

Автоматизация укладки бесконечного картона

Олег Семёнов

В статье представлена система, автоматизирующая укладку бесконечного картона. Она построена на базе самого современного оборудования, с использованием передовых технологий промышленной автоматизации.

Предпосылки АВТОМАТИЗАЦИИ АГРЕГАТА

Компания «Л-Пак», основанная в 2001 году, производит трёхслойный и пятислойный гофрокартон, а также изделия из него (четырёхклапанные ящики, сложную высечную продукцию с нанесением четырёхцветной флексопечати) и вспомогательные элементы упаковки (решётки в сборе, обечайки, вкладыши).

Сегодня производственные мощности «Л-Пак» позволяют выпускать в месяц до 18 млн квадратных метров гофрокартона. Хорошим спросом пользуется так называемый бесконечный картон, то есть картон определённой ширины и длиной до 780 м, уложенный в виде гармошки на погрузочные поддоны. Специально для производства такого вида продукции в декабре 2013 года установили машину для поперечного рилевания (нанесения линий сгиба) картонного полотна и дальнейшей укладки на поддоны. Поскольку полностью автоматическая машина для укладки имела габариты, не подходящие для размеров цеха, то было решено установить только рилёвочную машину, а укладку производить в ручном режиме.

Полностью ручная укладка имеет ряд существенных недостатков: неровная укладка стопы картона, малая скорость укладки. Малая скорость работы гофроагрегата, в свою очередь, влечёт за собой плохое качество изготовленного картона. Кроме того, снижается производительность линии.

Исходя из этого, было решено частично автоматизировать ручную укладку путём установки и настройки автоматизированного подъёмника с за-

грузкой пустых поддонов и выгрузкой готовой продукции – сложенного бесконечного картона.

Эту задачу можно решить с помощью релейно-контакторной схемы управления, но для переделки и отладки такой схемы требуются значительные ресурсы. Ещё один путь решения поставленной задачи – использовать в схеме программируемый логический контроллер с достаточным количеством входов/выходов для управления всеми агрегатами и исполнительными механизмами. Поскольку на заводе широко используется ПЛК SIMATIC фирмы SIEMENS, то было принято решение автоматизировать агрегат с помощью контроллера серии SIMATIC S7-300. Для уменьшения количества соединительных проводов и

реализации возможности плавного регулирования управлением особо ответственными частями механизма было принято решение использовать в работе частотные преобразователи. Остальные механизмы включаются в работу с помощью контакторов. Поскольку частотные преобразователи имеют возможность подключаться к контроллеру по стандартной шине PROFIBUS, это даёт дополнительные преимущества в компоновке и скорости передачи информации.

НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ СИСТЕМЫ

Назначение системы – облегчить работу оператора укладки картона, увеличить производительность, повысить качество готовой продукции.

Система в общем виде состоит из подъёмника, пластинчатого конвейера, установленного на подъёмнике, входного и выходного рольганга для загрузки пустых поддонов и выгрузки поддонов с продукцией, а также вспомогательных агрегатов, облегчающих укладку стопы картона, таких как укладочные ленты, подбивочные пластины. Кроме того, в системе предусмотрен аварийный световой барьер, полностью останавливающий подъёмник в случае, если человек окажется в опасной зоне.

Для приведения в движение подъёмника, пластинчатого конвейера, рольгангов и вспомогательных перемещающихся агрегатов используются асинхронные двигатели, как наиболее надёжные и дешёвые. Для некоторых механизмов требуется регулировка скорости движения, плавный пуск. В данной системе для управления двигателем

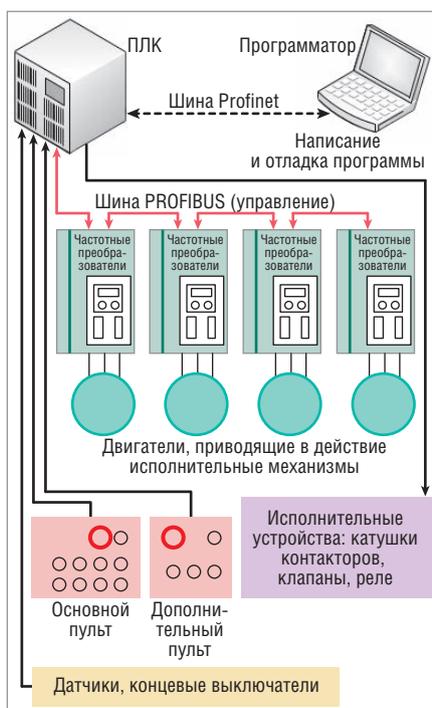


Рис. 1. Архитектура системы



Рис. 2. Контроллер SIEMENS S7 315-2 DP/PN

применяются частотные преобразователи. Общее управление системой осуществляется контроллером SIEMENS S7 315-2 PN/DP. Для взаимодействия с обслуживающим персоналом было установлено два пульта управления: основной и дополнительный, смонтированный на рабочем месте оператора по укладке картона.

Система была разработана и установлена с применением двух режимов работы: ручного и автоматического. Ручной режим используется для отладки работы системы, для ликвидации последствий аварийных и непредвиденных ситуаций, или в случае сбоя при автоматической укладке картона. Автоматический режим — основной для системы, он требует минимального участия оператора.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

Функционально система является подъёмником с установленным на нём пластинчатым конвейером. Система позволяет в автоматическом режиме загружать пустой поддон, после загрузки поднимает поддон на уровень ног оператора. В это время отодвигаются блокировочные вилы, и сложенная стопа опускается на поддон. По мере складывания картона оператором производится его выравнивание с помощью выравнивающих устройств и постепенное опускание поддона со сложенным картоном. Это позволяет оператору укладывать картон из наиболее удобной позиции, что экономит силы и время на укладку. После укладывания остатка стопы оператор на дополнительном пульте нажимает кнопку разгрузки, и поддон с уложенной стопой картона опускается вниз, до уровня выгрузного рольганга. Одновременно с этим выдвигаются блокировочные вилы, и оператор начинает укладывать новую стопу на эти вилы. Данное решение позволяет продолжать производство гофро-

картона без остановки машины по производству картона, что существенно повышает качество производимой продукции. После выгрузки полного поддона цикл работы начинается сначала: загрузка пустого поддона, подъём поддона до уровня ног оператора, отодвигаются вилы, картон, который успел накопиться на вилах, опускается на поддон, и т.д.

Архитектура системы представлена на рис. 1. Программатор подключается к контроллеру только для написания и отладки программы, после этого в работе не участвует. Возможно использование программатора для поиска неисправностей и модернизации системы.

Контроллер (рис. 2) получает информацию от датчиков, команды от пультов управления и по заданной программе управляет исполнительными устройствами. В системе используется шина PROFIBUS, что позволяет разгрузить лотки от лишних проводов. Например, только для управления приводом лифта потребовалось бы проложить дополнительно 12 проводов.

На рис. 3 показано подключение входов и выходов контроллера, входы подключены к органам управления (кнопкам и переключателям), выходы — к исполнительным устройствам (контакты, клапаны, индикаторные лампы).

Общий вид системы укладки картона и отдельные элементы автоматизации представлены на рис. 4 и 5.

Функционирует система в одном из двух режимов, причём из автоматического режима в ручной можно переключиться в любой момент времени, а для активации автоматического режима необходимо вручную установить систему в исходное состояние. В ручном режиме с помощью управляющих органов (кнопок) осуществляется управление движением всех движущихся частей установки. В автоматическом режиме установка работает по заданному циклическому алгоритму.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Переход в автоматический режим возможен, только если выполняются все условия автоматического режима. Алгоритм работы установки следующий:

Первый шаг: загрузка пустого поддона.

Второй шаг: перемещение подъёмника вверх, на уровень укладки картона.

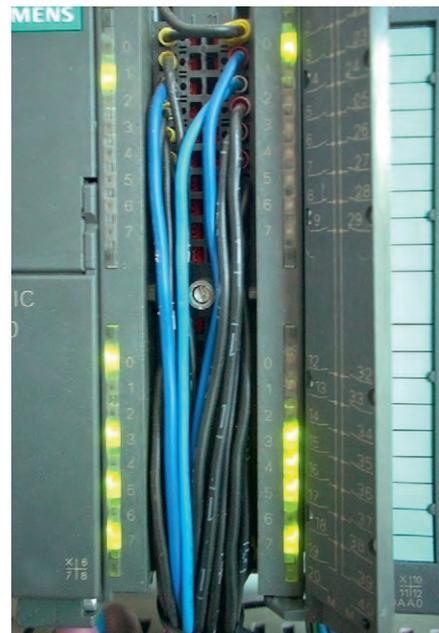


Рис. 3. Подключение входов и выходов контроллера

Третий шаг: отодвигаются накопительные вилы, при этом уже уложенный на них картон опускается на поддон.

Четвёртый шаг: по мере укладки подъёмник опускается таким образом, чтобы верхний уровень стопы был на уровне укладки картона.

Пятый шаг: как только полотно картона закончилось, оператор нажимает кнопку выгрузки поддона, в это время подъёмник опускается вниз и на освободившееся место выдвигаются накопительные вилы, следующую стопу поддона, пока не выгрузится текущая, укладывают на них.

Шестой шаг: подъёмник останавливается в своём нижнем положении, и включаются выгрузные конвейеры — пластинчатый на подъёмнике и рольганг на выходе агрегата.

Седьмой шаг: во время выгрузки полного поддона оператор подготавливает следующий пустой поддон и загружает его на освободившееся место.

Восьмой шаг: оператор проверяет правильность установки поддона и нажимает кнопку подтверждения. Агрегат переходит к выполнению первого шага.

КОНФИГУРИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Хотелось бы отметить удобство конфигурирования и простоту настройки данной системы. Для программирования контроллера использовался программный комплекс SIMATIC STEP 7 V5.5, включающий в себя SIMATIC Manager, редактор LAD/STL/FBD, ре-

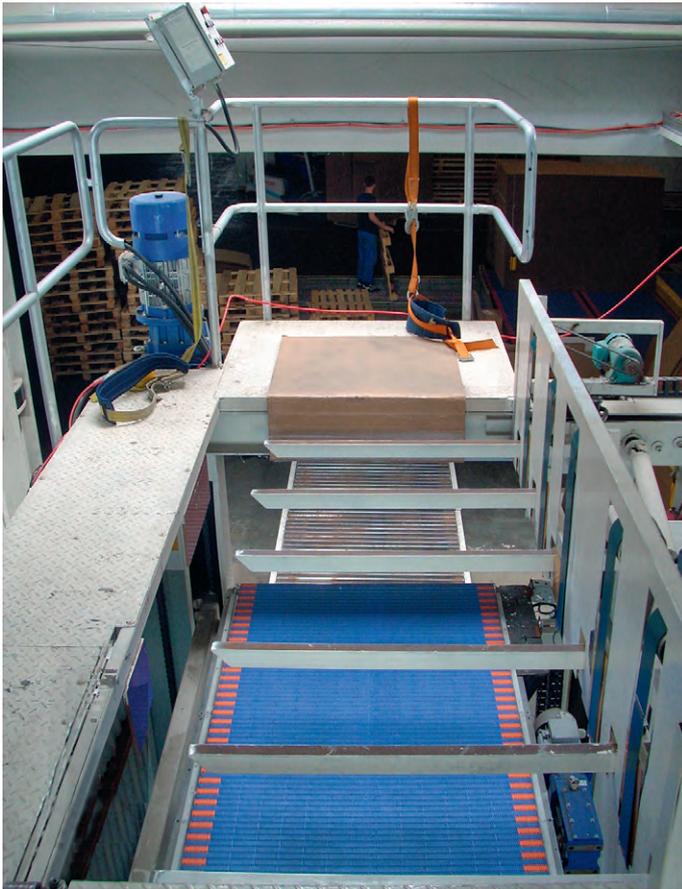


Рис. 4. Подъёмник, вид сверху – рабочее место укладчика картона



Рис. 5. Главный привод подъёмника с блоком концевых выключателей

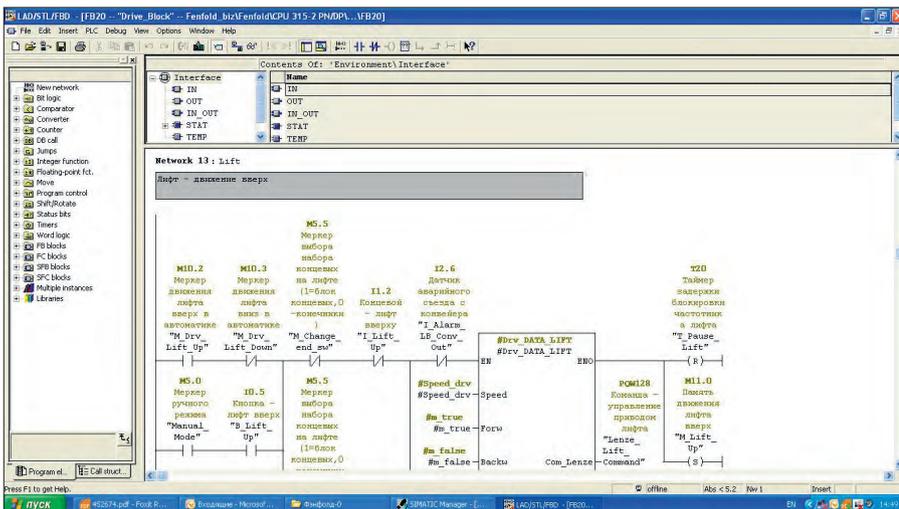


Рис. 6. Пример программы контроллера

датор таблиц переменных, конфигура-
тор HW Config для редактирования на-
строек подключённой к контроллеру
периферии, а также другие вспомога-
тельные программы.

Вся логика работы оборудования за-
программирована в контроллере, при
необходимости исправления или улуч-
шения работы системы достаточно пе-
реписать некоторые участки програм-
мы. На рис. 6 представлен небольшой
фрагмент программы контроллера.

Использование в системе контролле-
ра и интеллектуальных преобразовате-

лей существенно уменьшает количество
отдельных элементов в схеме управле-
ния и повышает общую надёжность си-
стемы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Общий вид гофроагрегата представ-
лен на рис. 7.

После установки и отладки системы
производительность гофроагрегата в
численном выражении выросла в сред-
нем на 57%. Средняя производительность
агрегата до установки автомати-
зированной системы составляла около
175 м²/мин, а в результате автоматиза-
ции этот показатель работы линии по



Рис. 7. Общий вид гофроагрегата

производству картона составляет около
275 м²/мин.

Количество брака уменьшилось при-
мерно на 15%. Отклонение по ширине
стопы до установки автоматизирован-
ной системы составляло до 200 мм, что
могло привести к смятию картона во
время погрузки/разгрузки. После уста-
новки системы неровность стопы кар-
тона составляет не более 40 мм. ●

E-mail: SemenovOlegV@mail.ru

**Применяется там, где нужно,
а не там, где можно**



FASTWEL I/O

**Модульный программируемый контроллер,
созданный с учётом ваших требований**

- 32-разрядный процессор Vortex86DX 600 МГц
- Встроенный дисковый накопитель объёмом свыше 100 Мбайт
- Энергонезависимая память 128 кбайт с линейным доступом
- Бесплатная адаптированная среда разработки приложений CoDeSys 2.3
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Модули ввода/вывода с контролем целостности цепей

-40...+85°C



CPM711

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN



CPM712

- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
- Сетевой интерфейс RS-485



CPM713

- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
- Сетевой интерфейс Ethernet



CPM704

- Протокол передачи данных PROFIBUS DP V1
- Сетевой интерфейс PROFIBUS

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL

