Региональная конференция
по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»
секция «Техника»

ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Тюремнов Александр Иванович
ученик 11 «б» класса,
средняя школа №18,
Россия, г. Ярославль

Научный руководитель:
Тюремнов Иван Сергеевич
Кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедры
«Строительные и дорожные машины» ЯГТУ,
Россия, г. Ярославль

2021

Содержание

Введение	3
1. Обзор конструкций захватов промышленных роботов	4
2. Генерация вакуума для работы захвата промышленных роботов	5
3. Разработка и исследование работоспособности нового захвата	7
Заключение	9
Список литературы	10
Приложения	11

Введение

В настоящее время на многих производствах применяют труд человека. Но робот должен заменить человека при выполнении монотонных и тяжелых погрузочно-разгрузочных операций и перемещения различных объектов, в том числе во вредных условиях работы. Для этого захват робота должен уметь захватывать и удерживать объекты разной формы, размера, жесткости, прочности и шероховатости. В этом и заключается основная проблема применения существующих захватов, особенно если роботу приходится поочередно работать с объектами разной формы и из различных материалов. Для этого необходимо разработать универсальный захват, способный быстро, надежно и не ломая захватывать и удерживать различные объекты.

Особенные трудности возникают при необходимости захвата хрупких немагнитных объектами, в том числе, имеющих сложную геометрию. Таким образом, работа посвящена решению проблемы неспособности большинства типов захватов промышленных роботов захватывать и удерживать предметы сложной геометрии, включая хрупкие и немагнитные, не повреждая их.

Цель: разработка захвата для повышения универсальности и производительности роботов, за счёт захвата деталей различной формы и материалов, в том числе хрупких, и уменьшения времени на захватывание.

Задачи:

1. Выполнить обзор существующих конструкций захватов промышленных роботов.
2. Провести анализ конструкций и выбрать тип захвата для дальнейшей проработки.
3. Изучить способы генерации вакуума для применения в вакуумном захвате.
4. Провести экспериментальные исследования по выбору материала наполнителя и степени заполнения камеры вакуумного захвата.
5. Изготовить, собрать и испытать манипулятор с новым захватом.

1. Обзор конструкций захватов промышленных роботов

В роботах применяются различные типы захватов [1-4], но у каждого из них есть свои недостатки. Например:

- **Магнитные захваты** используют для удержания объектов магнитным полем**,** создаваемым постоянными магнитами или электромагнитами, но данные захваты не могут применяться для немагнитных объектов (Рисунок 1).



Рисунок 1. Магнитный захват.

- **Вакуумные захваты** удерживают объекты благодаря вакууму, создаваемому в присоске (Рисунок 2), но они подходят только для перемещения объектов с близкой к плоской поверхностью и малой шероховатостью.



Рисунок 2. Вакуумный захват.

- **Механические зажимные захваты** (Рисунок 3) удерживают объекты благодаря силе трения и не подходят для работы с хрупкими объектами.

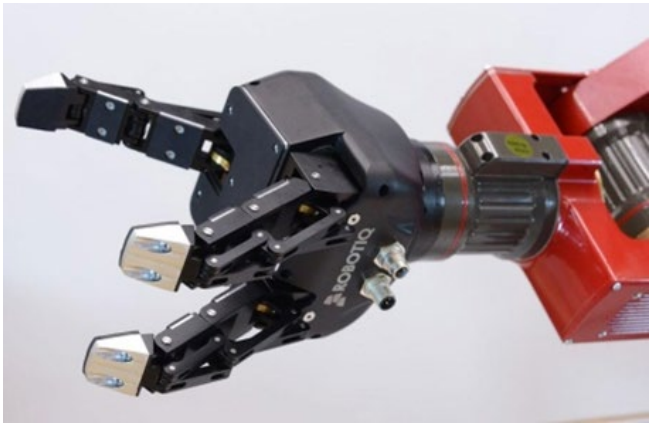


Рисунок 3. Механический зажимной захват.

Каждый из рассмотренных захватов имеет ограничения, поэтому актуальна разработка захватов, способных работать с грузами различной шероховатости, хрупкости, материалов и твёрдости - захватов комбинированного действия, например, вакуумно-механических [4]. Именно поэтому мы решили разработать собственный захват **комбинированного действия**, использующий вакуум, создаваемом внутри гибкой оболочки захвата и силы трения между гибкой оболочкой и удерживаемым объектом.

В ходе анализа конструкций, было принято решение создать подобный захват из подручных материалов.

2. Генерация вакуума для работы захвата промышленных роботов

В настоящее время, в промышленности применяются два основных способа получения (генерации) вакуума: поршневыми устройствами и эжекторными.

Поршневые устройства основаны на применении цилиндра, в камерах которого создается вакуум при движении штока и обратных клапанов, препятствующих попаданию атмосферного воздуха в вакуумную камеру (Рисунок 4).

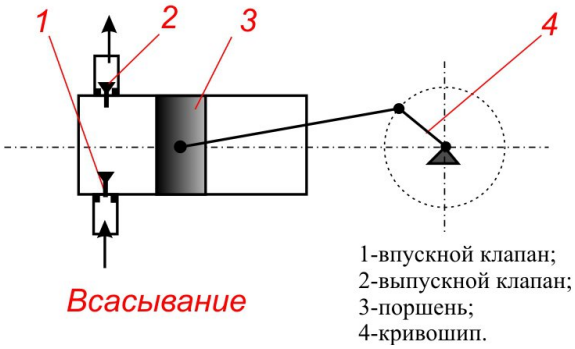


Рисунок 4. Поршневой вакуумный насос.

В эжекторных устройствах вакуум внутри захвата будет образовываться благодаря генератору вакуума, принцип работы которого основан на уравнении Бернулли [5]. Уравнение Бернулли представляет собой закон сохранения энергии в потоке жидкости или газа, движущегося по сужающейся трубе:

$$P_1 + \frac{1}{2\rho} * (V_1)^2 = P_2 + \frac{1}{2\rho} * (V_2)^2$$

P_1,V_1- давление и скорость потока газа в широкой части трубки (Рисунок 5);

P_2,V_2- давление и скорость потока газа в узкой части трубки (Рисунок 5).

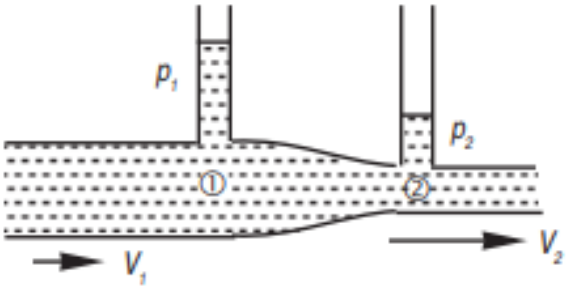


Рисунок 5. Схема к уравнению Бернулли.

Таким образом, в узком сечении трубки скорость потока возрастает, а давление в нём уменьшается. За счет этого свойства работает генератор вакуума (рисунок 6). На выходе из внутреннего сопла скорость потока воздуха

возрастает и давление в этой камере уменьшается, становясь меньше атмосферного. К этой камере подключается вакуумная линия 2 (Рисунок 6).

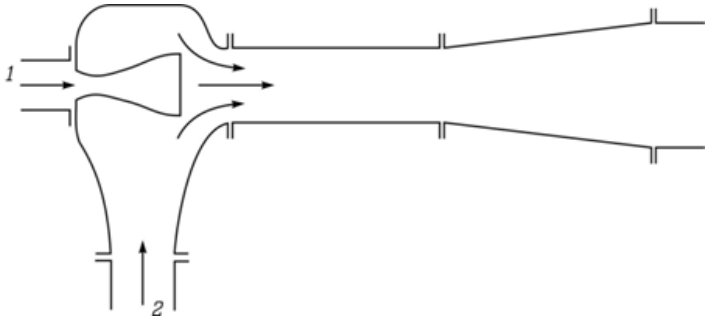


Рисунок 6. Схема генератора вакуума эжекторного типа.

3. Разработка и исследование работоспособности нового захвата

В качестве оболочки захвата мы выбрали обычный воздушный шарик. А в качестве наполнителя мы решили испытать различные материалы (Приложение 1):

- сушёный горох;
- гречка;
- перловая крупа;
- пшено;
- молотый кофе.

Также решили проверить влияние степени наполненности шарика заполнителем на его способность удерживать объекты. Исследовалось два значения степени заполнения: 100 % и 50 % .

На первом этапе определялся наилучший материал заполнителя и влияние степени заполнения на захватывающие и удерживающие свойства захвата. На втором этапе для выбранного материала заполнителя определялась оптимальная степень заполнения.

В ходе экспериментов, мы выяснили, что хуже всего предметы удерживает сушёный горох со степенью наполненности 100 %, т.к. как шарик с таким видом наполнителя хуже всего обхватывает объекты.

Лучше всех себя проявил молотый кофе со степенью наполнения 50 %, так как из-за своей текстуры молотый кофе отлично обволакивает объекты и удерживает их.

На втором этапе, выяснилось, что лучше всего использовать заполнение шарика молотым кофе на 40 %.

После эксперимента был разработан и изготовлен манипулятор из деревянных брусков (Приложение 2). Данный манипулятор управляется вручную (Приложение 3). Вакуум создается посредством прокачки воздуха компрессором через генератор вакуума. Источником сжатого воздуха являлся лабораторный компрессор. Пневматическая принципиальная схема управления вакуумным захватом приведена на Рисунок 7.

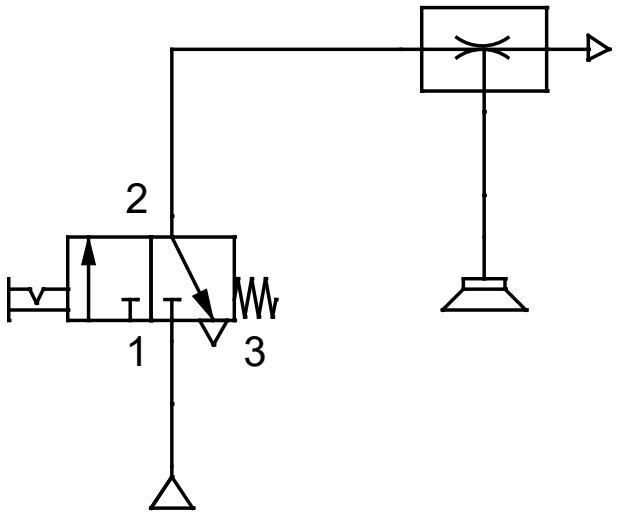


Рисунок 7. Пневматическая принципиальная схема управления вакуумным захватом

Результаты работы докладывались в 2021 году на научно-технической конференции ЯГТУ (Приложение 4). По результатам доклада была опубликована статья в сборнике трудов конференции [6] и получен диплом конференции «За актуальность и научный подход» (Приложение 4).

Заключение

Таким образом, в результате работы, на основании обзора и анализа конструкций захватов современных промышленных роботов, была обоснован актуальность разработки универсальных захватов, обеспечивающих удержание различных объектов, в том числе хрупких, сложной геометрии и из немагнитных материалов. Для этой цели было предложено применять захваты комбинироного действия – вакуумно механические.

Для создания вакуума было предложено использовать генератор вакуума, работа которого основана на уравнении Бернулли. Данный генератор благодаря компактности может располагаться непосредственно на манипуляторе робота.

Для изготовления захвата были использованы широко распространённые материалы: резиновый шарик с различными видами наполнителя. В качестве наполнителя использовались: сушёный горох, перловая крупа, гречневая крупа, пшено и молотый кофе. В ходе проведённых экспериментальных исследований было установлено, что для изготовления захвата в качестве наполнителя лучше использовать молотый кофе со степенью заполнения 40% от объёма шарика.

После обоснования выбора наполнителя был изготовлен манипулятор с разработанным захватом. Испытания манипулятора показали его способность захватывать и удерживать и удерживать различные объекты, в том числе со сложной геометрией.

По результатам исследований опубликована одна статья в сборнике трудов научно-технической конференции ЯГТУ и был получен диплом победителя данной конференции.

Список литературы

1. Алимов Р.А., Домогаров А.Ю. ЗАХВАТЫ ДЛЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ / В сборнике: Современное научное знание: теория, методология, практика. Сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции . 2018. С. 70-73.
2. Соцков И.А. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К ЗАХВАТЫВАЮЩИМ УСТРОЙСТВАМ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ / Computational Nanotechnology. 2018. № 2. С. 49-51.
3. Дурмашев И.В. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЗАХВАТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАНИПУЛЯТОРА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА / В сборнике: Современные информационные технологии. Теория и практика. Теория и практика Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией Т.О. Петровой. 2017. С. 17-23.
4. Кузнецов Д.А., Кормин Т.Г., Чернышев М.А. ГИБКИЕ - УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗАХВАТЫ /В сборнике: Научные исследования и разработки 2018 года. сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2018. С. 121-128.
5. Пневмоавтоматика. Учебное пособие / Издание ЭС ЭМ СИ ПНЕВМАТИК. СПб. 2013. 176 с.
6. Тюремнов А.И., Тюремнов И.С. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ / Семьдесят четвертая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 21 апреля 2021 г., Ярославль: сб. материалов конф. В 2 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]. – Ярославль : Издательство ЯГТУ, 2021, с. 940-943.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Различные заполнители и объекты удержания захватом при эксперименте.

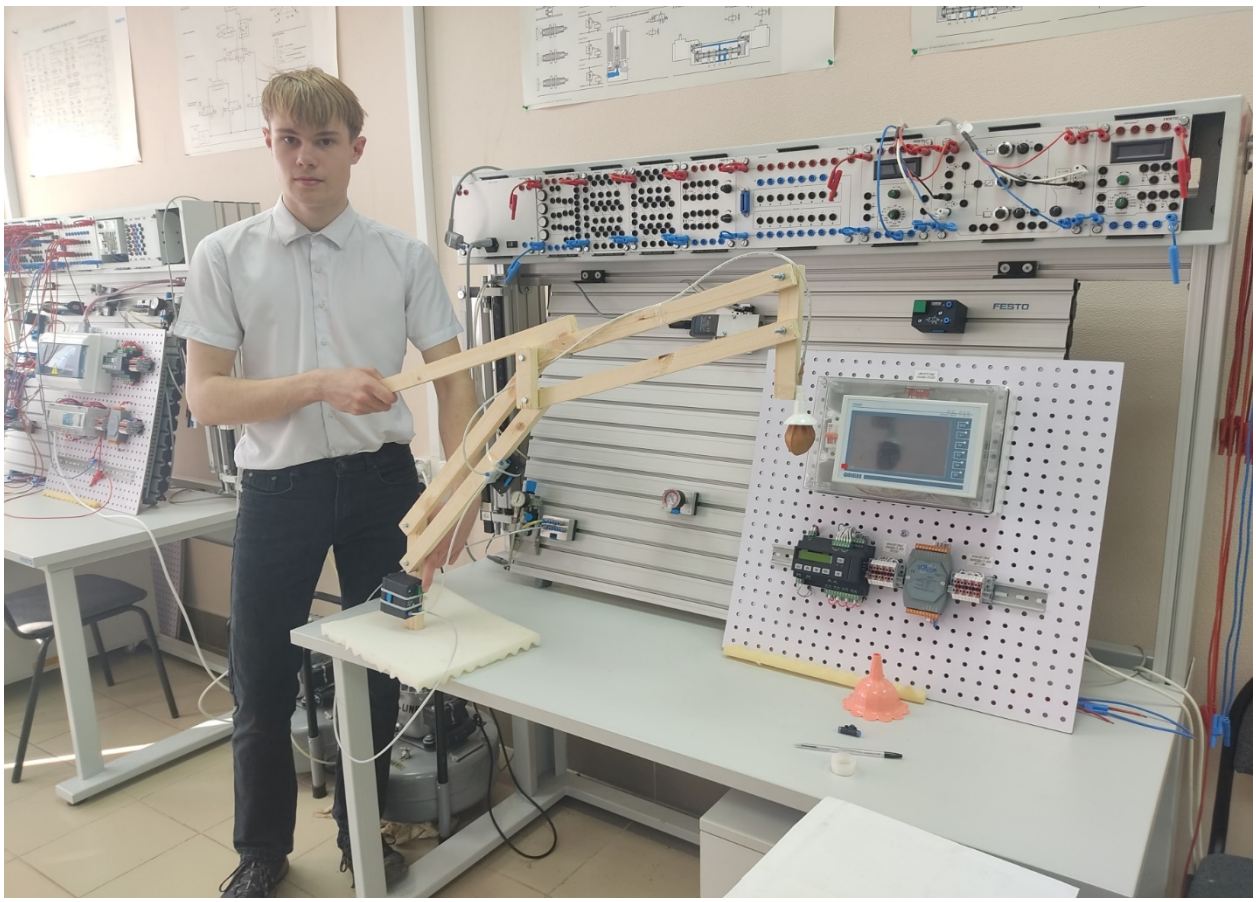


Приложение 2. Изготовление манипулятора из деревянных брусков.

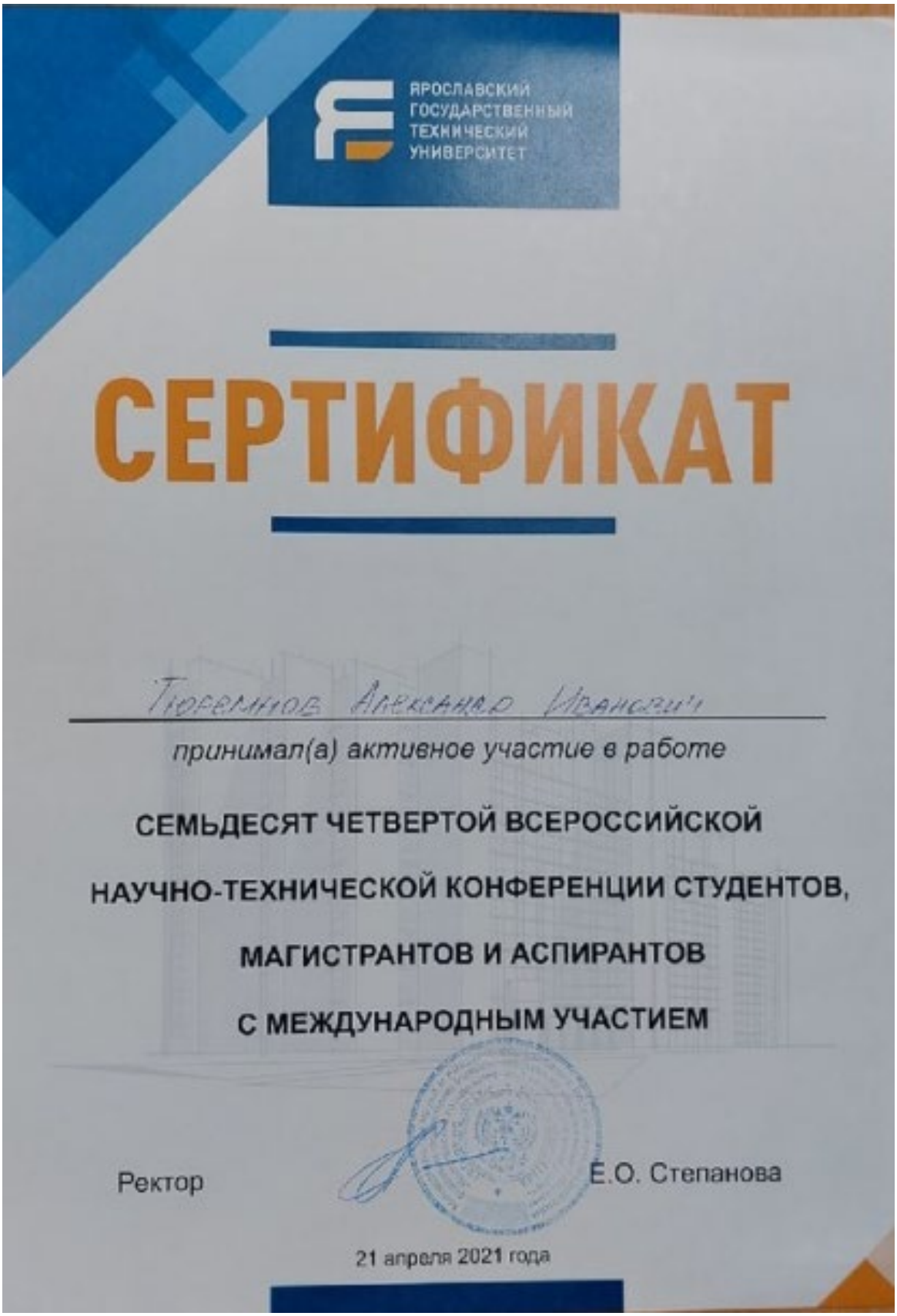




Приложение 3. Ручное управление манипулятором.


FESTO

Приложение 4. Сертификат участника научно-технической конференции ЯГТУ.



Приложение 5. Диплом победителя научно-технической конференции ЯГТУ

