

МЯГКОЕ ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕКОНФИГУРИРОВАНИЯ

Щелкунов Е.Б., Карпенко В.А., Орлов А.А.

Комсомольский-на-Амуре государственный университет, Комсомольск-на-Амуре

Ключевые слова: робот, захватное устройство, надувной палец, объект манипулирования.

Аннотация. В настоящее время роботизация активно внедряется во все сферы народного хозяйства. Зачастую объекты манипулирования могут иметь неправильную геометрическую форму, либо требовать деликатного обращения. В работе представлена идея реконфигурируемого захватного устройства, обладающего способностью захватывать и манипулировать хрупкими и нежесткими предметами, а также предметами, имеющими неправильную геометрическую форму. Указанная способность обеспечивается благодаря конструкции пальцев захватного устройства, а также возможности изменения расстояния между ними.

SOFT GRIPPER DEVICE WITH RECONFIGURABLE POSSIBILITY

Shchelkunov E.B., Karpenko V.A., Orlov A.A.

Komsomolsk-na-Amure State University, Komsomolsk-na-Amure

Keywords: robot, gripper, inflatable finger, manipulated object.

Abstract. Currently, robotization is being actively introduced into all spheres of the national economy. Often, objects to be manipulated may have an irregular geometric shape or require delicate handling. The work presents the idea of a reconfigurable gripping device that has the ability to grasp and manipulate fragile, non-rigid objects, as well as objects with irregular geometric shapes. This ability is ensured due to the design of the fingers of the gripping device, as well as the possibility of changing the distance between them.

Введение

В настоящее время роботизация активно внедряется во все сферы народного хозяйства [1-6]. Традиционно в состав робота входят система управления и механический интерфейс, на котором закреплено захватное устройство, служащее для захвата и удержания объекта в процессе манипулирования. Зачастую объекты манипулирования могут иметь неправильную геометрическую форму, либо требовать деликатного обращения (например, пищевые продукты, изделия из стекла, а также живые организмы). Для захвата таких объектов используются мягкие захватные устройства. Рабочие элементы таких захватных устройств имеют форму полых щупалец или пальцев и изготавливаются из эластичных материалов (эластомеров), способных многократно упруго растягиваться до нескольких сот процентов без повреждений. Сгибание и разгибание пальцев происходит при нагнетании воздуха в них, либо его откачивания. Благодаря эластичности мягкие захватные устройства способны подстраиваться практически под любую форму захватываемого объекта [1, 3, 7-9].

На рисунке 1 показаны примеры использования мягких пневматических захватных устройств [1, 3, 9]. На рисунке 1,а удержание предмета осуществляется

благодаря наличию на рабочей поверхности надувных пальцев микроприсосок [1]. На рисунке 1,б показан пример захвата куриного яйца [9]. На рисунке 1,в показано захватное устройство робота для отбора глубоководных биологических проб [3].

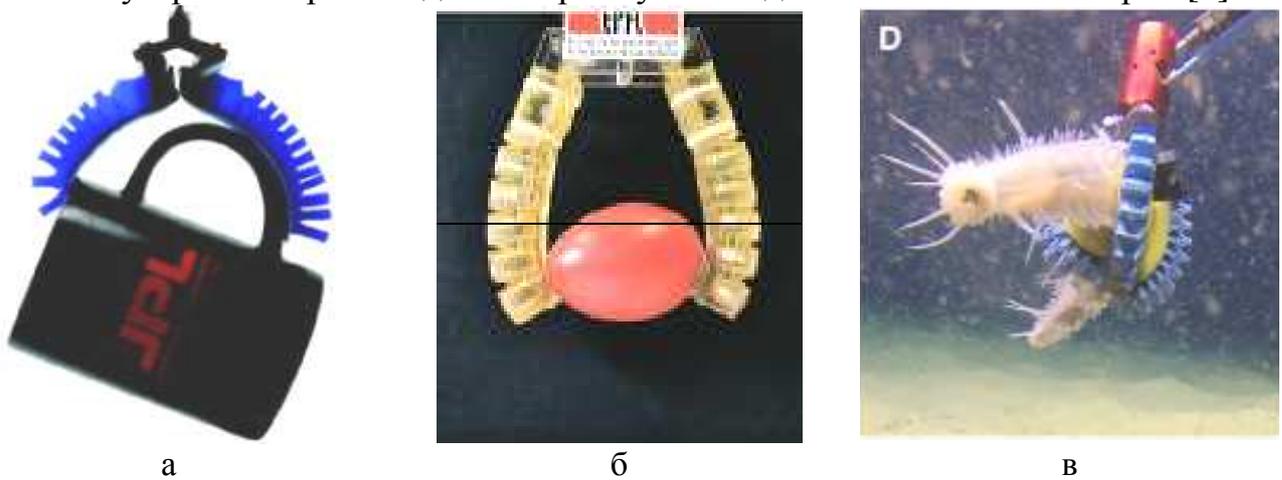


Рис. 1. Примеры мягких захватных устройств, удерживающих фарфоровую чашку (а) [1], куриное яйцо (б) [9] и глубоководного моллюска (в) [3]

Представленные захватные устройства обладают возможностью захвата и манипулирования объектами, требующими деликатного обращения, однако они рассчитаны на захват объектов определенного размера, что существенно ограничивает область их применения.

В работе представлена идея мягкого захватного устройства с возможностью реконфигурирования за счет регулирования расстояния между пальцами в соответствии с размером захватываемого объекта.

Основная часть

На рисунке 2 показано предлагаемое захватное устройство, состоящее из планки 3 и установленных на ней двух рабочих элементов, каждый из которых состоит из жесткой основы 2 и мягкого надувного пальца 1. Жесткая основа представляет собой полый стержень, устанавливаемый в направляющем пазе планки и зафиксированный с помощью шайбы 4 и гайки 5. В трубке имеются два радиальных отверстия. Надувные пальцы, выполненные из силикона, установлены на стержнях жесткой основы с натягом и зафиксированы хомутами (на рисунке не показаны). Внутренняя полость надувного пальца разделена на две воздушные камеры а и б. При нагнетании воздуха внутрь пальца стенки камеры а равномерно раздуваются и зажимают захватываемый объект с двух сторон. Стенки камеры б имеют различную жесткость, поэтому при повышении в ней давления нижняя часть пальца изгибается, что обеспечивает поддержку захватываемого предмета с третьей стороны (рис. 3). Таким образом пальцы захватного устройства способны адаптироваться под форму захватываемого объекта.

Наличие пазов в планке обеспечивает возможность устанавливать рабочие элементы на разном расстоянии в зависимости от размеров захватываемого предмета. Для этого ослабляется усилие затяжки гайки, и рабочий элемент перемещается вдоль паза. Затем гайка снова затягивается. Данная конструктивная особенность позволяет регулировать размер захвата в соответствии с размером и формой захватываемого предмета.

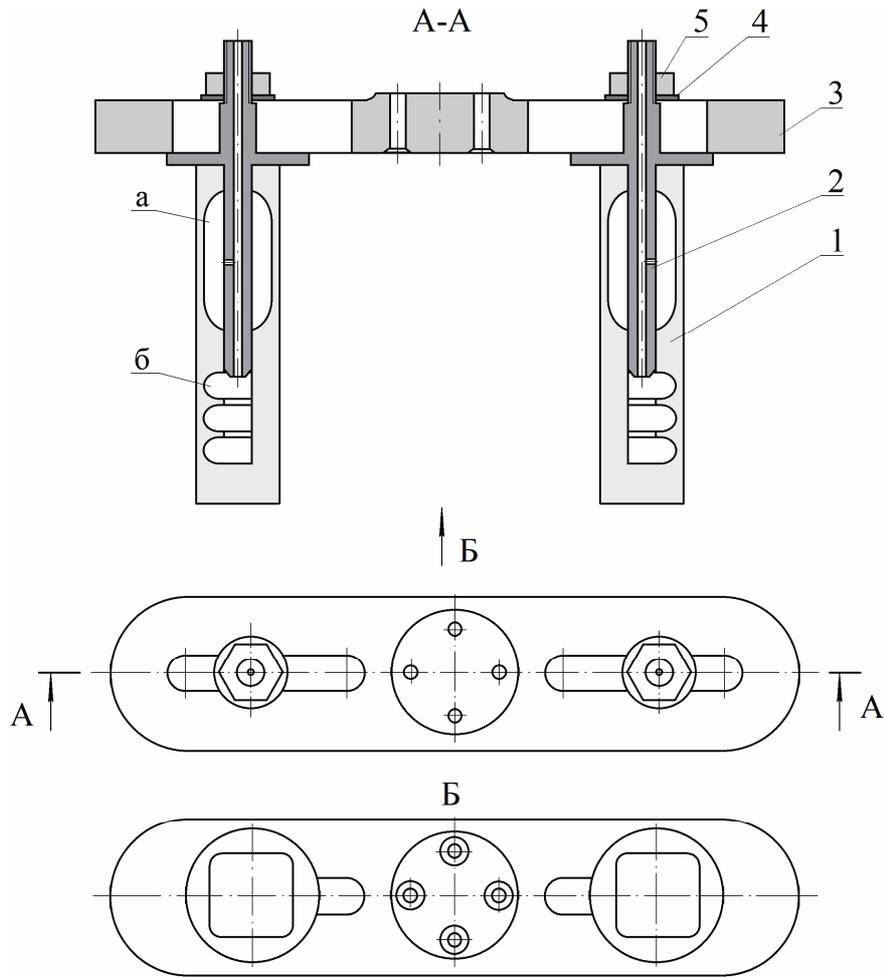


Рис. 2 Захватное устройство

Захватное устройство устанавливается на механический интерфейс робота и закрепляется винтами через четыре отверстия в центральной части планки.

При обхватывании объекта надувные пальцы деформируются, повторяя форму поверхности объекта. Возможность перемещения рабочих элементов обеспечивает возможность установки их таким образом, чтобы площадь контакта пальца с поверхностью перемещаемого объекта была максимальной. Это обеспечивает распределение давления по большей поверхности объекта и более надежный его захват.

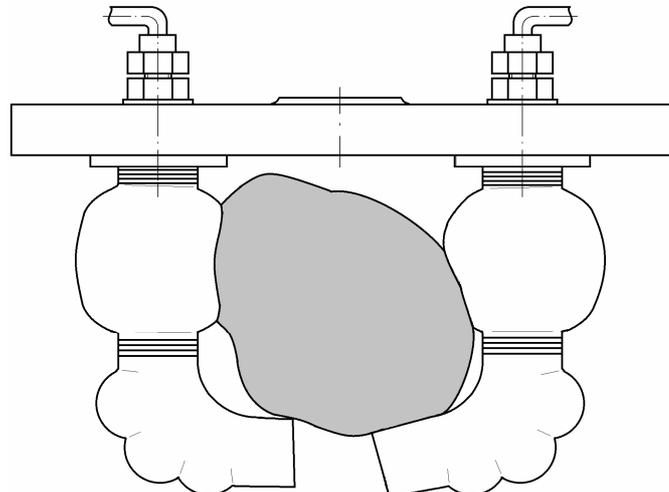


Рис. 3. Захватное устройство с грузом

Заключение

В работе представлена идея реконфигурируемого захватного устройства, обладающего способностью захватывать и манипулировать хрупкими и нежесткими предметами, а также предметами, имеющими неправильную геометрическую форму. Указанная способность обеспечивается благодаря конструкции пальцев захватного устройства, а также возможности изменения расстояния между ними.

Список литературы

1. Glick P., Suresh S.A., Ruffatto D., Cutkosky M., Tolley M.T., Parness A., A Soft Robotic Gripper With Gecko-Inspired Adhesive // *Robotics and Automation Letters*. 2018, vol. 3, no. 2, pp. 903-910. DOI: 10.1109/LRA.2018.2792688.
2. Лепехина С.Ю., Сухоруков С.И., Давыдов Ю.А. Комплекс алгоритмов работы системы управления роботизированного комплекса трёхмерной печати // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2023. – №1(65). – С. 68-75. – DOI 10.17084/20764359-2023-65-68.
3. Phillips Brennan, Becker Kaitlyn, Kurumaya Shunichi, Galloway Kevin, Whittredge Griffin, Vogt Daniel, Teeple Clark, Rosen Michelle, Pieribone Vincent, Gruber David, Wood Robert. A Dexterous, Glove-Based Teleoperable Low-Power Soft Robotic Arm for Delicate Deep-Sea Biological Exploration // *Scientific Reports*. 2018, vol. 8. DOI: 10.1038/s41598-018-33138-y.
4. Горькавый М.А., Егорова В.П., Соловьев В.А., Горькавый А.И., Мельниченко М.А. Разработка архитектуры системы управления роботизированным производственным процессом на базе технологии цифрового двойника // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2023. – № 1(65). – С. 40-46. – DOI: 10.17084/20764359-2023-65-40.
5. Щелкунов Е.Б., Виноградов С.В., Щелкунова М.Е., Карпенко В.А., Красиков Н.А. Мягкие роботы // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2021. – № 1(49). – С. 83-91. – DOI: 10.17084/20764359_2021_49_83.
6. Сухоруков С.И., Черный С.П., Мешков А.С., Киба Д.А. Концепция формирования управляющей программы для роботизированного комплекса лазерной сварки // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2020. – № 7(47). – С. 26-33.
7. Щелкунов Е.Б., Виноградов С.В., Щелкунова М.Е., Карпенко В.А., Карпов Р.С. Разработка и испытание надувного рабочего элемента захватных устройств роботов // *Сборка в машиностроении, приборостроении*. – 2023. – № 1. – С. 12-17. – DOI: 10.36652/0202-3350-2023-24-1-12-17.
8. Щелкунов Е.Б., Виноградов С.В., Щелкунова М.Е., Карпенко В.А. Рабочий элемент мягкого захватного устройства // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2021. – № 5(53). – С. 70-78. – DOI: 10.17084/20764359-2021-53-70.
9. Shintake J., Sonar H., Piskarev E., Paik J., Floreano D. Soft pneumatic gelatin actuator for edible robotics. // *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*. 2017, pp. 6221-6226.

Сведения об авторах:

Щелкунов Евгений Борисович – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Машиностроение»;

Карпенко Владимир Анатольевич – старший преподаватель кафедры «Машиностроение»;

Орлов Андрей Александрович – студент.