

Силантьев А. В., старший преподаватель, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-5566-9234>,
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск,
ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, silantiev_avs@mail.ru

Сатыбаева Н. А., старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-5566-9233>,
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск,
ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, Satybaeva_nur@mail.ru

Муханбетжанова К.Т., магистр технических наук, старший преподаватель, <https://orcid.org/0009-0006-4462-4300>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск,
ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, karlam1994@mail.ru

Харин Т. М., руководитель группы производственного контроля, <https://orcid.org/0009-0004-5432-1093>,

ТОО «Зап. Каз. РЭК», г. Уральск, ул. Абая 181, 090000, kharin.57@mail.ru

Ербаева Н. Б., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-0001-6008-542X>,

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем. г. Уральск,
ул. Маншук Маметова, 81, 090000, Республика Казахстан, nurgul_0986n@mail.ru

Silantiev A. V., senior lecturer, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-5566-9234>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk,
st. Zhangir khan 51, 090009, Republic of Kazakhstan, silantiev_avs@mail.ru

Satybaeva N. A., senior Lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-5566-9233>,

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk,
st. Zhangir khan 51, 090009, Republic of Kazakhstan, Satybaeva_nur@mail.ru

Mukhanbetzhanova K. T., Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, <https://orcid.org/0009-0006-4462-4300>,

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk,
st. Zhangir khan 51, 090009, Republic of Kazakhstan, karlam1994@mail.ru

Kharin T.M., Head of the Production Control group, <https://orcid.org/0009-0004-5432-1093>

LLP «Zap. Kaz. REC», Uralsk, st. Abaya 181, 090009, Republic of Kazakhstan, kharin.57@mail.ru

Yerbayeva N. B., Master of technical sciences, senior lecturer <https://orcid.org/0000-0001-6008-542X>

Kazakhstan University of Innovative and Telecommunication Systems, Uralsk, st. Manshuk Mametova
81, 090000, Republic of Kazakhstan, nurgul_0986n@mail.ru

НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЬНЫХ ЗАХВАТОВ ОБЪЕКТОВ РОБОТИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ PURPOSE AND ARRANGEMENT OF MECHATRONIC MODULAR GRIPS OF ROBOTIZATION OBJECTS IN INDUSTRY

АННОТАЦИЯ

Развитие промышленности тесно связано с непрерывным функционированием различных технологических операций на которых используются мехатронные модульные схваты различных конструкций. В данной статье рассматриваются различные виды схватов, их сборочные чертежи с описанием их устройства, назначения и применения. Первоначально рассматриваемый хват, с датчиком давления, может настраиваться на различную величину усилия зажима перемещаемой детали. Сборочный чертеж этого схвата дает полную информацию о его устройстве и необходимых регулировках. Далее в статье приводится схема работы и чертеж схвата с контролем положения зажимных элементов по отношению к детали. Применение вакуумных измерительных систем, в таком оборудовании, дает возможность захвата деталей разного размера без технологических переналадок. Мехатронный модульный хват оснащают автономной системой управления, такая конструкция показана на следующем виде. Применяемая управляющая программа, для циклической работы такого схвата, позволяет оптимизировать его работу с рукой робота. Процесс работы и устройство схвата с автономным управлением приведены в данной статье. На следующем приведенном примере, захватной головки, возможно автоматическое изменение ее типоразмера. Описание ее устройства, принципа работы, приведенных в статье чертежей, позволяют иметь

представление о ее конструкции и технологических возможностях при выполнении различных производственных операций. В заключении рассматривается адаптивный вакуумный схват. Он может настраивать усилие зажима детали ориентируя ее в горизонтальной плоскости. Рассмотренные в статье вопросы помогают понять устройство и назначение мехатронных модульных захватов.

ANNOTATION

The development of industry is closely related to the continuous functioning of various technological operations on which mechatronic modular grippers of various designs are used. This article discusses various types of clamps, their assembly drawings with a description of their design, purpose and application. The initially considered grip, with a pressure sensor, can be adjusted to a different amount of clamping force of the moved part. The assembly drawing of this grab gives complete information about its structure and the necessary adjustments. The following article provides a scheme of operation and a drawing of the grip with control of the position of the clamping elements in relation to the part. The use of vacuum measuring systems in such equipment makes it possible to grip parts of different sizes without technological adjustments. The mechatronic modular grab is equipped with an autonomous control system, this design is shown in the following view. The used control program, for the cyclic operation of such a grab, allows you to optimize its work with the robot hand. The process of operation and the device of the grab with autonomous control are given in this article. In the following example, the gripper head can be automatically resized. The description of its design, the principle of operation given in the drawings article, allows you to have an idea of its design and technological capabilities when performing various production operations. In conclusion, an adaptive vacuum grab is considered. He can adjust the clamping force of the part by orienting it in a horizontal plane. The questions discussed in the article help to understand the design and purpose of mechatronic modular grippers.

Ключевые слова: *схват, зажимные губки, рабочая полость, мембрана, контактный элемент, регулируемый контакт, копир, переналадка, тяга, электромагнит.*

Key words: *grip, clamping jaws, working cavity, membrane, contact element, adjustable contact, cam, readjustment, traction, electromagnet.*

Введение. Основная стратегическая задача развития производственных процессов в промышленности ориентирована на устойчивое и непрерывное функционирование технологических операций обработки, сборки, окраски, транспортировки и т.д. На подобных производствах широкое применение получили мехатронные модульные схваты различного вида и конструкции [1-6].

В данной статье рассмотрим устройство и принцип работы такого оборудования. Одним из основных параметров роботизированной технологии является усилие зажима деталей производственного процесса, оно задается давлением, воздействующим на приводы схвата при этом вырабатывается необходимое усилие зажима детали.

Материалы и методы исследований. Рассмотрим устройство схвата с датчиком давления (рис.1), настроенного на предельную величину усилия зажима детали. Информация, поступающая от датчика давления, преобразуется в управление регулятором, который производит оценку ситуации и задает другой уровень энергообеспечения для безударного и бездефектного касания зажимными губками поверхности детали [7-13].

Устройство такого схвата следующее, в его корпусе находятся рабочие полости для поршней, которые действуют на зажимные рычажные губки, закрепленные на корпусе осями и связаны они между собой пружиной растяжения. Ограничение хода губок происходит упорами. В корпусе находится полость регистрации рабочего давления, которая соединена с рабочей полостью пневматическим каналом. Полость регистрации рабочего давления ограничена мембраной, которая закреплена на корпусе диэлектрическим винтом с регулируемым контактом. Мембрана имеет контактный элемент, который взаимодействует с регулируемым контактом. Сам корпус имеет резьбовые отверстия для крепления схвата к руке робота. Рабочая плоскость корпуса сообщается с напорной энергомагистралью через регулятор давления, а он связан с источником электропитания через мембрану –регулируемый контакт [14-17].

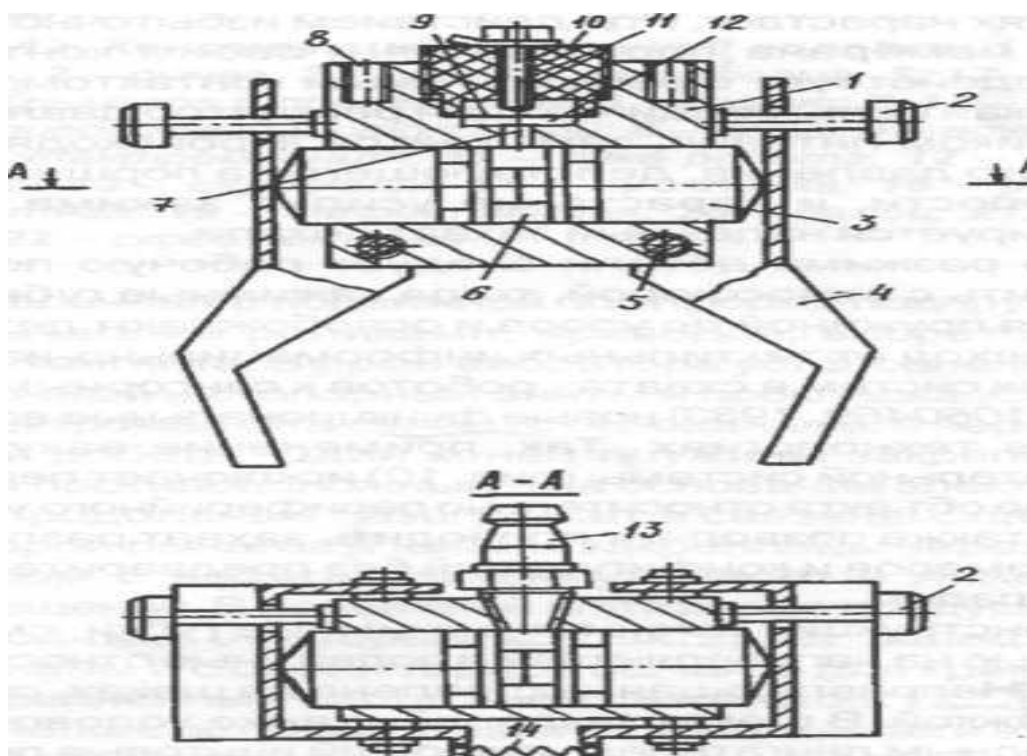


Рисунок 1 - Захват с датчиком давления

1-корпус; 2-упор; 3-поршень; 4-губка; 5-ось; 6,12-полость рабочая; 7-канал;
 8-отверстие резьбовое; 9-мембрана; 10-винт диэлектрический;
 11-контакт регулируемый; 13-регулятор давления; 14-пружина

Сжатый воздух, пониженный регулятором, подается в рабочую полость корпуса. Далее поршни действуют на зажимные губки, перемещая их к детали. При этом полученное усилие на поршне достаточно для растяжения пружины, а скорость движения детали при этом минимальная. После касания губками поверхности детали и торможение поршней давление сжатого воздуха в полостях увеличивается. Под давлением происходит прогиб мембраны, которая действует на регулируемый контакт и электрическая цепь замыкается с источником питания. Происходит увеличение рабочего давления, которое воздействует на поршни рабочей полости и происходит увеличение усилия зажима, гарантируя надежность захвата детали. При сообщении рабочей полости с атмосферой, происходит разведение зажимных губок пружиной до упора и освобождается деталь [14-17].

Применение вакуумных измерительных систем (рис.2) исключает переориентацию деталей относительно периферийного устройства и позволяет производить захват деталей разного размера без новых переналадок [17-19].

В таких конструкциях зажимные губки смонтированы на направляющей и перемещаются относительно нее. Сама направляющая закреплена на щеках, соединенных стяжкой. Ходовой винт с приводным электродвигателем закреплен в щеках, он имеет винт с разными направлениями вращения. Щеки имеют полости, в которых размещены шток-поршни, воздействующие на зажимные губки. В губках есть отверстия с подпружиненными поршнями у которых штоки винтовые на них опираются толкатели расположенные перпендикулярно оси отверстий, гайки у них соединены с резьбой ходового винта. Бесштоковые полости отверстий соединены с эжекторами разряжений и атмосферой одновременно [17-19].

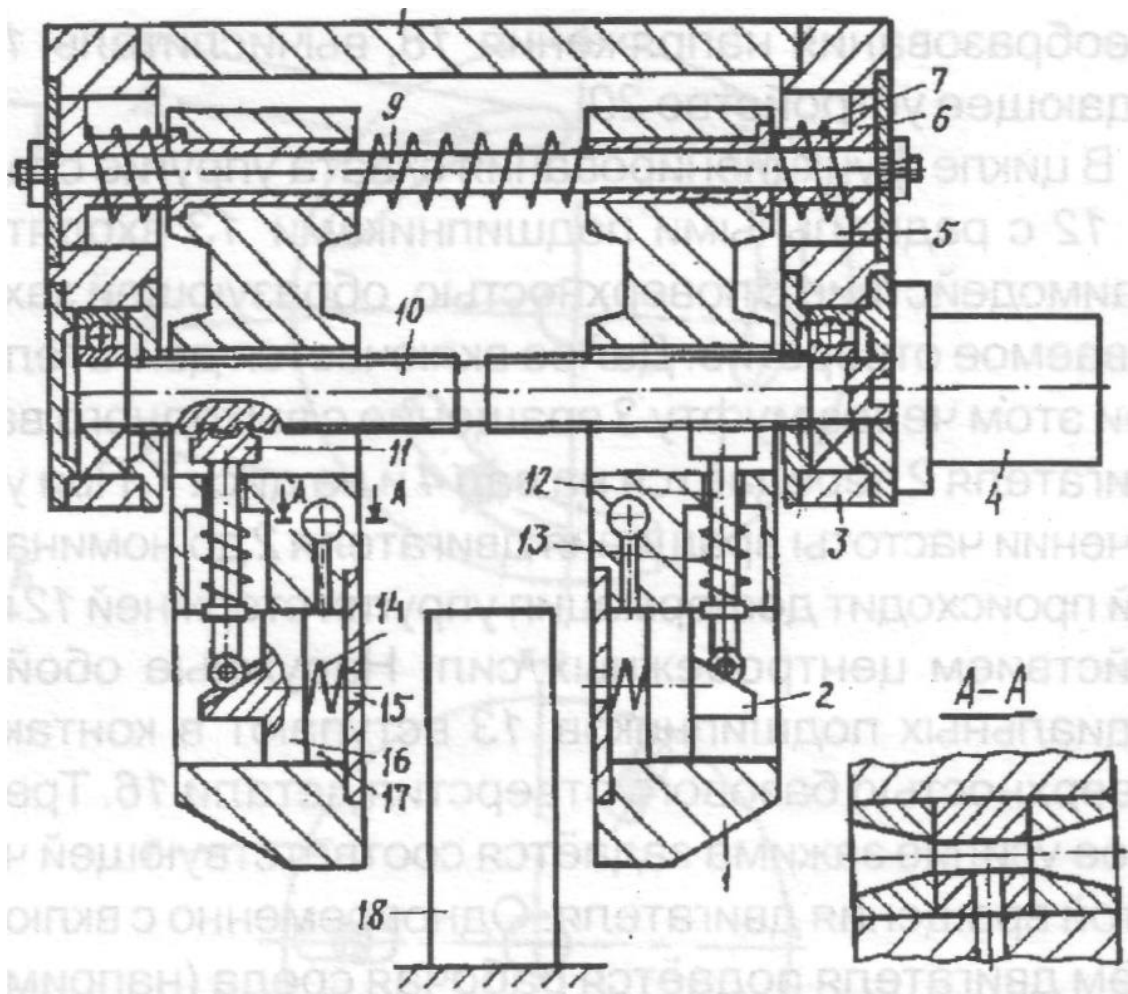


Рисунок 2 - Схват с контролем положения зажимных элементов относительно объекта
 1-губка; 2-копир; 3-опора; 4-двигатель; 5-цилиндр; 6-шток-поршень; 7, 13, 14- пружина;
 8-стяжка; 9-направляющая; 10-винт ходовой; 11-гайка; 12- толкатель; 15-отверстие;
 16-поршень; 17-полость вакуумная; 18-объект.

При зажиме детали если зазор между ее поверхностью и опорными плоскостями каждой зажимной губки разный, тогда одна из губок коснется поверхности детали раньше. Отверстие на рабочей поверхности зажимной губки может закрываться и бесштоковая полость герметизируется, образуя вакуум, создаваемый эжектором.

Поршень смещается по направлению к детали, а толкатель опускается по копиру разрывая кинематическую связь гайки с ходовым винтом. Поэтому перемещение зажимной губки к детали прекращается. На деталь движется только противоположная зажимная губка, она затормаживается при соприкосновении с деталью. Далее шток-поршни направляющих фиксируют деталь [17-19].

Схват также можно оснащать автономной системой управления, независимой от робота (рис.3). Управляющее воздействие вырабатывается для его функционирования при его взаимодействии с деталью. В процессе эксплуатации не требуется программировать цикл работы схвата, что является более экономичным. Схват, в такой системе управления, смонтирован на жесткой опоре, которая имеет присоединительный фланец для связи с рукой робота.

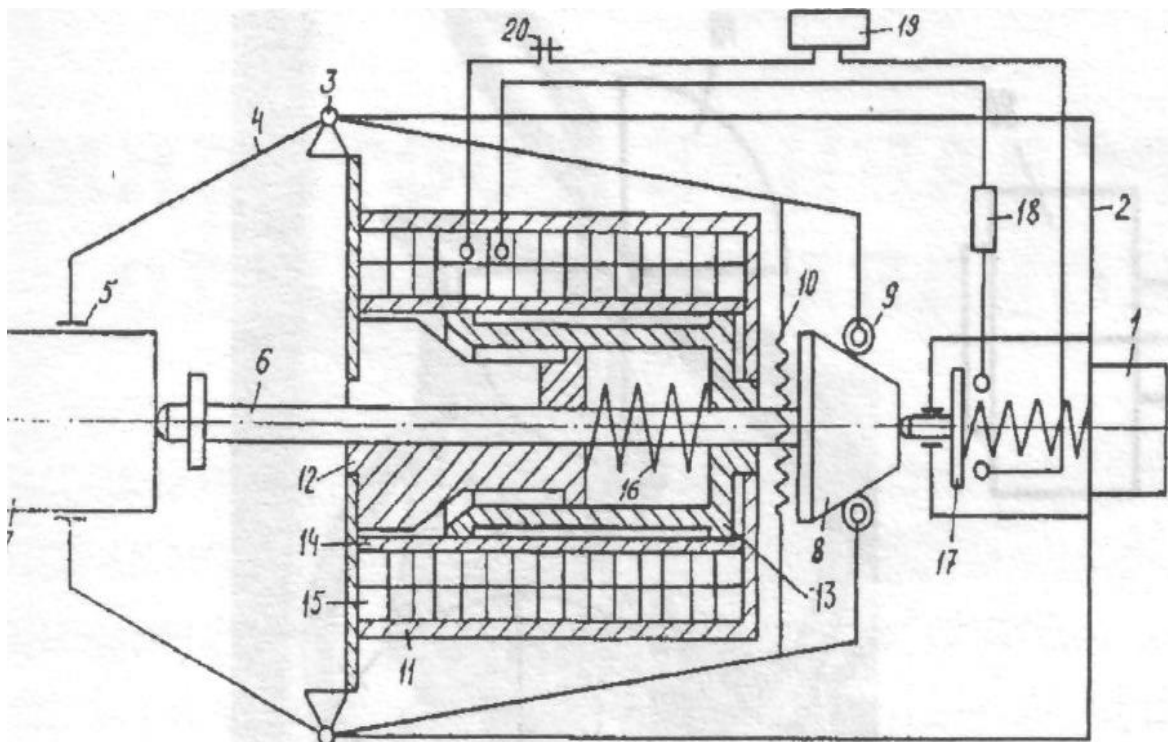


Рисунок 3 - Схват с автономной системой циклового управления

- 1- фланец присоединительный; 2-опора жёсткая; 3-опора качания; 4-рычаг; 5- губка; 6-тяги;
 7-объект; 8-копир; 9-ролик; 16-пружина; 11-фиксатор электромеханический;
 12- статор (цанга); 13-якорь; 14-втулка; 15-обмотка электромагнита;
 17, 20-контакт электрический; 18-реле времени; 19-блок питания.

Рычаги схвата имеющие на одном конце зажимные элементы, а на другом-свободно вращающиеся приводные ролики закрепляются в качающихся опорах. На одной оси данной конструкции установлен копир, к которому прижаты пружинами ролики рычагов. Тяга копира выполнена так, чтобы обеспечить взаимодействие с торцом захватываемой детали и соосность данной конструкции. Копир своим свободным концом периодически взаимодействует с электрическим контактом, установленным на опоре. Копир и электрический контакт подпружинены относительно опоры [19-23].

Соосно и коаксиально тяги копира на опоре смонтирован электромеханический фиксатор. Лепестки его зажимной цанги взаимодействуют с наружной поверхностью тяги копира. Обмотка фиксатора через контакт, управляемый копиром, электрической цепью соединена с реле времени.

При зажиме детали ее торец взаимодействует с тягой копира. Который приводит в движение рычаги опор вращения при этом зажимные губки сводятся на поверхности детали. При этом одновременно включается цепь питания реле времени и обмотки фиксатора якорь начинает надвигаться на статор и его цангой фиксирует деталь в схвате.

При разжиме детали, реле времени размыкает контакт в цепи питания обмотки фиксатора и пружины разводят зажимные губки. Схваты роботов становятся адаптивными тогда, когда заданные заранее параметры и структура системы управления могут изменяться. Это можно показать на примере захватной головки с возможностью автоматической смены ее типоразмера.

Захватная головка (рис.4) состоит из корпуса, 2-х шарнирно установленных подпружиненных рычагов с роликами в подвижной платформе, приводов и вибратора с электромагнитом. В ярме вибратора установлены регулируемый и стопорный винты с прокладкой. Сердечник электромагнита связан с основанием и через него с рукой робота. Пружина, одним концом закреплена на ярме, а другим концом на основании электромагнита. Продольные пазы рычагов связаны с пальцем и являются опорой рычагов. Пальцы через тягу закреплены с корпусом с возможностью линейного и углового перемещения.

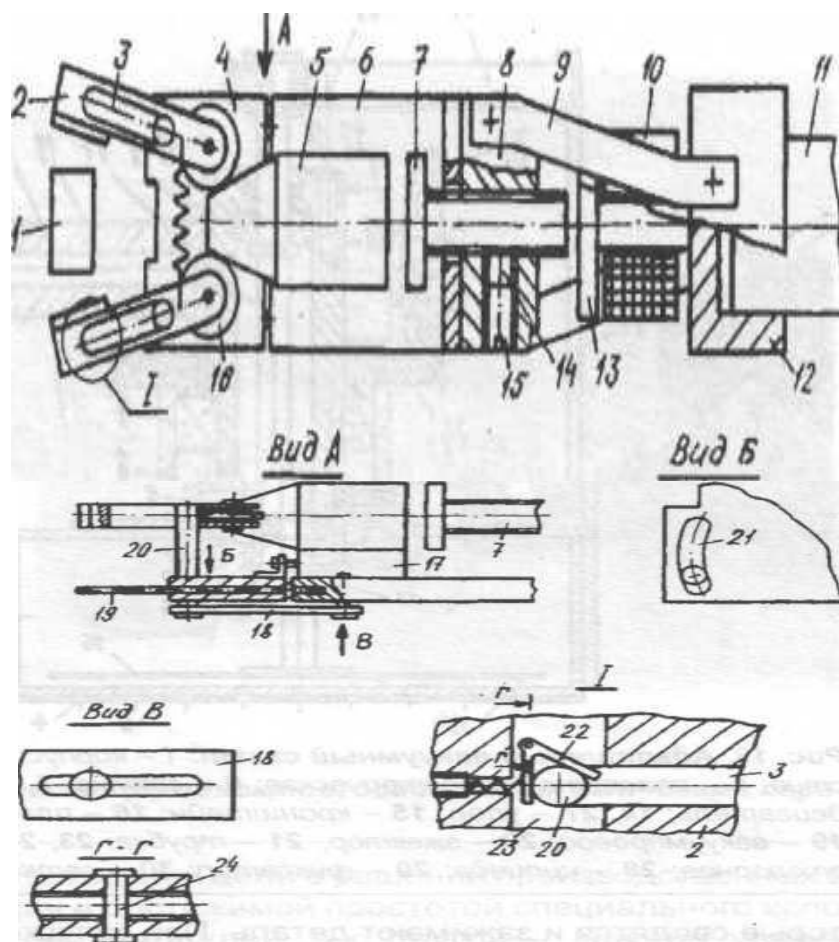


Рисунок 4 - Конструкция захватной головки

- 1- деталь; 2-рычаг; 3- паз; 4- платформа; 5,17- приводы рычагов и платформы; 6 - корпус;
 7,15 - винт регулировочный и стопорный; 8 - ярмо; 9 - пружина;10 - электромагнит;
 11- рука робота;12- основание;13-сердечник; 14 - прокладка; 16 - ролик; 18- тяга;
 19- направляющая; 20 - палец; 21,23- паз;22- скоба;24- ось.

Подвижная платформа имеет круговой паз для пальца. Также пазы имеются на торцах рычагов, для крепления подпружиненных скоб, расположенных вдоль осей пазов. Которые имеют острые углы на вершине и взаимодействуют с пальцами для их фиксации к рычагу [19-23].

Результаты и их обсуждение. В начале работы приводы и электромагнит отключены, рычаги разведены, зазоры есть между торцевыми поверхностями ярма и сердечника, а также регулировочным винтом и сердечником. В начале работы запускают привод рычагов, которые соединяясь зажимают деталь. При включении электромагнита переменного тока, ярмо, соединенное с корпусом, притягивается к нему и сжимает пружину. А при выключении электромагнита отводится от корпуса пружиной. Деталь совершает колебательные поворотно-возвратные перемещения в пространстве с регулируемой винтом амплитудой [24-28].

При изменении размера детали программа запускает привод платформы, который линейно совершает движение вдоль направляющих корпуса и происходит перемещение пальцев вдоль продольных пазов рычагов. При этом происходит вращение скобы вокруг оси рычагом, причем скоба перемещается пружиной в пазе, так, что ее свободный конец не выступает в продольном пазе рычага. Палец само устанавливается в пазе платформы при вращательном движении тяги и линейного смещения вместе с пальцем относительно оси, которая связывает тягу с корпусом. При смене положения оси пальца, относительно продольного паза рычага, изменяет коэффициент усиления рычагов и величины рабочих перемещений из концов.

Палец фиксируется на рычаге скобой, при ее вращении вокруг оси и при воздействии на подпружиненный конец скобы линейно перемещающегося пальца. Снятие фиксации не

происходит, так как происходит превышение рабочего усилия, развиваемого приводом платформы по сравнению с усилием привода рычагов [24-28].

Адаптивный вакуумный схват показан на следующем рисунке (рис.5). Такой схват может гибко настраивать зажимное усилие детали и выполнять операцию ориентации в горизонтальной плоскости.

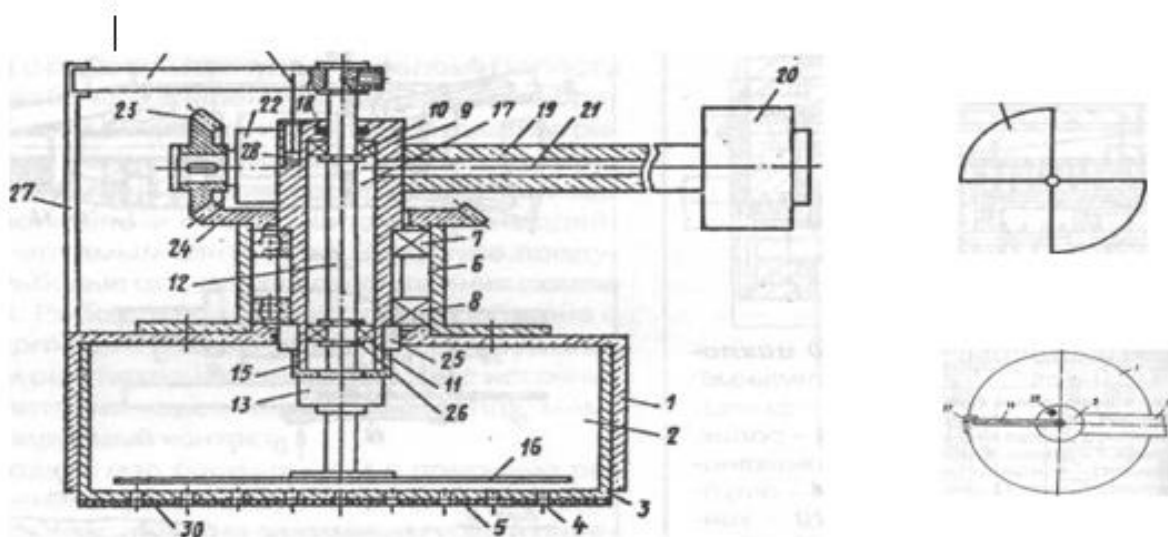


Рисунок 5- Адаптивный вакуумный схват

- 1- корпус; 2- камера вакуумная; 3- поверхность рабочая; 4- отверстие; 5- пластина диэлектрическая; 6- втулка; 7, 8, 10, 11- подшипник; 9- стойка полая; 12- вал; 13, 22- двигатель; 14, 17- упор; 15- кронштейн; 16- пластина токопроводящая; 17- полость; 18- уплотнение; 19- вакуумпровод; 20- эжектор; 21- трубка; 23, 24- зубчатая шестерня и колесо; 25- гайка; 26- кольцо стопорное; 28- цилиндр; 29- фиксатор; 30- сетка токопроводящая.

Для выполнения таких операций схват имеет корпус с вакуумной камерой, разряжающий эжектор, диэлектрическую и токопроводящую пластины, привод поворота корпуса, который состоит из двигателя, зубчатой конической передачи и упором. Пластина с упором закреплены на валу этого двигателя. Когда работает схват на токопроводящую сетку и пластину подаются разноименные заряды. Пластина вращается двигателем до тех пор, пока емкость конденсатора, образованного пластиной и сеткой с токопроводящей деталью, не начнет уменьшаться. После чего вращение пластины прекращается и происходит включение двигателя вращения корпуса до упора. За тем поднимается фиксатор, корпус из-за реверса вращения доходит до упора и происходит торможение. Деталь меняет свое положение на 180°.

Заключение. В заключении можно отметить, что для гибких высокотехнологичных производств созданы роботизированные модули, в которых информационно-измерительные преобразования параметров и режимов проводится нетрадиционными методами. Информационно-измерительные роботизированные конструкции имеют способности разрешать с одной стороны противоречия универсального характера производственной задачи и достижения таких задач мехатронным методом, когда информация о программах движений объекта (детали) преобразуется в целенаправленное управляемое движение элементов в данном рассматриваемом виде-захвата мехатронного модуля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Юревич, Е.И. Основы робототехника [Текст]/ Е.И. Юревич. - 2-е изд., перераб. и доп.-СПБ ПХВ Петербург, - 2005. - 416 с.
- 2 Исин, Т.И. Мехатроника [Текст] / Т.И. Исин. - М.: Мир, 1988. – 318 с.
- 3 Бройиль, И.Т. Встраиваемые робототехнические системы: проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления [Текст] / И.Т. Бройиль. - М.: Ижевск. Ижевский институт компьютерных исследований, 2012. – 520 с.

- 4 Подураев, Ю.В. Мехатроник: основы, методы, применение: учебное пособие для вузов [Текст] / Ю.В. Подураев. - М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
- 5 Angeles, J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems.Theory, Methods, Algorithms, Fourth Edition, Springer [Text] / J. Angeles. - New York, 2014. - 310 pp.
- 6 Казмиренко, В.Ф. Электрогидравлические мехатронные модули движения. Основы теории и системное программирование [Текст] / В.Ф. Казмиренко. - М.: Радио и связь, 2001. – 432 с.
- 7 Попов, Е.П. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы [Текст] / Е.П. Попов, А.Ф. Верещагин, С.Л. Зенкевич. - М.: Наука, 1978. – 400 с.
- 8 Тимофеев, А.В. Эволюция теории и средств управления в робототехнике и мехатронике [Текст] / А.В. Тимофеев. – Мехатроника. 2000. №2. - С. 2-7.
- 9 Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами [Текст] / С.Л. Зенкевич. А.С. Ющенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 400 с.
- 10 Медведев, В.С. Системы управления манипуляционных роботов [Текст] / В.С. Медведев, А.Г. Лесков, А.С. Ющенко. - М.: Наука, 1978. – 416 с.
- 11 Фу, К.Л. Робототехника [Текст] / К.Л. Фу, Р.И. Гонсалес, К.Н. Ли. - М.: Мир, 1989. – 624 с.
- 12 Каляев, И.А. Принципы построения систем планирования поведения интеллектуальных роботов на базе однородных нейроподобных структур [Текст] / И.А. Каляев, А.Р. Гайдук. - Мехатроника. - 2000. - №3. –С. 21-25.
- 13 Шоланов, К.С. Синтез схемы строения и решение задачи позиционирования параллельного манипулятора платформенного типа [Текст] / К.С. Шоланов. - Мехатроника. Автоматизация и управление. - 2014. №11. – С. 25-27.
- 14 Олсон, Г.И. Цифровые системы автоматизации и управления [Текст] / Г.И. Олсон, Д.И. Пиани. - СПб. Невский диалект. - 2001. – 557 с.
- 15 Угрюмов, Е.И. Цифровая схемотехника [Текст] / Е.И. Угрюмов. - СПб. БХВ - Санкт-Петербург, 2000. – 528 с.
- 16 Шнайдер, А.И. Язык Ассемблера для персонального компьютера фирмы IBM [Текст] / А.И. Шнайдер. - М.: Мир, 1988. – 406 с.
- 17 Козырев, Ю.Г. Промышленные роботы [Текст] / Ю.Г. Козырев. - М.: Машиностроение, 1983. - 376 с.
- 18 Герман, А.В. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 [Текст] / А.В. Герман, С.Г. Галкин. - СПб.КОРОНА принт, 2001. - 320 с.
- 19 Сабинин, Ю.А. Позиционные и следящие электромеханические системы [Текст] / Ю.А. Сабинин. - СПб. Энергоатомиздат, 2001. – 208 с.
- 20 Гжиров, Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ [Текст] / Р.И. Гжиров, П.П. Серебrenицкий. - Л. Машиностроение. - 1990. – 588 с.
- 21 Агеев, М.Д. Актуальные вопросы использования автономных необитаемых подводных аппаратов [Текст] / М.Д. Агеев. – Часть 1. Мехатроника. Автоматизация и управление. - №2, 2003.
- 22 Агеев, М.Д. Актуальные вопросы использования автономных необитаемых подводных аппаратов [Текст] / М.Д. Агеев. – Часть 2. Мехатроника. Автоматизация и управление. - №6, 2003.
- 23 Ракитин, И.Я. Подводные робототехнические системы [Текст] / И.Я. Ракитин. - М.: Машиностроение, - 2002. – 191 с.
- 24 Мачульский, И.И. Робототехнические системы и комплексы [Текст] / И.И. Мачульский. - М.: Транспорт. - 1999. – 466 с.
- 25 Афонин, В.Л. и др. Обработывающее оборудование на основе механизмов параллельной структуры [Текст] / В.Л. Афонин и др. – Издательство: МГТУ СТАНКИН. - 2006. – 452 с.
- 26 Шоланов, К.С. Многоподвижные механизмы с замкнутыми кинематическими цепями [Текст] / К.С. Шоланов. - Алматы: Гылым, 1999. - 149 с.
- 27 Sholanov K. Manipulator of a Platform Type Robot Sholkor, J.Advanced Materials Research [Text] / K. Sholanov. - Vol.930 (2014), pp. 321-326.
- 28 Лучин, Р.М. Программирование встраиваемых систем: от модели к роботу [Текст] / Р.М. Лучинин. - СПб.: Наука, - 2011. – 284 с.

REFERENCES

- 1 Jurevich, E.I. Osnovy robototehnika [Tekst]/ E.I. Jurevich. - 2-e izd., pererab. i dop.-SPB PHV Peterburg, - 2005. - 416 s.
- 2 Isin, T.I. Mehatronika [Tekst] / T.I. Isin. - M.: Mir, 1988. – 318 s.

- 3 Brojil', I.T. Vstraivaemye robototekhnicheskie sistemy: proektirovanie i primenenie mobil'nyh robotov so vstroennymi sistemami upravlenija [Tekst] / I.T. Brojil'. - M.: Izhevsk. Izhevskij institut komp'juternyh issledovanij, 2012. – 520 s.
- 4 Poduraev, Ju.V. Mehatronik: osnovy, metody, primenenie: uchebnoe posobie dlja vuzov [Tekst] / Ju.V. Poduraev. - M.: Mashinostroenie, 2006. – 256 s.
- 5 Angeles, J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems.Theory, Methods, Algorithms, Fourth Edition, Springer [Text] / J. Angeles. - New York, 2014. - 310 rr.
- 6 Kazmirenko, V.F. Jelektrogidravlicheskie mehatronnye moduli dvizhenija. Osnovy teorii i sistemnoe programmirovanie [Tekst] / V.F. Kazmirenko. - M.: Radio i svjaz', 2001. – 432 s.
- 7 Popov, E.P. Manipuljacionnye roboty:dinamika i algoritmy [Tekst] / E.P. Popov, A.F. Vereshhagin, S.L. Zenkevich. - M.: Nauka, 1978. – 400 s.
- 8 Timofeev, A.B. Jevoljucija teorii i sredstv upravlenija v robototekhnike i mehatronike [Tekst] / A.V. Timofeev. – Mehatronika. 2000. №2. - C. 2-7.
- 9 Zenkevich, S.L. Osnovy upravlenija manipuljacionnymi robotami [Tekst] / S.L. Zenkevich. A.S. Jushhenko. - M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2004. – 400 s.
- 10 Medvedev, B.C. Sistemy upravlenija manipuljacionnyh robotov [Tekst] / V.S. Medvedev, A.G. Leskov, A.S. Jushhenko. - M.: Nauka, 1978. – 416 s.
- 11 Fu, K.L. Robototekhnika [Tekst] / K.L. Fu, R.I. Gonsales, K.N. Li. - M.: Mir, 1989. – 624 s.
- 12 Kaljaev, I.A. Principy postroenija sistem planirovanija povedenija intellektual'nyh robotov na baze odnorodnyh nejropodobnyh struktur [Tekst] / I.A. Kaljaev, A.R. Gajduk. - Mehatronika. - 2000. - №3. –S. 21-25.
- 13 Sholanov, K.S. Sintez shemy stroenija i reshenie zadachi pozicionirovanija parallel'nogo manipuljatora platformennogo tipa [Tekst] / K.S. Sholanov. - Mehatronika. Avtomatizacija i upravlenie. - 2014. №11. – S. 25-27.
- 14 Olson, G.I. Cifrovye sistemy avtomatizacii i upravlenija [Tekst] / G.I. Olson, D.I. Piani. - SPb. Nevskij dialekt. - 2001. – 557 s.
- 15 Ugrjumov, E.I. Cifrovaja shemotekhnika [Tekst] / E.I. Ugrjumov. - SPb. BHV - Sankt-Peterburg, 2000. – 528 s.
- 16 Shnajder, A.I. Jazyk Assemblera dlja personal'nogo komp'jutera firmy 1VM [Tekst] / A.I. Shnajder. - M.: Mir, 1988. – 406 s.
- 17 Kozyrev, Ju.G. Promyshlennye roboty [Tekst] / Ju.G. Kozyrev. - M.: Mashinostroenie, 1983. - 376 s.
- 18 German, A.V. Komp'juternoe modelirovanie poluprovodnikovyh sistem v MATLAB 6.0 [Tekst] / A.V. German, S.G. Galkin. - SPb.KORONA print, 2001. - 320 s.
- 19 Sabinin, Ju.A. Pozicionnye i sledjashhie jelektromehanicheckie sistemy [Tekst] / Ju.A. Sabinin. - SPb. Jenergoatomizdat, 2001. – 208 s.
- 20 Gzhиров, R.I. Programmirovanie obrabotki na stankah s ChPU [Tekst] / R.I. Gzhиров, P.P. Serebrenickij. - L. Mashinostroenie. - 1990. – 588 s.
- 21 Ageev, M.D. Aktual'nye voprosy ispol'zovanija avtonomnyh neobitaemyh podvodnyh apparatov [Tekst] / M.D. Ageev. – Chast' 1. Mehatronika. Avtomatizacija i upravlenie. - №2, 2003.
- 22 Ageev, M.D. Aktual'nye voprosy ispol'zovanija avtonomnyh neobitaemyh podvodnyh apparatov [Tekst] / M.D. Ageev. – Chast' 2. Mehatronika. Avtomatizacija i upravlenie. - №6, 2003.
- 23 Rakitin, I.Ja. Podvodnye robototekhnicheskie sistemy [Tekst] / I.Ja. Rakitin. - M.: Mashinostroenie, - 2002. – 191 s.
- 24 Machul'skij, I.I. Robototekhnicheskie sistemy i komplekсы [Tekst] / I.I. Machul'skij. - M.: Transport. - 1999. – 466 s.
- 25 Afonin, V.L. i dr. Obrabatyvajushhee oborudovanie na osnove mehanizmov parallel'noj struktury [Tekst] / V.L. Afonin i dr. – Izdatel'stvo: MGTU STANKIN. - 2006. – 452 s.
- 26 Sholanov, K.S. Mnogopodvizhnye mehanizmy s zamknutymi kinematiceskimi cepjami [Tekst] / K.S. Sholanov. - Almaty: Gylym, 1999. - 149 s.
- 27 Sholanov K. Manipulator of a Platform Type Robot Sholkor, J.Advanced Materials Research [Text] / K. Sholanov. - Vol.930 (2014), pp. 321-326.
- 28 Luchin, R.M. Programmirovanie vstraivaemyh sistem: ot modeli k robotu [Tekst] / R.M. Luchinin. - SPb.: Nauka, - 2011. – 284 s.

Өнеркәсіптің дамуы әртүрлі технологиялық операциялардың үздіксіз жұмыс істеуімен тығыз байланысты, оларда әртүрлі конструкциялардың мехатронды модульдік схемалары пайдаланылады. Бұл бапта ұстамалардың әртүрлі түрлері, олардың құрылымы, мақсаты мен қолданылуы сипатталған құрастыру сызбалары қаралады. Бастапқы қарастырылатын тұтқасы, қысым датчигі бар, орны ауыстырылатын бөлшектің қысқыш күшінің әртүрлі шамасына реттелуі мүмкін. Бұл тұтқаның құрастыру сызбасы оның құрылысы мен қажетті реттеулері туралы толық ақпарат береді. Бұдан әрі бапта қысқыш элементтердің бөлшекке қатысты орналасуын бақылай отырып, жұмыс сызбасы мен ұстау сызбасы келтіріледі. Мұндай жабдықта вакуумдық өлшеу жүйелерін қолдану технологиялық қайта жөндеусіз әртүрлі көлемдегі бөлшектерді қармауға мүмкіндік береді. Мехатронды модульдік сұлба дербес басқару жүйесімен жабдыкталады, мұндай конструкция мынадай түрде көрсетілген. Қолданылып жүрген басқару бағдарламасы, осындай тұтқаның циклдық жұмысы үшін, оның жұмысын робот қолымен оңтайландыруға мүмкіндік береді. Жұмыс процесі және автономды басқарылатын тұтқаның құрылғысы осы бапта келтірілген. Келесі келтірілген мысалда қармауыш бастың типтік өлшемін автоматты түрде өзгертуге болады. Оның құрылымын, сызбалар бабында келтірілген жұмыс қағидатын сипаттау әртүрлі өндірістік операцияларды орындау кезінде оның конструкциясы мен технологиялық мүмкіндіктері туралы түсініктің болуына мүмкіндік береді. Қорытындыда бейімделген вакуумдық схемасы қарастырылады. Ол оны көлденең жазықтықта бағдарлай отырып, бөлшектің қысқыш күшін баптай алады. Мақалада қаралған мәселелер мехатрондық модульдік қармауыштардың құрылымы мен мақсатын түсінуге көмектеседі.