

# Мехатроника в действии

## (решения для групповой и транспортной упаковки)

ДП «Фесто», г. Киев

*В Украине, как и во всем мире, наблюдается устойчивый рост потребления упакованных продуктов питания. Неупакованные машинным способом продукты фактически ушли в прошлое. Последние 10 лет рынок упаковки развивается опережающими темпами. На растущий потребительский спрос производители продуктов питания откликаются наращиванием объемов производства. Увеличение объема производства происходит за счет повышения производительности технологического и упаковочного оборудования, что естественным образом ведет к увеличению количества готовой продукции для групповой и транспортной упаковки. В связи с этим происходит резкое увеличение персонала, работающего в секторе упаковки. Вместе с повышением заработных плат это означает несоразмерный приросту объема производимой продукции рост совокупных затрат на персонал. Рост объема выпуска продукции также приводит к увеличению запасов продукции в промежуточных зонах хранения, что свидетельствует о росте совокупного связанного капитала (т.е. замороженных средствах).*

*В то же время для обеспечения требуемых объемов при существующих способах производства может потребоваться увеличение площадей. Но само производство зачастую ограничено в площадях и не всегда имеет возможность для простого расширения.*

### Потребности производителей продуктов питания

Основной потребностью быстрорастущих производителей продуктов питания является оптимизация совокупных затрат на персонал. Это связано и с увеличивающейся долей этой статьи затрат в общих затратах предприятия, а также с отсутствием необходимой гибкости для реакции на меняющийся спрос. Возрастающий связанный капитал также является негативной тенденцией, с которой нужно справляться. Кроме того, ограниченность и дороговизна производственных помещений заставляет задумываться о более продуктивном их использовании. Для эффективного решения задачи оптимизации совокупных затрат на персонал необходимо, прежде всего, оценить, где происходит их концентрация. Если говорить о современных пищевых производствах, то основной центр концентрации — зона групповой и транспортной упаковки. Разумным решением является использование автоматизированных комплексов для группового и транспортного упаковывания. Для решения задачи сокращения связанного капитала (товарных запасов) необходимо производить только то, что быстрее всего будет реализовано. Это возможно при сокращении партий производства продукции одного типа, тогда лучше можно реагировать на запросы потребителей. Для сокращения размера партий без ущерба для

пропускной способности производства необходимо иметь гибкое и универсальное оборудование (в том числе и упаковочное), чтобы оно могло работать с разными типами продукции и имело малое время перехода с продукта на продукт.

Применение автоматизированных комплексов группового и транспортного упаковывания высокой производительности дает возможность более эффективно использовать занимаемые площади, высвободив их для расширения или решения других задач.

### Концепция мехатроники — системный подход

Задачи автоматизации в секторах группового и транспортного упаковывания — комплексны и требуют системного подхода для их решения. Festo использует системный подход на всех уровнях: начиная от форми-

рования концепции автоматизации продуктовой линейки и заканчивая решением конкретных задач.

Таким системным подходом для Festo являются концепция мехатроники, в рамках которой разработан оптимизированный набор компонентов (пневматических, механических, электрических и электронных), программные средства для расчета и выбора элементов системы перемещения, а также для конфигурирования, настройки и программирования. Все механические, электрические и электронные интерфейсы стандартизованы, благодаря чему можно гибко подбирать состав системы перемещения под конкретную задачу. Базовые компоненты системы дополнены исчерпывающим набором опций и переходных элементов, что дает возможность решать задачи построения и оптимизации мехатронных систем в комплексе.

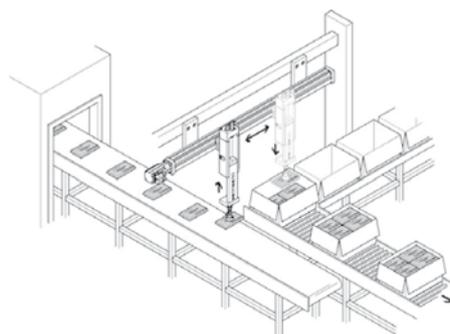


Рис. 1. Система укладки на базе портового Y-Z-манипулятора

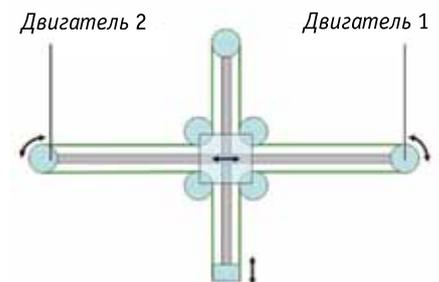


Рис. 2. Схема направлений действия приводов в системе на базе Y-Z-манипулятора

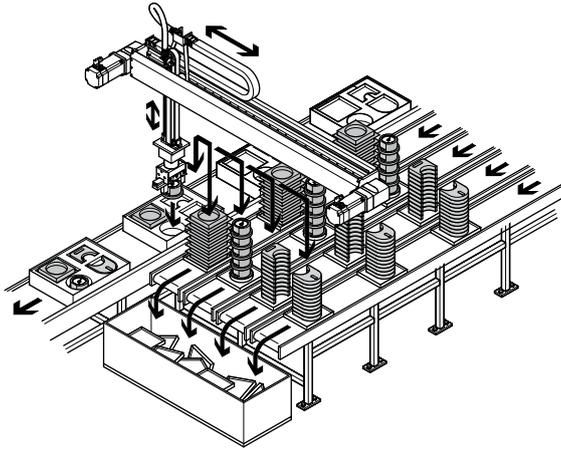


Рис. 3. Схема модуля укладывания изделий на базе Т-портала

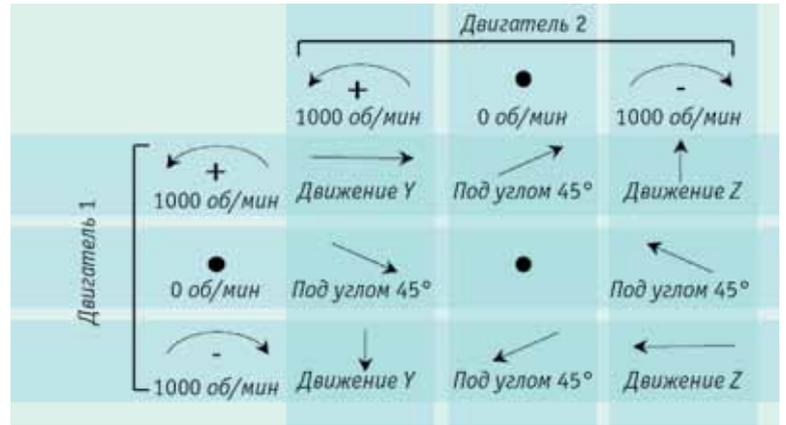


Рис. 4. Схема направлений действия приводов в системе на базе Y-Z-манипулятора

Воплощением концепции мехатроники для задач группового и транспортного упаковывания является ряд стандартизованных комплектных решений в области перекладки. Перекладчики оптимизируются под конкретную задачу и являются законченными модулями, укомплектованными системой управления и всей необходимой периферией.

Комплекс машин группового упаковывания, как правило, состоит из:

- машины формирования тары (коробки, трея, коррекса и т.д.);
- группировщика-укладчика потребительской упаковки с продукцией (мягких пакетов, баночек, коробок, бутылок и т.д.) в групповую;
- машины склеивания коробок;
- транспортных линий (конвейеров);
- пакетоформирующей машины (укладчика коробок на поддон).

Наиболее сложными машинами из приведенного списка являются машины группового укладывания и формирования транспортных пакетов. Рассмотрим более подробно комплектные решения Festo для реализации этих автоматов.

### Системы укладывания продукции в коробку

**Укладчик на базе стандартного двухкоординатного портального Y-Z-манипулятора** (рис. 1).

#### Принцип действия

Подающий транспортер передвигает пошагово один объект или сформированную группу. Как только объекты для укладывания подходят к зоне

выгрузки, манипулятор захватывает их (с помощью вакуумного или механического захвата) и перемещает в коробку на определенную высоту и далее, слой за слоем, повторяет то же самое. Как только коробка заполнилась, система отводящих транспортеров меняет её на пустую коробку. В качестве приводов по осям могут быть использованы как пневматические, так и электромеханические линейные приводы, в зависимости от количества точек позиционирования и производительности (рис. 2).

#### Характеристика

- производительность до 25 циклов/мин (с учетом времени работы захвата);
- максимальная грузоподъемность до 50 кг.

Машины на базе таких манипуляторов используются для укладывания сыпучих продуктов в мягких пакетах в коробки, полимерных баночек в трей, бутылок в коробку или ящик, конфет в коррекс и т.д.

#### Преимущества

Система укладывания на базе портального манипулятора обладает высокой грузоподъемностью, большой гибкостью в плане комплектации (выбора приводов, рабочих ходов и дополнительных опций), легкостью перенастройки алгоритма укладывания. Наиболее эффективно такие системы работают с предварительно сформированными группами объектов, при этом получается оптимальная производительность (по числу объектов в мин).

**Система укладывания на базе Т-портала EXCT — высокоскоростного Y-Z-манипулятора, построенного по принципу параллельной кинематики** (рис. 3).

#### Принцип действия

Он такой же как и у предыдущей системы — движения транспортеров пошаговые. Главное отличие — это быстродействие: более чем на 30 % быстрее, чем стандартная порталная кинематика. Это достигается путем максимального сокращения подвижной массы. Приводные серводвигатели расположены неподвижно, а двухкоординатное перемещение реализуется алгоритмом взаимосвязанного управления (рис. 4).

#### Характеристика

- производительность до 60 циклов/мин (с учетом времени работы захвата);
- грузоподъемность до 3 кг.

Машины-автоматы на базе Т-портала применяются для укладывания различных объектов среднего размера в одну упаковку, а также для повышения производительности машин-автоматов и сокращения их габаритных размеров.

#### Преимущества

Машины-автоматы укладывания на базе Т-портала обладают повышенной производительностью за счет сокращения подвижной массы, компактными размерами при максимальном использовании рабочего пространства и чрезвычайной гибкостью позиционирования.

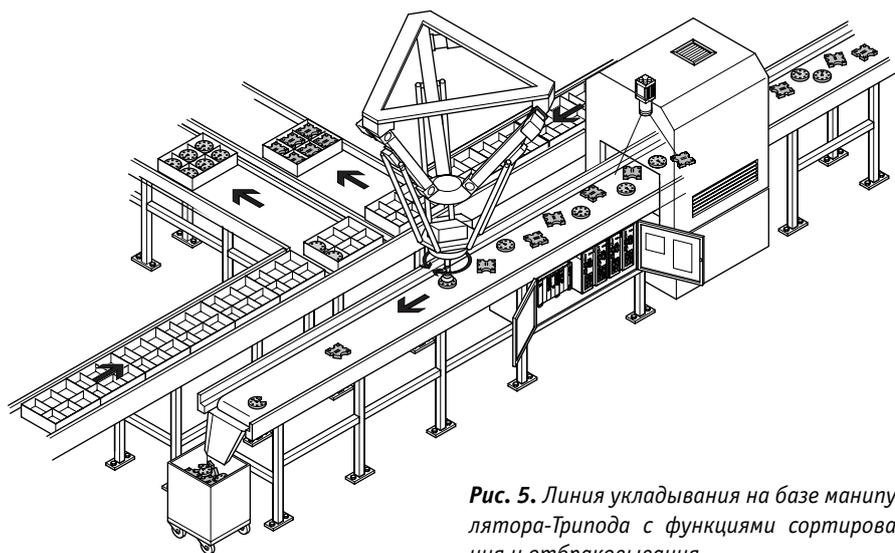


Рис. 5. Линия укладывания на базе манипулятора-Трипода с функциями сортирования и отбраковывания

**Система укладывания на базе 3D манипулятора с параллельной кинематикой — Трипода ЕХРТ с функциями сортирования и отбраковывания (рис. 5).**

Такие системы состоят из непрерывно движущегося конвейера с неупорядоченными изделиями, системы технического зрения, переключателя Трипода, системы отводящих конвейеров и шкафа управления. Данные комплексы характеризуются максимальным быстродействием и гибкостью, минимально занимаемым пространством и наличием функций сортирования и отбраковывания.

#### Принцип действия

Продукты после технологического или упаковочного оборудования попадают без какого-либо дополнительного группирования или упорядочивания на непрерывно движущийся конвейер. Далее проходят сквозь тоннель технического зрения, где определяется их положение, ориентация по углу, а также вид объекта и годность. В камеру SBOC уже встроены функции обработки изображения и она выдает сразу понятные для робототехнического контроллера CMXR (который управляет триподом) данные: координаты, угол, вид объекта. Помимо данных от камеры контроллер CMXR отслеживает скорость движения ленты подающего конвейера. Этой информации достаточно, чтобы сформировать траекторию движения манипулятора, захватить нужный объект «на

лету» и уложить в заданную позицию. Такая система дает возможность автоматически производить сортирование и отбраковывание негодных изделий благодаря наличию системы технического зрения и свободно программируемого манипулятора Трипода.

#### Характеристика

- производительность до 120 циклов/мин (с учетом времени работы захвата);
- грузоподъемность до 5 кг.

#### Преимущества

Высокая производительность за счет использования высокоскоростного Трипода, высокая компактность системы в целом, благодаря отсутствию необходимости предварительного группирования, встроенные функции сортирования и отбраковывания из-за наличия в автомате системы технического зрения.

## Системы формирования транспортных пакетов

Пакетоформирующие машины — это автоматические системы укладывания транспортной тары (картонных коробок) на поддоны. Существуют различные способы реализации данной технологии. Рассмотрим два стандартных решения Festo.

### Послойное укладывание

Первый вариант предусматривает укладывание предварительно сформированных слоев, например, по 4 коробки (рис. 6).

#### Принцип действия

Коробки формируются в группы по 4 с помощью двух конвейеров и пневмоцилиндра. Группа подходит к зоне погрузки и двухкоординатный манипулятор захватывает её и укладывает на поддон. Далее, слой за слоем, до заполнения поддона. После этого поддон перемещается по отводящему рольгангу или конвейеру, а на его место подается пустой из рядом стоящей стопки. Затем все повторяется снова. Укладочное устройство построено на базе 4 электро-механических приводов с каретками по вертикали и 2 по горизонтали.

#### Характеристика

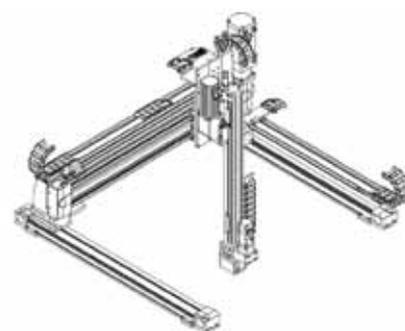
- производительность до 10 слоев в мин;
- грузоподъемность до 100 кг.

#### Преимущества

Основным преимуществом данной системы является компактность конструкции в первую очередь по высоте, что дает широкие возможности её применения в ограниченных пространствах. Послойное укладывание обеспечивает высокую производительность.



Рис. 6. Портальный трехкоординатный манипулятор X-Y-Z с четвертой поворотной осью





**Рис. 7.** Пакетоформирующая машина на базе портального X-Y-Z-манипулятора с работой на два поддона



**Рис. 8.** Шкаф управления CMCA

## Формирование транспортных пакетов на базе портального манипулятора

Данный вариант пакетоформирующей машины строится на базе стандартных трехкоординатных портальных манипуляторов и реализует автоматическое укладывание коробок (или любой другой групповой упаковки) на поддон по одной или несколько штук по заранее заданному алгоритму (рис. 7).

### Принцип действия

Коробки по одной штуке движутся по подающему конвейеру и останавливаются в позиции для захвата (они могут быть сгруппированы по несколько штук). Далее манипулятор подходит к указанной позиции и с помощью захвата (вакуумного или механического) начинает транспортировку в заданную позицию на поддоне. При необходимости более плотной укладки, коробки могут поворачиваться во время перемещения. В этом случае манипулятор оснащается четвертой поворотной осью. Таким образом, коробка за коробкой, укладывается весь поддон. После замены поддона (ручной или автоматической) цикл укладки повторяется снова.

### Характеристика

- производительность до 8 циклов/мин (работа на один поддон);
- грузоподъемность до 25 кг;
- рабочее поле X x Y x Z — 8,5 м x 2 м x 2 м.

### Преимущества

Портальный манипулятор может быть установлен прямо над выход-

ным транспортером с групповой упаковкой, что в ряде случаев не требует больших доработок конструкции. Прямоугольная конструкция портальной пакетоформирующей машины дает возможность эффективно использовать установочную площадь, что является одним из важных моментов существующих производств. Чрезвычайная гибкость траекторий движения и алгоритмов укладывания дает возможность адаптировать систему под любые объекты и производить быструю перенастройку с продукта на продукт. Изготовленные пакетоформирующей машины с большим рабочим полем делают возможным обслуживание до 6 поддонов одновременно (производя, например, сортировку). Гибкость комплектации по ходам перемещения способствует адаптивному устройству именно к требуемой задаче, что еще лучше оптимизирует используемые площади, а также и совокупные затраты.

Любая система перемещения Festo, в том числе и для решения задач группового упаковывания, может быть укомплектована оптимизированной системой управления.

Для решения этой задачи предусмотрен стандартизованный шкаф управления CMCA (рис. 8). Шкаф управления CMCA с предлагаемым, как опция, управлением 3D траекториями служит для трехмерного перемещения сложных и высокочастотных кинематических схем. В его составе: контроллеры для робототехники, контроллеры двигателей, шкафа

или монтажная панель. Возможно встроить дополнительные элементы и функции. Готовая к подключению система управления поставляется комплектно со встроенной кинематикой и базовой параметризацией.

### Преимущества решения Festo

Рассмотренные решения Festo для автоматизации процессов группового и транспортного упаковывания:

- являются полностью автоматическими решениями, что дает возможность оптимизировать количество персонала в зоне упаковки;
- обладают высокой гибкостью по перестройке алгоритмов перемещения, отличаются быстрой переходом с одного продукта на другой, что дает возможность производить только необходимую в продаже продукцию и не создавать излишних товарных запасов — связанный капитал сокращается;
- являются масштабируемыми под конкретную задачу, имеют компактную конструкцию, а значит можно эффективно использовать производственные площади.

Решения Festo по перемещению и упаковыванию являются комплектами и поставляются по принципу «Все из одних рук». Данный принцип дает возможность быть уверенным в работоспособности разрабатываемого и эксплуатируемого оборудования, а также сокращать логистические издержки, как при производстве, так и при дальнейшей эксплуатации оборудования. *✓*