морфологической классификации, были выявлены перспективные типы исполнений конструкций грузозахватных устройств рулонных материалов:

- по месту захвата: с внутренним центральным отверстием, снабженные пневмоприводом для разжима и манипуляции в пространстве;

- по степени действия манипуляции: автоматический захват, транспортировка и манипуляция в пространстве с использованием сенсорного дисплея, управление усилием зажима и позиционированием действия захвата;

- по типу привода: пневматические захваты, кантователи и позиционированные зажимы для укладки упакованных или распакованных рулонных материалов.

5.3 Совершенствование конструкции грузозахватных устройств для поворота и транспортировки рулонных материалов с учетом коэффициента весомости патента

Рулонные материалы являются необъемлемой частью любого производства. Сильное влияние на состояние рулонных материалов оказывают условия их хранения на базисном и операционном складах, обращение с ними при погрузке-разгрузке, транспортировке и складировании.

При базисном хранении рулонных материалов допускается температура порядка 10...12°C или несколько ниже при уличной влажности воздуха. Рулоны необходимо хранить в вертикальном положении – “на торце”, чтобы не нарушать их геометрическую форму, с размещением их образующих по одной линии, с одинаковым направлением размотки материала. При много-

ярусном хранении верхние рулоны не должны свисать над жестоящими. Внешние рулоны следует оградить от повреждения проезжающим местным погрузочным транспортом и оставить достаточный проход для маневрирования погрузчика. Первыми должны выдаваться на производство рулонные материалы более ранней поставки.

В зависимости от операции транспортно – логистической системы в полиграфическом производстве при транспортировке, повороте, переворачивании, укладке, манипуляции и выполнении погрузочно-разгрузочных работ с рулонными материалами различных сортов, веса и геометрических размеров и, наконец, для упакованного и распакованного материала применяются соответствующие виды транспорта и грузозахватных приспособлений. Например, при выборе типа захвата решающее значение имеет вид рулона, которая делится на следующие виды: мягкие рулоны – для захвата и транспортирования таких рулонов нельзя применять стандартные конструкции захватов, т.к. рулонам могут быть нанесены повреждения. При увеличении размеров башмаков, направленных на поверхность рулона, сила сжатия распределяется на большую площадь, благодаря чему предотвращается деформирование и образование вмятин. При транспортировании мягких рулонов давление не должно превышать $0,5 \text{ Н/см}^2$; для транспортирования полутвердых рулонов (газетная, машинописная и печатная бумага) – ($D = 30 \dots 125 \text{ см}$, $B = 80 \dots 180 \text{ см}$, $m = 100 \dots 1500 \text{ кг}$) наиболее пригодны вращающиеся захваты с длинными и короткими башмаками, при условии соблюдения допустимого давления на поверхность рулона – не более $0,8 \text{ Н/см}^2$; твердые рулоны, размеры этого рулона обычно большие: $D = 75 \dots 150 \text{ см}$ и более, масса $m = 1000 \dots 3000 \text{ кг}$, ширина полотна рулона до $B > 3, 5 \text{ см}$. Вследствие этого при выборе захватов, прежде всего, надо обращать внимание на прочность их конструкции, а также на развиваемые ими усилия сжатия, чтобы не допускать проскальзывания рулона между зажимными нагрудниками или его выскальзывания из упаковки. Особенно важно учитывать последнее обстоятельство при работе с рулонами, имеющими высокую гладкость поверхности. Часто рулоны получают повреждения на складах, погрузочно-разгрузочных

пунктах из-за неправильного использования погрузчиков. Чтобы избежать этого, необходимо соблюдать следующие правила:

– зажим с устройством подъема должен всегда находиться в строго вертикальном положении;

– до начала перемещения рулон зажимается по середине (в центре тяжести), иначе нарушается упаковка с торцевой стороны и по краям рулона;

– при вращении и манипуляции рулона погрузчиком должно быть достаточно места, чтобы исключить удары рулона о препятствия;

– погрузчик должен ослаблять зажимы только после остановки;

– необходимо следить за чистотой поверхности зажимов, а их углы и кромки должны быть закруглены и отшлифованы, чтобы исключить повреждение поверхности рулонов;

– необходимо регулировать силу сжатия зажимов для каждой партии рулонов в зависимости от сорта, веса и геометрической размерности транспортируемых материалов во избежание внутренних дефектов рулона, втулок и слоев материала, появления в ней микротрещин, деформации рулона, что может вызвать “биение” во время печати.

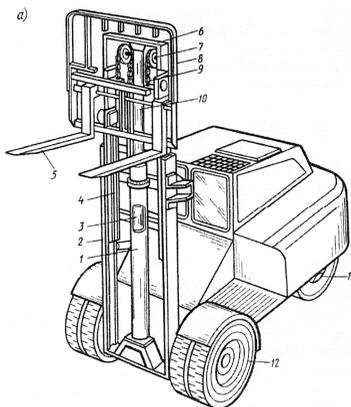


Рисунок 5.3. Автопогрузчик с вилочным грузоподъемником

Учитывая эти требования при обращении с рулонными материалами погрузочно-разгрузочные машины и грузозахватные устройства совершенствовались следующим образом:

В 1954 году был выпущен первый автопогрузчик грузоподъемностью 1,5 т, высотой подъема 2 м (СССР) (рисунок 5.3), который установлен на четырехопорное шасси на пневматических шинах. На шасси закреплены передний ведущий и задний управляемый мосты – 11, грузоподъемная рама – 2 с подвижной кареткой – 4, которые осуществляют подъем и опускание вилочных приспособлений – 5, с цепным – 7, приводом – 9. Наклон рамы 2 вперед и назад (до 15°) от вертикальной оси осуществляется гидроцилиндром. Погрузка-разгрузка осуществляется краном стрелового или мостового типа, с канатом крюковым стропильного типа, а рулон материала находится на деревянном поддоне. При такой технике захват, кантование, поворот рулонов бумаги осуществляется вручную стропальщиками, соответственно поверхность материала рулона повреждается, деформируется и т.д.

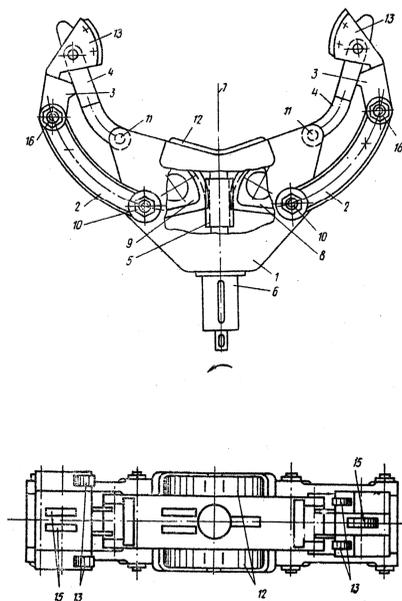


Рисунок 5.4. Механический захват, состоящий из шарнирных многозвенников, связанных с общим самотормозящим червячным сектором

С целью совершенствования конструкций грузозахватных устройств появились потоки патентов и а.с.; например, в 1972 году опубликовано а.с. №440249 (рисунок 5.4), в котором рассматривается механический многозвенный захват, обеспечивающий надежный и удобный захват рулонных материалов различной формы и размеров-как сбоку, так и с торца; шарнирные многозвенники (2,3,4) соединены между собой при помощи приводного самотормозящего механизма (5,8,9) и выполнены из звеньев разной длины, при этом длина ведущего звена 2 больше ведомых 4 для обеспечения сходимости губок 13 в вершине призматической опоры 12, стационарно установленной на корпусе 1 между неподвижными шарнирами 10, 11 многозвенника. Привод многозвенников выполнен в виде самотормозящей червячной передачи 5,8, червяк 5 которой расположен внутри корпуса 1 вдоль его продольной оси 7, а каждый червячный сектор 8, 9 жестко соединен с ведущим звеном 2 соответствующего многозвенника 4, 13. Губки 13 выполнены сопрягаемыми, каждая в виде цилиндра с прорезями. Подобные конструкции изложены в а.с. № 1710484, №1742196, № 1812160, № 522051, № 550280, № 551235, № 557983, № 558777, № 564246, № 566709, №566731, № 626946, № 709357, № 751622, № 766727, № 768635 и т.д.

Однако в этих грузозахватных устройствах не предусмотрены автоматическое регулирование усилия прижатия элементов в зависимости от веса и сорта материала рулона. В связи с этим для автоматической регулировки усилий прижатия башмаков, особенно для рулонного материала, появился в 1998 году (Япония) патент В211322295 (рисунок 5.5) ($\tau = 0,82$).

Устройство содержит длинный и короткий захватные рычаги 5, 6. Контактный детекторный выключатель 11 установлен на прижимном элементе 8, смонтированном на коротком рычаге 5. На передней стороне держателя 4 установлен датчик 13 расстояний. Перед датчиком 13 находится отражательное зеркало 14, прижимаемое задней стороной к рулону W во время захвата. Когда прижимной элемент 8 короткого рычага 5 входит в контакт с рулоном W, расстояние от передней поверхности держателя 4 до рулона измеряется датчиком 13, а данные этого измерения выводятся на дисплей. Оператор автопогрузчика по этим

данным определяет: надежно или нет произведен захват рулона, или регулирует усилия прижатия с помощью гидроцилиндра 17.

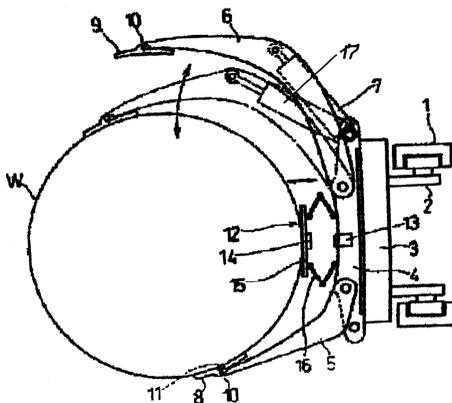


Рисунок 5.5. Устройство для захвата рулонных материалов с автоматическим регулированием усилия прижатия

Подобные конструктивные исполнения совершенствовались в изобретениях (Япония – JP3941228B2, JP4002257B2, JP3899679, B211335099, JP3899682, B211349293; Финляндия FI 20050878 и т.д.)

Дальнейшее совершенствование конструкций грузозахватных устройств, устанавливаемых в авто-или электропогрузчиках с автоматическим манипулятором, осуществлена в изобретениях (Германия: DE10012391, DE 10013359, DE10112848; США: US6176531BA, US6318949BA, US6325434BA; Япония: JP3699314B2, 2001171997A, JP3699728B2, 2002183677A; Болгария: EP1555239A2, EP1584236A2 и т.д.). Например в патенте DE№10012391A1 (Германия) (рисунок 5.6) $\tau = 0,83$ предусмотрено автоматическое регулирование усилия захвата, пространственное манипулирование и перемещение грузов по заранее определенным маршрутам на основе дисплейного управления по коду шифра информации. На рис.5.6 показан погрузчик 10 с устройством для управления усилием зажима груза, отличающимся тем, что груз 20

оснащается информационным носителем 21, который содержит в виде кода информацию о весе груза. Кроме того, погрузчик 10 снабжен считывающим устройством 30 для считывания этого кода, вычислительным устройством 31 и накопителем информации 32. Вычислительное устройство выделяет из кода информацию о весе груза 20. Накопитель информации 32 снабжен матрицей значений, которые в зависимости от потенциальных грузов содержат усилия, необходимые для бокового зажима сжимающимися башмаками 15. Предусмотрено регулировочное устройство 33, которое осуществляет с помощью матрицы данных бесступенчатое управление усилием бокового зажима башмаками 15 погрузчика 10.

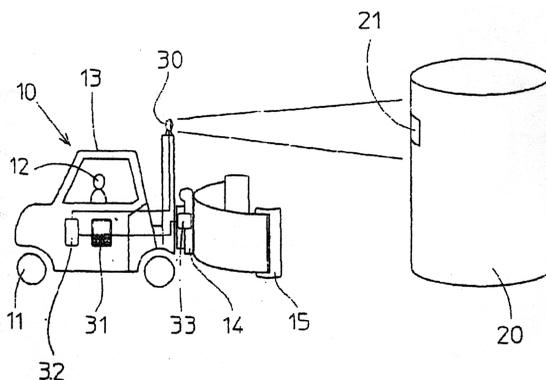


Рисунок 5.6. Автопогрузчик, снабженный электронным считывающим устройством для расшифровки кода шифра груза

Однако наружные захватные устройства, снабженные современным гидравлическим интерфейсом, электронным дисплеем и регулятором усилий зажима и т.д. являются неэффективными для распакованных рулонных материалов, т.к. от усилия сжатия они деформируются.

В связи с этим в СССР в 1987 году была подана заявка на изобретение описание которого приведено ниже (а.с. №1562291) (рисунок 5.7, $\tau = 0,82$). Внутренний захват 5 с помощью подвешенного устройства 6 вставляется во внутреннюю полость (бобины) рулонного материала и его захват осуществляется следующим

образом: на несущем корпусе 1 жестко закреплена герметичная эластичная оболочка 3, которая состоит из высокопрочной эластичной резины 8 и 9. Она герметично закреплена к корпусу 1 с помощью упругих колец 2 и 7. Полость оболочки 3 сообщена с источником сжатого воздуха. Сила прижатия регулируется давлением сжатого воздуха.

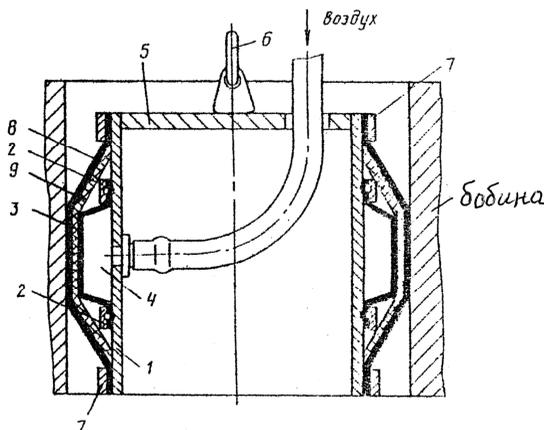


Рисунок 5.7. Внутренний захват со сжатым воздухом

Другой вариант предлагает Шафир А.С. (а.с. №1791333 от 30.01.93г.) к захватным устройствам для изделий с отверстием, например, распакованной рулонного материала. Захват устанавливается в отверстия (бобины) (рисунок 5.8, $\tau = 0,9$) 5 рулонного материала бумаги и с помощью кольца 4 навешивается на крюк 6. Тягу 2 охватывает обойма 7 с полкой 8, к которой крепится трос 11 и привариваются кронштейны 12, содержащие конусные внешние поверхности 14. К кронштейнам 12 шарнирно крепятся рычажные захваты 16 с закруглениями 17 внизу. На обойму 7 свободно посажен стакан 22. Стакан 22 имеет наружный цилиндр 23 и внутренний конус. После ввода захвата в отверстие 26 бобины 5 при подъеме тяги 2 тор 3 перемещается по внутренним поверхностям захватов 16 бобины 5. После опускания изделия 5 машинист крана за трос 11 поднимает обойму 7 вме-

сте с захватами 16, тор 3 освобождается, захват за кольцо 4 легко извлекается из бобины рулонного материала.

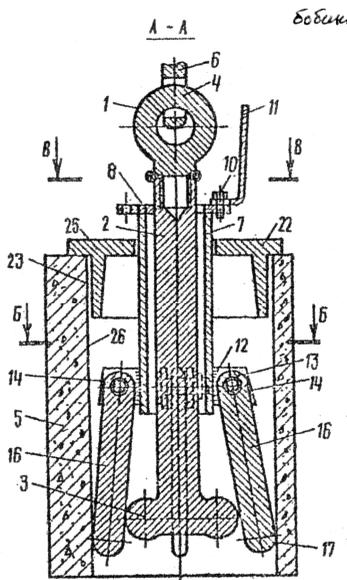


Рисунок 5.8. Внутренний захват с раздвигающимися торами

Японский изобретатель Накажима Киоджи (WO 2000 JP200006417) предложил более совершенные конструкции захвата рулонных материалов с внутренним отверстием, одновременно позволяющие манипулировать в пространстве с дистанционным управлением [рис 5.9, $\tau = 0, 93$].

Предлагаемое устройство содержит основание несущего рычага 5, имеющей наконечник, поворачивающийся на крюке 34 подъемного устройства 1. Основание установлено на верхней стороне главного корпуса 2, а основание 8b патрона 8а вставляется в намотанный рулон 30, а основание рычага поворачивается относительно верхней стороны главного корпуса 2. Несущий рычаг 5 поворачивается относительно главного корпуса 2 в направлении подвода патрона 8а синхронно с вращением патрона 8а относительно верхней стороны главного корпуса 2. Это про-

исходит с помощью механизма перемещения главного корпуса 2 из вертикального в горизонтальное положение таким образом, что намотанный рулон 30 поднимается из вертикального в горизонтальное положение.

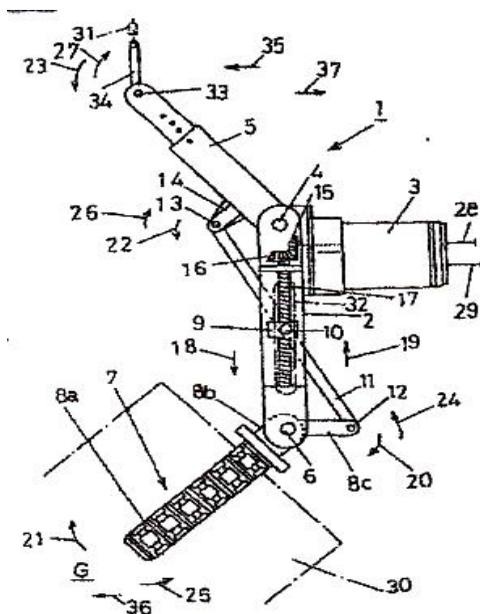


Рисунок 5.9. Внутренний захват, дополнительно оснащенный манипулирующими приспособлениями

Подобные грузозахватные устройства для захвата изделий с отверстиями, имеющих различные конструктивные исполнения, отражены в следующих изобретениях: СССР (SU): № 492459, 468863, 484166, 563352, 623807, 650949, 742345, 1504204, 1512912, 1562292, 1527127, 1576470, 1588690, 1625805, 1643412, 1615135, 1654230, 1661127, 1664719, 1676997, 1689286, 1770253, 1744040, 1794852, 1794854, 1736902, 1703603; RU(Россия): № 2003628, 2045459, 2013352, 2068387; Япония: JP1996 217513, JP1997 10933397; США: № 2441026, 2816792, 2853336, 3052494; EP2001 1369361, EP2005 5015574; Франция: FR2007 07004460 и т.д.

Дальнейшим совершенствованием грузозахватных устройств с применением вакуумного грузоподъемного оборудования занимается фирма «ANVERRA» в Германии. В 2006 году она вошла в состав фирмы «Timmer – Pneumatic GmbH» и под маркой «TIVAtes» выпускает вакуумные эжекторы и присоски для внутреннего захвата рулонных материалов с отверстиями на грузоподъемных траверсах с функцией поворота груза вокруг горизонтальной оси [рисунки 5.10 а, б, в] или в различных плоскостях. Спектр оборудования и услуг, предлагаемых под маркой «TIVAtes», в будущем планируется существенно расширить.

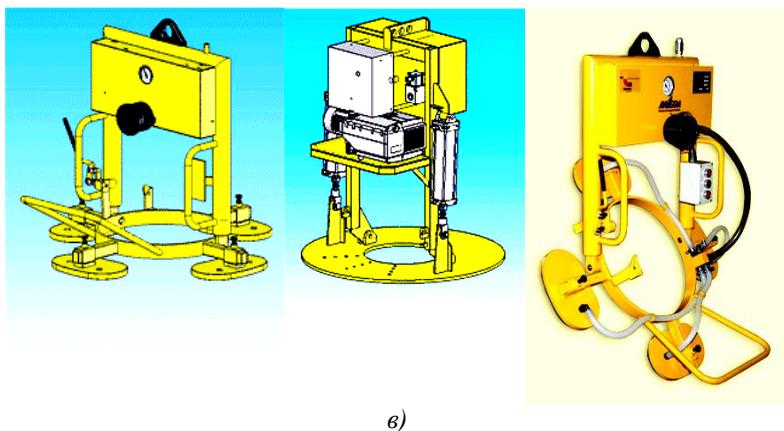
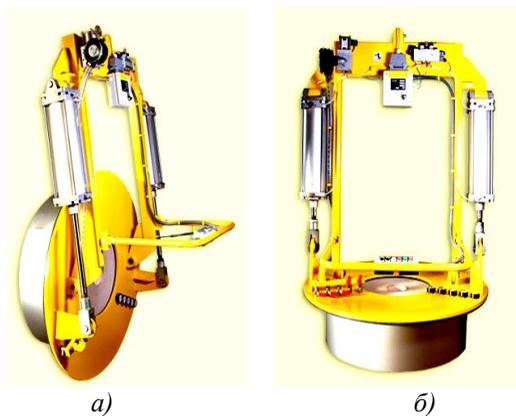
Таким образом, анализ и оценка 98 патентов, описывающих конструкции грузозахватных устройств для рулонных материалов позволили с помощью ОТЗП разделить их на категории по уровню перспективности

(таблица 5.3) и рекомендовать для дальнейшего использования 12 патентов I категории и 23 патента II категории.

Таблица 5.3

Распределение патентов с учетом коэффициентов
весомости изобретения

Наименование категории перспективности	Категория и коэффициент весомости патента, τ	Число патентов, относящихся к данной категории		
		Захват с торцевой стороны	Захват с боковой стороны	Захват с отверстием
Весьма перспективные	I(1, 0...0, 8)	1	3	5
Перспективные	II(0,79...0, 6)	2	8	6
Мало перспективные	III(0,59...0, 4)	4	17	20
Неперспективные	IV(0,39...0, 2)	6	14	12



*а) подъем в вертикальном положении;
б) поворот рулонного материала в горизонтальную плоскость;
в) вакуумный захват с присосками*

Рисунок 5.10. Внутренний вакуумный захват с функцией поворота рулонных материалов в различных плоскостях

5.4 Разработка перспективной конструкции внутреннего захвата для транспортировки и поворота рулонных материалов

На основе изучения и анализа 98 патентов, описывающих различные конструктивные исполнения грузозахватных устройств с манипулирующими приспособлениями, нами разработана и подана заявка на предмет изобретения (Казпатент №2010/0206.1) [60].

Чтобы обеспечивалась равномерность подачи бумажного материала с зарядного устройства к печатным цилиндрам, рулон должен иметь идеальную цилиндрическую форму.

Однако, практически вследствие небрежной транспортировки и неправильного хранения на складах, неоднородности ленты материала и эксцентricности картонных втулок, форма рулонов никогда не представляет собой правильного цилиндра. Всё это влечёт за собой дополнительные динамические нагрузки, которые ухудшают качество отисков, особенно при многокрасочной печати.

В настоящее время даже на крупных типографиях рулонный материал транспортируется в лучшем случае – на тележках, в худшем – рулоны просто катят до машины по полу цеха. При этом даже если вес рулона составляет 400-500 кг, (а его вес может быть более 1500 кг), происходит повреждение поверхностного слоя рулона, так как пол цеха зачастую содержит неровности. Вследствие этого с каждого рулона в макулатуру отправляется до 30 м даже неиспользованной ленты.

Рулонные материалы должны храниться на паллете (поддоне) в вертикальном положении, в противном случае их форма может в значительной мере отклониться от цилиндрической формы, что отразится на стабильности натяжения ленты и далее на качестве продукции. Также цилиндрическая форма может быть нарушена от кантования рулонного материала из вертикального положения в горизонтальное, так как в секцию размотки машины рулоны устанавливаются горизонтально.

Во избежание вышеописанных дефектов предлагается использовать в типографиях устройства для подъёма и поворота

рулонов (подвесное оборудование), позволяющие забирать рулон с паллеты, поворачивать его из вертикального положения в горизонтальное и помещать либо на пол, либо прямо в секцию размотки машины.

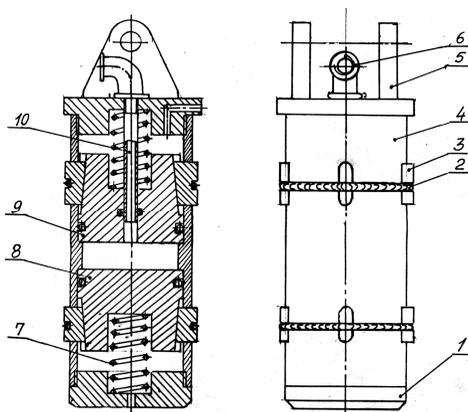
Подвесное оборудование – это устройство, используемое совместно с монорельсовым подъемно – транспортным оборудованием (как правило – электротельфером).

Подвесные устройства для поворота и транспортировки рулонных материалов

Для уменьшения деформации рулонов и их картонных втулок при хранении на складах, рулоны должны быть уложены торцами вниз на деревянные поддоны. На рисунке 5.11 показано устройство для транспортировки и поворота рулона, которое обладает рядом преимуществ перед существующей на полиграфических предприятиях тележечной системой подачи рулонных материалов.

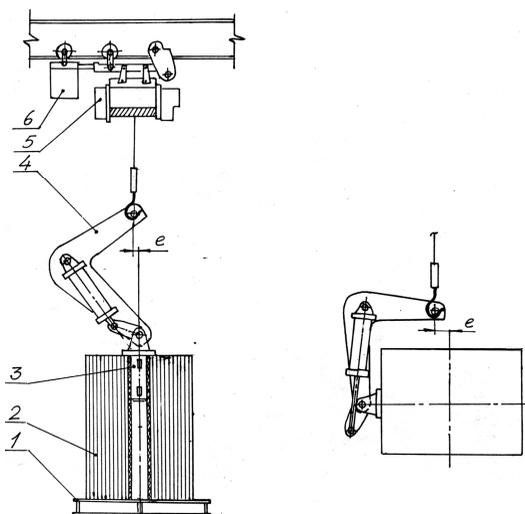
Данная система транспортировки занимает мало производственной площади, т.к. вся металлоконструкция и монорельсовый путь, смонтированы под перекрытием. При подъеме и повороте рулон почти не подвергается деформации, как это бывает при кантовании и транспортировке рулона при помощи вилочного автопогрузчика. Рулоны, уложенные на деревянные поддоны, снимаются при помощи автопогрузчика с кузова автомашины и ставятся на ровную площадку склада, затем рулон захватывается по внутренней поверхности картонной втулки внутренним захватом и поднимается вверх, затем поворачивается в горизонтальное положение. В таком положении рулон транспортируется по монорельсовому пути до зарядного устройства рабочей машины.

Внутренний захват [рисунок 5.12] и кантователь имеют гидравлический привод.



- 1 – передняя крышка; 2 – кольцевая пружина; 3 – кулачок;
4 – гидроцилиндр; 5 – задняя крышка; 6 – угольник;
7 – пружина сжатия; 8,9 – поршень; 10 – трубка.

Рисунок 5.12. Внутренний захват



- а) закрепление рулона внутренним захватом;
б) подъём рулона и установка его в горизонтальное положение
1 – поддон; 2 – рулон бумаги; 3 – внутренний захват;
4 – кантователь; 5 – электротельфер грузоподъёмностью 2000 кг;
6 – передвижная гидростанция.

Рисунок 5.11. Схема транспортировки рулонов материала

Внутренний захват представляет собой кулачковую оправку в виде гидроцилиндра одностороннего действия. На поршне 8,9 имеются четыре диаметрально расположенных паза с наклонной поверхностью.

Подача рабочей жидкости с передвижной гидростанции в рабочую полость гидроцилиндра производится через резиновый рукав и трубку 10. Поршень под действием давления рабочей жидкости выдвигает кулачки 3 наружу, тем самым происходит захват внутренней поверхности картонной втулки по четырём направлениям.

Зажимными элементами внутреннего захвата являются двускосые клинья, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Чтобы исключить большие динамические нагрузки при повороте рулона, подачу рабочей жидкости в гидроцилиндры кантователя необходимо регулировать через дроссели.

Шарнирное устройство для поворота и транспортировки рулонных материалов показано на рисунке 5.13.



1) Вводим штырь в 2) Выпускаем зубья 3) Поднимаем рулон



4) Поворачиваем 5) Поворачиваем 6) Опускаем и убираем зубья

Рисунок 5.13. Устройство шарнирное для поворота рулона

Конструкция этого устройства такова, что процесс поворачивания не требует применения силы. Рулон поворачивается в вертикальное положение под действием собственного веса. Основные максимальные параметры рулона:

- максимальный диаметр 1200 мм,
- максимальная ширина 600 мм,
- максимальный вес 250 кг.

Устройство для поворота и транспортировки рулона показано на рисунке 5.14.



Зубья убрать,
шип опустить

Повернуть

Опустить, зубья убрать

Рисунок 5.14. Устройство для транспортировки и поворота рулона

Конструкция данного устройства такова, что поворот рулона производится вручную, т.е. устройство хорошо сбалансировано и рулон поворачивается вокруг своего центра массы от действия руки человека.

Захват рулона производится по внутренней поверхности картонной втулки механическим способом.

Главным недостатком данного устройства является строгая ограниченность по массе и габаритам обрабатываемых рулонов плюс необходимость наличия подвешенного подъемно - транспортного оборудования.

На рисунке 5.15 показаны габариты транспортируемых рулонных материалов.

Габариты обрабатываемых рулонных материалов:

d (мм)	D (мм)	B (мм)	Масса (кг)
70-200	200-800	50-800	100-500

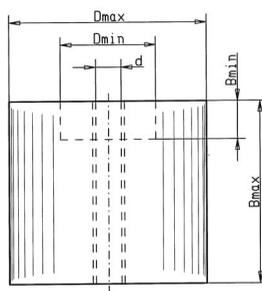


Рисунок 5.15. Габариты рулонного материала

Устройство для поворачивания рулонов, выполненное в форме скобы с вакуумным захватом

Данное устройство является аналогом предыдущего устройства, с той лишь разницей, что в нем увеличены габариты и масса обрабатываемого рулонного материала. Рулон захватывается по торцу с помощью дополнительного вакуумного приспособления, которое располагается рядом с подъемником (рисунок 5.16).

Недостаток: сложность конструкции, необходимость в подвесном подъемно-транспортном оборудовании.

Габариты обрабатываемых рулонных материалов:

d (мм)	D (мм)	B (мм)	Масса (кг)
70-350	500-1000	200-2000	100-2000

Транспортная система внутреннего захвата рулонного материала

Устройства, рассмотренные в данном разделе, предназначены только для транспортировки рулонного материала [рисунки 5.17...5.20].

Здесь захват происходит по внутренней втулке механическим способом. Клинья распираются при подъеме автоматически. Необходимо лишь энергично вставить захват внутрь втулки и плавно поднять рулон.

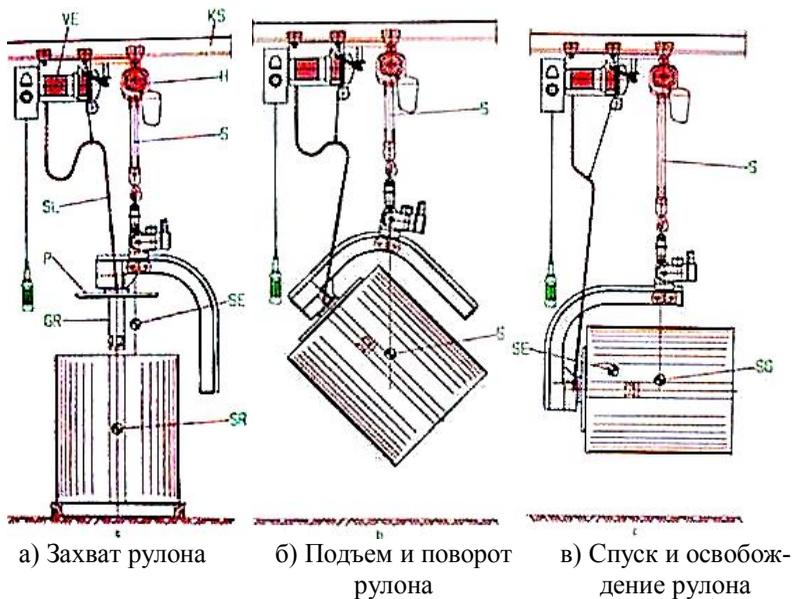


Рисунок 5.16. Устройство для поворота и транспортировки рулонных материалов (захват вакуумный по торцу рулона)

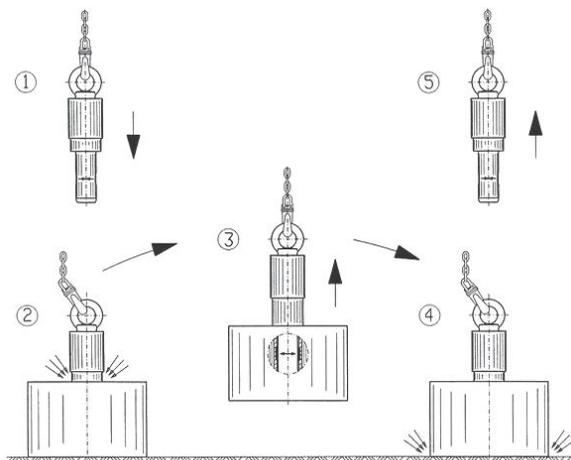


Рисунок 5.17. Устройство для транспортировки рулонных материалов (захват производится за втулку рулона)

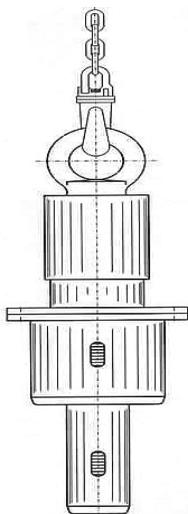


Рисунок 5.18. Устройство для транспортировки рулонных материалов для двух различных внутренних диаметров гильз

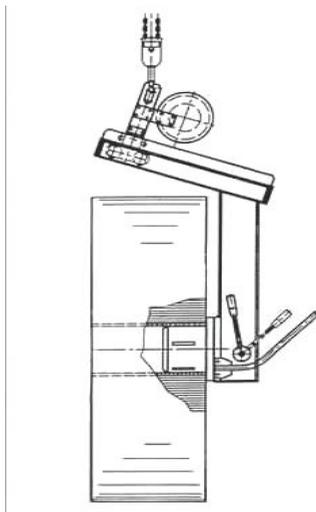


Рисунок 5.19. Горизонтальное балансировочное устройство для малогабаритных рулонов

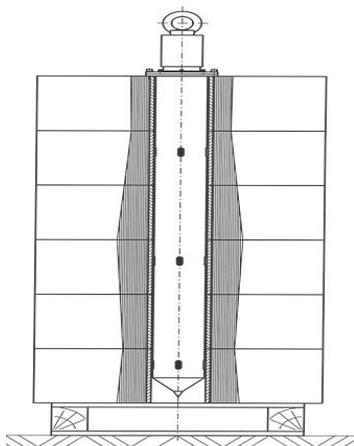


Рисунок 5.20. Устройство для съема отдельных частей нарезанного рулона

Для того, чтобы освободить клинья – необходимо энергично опустить устройство вместе с закрепленным рулоном на горизонтальную поверхность и плавно вытащить захват.

Недостатки данного устройства определяются самим способом освобождения захвата рулона: при опускании и ударе о поверхность пола велика вероятность повреждения рулонного материала, есть возможность работы с двумя различными диаметрами втулок.

Назначение:

- для отдельных рулонов,
- для гильз с внутренним диаметром до 300 мм,
- вес рулонов до 1500 кг, в специальном исполнении - до 4000 кг.

Горизонтальные балансировочные устройства для транспортировки рулонов (бобин, катушек)

Горизонтальные балансировочные устройства предназначены для транспортировки рулонного материала, хранящегося в горизонтальном положении.

В данном случае при подъеме рулона происходит автоматическое уравнивание нагрузок, тем самым транспортируемый ролл остается в строго горизонтальном положении.

Одно из таких устройств используется в основном на специальных фабриках для перемещения крупногабаритного рулонного материала (рисунок 5.21). Принцип захвата: во внутрь втулки вставляют длинный штырь, который может двигаться в горизонтальном направлении. Рулон просто лежит поверхностью втулки на штыре и может перемещаться также в горизонтальном направлении.

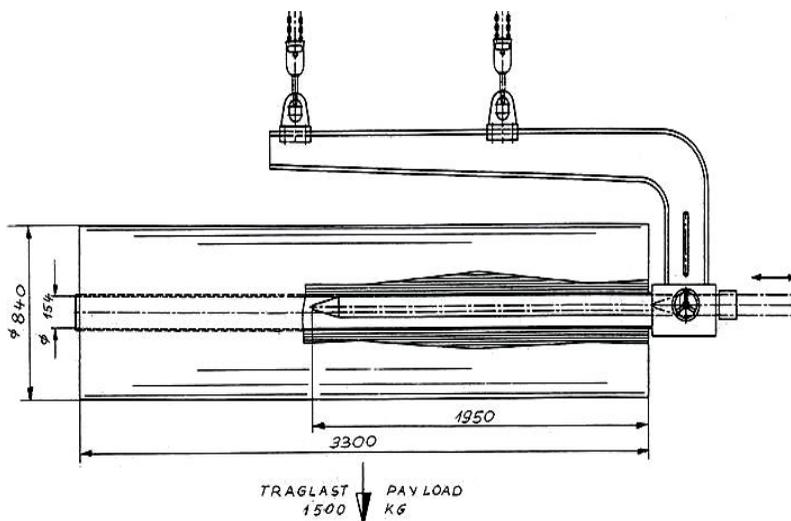


Рисунок 5.21. Горизонтальное балансировочное устройство для крупногабаритных рулонных материалов

С-образный крюк с подвижным поднимающим шипом;
ось балансировки \Rightarrow горизонтальная, автоматическая балансировка.

Вакуумные подъемно-транспортные устройства

Вакуумные подъемно-транспортные устройства нашли основное применение на крупных складах специальных фабрик. Основное преимущество их заключается в удобстве работы с рулонами, стоящими в несколько ярусов (друг на друге).

Захват рулонного материала происходит по торцу рулона (рисунок 5.22) за счет создания вакуума под круглой крышкой, снабженной резиновыми уплотнительными кольцами.

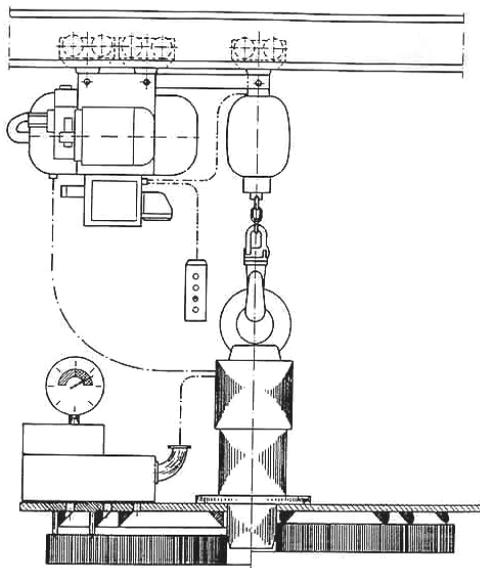


Рисунок 5.22. Вакуумное подъемно-транспортное устройство "Auto-Vaculift" (вакуумный захват по торцу рулона)

Назначение:

- для гильз с внутренним диаметром до 300 мм;
- в стандартном исполнении - для рулонов весом до 1500 кг;
- в специальном исполнении - до 3000 кг.

Таким образом, разработанная транспортная система соответствует всем требованиям качества, которые от нее требовались первоначально. Она компактна, проста в использовании, экономи-

чески выгодна. Эксплуатация новой установки не требует больших затрат. Ее обслуживает только один человек. Требуется небольшое количество времени на подготовку специалистов для обслуживания транспортной системы. Экономический эффект рассчитан в экономической части монографии.

Применение такой системы транспортировки позволяет разгружать рулонные материалы прямо с кузова автомашины и транспортировать их до зарядного устройства, не подвергая при этом рулон деформациям, а рабочего большим физическим нагрузкам.

Данная система транспортировки рулонных материалов проста по конструкции и в эксплуатации, сравнительно компактна.

5.5 Выводы по главе 5

1. Разработана определительная таблица значимости патентов для качественной оценки конструктивных исполнений грузозахватных устройств, предназначенных для транспортировки рулонных материалов с применением экспертных оценок.

2. Выявлены перспективные типы исполнения конструкций грузозахватных устройств с учетом коэффициентов весомости патентов и построена динамика их развития с помощью логистических кривых.

3. Определены весьма перспективные и перспективные патенты с учетом их категорий и коэффициентов весомости изобретений.

4. Разработана новая конструкция внутреннего вакуумного захвата с манипуляционным устройством.

ГЛАВА 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

6.1 Расчет эффективности использования автомобиля с манипулятором

Как известно, организаторов современного производства интересует экономия всех видов ресурсов, в частности задействованных единиц техники на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах. На практике в странах СНГ в настоящее время в большинстве случаев используется схема «грузовик+автокран» [1], что предполагает наличие по крайней мере двух автомобилей и двух операторов. В монографии предлагается использовать экономный вариант: один грузовой автомобиль с установленным манипулятором. Отказаться от использования автокрана не удастся ни сегодня, ни в обозримом будущем. Вопрос в том, чтобы использовать каждый вид техники по назначению, тогда мы получим и производительность, и снижение затрат. Симбиоз манипулятора и грузовой автомобильной платформы позволяет не только увеличить эффективность и интенсивность использования техники, но и сократить расходы на топливо, свести до минимума долю ручного труда при погрузке-разгрузке, сократив при этом число занятых людей и единиц техники.

В таблице 6.1 приведена сравнительная характеристика использования манипулятора и тандема грузовик+автокран.

Таблица 6.1

Сравнительная характеристика использования манипулятора и тандема грузовик+автокран

	Манипулятор	Грузовик+автокран
Количество занятого персонала	1	2
Количество задействованной техники	1 (автомобиль с манипулятором)	2 (грузовой автомобиль, автокран)
Расход топлива, л/ч	30	60

Продолжение таблицы 6.1

Занимаемая площадь при проведении работ (расчетный а/м Камаз), м ²	22,5 (25*9)	45 (два автомобиля)
Управление	С операторского пульта (расстояние до груза 2-3 м)	Из кабины автокрана (расстояние до груза 10-15 м)

Для примера приведем расчет затрат на обслуживание техники по обоим вариантам. Изначально имеем в виду, что по предлагаемому варианту мы используем только один автомобиль. Совершенно очевидна экономия на приобретение автокрана, что не требует доказательств.

Примерная смета расходов за один восьмичасовой рабочий день представлена в таблице 6.2

Таблица 6.2

Смета расходов за один восьмичасовой рабочий день

	Манипулятор	Грузовик+автокран
Количество задействованной техники	1 (автомобиль с манипулятором)	2 (грузовой автомобиль, автокран)
Количество занятого персонала	1	2
Заработная плата занятых работников за 1 рабочий день, тг	3500	6000
Расход топлива, л/ч	30	60
Цена израсходованного топлива за 1 рабочий день, тг	21600	43200

По данным табл. 6.1 построен график расчета эффективности использования автомобиля с манипулятором по сравнению со схемой «грузовик+автокран» (рисунок 6.1).

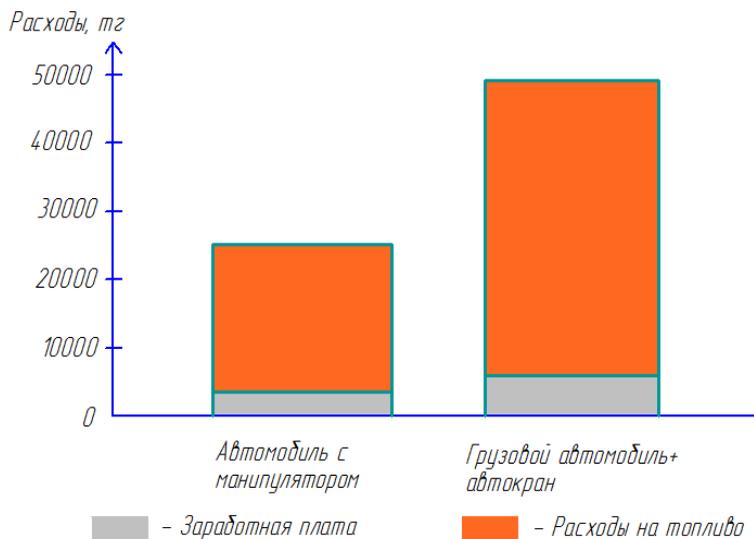


Рисунок 6.1. График расчета эффективности использования автомобиля с манипулятором по сравнению со схемой «грузовик+автокран»

6.2 Эффективность использования предлагаемого грузозахватного устройства

В разделе 1.3 (таблица 1.2) представлен обзор современных грузозахватных устройств. По сравнению с аналогами, предложенная авторами конструкция имеет следующие преимущества:

а) применение быстросъемных зажимных площадок повышает универсальность грузозахватного устройства, что позволяет расширить диапазон работ с помощью манипулятора, тем самым повышая его эффективность;

б) устройство может заменить несколько разновидностей грузозахватных устройств и способно транспортировать штучные, тарные, цилиндрические, длинномерные, сыпучие, кусковые и другие грузы.

При работе с грузами различных конфигураций необходимо приобрести набор различных рабочих органов. В случае использования предлагаемого грузозахватного устройства требуется приобретение только быстросъемных зажимных площадок (таблица 6.3)

Таблица 6.3

Сравнительная характеристика преимуществ
предлагаемого устройства

	Предложенная конструкция	Аналоги
Количество задействованных устройств на одном манипуляторе	1 (грузозахватное устройство с набором быстросъемных зажимных площадок)	минимум 3 (захват для сыпучих грузов, захват для штучных грузов, захват для длинномерных грузов)
Количество занятого персонала на переоборудовании манипулятора для работы с грузами различных конфигураций (замена ГУ)	минимум 1	минимум 2

Например, ковшовый грейфер Kinshofer KM-604-250 с ротатором KM-04F и подвеской KM-501 стоит 700 810 тг [30], захват для длинномерных грузов Велмаш: ПЛ 70.40.010 стоит 379 500 тг [31] (курс валюты от 28.02.2012).

Для производителей подобного оборудования изготовление быстросъемных зажимных площадок наладить достаточно просто вследствие простоты конструкции. Производить их будет выгодно в связи с наличием большого и долговременного спроса.

6.3 Экологическая безопасность

Универсальное грузозахватное устройство оснащено гидравлическим приводом и приводится в действие благодаря нагнетаемому давлению рабочей жидкости. Так как давление высокое, то возможна утечка жидкости. Утечки могут происходить на штуцерах в местах соединений со шлангами, в гидравлических цилиндрах между крышкой цилиндра и штоком, в ротаторе между валом и крышкой, а также при изношенных шлангах. Рабочие жидкости гидравлических машин являются продуктами нефтепереработки, соответственно токсичны, что требует предосторожности мер от их утечки.

Влияние гидравлических РЖ на экологию характеризуется воздействием совокупности физических, химических и биологических факторов на жизнь и деятельность человека, поведение животного и растительного миров и выражается в воздействии на организм человека, загрязнении атмосферы, поверхностных сточных вод и почвы углеводородами и бензапиреном [32].

Наиболее важными экологическими свойствами РЖ являются их токсичность по отношению к живым организмам, воздействие на растительность, физико-химическое взаимодействие с почвой и гидросферой.

Следует выделить следующие факторы воздействия РЖ:

- 1) влияние на кожу (контакт с кожей): эффект от воздействия единичной большой дозы и эффект от повторных доз (хронический контакт);
- 2) действие при приеме внутрь;
- 3) раздражающее действие на глаза;
- 4) результат подкожной инъекции;
- 5) результат воздействия в распыленном состоянии (ингаляция);
- 6) результат воздействия паров (ингаляция);
- 7) результат периодического воздействия на кровь и мочу;
- 8) патологический эффект, включающий исследование таких органов, как почки, печень, мозг и легкие.

Учитывая высокое давление в 16 МПа, требуемые прочность и герметичность могут обеспечить соединения с врезающимся концом (рисунок 6.2).

Соединение с врезающимся кольцом состоит из штуцера 1 с внутренней конической поверхностью 2, накидной гайки 5 и врезающегося кольца 3. Кольцо изготовлено из стали с цементированной поверхностью, а его конец, обращенный к штуцеру, имеет режущую кромку. При затяжке соединения гайкой режущая кромка врезается в трубу 4, происходит деформация кольца, которое получает форму, соответствующую конической поверхности штуцера.

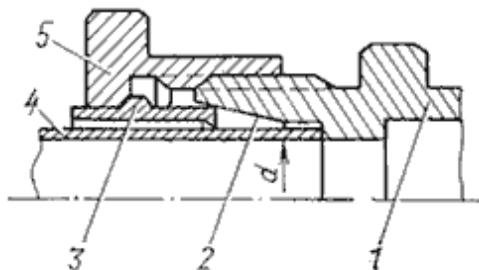


Рисунок 6.2. Соединение с врезающимся кольцом

Для обеспечения герметичности в зазоре между крышкой гидроцилиндра и штоком применяют резиновые уплотнения (рисунок 6.3).

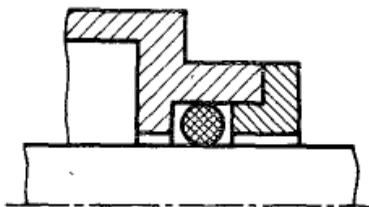
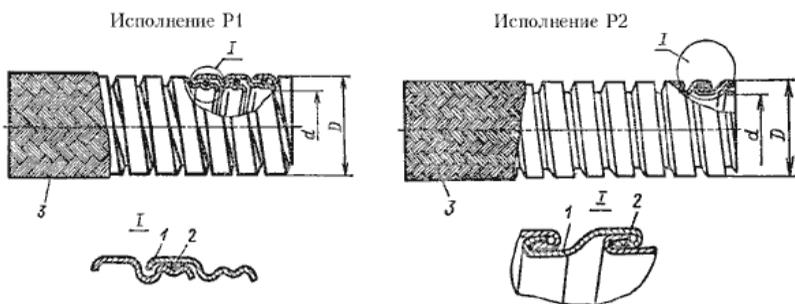


Рисунок 6.3. Уплотнение штока резиновым кольцом

Шланги бывают двух видов: резиновые и металлические. Для изготовления резиновых рукавов применяют натуральную и синтетическую резину. Рукав состоит из эластичной внутренней резиновой трубки, упрочненной наружной оплеткой или внутренним текстильным каркасом. Они имеют следующие недостатки: подвижность при изменении давления; снижение общей жесткости гидросистемы; малая долговечность (1,5...3 года). Металлические рукава имеют гофрированную внутреннюю трубу, выполненную из бронзовой или стальной ленты, и наружную проволочную оплетку. Между витками ленты находится уплотнитель. Рукава с хлопчатобумажным уплотнением предназначены для работы при температуре рабочей жидкости до 110°C , а с асбестовым уплотнением - до 300°C .

Резиновые рукава имеют малую долговечность и слабую надежность, что может привести к аварийным ситуациям, разрывам, приводящим к большим выбросам рабочей жидкости в окружающую среду. Поэтому при проектировании гидросистем машин резиновых рукавов следует по возможности избегать.

Схема конструкций металлических рукавов приведена на рисунке 6.4.



1 - профилированная лента; 2 - уплотнитель;
3 - проволочная оплетка.

Рисунок 6.4. Металлические рукава

Какой бы не была надежной конструкция, она все же имеет свойство стареть и изнашиваться. Во избежание этих факторов

необходимо регулярно проводить техническое обслуживание (ТО) грузозахватного устройства и манипулятора.

ТО должно обеспечивать постоянную готовность машины к эксплуатации и безопасные условия работы, а также своевременное устранение причин, вызывающих износ деталей и неисправности.

ТО в зависимости от периодичности и объёма работ подразделяется на следующие виды:

- ежесменное ТО (ЕО), проводится ежедневно в начале и в конце рабочей смены;
- первое ТО (ТО-1), проводится через 60 часов работы;
- второе ТО (ТО-2), проводится через 240 часов работы;
- третье ТО (ТО-3), проводится через 960 часов работы;
- сезонное ТО (СО), проводится два раза в год при переходах к осенне-зимнему и весенне-летнему периодам эксплуатации и заключается в сезонной замене рабочей жидкости в гидросистеме и смазке опорно-поворотного устройства.

При каждом очередном ТО следует проводить внешний осмотр соединений, гидроцилиндров, шлангов на предмет наличия утечек. Также следует осматривать шланги на предмет наличия усталостных трещин. Следует устранять все выявленные неисправности до начала эксплуатации.

Отработанные масла представляют собой очень распространенный и часто встречающийся, а вместе с тем и очень опасный вид отходов. Все отработанные масла должны подвергаться утилизации. Помимо захоронения и простого сжигания есть и другие, более приемлемые для экологии способы.

Вот некоторые из них:

Восстановление – удаление из масла загрязняющих веществ с целью его повторного использования. Такой способ не позволяет вернуть маслу первоначальные свойства, а лишь продлевает срок возможности его использования.

Отправка на завод нефтепереработки. Там отработанное моторное масло чаще всего используют для производства бензина и кокса.

Переработка и сжигание с целью получения энергии. Этот способ предусматривает удаление из состава отхода вредных час-

тиц и воды. Далее его используют в качестве топлива. Ведь 1 литр переработанного отхода масла производит 40 МДж энергии.

Регенерация – самый предпочтительный для окружающей среды способ утилизации отработанного масла. Это такой вид обработки, при котором из отработанного масла удаляются все загрязнители. Результат регенерации используют для производства того же самого масла. Это позволяет продлить срок годности смазки до бесконечности. Такой способ помогает экономить сырье (для производства 1 л отличного моторного масла требуется 1,6 л отработанного), а также является экологически безопасным.

6.4 Выводы по главе 6

1. Рассчитана эффективность использования автомобиля с манипулятором, что эффективнее по сравнению с тандемом грузовой автомобиль+автокран.

2. Выявлена эффективность предлагаемого универсального грузозахватного устройства по сравнению с современными устройствами.

3. Даны рекомендации по охране окружающей среды от негативного воздействия загрязняющими веществами во время работы грузозахватного устройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрены грузозахватные устройства для манипуляторов.

Авторами было проведено исследование патентных фондов промышленно развитых стран в данной области техники, что дало возможность выявить перспективные типы исполнения грузозахватных устройств. В результате установлено, что в настоящее время актуальными являются грузозахватные устройства, работающие от гидравлического привода, а также способные выполнять поворот вокруг вертикальной оси.

По результатам анализа авторы сделали конструктивное предложение по созданию универсального грузозахватного устройства для манипуляторов и захватных устройств для грузов с центральным отверстием. Главной отличительной особенностью предложенной конструкции является наличие быстросъемных зажимных площадок, приспособленных для работы с грузами различных конфигураций. Устройство может работать с кусковыми, сыпучими, длинномерными, цилиндрическими, штучными, плоскими и с грузами прямоугольного сечения. Данная конструкция позволяет сократить количество используемых грузозахватных устройств, расширяя диапазон работ манипулятора и существенно повышая его эффективность.

Проводилось теоретическое исследование по определению необходимых усилий для подъема груза. Исследование выявило зависимость грузоподъемности грузозахватного устройства от давления, нагнетаемого в поршневую полость гидроцилиндров. В результате установлено, что увеличение давления в гидроцилиндрах не прямо пропорционально ведет к увеличению грузоподъемности грузозахватного устройства и в связи этим можно рекомендовать при проектировании новых грузозахватных устройств, а также при необходимости увеличения грузоподъемности существующих, рационально не создавать в гидроприводе большее давление, а применять гидроцилиндры с более большим диаметром поршня.

Авторами была построена параметрическая 3d-модель предлагаемого устройства с помощью современного программ-

ного продукта T-flex cad. Модель позволяет проводить исследования на статическую прочность, определить коэффициент запаса по эквивалентным напряжениям и выявить наиболее напряженные и опасные места деталей.

Как известно, организаторов современного производства интересует экономия всех видов ресурсов, в частности- задействованных единиц техники при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах. На практике в странах СНГ в настоящее время в большинстве случаев используется схема «грузовик+автокран», что предполагает наличие по крайней мере двух автомобилей и двух операторов. В монографии предлагается использовать экономный вариант: один грузовой автомобиль с установленным многофункциональным манипулятором. Расчет экономической эффективности показал почти двукратное снижение эксплуатационных затрат при использовании автомобиля с манипулятором.

Алматинский автоцентр «Камаз» детально рассмотрел конструктивное предложение авторов по созданию грузозахватного устройства многофункционального назначения, приведенное в данной монографии, и отметил его универсальность, удобство выполнения погрузочно-разгрузочных работ по захвату разнообразных грузов, простоту его устройства и изготовления.

Отметив современность и востребованность данной конструкторской разработки, Автоцентр «Камаз» готов принять заказ на изготовление и испытание данного универсального грузозахватного устройства, а затем – внедрить его в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. КМУ – экономически рассчитанная целесообразность. // Подъемная сила. - № 6. – 2011 г. – С. 14.
2. www.inman.ru
3. www.palfinger.ru
4. www.fassi.com
5. www.unicmega.ru
6. www.gruzovik.ru
7. А.Ю. Боровский, Н.Т. Сурашов. Перспективные рабочие органы для гидроманипуляторов.//Материалы XI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан. –Усть-Каменогорск. - 2011 г. – С. 38.
8. <http://cariertech.ru>
9. <http://www.forests-service.ru/produktsiya/manipulyatory-cranab/54-zakhvaty-cranab-cr-280-i-cr-360.html>
10. <http://www.udokan-stroy.ru/proizvodstvo/ntp09.php>
11. Назарбаева С.М., Сурашов Н.Т., Гудович М.И. Робототехника и подъемно-транспортные системы: Учебник.- Алматы: Дәуір, 2011.-464с.
12. Инновационный патент РК. №25812 от 15.06.12г. бюл.№6. Захватное устройство для грузов с центральным отверстием / Сурашов Н.Т., Помашев О.П., Боровский А.Ю.
13. http://patent.at.ua/publ/dinamika_patentovaniya/1-1-0-20
14. Инновационный патент РК №25281 от 20.12.11г. бюл.№12. Тороидальный внутренний захват для бумажных рулонов. / Сурашов Н.Т., Помашев О.П., Боровский А.Ю.
15. Инновационный патент РК № 24089 от 15.06.11г. Подъемно-поворотное устройство с внутренним захватом для транспортировки бумажных рулонов / Сурашов Н.Т., Газизов О.Г., Асаубеков М.А.
16. Абрамов Н.Н. Курсовое и дипломное проектирование по дорожно-строительным машинам. Учеб. пособие для студентов дорожно-строительных вузов. М.: «Высш. школа», 1972.-120 с. с илл.

17. Васильченко В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник – М.: Машиностроение, 1983. – 301 с.
18. Каверзин С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: Учебное пособие. - Красноярск: ПИК "Офсет", 1997. - 384 с.
19. Рось Я. В. Автокраны с объемным гидроприводом. - Киев: Техника, 1978. - 127 с.
20. <http://www.docload.ru/Basesdoc/4/4072/index.htm>
21. Белянин П.Н., Данилов В.М. Промышленная чистота машин. М.: Машиностроение. 1982.- 224 с.
22. Гмошинский В.Г. и др. Теоретические основы инженерного прогнозирования. М., 1975.-300 с.
23. www.mc.ru/gost/gost8734-75.pdf
24. www.mc.ru/gost/gost2590-88.pdf
25. www.tflex.ru
26. Конспект лекций по компьютерной графике. Основы проектирования в системе T-FLEX / А.Ю.Браилов. - Одесса: ОНПУ, 2003. - 65 с.
27. www.megem.kz
28. www.almatysu.kz
29. www.finnblock.kz
30. www.gposnab.ru
31. <http://www.ecrane.ru/ektnews/112-kinshofer.html>
32. Сурашов Н.Т., Гудович М.И. Подъемно-транспортные машины: Учебное пособие. - Алматы: КазНТУ, 2012г.- 322 с.
33. Сұрашев Н.Т., Гудович М.И. Оқу құралы. Көтеру-тасымалдау машиналары.-Алматы: ҚазҰТУ, 2012.- 407 бет.

Сурашов Нургали Толымбекович,
Турдалиев Ауесхан Турдалиевич,
Гудович Михаил Иванович

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ**

Авторская редакция

Компьютерная верстка *Л.П. Умирбекова*

Подписано в печать 05.06.2013 г.
Тираж 500 экз. Формат 60x84 1/16. Бумага типогр. №1.
Уч. изд. л. 9,4. Усл. п. л. 8,8. Заказ № 132. Цена
договорная
Издание Казахского национального технического
университета им. К.И. Сатпаева
Информационно-издательский центр КазНТУ
г. Алматы, Сатпаева, 22.