

цилиндрической или плоской формы, а съёмные зажимные элементы позволяют адаптировать схват под разные детали.

Современные разработки всё чаще включают датчики усилия, обратную связь, тактильные покрытия и алгоритмы управления, что позволяет роботу оценивать свойства объекта (форма, жёсткость, хрупкость) и выбирать оптимальную стратегию захвата. Благодаря эластичным материалам и особым механизмам мягкие схваты удачно справляются с захватом нестандартных или хрупких объектов, что делает их перспективными для задач, где требуется деликатность и универсальность.

Некоторые решения предусматривают сменные зажимные части, что упрощает переналадку робота под разные задачи — это выгодно для гибких производственных линий и многофункциональных роботов.

Заключение. Анализ показал, что современные конструкции схватов роботов стремятся к сочетанию механической надёжности, адаптивности и интеллектуального управления, что обеспечивает более точный и безопасный захват объектов различной формы и свойств. Дальнейшее развитие данных систем связано с интеграцией мягких материалов, сенсорных технологий и модульных элементов, что позволит значительно расширить функциональные возможности робототехнических комплексов.

Благодарность. Выражаю признательность и благодарность научному руководителю профессору Михайлову М.И., за консультацию и помочь при проведении данного исследования.

Список литературы:

1. RU2347674 - Конструкции схвата робота <https://web.archive.org/web/20230316234808/https://findpatent.ru/patent/234/2347674.html>;

УДК 621.865.8

**РОБОТИЗАЦИЯ СВАРКИ И ВЫРЕЗАНИЯ ОТВЕРСТИЙ
В РЕЗЕРВУАРЕ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ
ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ТИПА МЖУ-16**

Козел С. С., Кучинский Е. К., Чурик Г. А.

(учащиеся направления «Робототехника» НДТП)

Учреждение образования «Национальный детский технопарк»,
г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность. Технологический процесс сварки и резки является одним из наиболее распространенных вредных процессов в промышленности [1,2]. Робототехнические комплексы сварки и резки позволяют избежать

вредного воздействия на жизнь и здоровье рабочих, а также достичь большей производительности, при улучшенном качестве сварки и резки.

Целью работы является повышение эффективности и качества процессов обработки и изготовления компонентов сельскохозяйственной техники, включая резервуары для внесения жидких органических удобрений. В частности, сварка и резка отверстий в таких резервуарах являются операциями, требующими высокой точности, надежности и безопасности.

Анализ полученных результатов. Процесс производства резервуаров начинается со сварки полого цилиндра из листа стали, который будет представлять собой секцию резервуара. После чего для усиления жесткости конструкции и гашения волн жидкости в резервуаре устанавливается перегородка, также путем сварки. На следующем этапе производства устанавливаются эллиптические днища резервуара на крайних секциях, а также секции предварительно (без проварки всего шва) соединяются друг с другом.

Кинематическая схема шестиосевого коллаборативного робота-манипулятора представляет собой структуру, состоящую из шести вращательных кинематических пар (осей), которые соединены между собой звенями. Каждая ось позволяет роботу поворачиваться вокруг своей оси, обеспечивая многообразие движений и гибкость в работе. Такая конструкция позволяет роботу выполнять сложные пространственные перемещения и ориентацию объекта в пространстве, что делает его пригодным для различных задач, включая сборку, обработку и перемещение материалов на производстве.

Перед непосредственным выбором конкретной модели целесообразно провести обзор поставщиков на рынке промышленных и коллаборативных роботов. Это позволит:

- сравнить технические характеристики (грузоподъёмность, досягаемость, повторяемость) у ведущих брендов;
- оценить готовность моделей к интеграции сварочного или резательного оборудования;
- выявить локальных представителей и условия сервисной поддержки в Республике Беларусь.

Сопоставив технологические требования сварки и вырезания отверстий в резервуаре с возможностями типовых линеек для совместной работы с оператором, быстрой переналадки и контурной обработки, а также рассмотрев общие принципы построения и функционирования кинематических схем коллаборативных роботов, для проекта был выбран промышленный кобот с шестью степенями свободы — Omron TM25S-X.

В рамках разработки автоматизированной системы лазерной сварки и резки резервуаров типа МЖУ-16, изготовленных из нержавеющей стали толщиной 6 мм, была произведена оценка и выбор подходящего оборудования.

Основными критериями оценки сварочной головки служили: стабильность сварочного процесса, совместимость с используемым лазерным источником, надежность подачи защитного газа и возможность интеграции в имеющуюся платформу. Для выбора лазерной головки для резки учитывались следующие показатели: максимальная мощность, тип соединителя, фокусное расстояние, совместимость с используемым лазерным источником.

Лазерный источник Raycus RFL-C3000S обладает преимуществами высокой эффективности электрооптического преобразования, хорошего качества луча, высокой плотности энергии, высокой частоты модуляции, высокой надежности, длительного срока службы и эксплуатации без технического обслуживания.

Для моделирования и проверки траекторий движения роботизированного манипулятора в рамках проекта использовалось программное обеспечение SprutCAM 18, которое представляет собой специализированное CAD/CAM-программного обеспечения для симуляции, оффлайн-программирования и комплексной постобработки управляющих программ промышленных роботов.

Заключение. В результате выполнения проекта была произведена оценка эффективности использования робототехнического комплекса сварки и резки на участке сварки и вырезания отверстий в резервуаре машин для внесения жидких органических удобрений типа МЖУ-16 ОАО «Бобруйскагромаш» и предложены новые решения и идеи в сфере промышленной робототехники, с акцентом на ее экономичность и доступность для учреждений образования и промышленных предприятий.

Благодарность. Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Марченко Ивану Сергеевичу и Матрунчик Юлии Николаевне, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

Список литературы

1. Невзоров, М. В. Возможности использования сигнатур процесса лазерной наплавки для мониторинга характеристик функциональных покрытий / М. В. Невзоров ; науч. рук. Г. В. Петришин // II Международный молодёжный научно-культурный форум студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых : сборник материалов, Гомель, 22-24 января 2025 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – С. 182.
2. Петришин, Г В. Исследование микроструктуры поверхности лазерных покрытий из диффузионно-легированных порошков на основе отходов производства / Г. В. Петришин, Е. Ф. Пантелеенко, М. В. Невзоров // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 3 (98). – С. 28–37. <https://doi.org/10.62595/1819-5245-2024-3-28-37>