

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЯГКИХ ЗАХВАТОВ ДЛЯ МАНИПУЛЯТОРОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Марченко И.С., Гармаза Д.И., Ходатович А.С.**

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск Республика Беларусь.

Мягкие захваты являются приоритетной альтернативой жёстким захватам в тех применениях, когда требуется работа с объектами нестандартизированной формы, например задача сортировки в пищевой промышленности. Принцип работы мягких захватов основан на использовании гибких материалов, способных деформироваться при воздействии. Примером такого материала служит силикон: отливка из него определённой формы позволяет ему изгибаться при подаче давления. Это свойство делает их идеальными для использования в отраслях, где требуется бережное обращение, например пищевая промышленность, косметика и фармацевтика,

В рамках расширения вариативности захватов материально-учебной базы кафедры «Робототехнические системы» факультета информационных технологий и робототехники Белорусского национального технического университета за счёт собственных разработок был изготовлен прототип мягкого захвата для использования в рамках учебных программ. Он состоит из отдельных силиконовых пальцевидных модулей, установленных на металлическую пластину, которая крепится к фланцу манипулятора. Благодаря унифицированному крепежу, использовать захватный модуль можно на ряде промышленных коллаборативных роботов, таких как UNIVERSAL ROBOT UR-3, UR-5 и Techman TM5-700. Крепёж сделан из нержавеющей стали 03X17H14M3 по ГОСТ 5632-72 позволяет повысить безопасность работы с пищевыми продуктами.

Целью данной работы ставилась разработка и создание аналога промышленной версии мягкого захвата, который не будет уступать ему по техническим характеристикам. Также, использование данного захватного модуля позволяет студентам углубить профессиональные знания и развить практические навыки работы с современным промышленным оборудованием.

Перед началом работ, были проанализированы существующие промышленные решения. На их основе были разработаны модели необходимых деталей захвата. Для всех моделей была проведена симуляция рабочих и предельных нагрузок. Для деталей из силикона были изготовлены сборные отливочные формы.

Отливку пальцев захвата с наименьшей номенклатурой оборудования приходится проводить в два этапа: отливка внешней части с полостями для сжатого воздуха и пластиковой вставкой для подключения цангового фитинга; отливка внутренней части захвата для контакта с объектом.

Таким образом внутри модели формируется герметичный контур, подходящий для включения в пневматическую линию.

Применяемый двухкомпонентный силикон на основе платины, подходящий для пищевых применений, преподносится производителем как заливаемый при атмосферном давлении без усадки. Однако проведя экспериментальные отливки с выдержкой 10 минут перед заливкой при атмосферном давлении; поместив в вакууматор с давлением в -0,6 Бар; с давлением

в 0,8 Бар не получилось достигнуть полной дегазации смеси компонентов ни в одном из перечисленных случаев. Качество отливок всё же имеет значительные отличия. Отливка, сделанная из смеси без дегазации, имела непролитые полости, что не помешало ей работать при номинальном расчётном давлении в 0,6 Бар, но привело к разрыву при давлении в 1,2 Бар. Две оставшиеся отливки качественно отличались от первой плотностью, будучи ближе к номинальной в 40 Шор.

Для подключения такого захвата необходим вакуумный генератор, источник сжатого воздуха и пневматический распределитель, управляемый соленоидами, которые необходимо подключить к выходам контроллера робота.

Таким образом был изготовлен мягкий захват, позволяющий деликатно перемещать предметы не требующий дополнительных интерфейсов для подключения. Полученная технология позволяет изготавливать захват на минимальном количестве оборудования, следовательно с меньшими экономическими затратами.

1. Митусов, А. Гидравлические и пневматические системы (расчет и проектирование) : учеб. пособие / А. Митусов, О. Решетникова. – 2-е изд., доп. – Нур-Султан : Фолиант, 2017. – 192 с.
2. Deebekaa, P. Design, Modelling and Analysis of Soft Gripper for Material Handling / P. Deebekaa, V. Meenakshi Priya, G. Kalaiarassan // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). – 2018. – Vol. 6. – P. 2411-2417.
3. Zhou, Y. Modeling of Soft Robotic Grippers Integrated With Fluidic Prestressed Composite Actuators / Y. Zhou, L. M. Headings, M. J. Dapino // Journal of Mechanisms and Robotics. – 2022. – Vol. 14. – P. 1-13.
4. Нагорный, В. С. Гидравлические и пневматические системы : учеб. пособие для СПО / В. С. Нагорный. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 444 с.
5. Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматизации : учеб. пособие для вузов / М. Ю. Рачков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2023. – 264 с.
6. Макаров, В. А. Пневматические и гидравлические мехатронные системы : учеб. пособие / В. А. Макаров, Ф. А. Королев. – М. : РТУ МИРЭА, 2021. – 71 с.