

Хлебопекшая и кондитерская

1967

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

10

Быстродействующие бесконтактные неререверсивные устройства в заверточных автоматах

В. И. ЛУЦЫК, Б. Н. ГОНЧАРЕНКО, Н. И. КОРОЛЬ

Киевский технологический институт пищевой промышленности

В современных автоматах для завертывания штучных кондитерских изделий используются в основном рулонные оберточные материалы, что по сравнению с флатовыми машинами позволяет существенно повысить производительность. При этом должно обеспечиваться одинаковое положение (центрирование) рисунка или текста этикетки на каждом завернутом изделии. Это может быть достигнуто, если перемещение рисунка и ножа совпадают по фазе (синфазны). Следует отметить, что простая синхронизация движения (равенство линейных скоростей) ленты оберточного материала и кромки ножа, которая обычно имеет место в автоматах для завертывания изделий в материалы с «обезличенной» этикеткой, не может решить задачи центрирования, так как малейшее систематическое отклонение шага рисунка от шага подачи оберточного материала накапливается от цикла к циклу. Так, при систематическом отклонении в 0,1 мм уже через 100 циклов рассогласование достигает 10 мм, что в 3—4 раза превышает допустимую величину.

В известных устройствах для центрирования рисунка обычно используется периодическая подача либо торможение ленты оберточного материала при определенном рассогласовании [1, 2], а в качестве исполнительных органов применяются различного рода тормоза, фрикционные и электромагнитные муфты и тяговые электромагниты, обладающие, как и электроконтактные схемы управления ими, малым быстродействием. С повышением производительности заверточных автоматов быстродействие подобных устройств становится недостаточным, а периодическая подача или торможение ленты оберточного материала приводят к возникновению в ней недопустимых динамических напряжений.

Так, например, в конфетозаверточных автоматах производительностью 200 шт/мин время, соответствующее рассогласованию в 3 мм, не превышает 0,01 сек, что соизмеримо с продолжительностью срабатывания электромагнитных элементов. Использование электромагнитных элементов уже в этом случае встречает серьезные затруднения, не говоря о применении их в автоматах производительностью до 600—800 шт/мин.

На кафедре автоматизации КТИППа разработан ряд быстродействующих устройств для центрирования рисунка. Их принцип действия основан на коррекции в каждом цикле (при наличии рассогласования) скорости непрерывной подачи ленты оберточного материала с помощью отдельного электродвигателя, который управляется бесконтактной схемой, выполненной на работающих в ключевом режиме полупроводниковых логических функциональных элементах.

Указанные устройства можно разделить на неререверсивные (с коррекцией в направлении ускорения подачи) и реверсивные. Функциональная схема неререверсивного устройства приведена на рис. 1.

Информация о положении рисунка в разработанных устройствах создается световым потоком осветителя 1, падающим на фотодатчик 2 после отражения от движущейся ленты оберточного материала 3 и с метками 4, отличающимися по цвету или коэффициенту отражения от фона. При использовании прозрачных оберточных материалов (парафинированной бумаги, целлофана, полиамидных пленок и т. п.) лента 3 может быть разме-

щена между осветителем и фотодатчиком. В обоих случаях прохождение метки изменяет падающий на датчик световой поток и приводит к появлению соответствующего сигнала на его выходе. Механизм подачи 5 приводится в движение через обгонную муфту 6 от кинематической цепи автомата. Вал 7 с отсекающим ножом снабжен секторной маской 8, пересекающей при вращении световой поток осветителя 9, который падает на фотодатчик 10 (синхронизатор).

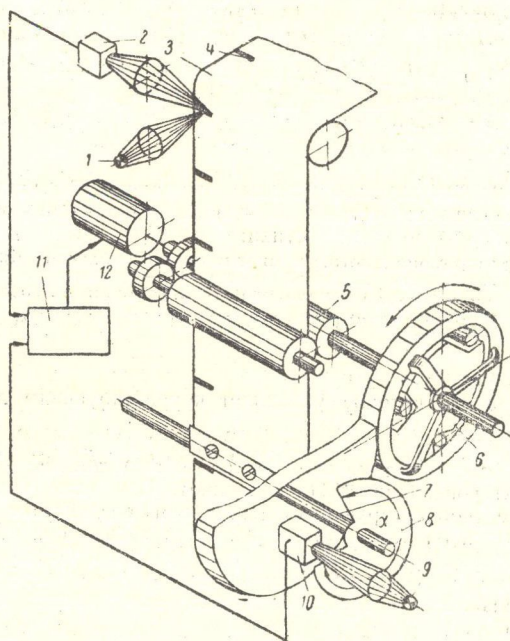


Рис. 1. Функциональная схема неререверсивного устройства для центрирования рисунка этикетки в заверточных автоматах.

Если шаг меток равен шагу рисунка (что обеспечивается печатанием меток одновременно с рисунком или использованием элементов последнего в качестве меток), то смещение во времени сигналов датчика меток ДМ относительно сигналов синхронизатора С может служить мерилем рассогласования.

Схема управления 11 обрабатывает получаемую от упомянутых выше датчиков информацию и при наличии рассогласования в направлении отставания рисунка воздействует на корректирующий двигатель 12 таким образом, что число оборотов вала механизма подачи увеличивается и скорость подачи соответственно возрастает. Обгонная муфта при этом разъединяется.

На рис. 2 приведено три варианта схемы управления неререверсивного устройства, отличающиеся структурой логической части, определяющей закон изменения воз-

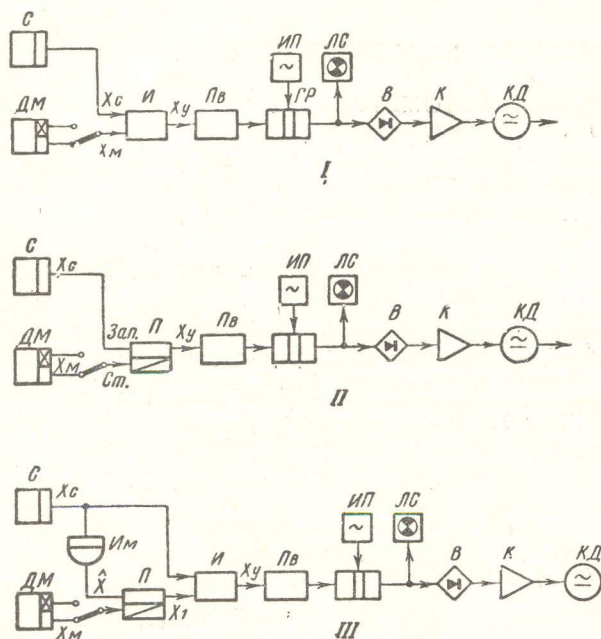


Рис. 2. Структурные схемы управляющей части нереверсивного устройства для центрирования рисунка:

I — пропорционального, с ограничением области пропорциональности шириной метки; II — пропорционального; III — пропорционального, с ограничением области пропорциональности длительностью сигнала от синхронизатора.

действия X_y , которое управляет корректирующим двигателем КД.

В схеме I сигналы синхронизатора X_c и датчика меток X_m поступают на вход элемента, выполняющего логическую операцию И (совпадение). При этом управляющее корректирующим двигателем воздействие X_y появляется на выходе этого элемента только при наличии (совпадении) сигналов обоих датчиков. Остальные элементы структурной схемы служат для передачи управляющего воздействия X_y корректирующему двигателю.

Для устройства, выполненного по схеме I, угол α сектора-маски δ (см. рис. 1) определяется из уравнения:

$$\alpha = 360 \left(1 - \frac{b + 2\Delta_0}{l} \right) \text{ град},$$

где b — ширина метки;

l — шаг рисунка;

Δ_0 — допустимое рассогласование.

Если рассогласование Δ не превышает допустимое, то сигнал X_m укладывается в промежуток времени, когда отсутствует сигнал X_c . Если рассогласование превышает допустимое ($\Delta > \Delta_0$), то сигналы X_c и X_m частично или полностью (при $\Delta - \Delta_0$, превышающем ширину метки) совмещаются во времени. В первом случае длительность управляющего воздействия X_y пропорциональна разности $\Delta - \Delta_0$, а во втором — не зависит от нее и равна продолжительности сигнала от датчика меток. Таким образом, для расширения области пропорционального управления корректирующим двигателем необходимо увеличивать ширину метки, что не всегда возможно из эстетических соображений.

В схеме II (см. рис. 2) используется логический элемент ПАМЯТЬ, на записывающий вход которого подается сигнал от синхронизатора, а на стирающий — от датчика меток. Управляющее воздействие X_y на выходе этого элемента появляется (записывается) одновременно с формированием переднего фронта сигнала синхронизатора X_c и исчезает (стирается) только с появлением сигнала X_m от датчика меток (независимо от длительности X_c). При наличии сигнала на обоих входах управляющее воздействие равно нулю.

При выполнении центрирующего устройства по схеме II синфазное положение рисунка соответствует совпадению во времени передних фронтов сигналов X_c и X_m , а длительность t_y управляющего воздействия X_y равна промежутку времени между фронтами указанных сигналов, т. е. пропорциональна рассогласованию (независимо от его величины). Минимально допустимая ширина метки при этой схеме определяется из уравнения

$$b = \frac{\alpha l}{360} + \Delta_0$$

и может быть равна 2—3 мм, что приемлемо для большинства случаев.

Недостатком схемы II является опасность неустойчивой работы при больших рассогласованиях, когда корректирующий двигатель разгоняется до максимальной скорости и может по инерции перевести метку через синфазное положение, что в следующем цикле будет воспринято устройством как максимальное рассогласование. Длительность управляющего воздействия при этом возрастет до максимальной величины, что вызовет новое переэкспонирование и т. д. В то же время уменьшение (с целью предотвращения неустойчивой работы) амплитуды корректирующего воздействия (например, числа оборотов корректирующего двигателя) приводит к уменьшению скорости отработки малых рассогласований и соответственно к увеличению числа изделий со смещенным рисунком этикетки.

В схеме III используются элементы И, ПАМЯТЬ и ИМПУЛЬС (выдающий импульс при появлении фронта сигнала X_c). Управляющее воздействие возникает при формировании переднего фронта сигнала X_c и длится до появления сигнала X_m либо до исчезновения X_c . Таким образом, длительность t_y управляющего воздействия X_y пропорциональна рассогласованию, но не превышает длительности сигнала от синхронизатора, т. е. ограничивая угол раствора маски последнего (в зависимости от инерционности механизма подачи и корректирующего двигателя), можно исключить опасность неустойчивой работы при больших рассогласованиях и одновременно получить приемлемую скорость отработки малых рассогласований. Ширина метки в устройстве, выполненном по схеме III, выбирается из условия $v \leq \Delta_0$ и может быть принята достаточно малой (1—2 мм).

На рис. 3 приведена электрическая схема устройства по структурной схеме III.

В этой схеме в качестве чувствительных элементов фотодатчиков применены высокочувствительные, малоинерционные фототранзисторы ФТГ-2 (ΦT_1 , ΦT_2) с длительным сроком службы. Питание фотодатчиков стабилизировано кремниевыми стабилизаторами Д813 (D_1 , D_3), а амплитуда выходного сигнала ограничена стабилизаторами Д808 (D_2 , D_4). Режим работы фототранзисторов устанавливается резисторами R_2 и R_{10} , причем в схеме датчика меток предусмотрен вольтметр с пределами измерений 1 и 10 в для периодического контроля уровня фона (0,2—0,4 в) и сигнала от метки (1—7 в). Для усиления мощности фотодатчики снабжены эмиттерными повторителями (T_1 , T_2). Кроме того, датчик имеет специальный усилитель (T_3 , T_4), работающий в

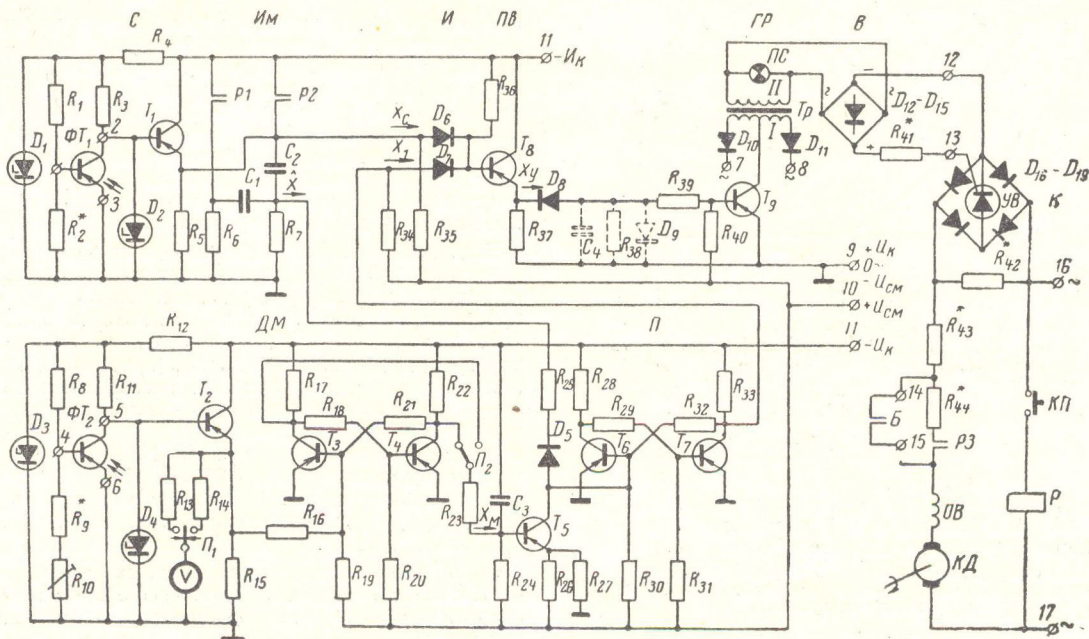


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема пропорционального неререверсивного устройства для центрирования рисунка этикетки с ограничением области пропорциональности длительностью сигнала от синхронизатора.

релейном режиме и позволяющий снимать выходной сигнал с прямого (коллектор T_4) или инверсного (коллектор T_3) выхода. Этот усилитель необходим для получения униполярного сигнала постоянной амплитуды при различных цветовых соотношениях фона и метки.

Элемент ИМПУЛЬС выполнен в виде дифференцирующего звена (C_2, R_7), в котором ток заряда конденсатора C_2 создает на резисторе R_7 импульс отрицательной полярности, подаваемый на записывающий вход элемента ПАМЯТЬ через ограничительный резистор R_{25} . Диод D_5 , задерживающий возникающий при разряде конденсатора импульс положительной полярности.

Элемент ПАМЯТЬ выполнен по схеме триггера (T_6, T_7), возвращаемого в исходное состояние (T_6 закрыт, T_7 открыт) положительным потенциалом, который подается на базу транзистора T_8 при отпирании транзистора T_5 стирающим сигналом [3].

Элемент И, выполненный на диодах D_6, D_7 и резисторах R_{34}, R_{35}, R_{36} , совмещен с элементом ПОВТОРЕНИЕ (PB), который служит для усиления выходной мощности логической части схемы. Если оба диода элемента закрыты отрицательными сигналами, то транзистор T_8 открыт и на его нагрузке R_{37} появляется сигнал X_y , управляющий ключом корректирующего двигателя. При отсутствии любого из сигналов на входе элемента И транзистор T_8 запирается положительным смещением.

Схема управления и цепь корректирующего двигателя механически разделены с помощью элемента ГР, на первичную обмотку трансформатора в котором подается через диоды D_{10} и D_{11} напряжение от источника переменного тока со средней точкой, соединенной с общим проводом схемы (9). Если транзистор T_9 открыт сигналом X_y , то в плечах обмотки I поочередно протекает усиливающий ток и в обмотке II индуцируется переменная э.д.с., питающая цепь управления тиристора УВ лампу сигнализации коррекции ЛС. Если транзистор закрыт, то ток в цепи управления близок к нулю.

Между элементами ПВ и ГР может быть включено звено временной задержки C_4, R_{38} , улучшающее реакцию схемы на малые рассогласования при высоких скоростях ленты оберточного материала. Диод D_8 препятствует разряду C_4 через R_{37} , а D_9 — заряду его напряжением смещения при отсутствии сигнала.

В качестве корректирующего двигателя используется универсальный коллекторный электродвигатель, к нему последовательно подключены резисторы R_{42} и R_{43} , обеспечивающие работу на искусственных механических характеристиках, приведенных на рис. 4. Включению обоих резисторов соответствует характеристика 1, на которой число оборотов n_n при моменте нагрузки M_n ниже количества оборотов, сообщаемых со стороны привода через обгонную муфту n_0 . В результате двигатель принимает на себя только часть нагрузки M_0 и скорость его вращения равна n_0 .

При наличии сигнала X_y (см. рис. 3) цепь управления ключа переменного тока, образованного диодами $D_{16} - D_{19}$ и тиристором УВ, получает питание от трансформатора Тр (через выпрямитель $D_{12} - D_{15}$ и ограничивающий резистор R_{41}), что приводит к отпиранию тиристора УВ, шунтирующего резистор R_{42} , и форсированию двигателя (см. рис. 4, характеристику 2). Избыточный момент $M_\Phi - M_n$ разгоняет якорь и механизм подачи до оборотов n_Φ (при этом обгонная муфта разъединяется).

Для остановки корректирующего двигателя при выключении основного привода (например, при блокировке подачи) в цепь включены размыкающиеся блокировочные контакты Б (см. рис. 3).

В схеме предусмотрена возможность полуавтоматической установки ленты оберточного материала после заправки в синфазное положение с помощью реле Р, срабатывающего при нажатии кнопки КП. При этом контакты РЗ включают в цепь двигателя резистор R_{44} , который совместно с резисторами R_{42} и R_{43} выводит двигатель на характеристику 3 (см. рис. 4), где при момен-

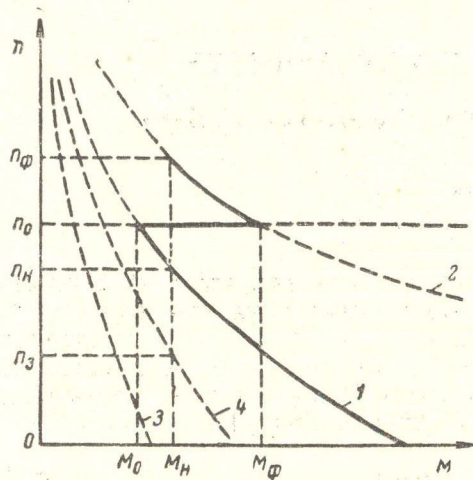


Рис. 4. Механические характеристики корректирующего двигателя в режимах: 1 — нормальной работы; 2 — форсирования при коррекции; 3 — торможения; 4 — заправочной скорости.

те $M_{\text{н}}$ число оборотов равно нулю, т. е. двигатель заторможен. Одновременно с помощью контактов $P1$ (см. рис. 3) дифференцирующего звена C_1, R_7 на записывающий вход элемента ПАМЯТЬ подается импульс, а контакты $P2$ блокируют транзистор T_1 , имитируя сигнал X_c . В итоге срабатывает ключ, шунтирующий резистор R_{42} , двигатель переходит на характеристику 4 (см. рис. 4) и, вращаясь со скоростью n_3 (заправочной), перемещает ленту оберточного материала до тех пор, пока метка не подойдет к синфазному положению.

Электрические схемы для вариантов I и II не приводятся, так как они легко могут быть получены из схемы рис. 3 путем исключения соответствующих элементов.

Исследование описанных схем на специальном стенде, содержащем механизм подачи и резки оберточного материала от заверточного автомата ЗКЦА, дало положительные результаты, что позволяет рекомендовать их для применения в заверточных автоматах производительностью до 400 шт/мин.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

Применение устройств, содержащих элементы с малым быстродействием (реле, электромагниты, муфты, тормоза и т. п.) для центрирования рисунка этикетки

в заверточных автоматах, ограничивает повышение производительности последних. Увеличение быстродействия центрирующих устройств может быть достигнуто путем использования в их схеме бесконтактных полупроводниковых логических и функциональных элементов и применения в каждом цикле коррекции скорости непрерывной подачи ленты оберточного материала при отклонении рисунка этикетки от заданного положения. В частности, могут быть применены описанные в статье нереверсивные схемы подобных устройств.

Если применяемые оберточные материалы допускают нанесение меток или заменяющих их элементов рисунка шириной 8—10 мм, то целесообразно использовать простейшую схему с одним логическим элементом И (рис. 2, вариант I). Если конструкция автомата и характер применяемых оберточных материалов исключают появление случайных больших рассогласований (свыше 20—30 мм), можно применять схему с логическим элементом ПАМЯТЬ (вариант II), позволяющую уменьшить ширину метки до 2—3 мм. Наконец, схема, содержащая элементы И, ПАМЯТЬ и ИМПУЛЬС (вариант III), позволяет сократить ширину метки до 1—2 мм и ограничить опасность неустойчивой работы устройства при сколь угодно больших рассогласованиях.

Общий недостаток нереверсивных устройств заключается в том, что любое рассогласование в направлении опережения, выходящее за пределы допустимого (Δ_0), они воспринимают как рассогласование в сторону отставания, равное $l - (\Delta - \Delta_0)$, и вырабатывают корректирующее воздействие, ускоряющее подачу. С целью предотвращения неустойчивой работы подобных устройств шаг рисунка на ленте оберточного материала должен несколько превышать подачу последней в каждом цикле. В случаях применения оберточных материалов, не позволяющих исключить возможность рассогласования в направлении опережения, а также в высокопроизводительных автоматах с большими скоростями подачи ленты (где избежать перекорректирования трудно) следует применять более сложные реверсивные центрирующие устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бройдо Б. Е. Упаковочные автоматы. К., Гостехиздат УССР, 1961.
2. Кноп Л. Л., Рахлевский И. А., Нахмен М. Л. Устройства для центрирования рисунка в заверточных автоматах. М., Труды ВНИЭКИ-Продмаш, вып. 5, 1959.
3. Нейштадт И. С., Свирский Ю. К. Система логических элементов для автоматизации промышленных объектов. М., ГОСИНТИ, вып. 4—64—886/25, 1964.