

обеспечение его автономной работы по заданному алгоритму, и итоговая программа представляет собой четкую последовательность команд, отправляемых сервоприводам. В блоке `setup()` задаются начальные положения манипулятора. В блоке `loop()` реализован рабочий цикл, состоящий из семи шагов, где каждой команде на движение `myServoX.slowmove(угол, скорость)` следует пауза `delay()`, необходимая для завершения физического перемещения манипулятора перед получением следующей инструкции.

Список использованной литературы

1. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. – СПб.; БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.: ил.
2. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 496 с.: ил. – (Электроника).
3. Мудров А.Г., Марданов Р.Ш. Обзор исследований пространственных механизмов с вращательными шарнирами / Мудров А.Г., Марданов Р.Ш. // Теория механизмов и машин. – 2015. – № 13. – С. 62–74.
4. Борисенко, Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебное пособие /Л.А. Борисенко. – Минск: Новое знание, 2011. – 285 с. – ISBN 978-985-475-430-7.

УДК 621.3

**Матрунчик Ю.Н., Марченко И.С.,
Кучинский Е.К., Чурин Г.А., Козел С.С.**

*Белорусский национальный технический университет,
УО «Национальный детский технопарк»
г. Минск*

РОБОТИЗАЦИЯ СВАРКИ И ВЫРЕЗАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В РЕЗЕРВУАРЕ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА (СВАРОЧНОГО РОБОТА)

Технологический процесс сварки и резки является одним из наиболее распространенных вредных процессов в промышленности. 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. Создание робототехнического комплекса данного типа позволяет интегрировать аналогичные робототехнические комплексы на многих машиностроительных предприятиях. Данная разработка включена в перечень практико-ориентированных тем для исследовательских работ учащихся в рамках обучения в Национальном детском технопарке в 2024/2025 учебном году ОАО «Бобруйскагромаш».

Роботизированный комплекс на базе промышленного манипулятора (сварочного робота) для сварки и вырезания отверстий в резервуаре машин для внесения жидких органических удобрений типа МЖУ-16 был разработан в ходе освоения содержания индивидуальной учебной программы дополнительного образования одаренных детей и молодежи для дистанционной формы получения образования по направлению «Робототехника» Кучинским Евгением Казимировичем, Чуриным Георгием Антоновичем, Козелом Станиславом Степановичем, учащимися учреждения образования «Национальный детский технопарк».

Процесс проектирования включал в себя следующие этапы:

- 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»;
- изучение требований к промышленным сварочным роботам и вспомогательному оборудованию робототехнических систем;
- изучение существующих аналогов промышленных робототехнических комплексов сварки и резки с применением промышленных манипуляторов и подбор подходящей модели сварочного робота исходной базы для проектирования;
- разработка трехмерной модели, электрических принципиальных схем робототехнического комплекса сварки и резки;
- создание алгоритмического и программного обеспечения для управления робототехническим комплексом сварки и резки под производственную задачу;
- анализ дополнительных возможностей, которые предоставляет разработанный робототехнический комплекс;
- формулирование выводов по результатам выполнения проекта и перечня предложений по использованию результатов проекта в образовательном и производственном процессах.

В результате выполнения проекта был разработан РТК сварки и вырезания отверстий в резервуаре машин для внесения жидких органических удобрений типа МЖУ-16 с применением промышленного манипулятора (сварочного робота). В качестве основного технологического оборудования РТК был выбран коллаборативный робот TM25S-X (TECHMAN ROBOT INC., производство Тайвань), генерация траекторий которого выполнялось в среде СпрутКАМ Робот.

Коллаборативный шестиосевой робот TM25S-X обеспечивает высокую точность позиционирования, выдерживает необходимые технологические нагрузки, легко настраивается на работу со сменным инструментом, что делает его идеальной машиной, при необходимости переключаться на различные задачи.

В проекте произведен анализ интернет источников по выбранной тематике проекта, выполнен анализ существующих аналогов и выбор оборудования для реализации, обоснован выбор контроллера в качестве устройства управления, разработаны блок-схемы управления РТК сварки и вырезания отверстий, коллаборативным роботом, разработана кодовая часть управляющих программ, 3D модели элементов конструкции частей разработанного РТК (рисунок 1), выполнен выбор специального оборудования сварки и лазерной резки.

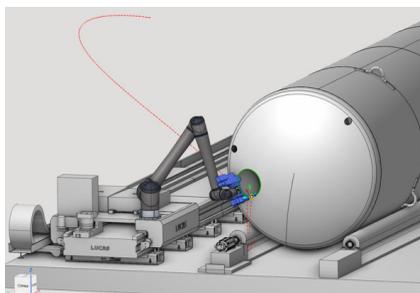


Рис. 1. 3D модель комплекса

Функционал разработанного роботизированного РТК сварки и вырезания отверстий в резервуаре машин для внесения жидких органических удобрений типа МЖУ-16 с применением промышленного манипулятора, полностью соответствует заданию и реализует все необходимые алгоритмы с помощью выполнения управляющих программ в автоматическом режиме.

Список использованной литературы

1. Вишнеревский, В. Т. Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем: метод. рекомендации к лаб. работам для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» дневной формы обучения / В. Т. Вишнеревский. – Могилев: Белорус. – Рос. ун-т, 2018. – 45 с.

2. Околов, А. Р. Математическое обеспечение промышленных роботов : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» / А. Р. Околов, Ю. Н. Матрунчик. – Минск: БНТУ, 2019. – 63 с.

УДК 681.5

Гагаков Ю.В., Марченко И.С., Благодаров К.Е.

ООО «Алютех Инкорпорейтед»,

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ОШИБКИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ НАТЯЖЕНИЯ ПОЛОТНА

В ряде отраслей промышленности используются непрерывные системы обработки полотна различного материала. Равномерное натяжение полотна обрабатываемого материала имеет решающее значение для бесперебойного протекания технологического процесса.

Натяжение определяется как растягивающее усилие, приложенное к полотну (ленте) в машинном направлении. Натяжение обеспечивает управляемую проводку полотна, без него движение ленты становится неконтролируемым и непредсказуемым. Один из основных принципов управления лентопроводкой – полотно выравнивается под углом 90° к оси направляющего или ведущего валика – работает только в том случае, если обеспечивается тесный контакт между поверхностями валика и полотна. Если трение между валиком и полотном слабое, то положение последнего в поперечном направлении и скорость движения будут неконтролируемыми. Если натяжение слишком велико, материал растягивается, что может привести к нарушениям в таких процессах, как печать и резка, или даже к разрыву материала. Последствиями этого являются незапланированные простои и снижение производительности