

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНОВИДНОСТЕЙ РОБОТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Архипенко Я. С., Парамонова А. Е., Белощедов Е. С., Гаруля Д. В.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: arhipenko.yana.serg@mail.ru

*Вопросу автоматизации производства пищевой промышленности в настоящее время уделяется огромное внимание, т.к. отрасль производства продуктов играет ведущую роль в жизни общества. Для обеспечения комфортной жизни необходимо обеспечить людей достаточным количеством продуктов питания, предусмотреть разнообразие товаров, доступные цены и соблюсти нормы качества.*

Формирование стоимости единицы продукции достаточно сложный процесс, который включает в себя затраты на сырье, работу персонала, транспортные расходы, рекламу и другое. Для покупателей, как правило, не принципиально из чего именно складывается окончательная цена товара, важно, чтобы итоговая сумма была удовлетворительной. Изготовителям важно сокращать затраты на каждом этапе производства, оптимизировать работу, минимизировать время выполнения операций, уменьшать количество бракованной продукции, за счет оптимизации данных параметров можно добиться снижения стоимости товара.

Существует несколько методов оптимизации производства. Основными являются «Бережливое производство», при котором сокращается количество запасов готовой продукции, уменьшаются объёмы материалов. Второй метод – «Тотальная оптимизация» – метод, при котором к процедуре по снижению затрат привлекаются непосредственно рабочие, учитывается их мнение, опыт, знания, идеи. [1]

Рациональное использования труда операторов, отказ от выполнения рутинной, однотипной работы может существенно повысить показатели производства. Добиться замены ручного труда можно путем внедрения на производственные линии роботов, которые смогут помочь человеку.

Определённый тип работ предусматривает выполнение конкретного ряда задач, которые предусмотрены на различных линиях.

Процесс производства практически любого типа продовольственных товаров включает в себя много стадий, которые можно детально описывать достаточно долго и подробно. Нас интересуют стадии, на которых работу оператора можно заменить на работу робота. Т.е. подразумевается работа на линиях-конвейерах. Рутинная работа операторов может быть заменена роботами в случаях точечного удаления продукции с конвейера – проверка на качество упаковки, печать маркировки и т.д. (шаг 1), укладки готовой

продукции в коробки (шаг 2), перемещении коробок на подвижную конструкцию (шаг 3), непосредственная транспортировка груза (шаг 4).

Действию, которое требует особую точность выполнения, лучше доверить роботу с не самой высокой скоростью, но улучшенным позиционированием и точной траекторией движения, например, роботам-манипуляторам типа SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm). Это манипуляторы с селективной гибкостью. Конструктивно они жесткие в вертикальной плоскости, то есть вдоль оси Z, при этом в горизонтальной плоскости (по осям X и Y) обладают податливостью. Такие роботы часто выполняют сборочные операции. Роботы типа SCARA могут работать быстрее, чем декартовые роботы, и имеют небольшие габариты, но они могут быть более дорогостоящими. Применение SCARA роботов особенно выгодно для сборки узлов, где робот должен вкладывать одни детали в другие, при этом, не соединяя их. Важным является то, что благодаря своей конструкции, манипулятор может вытянуться, распрямив «локоть», а может свернуться, освободив занимаемое пространство. Это удобно при работе в ограниченном пространстве, и когда детали перемещаются из одного производственного модуля в другой. Часто возникает необходимость очень быстро и аккуратно складывать штучную готовую продукцию в тару для упаковки. В таких случаях поможет Дельта-роботы – это один из видов параллельных роботов, отличительной особенностью которых является треугольная платформа с тремя шарнирными рычагами. Особенностью является использование параллелограммов в конструкции манипулятора, что позволяет сохранять пространственную ориентацию исполнительного устройства робота. Основным преимуществом дельта-роботов является их высочайшая скорость перемещения за счет минимальной инерции.

Линейные роботы позволяют подготовить груз для транспортировки, удобно сложить коробки с готовой продукцией, переместить к необходимой отправной точке для дальнейшей транс-

портировки. Декартовы роботы имеют, как правило, три линейные оси управления. Каждая из этих осей находится под прямым углом к двум другим. Если одно из звеньев, которое совершает горизонтальное перемещение, имеет поддержку на обоих концах звена, то такой декартов робот называется порталным. Так как декартовы роботы имеют только линейные перемещения, то разработчикам достаточно просто написать программу для перемещения манипуляторов в любую точку пространства, используя несложные тригонометрические функции. Характеристики порталных роботов могут быть совершенно разнообразными и зависят от выбранных линейных сервоприводов и механической части.

Транспортировку грузов удобно выполнять используя промышленные мобильные роботы с большой грузоподъемностью. Внедрение в них датчиков и средств навигации в сочетании с развитым алгоритмическим обеспечением обеспечивают их высокой скоростью и гибкостью применения. Они могут быть интегрированы в другие системы, обладающие возможностью движения, и иметь свою автономную систему навигации. Например, автономные роботы способны тянуть за собой группу тележек и удерживать грузы. Они работают с разными типами пневматических тягово-сцепных соединителей. Оборудованы функциями безопасности, которые позволяют мобильному роботу автономно и безопасно перемещаться по территории производственных помещений.

Наиболее интересным представителем «семейства» роботов является коллаборативный робот. Он способен работать непосредственно рядом с человеком за счет особых механизмов, позволяющих блокировать и предотвращать нежелательные манипуляции. Робот может распознавать и контролировать приближение человека.

При нарушении безопасной зоны, робот автоматически прекращает работу, что позволяет избежать каких-либо непредвиденных травм для оператора. Коллаборативные роботы оснащены датчиками, ограничивающими усилие и/или скорость звеньев, и, в зависимости от применения, могут работать в непосредственной близости от человека без установки защитного ограждения. Некоторые из таких роботов могут быть «двурукими», чтобы лучше копировать манипуляционные способности человека и легче интегрироваться в существующий производственный процесс без необходимости его перестраивать. Адаптивная точность коллаборативных роботов позволяет им эффективно работать в полуструктурированных средах, используя встроенную систему машинного зрения. [2]

Проанализировав назначение каждого робота, изучив план, последовательность выполнения операций на линии по производству пищевой продукции, можно сделать вывод, что для оптимизации производства на первом шаге работу оператора можно заменить на более эффективную работу коллаборативного робота, на шаге 2 подойдет Дельта-робот, для шага 3 оптимально применение линейного робота, на шаге 4 (транспортировка готовой продукции) используют мобильные роботы большой грузоподъемности.

Каждый тип робота представлен на рис. 1.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джеймс Вумек, Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Вумек, Дэниел Джонс – 12-е издание, – Москва : Альпина паблишер, 2018. – 650 с.
2. СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ [Электронный ресурс] / РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА. – Минск, 2020. – Режим доступа : <http://sia.by/typy-promyshlennyh-robotov-i-ih-funkczii/>. – Дата доступа : 15.10.2020



Рис. 1 – Разновидности роботов