

УДК 621.867:681.5

Либерман Я.Л.¹, канд. техн. наук, доцент, Летнев К.Ю.¹, инженер, Горбунова Л.Н.², канд. техн. наук, доцент

¹Уральский федеральный университет, 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

²Сибирский федеральный университет, 660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79/10.

E-mail: Yakov_Liberman@List.ru

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫМИ ПРИВОДАМИ

Аннотация: В статье рассматривается проблема управления ленточными конвейерами, использующимися в производственных системах с межоперационным транспортированием грузов на последовательно расположенных технологических позициях и в гибких автоматизированных производственных системах, в которых технологические операции выполняются на оборудовании с программным управлением.

В производственных системах с межоперационным транспортированием грузов ленточный конвейер необходимо периодически останавливать, снижая с определенным темпом торможения скорость до нуля, а затем, после выстоя в течение некоторого времени, запускать его снова с определенным темпом разгона.

В гибких автоматизированных производственных системах периодические остановки и пуски ленточных конвейеров должны осуществляться путем программного управления.

В статье приведены специальные системы управления ленточными конвейерами на шаговых электроприводах и реле времени с часовым механизмом и системы плавного разгона-торможения конвейера, построенные в виде контроллеров, которые не только включают и выключают управляемый им привод, но и осуществляют его разгон и торможение по определенному закону.

Для автоматического управления темпом разгона и торможения, а также рабочей скоростью привода ленточного конвейера предложены технические решения, защищенные Патентами РФ.

Ключевые слова: разгон, торможение, привод, ленточный конвейер.

Информация о статье: принята 01 июня 2019 г.

DOI: 10.26730/1816-4528-2019-2-3-9

Введение

Режимы работы ленточных конвейеров могут быть разными и они могут эксплуатироваться на разных скоростях, однако в процессе работы конвейера его скорость не изменяют. Тем не менее, существуют ситуации, когда конвейер необходимо периодически останавливать, снижая скорость до нуля, а затем, после выстоя в течение определенного времени, запускать его снова. Такой режим работы конвейера характерен для производственных систем, где требуется межоперационное транспортирование грузов, обрабатываемых на последовательно расположенных технологических позициях.

В последнее время все более и более широкое распространение получают гибкие автоматизированные производственные системы, в которых технологические операции выполняются на оборудовании с программным управлением. В подобных производственных системах периодические остановки и пуски конвейеров должны осуществляться также путем программного управления. Это привело к появлению специальных систем управления ленточными конвейерами типа систем управления

шаговыми перемещениями с программируемыми шагом и временем выстоя.

Цель работы: разработка автоматической системы управления темпом разгона и торможения, а также рабочей скоростью привода ленточного конвейера.

Системы управления ленточными конвейерами на шаговых электроприводах и реле времени

Первоначально специальные системы управления ленточными конвейерами строились на шаговых электроприводах и реле времени с часовым механизмом. Реле времени в них настраивается на заданное время, в течение которого оно пропускает импульсы от специального генератора на кольцевой распределитель импульсов и далее на шаговый электродвигатель. Последний вращает приводной барабан конвейера. По истечении заданного времени реле перестает пропускать импульсы и привод конвейера останавливается. Реле продолжает работать вхолостую, отсчитывая время выстоя конвейера, после чего цикл повторяется.

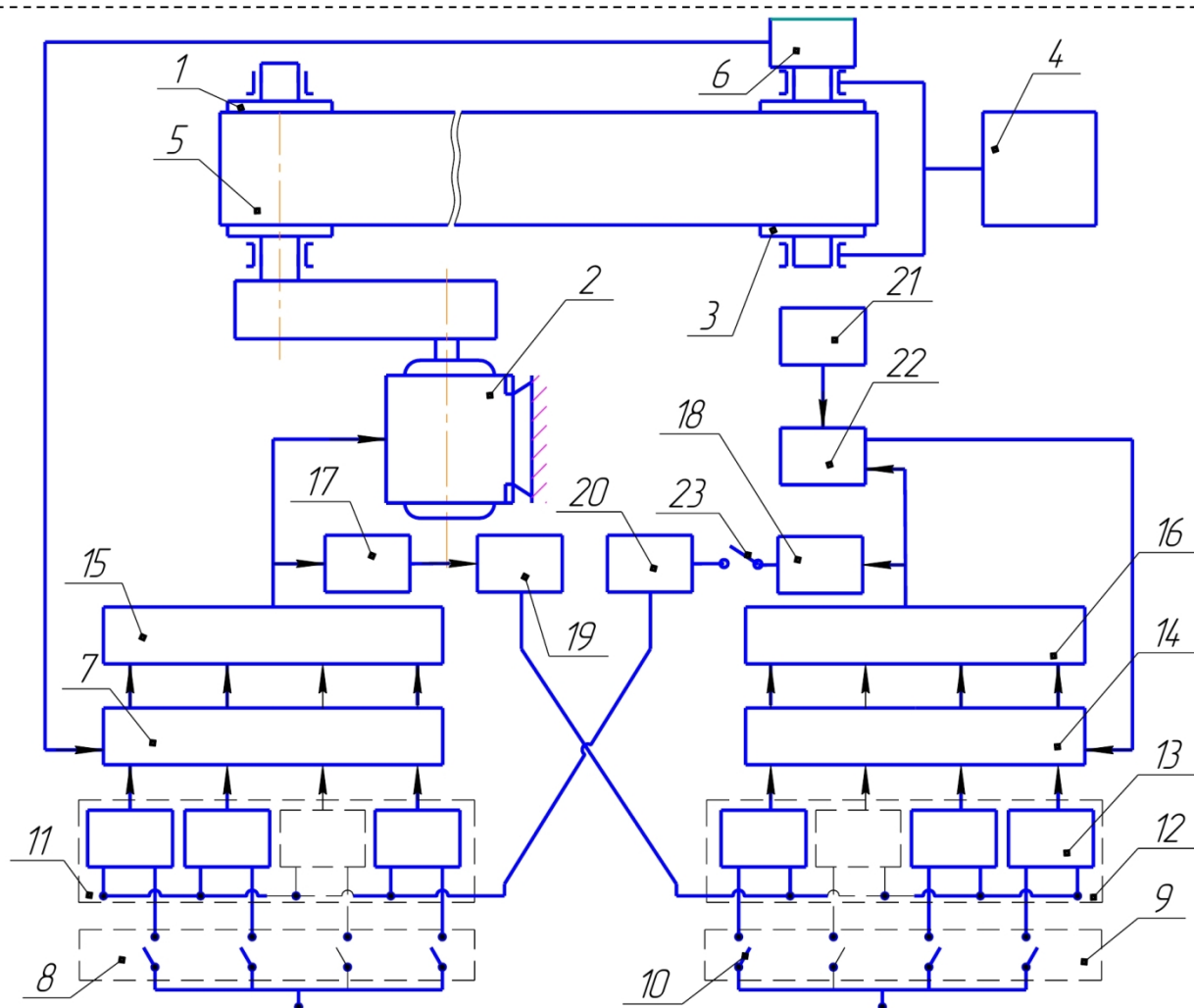


Рис. 1. Система управления конвейером
Fig. 1. Conveyor control system

Описанные системы оказались практически малоприемлемыми из-за недостатков, принципиально присущих используемым реле времени и шаговым двигателям, поэтому сегодня системы шагового перемещения для ленточных конвейеров строятся, как правило, на регулируемых двигателях. Одна из систем [1] с таким двигателем приведена на рис. 1.

Перед работой системы включают генератор импульсов 21, на программаторе 8 набирают в двоичном коде величину шага периодического перемещения конвейера, а на программаторе 9 также в двоичном коде набирают время выстоя конвейера после очередного перемещения. Счетчики 7 и 14 в это время предварительно обнулены, на выходах элементов 15 и 16 тоже «нули», на выходах нуль-органов 17 и 18 «единицы», но, поскольку эти «единицы» возникли раньше, на выходах дифференцирующих элементов 19 и 20 сигналов нет. Затем включают выключатель 23. При этом «единица» с выхода нуль-органа 18 поступает на дифференцирующий элемент 20. «Единица» отображается сигналом, из которого элемент 20 «вырезает» передний фронт и получившийся в результате импульс с элемента 20 поступает на шину управления ключевой схемы 11. Кодовая комбинация, набранная в программаторе 8, проходит через ключевую схему и вводится в

счетчик 7. Она появляется также на выходах этого счетчика и на входах элемента 15. На выходе этого элемента появляется сигнал «единица», этот сигнал включает привод 2, конвейер начинает перемещать ленту. На выходе нуль-органа 17 «единица» превращается в «ноль», но дифференцирующий элемент на это не реагирует, так он способен «вырезать» из входного сигнала только передний фронт, но не задний. Когда привод 2 заработал и лента 5 начала перемещаться, датчик импульсов 6 начнет выдавать импульсы в счетчик 7. Поскольку счетчик вычитающий, число на его выходе при приходе каждого импульса на счетный вход счетчика будет уменьшаться на «единицу». Когда запрограммированная кодовая комбинация будет отработана, счетчик 7 обнулится, на его выходах и на входах элемента 15 будут одни «нули», на выходе элемента 15 появится «ноль», привод 2 выключится, а на выходе нуль-органа 17 появится «единица». При ее появлении дифференцирующий элемент 19 выдаст короткий импульс. Этот импульс поступит на управляющий вход ключевой схемы 12 и заставит кодовую комбинацию, набранную в программаторе 9, пройти через шины параллельного ввода кода в счетчик 14. На выходах счетчика и на входах элемента 16 эта комбинация

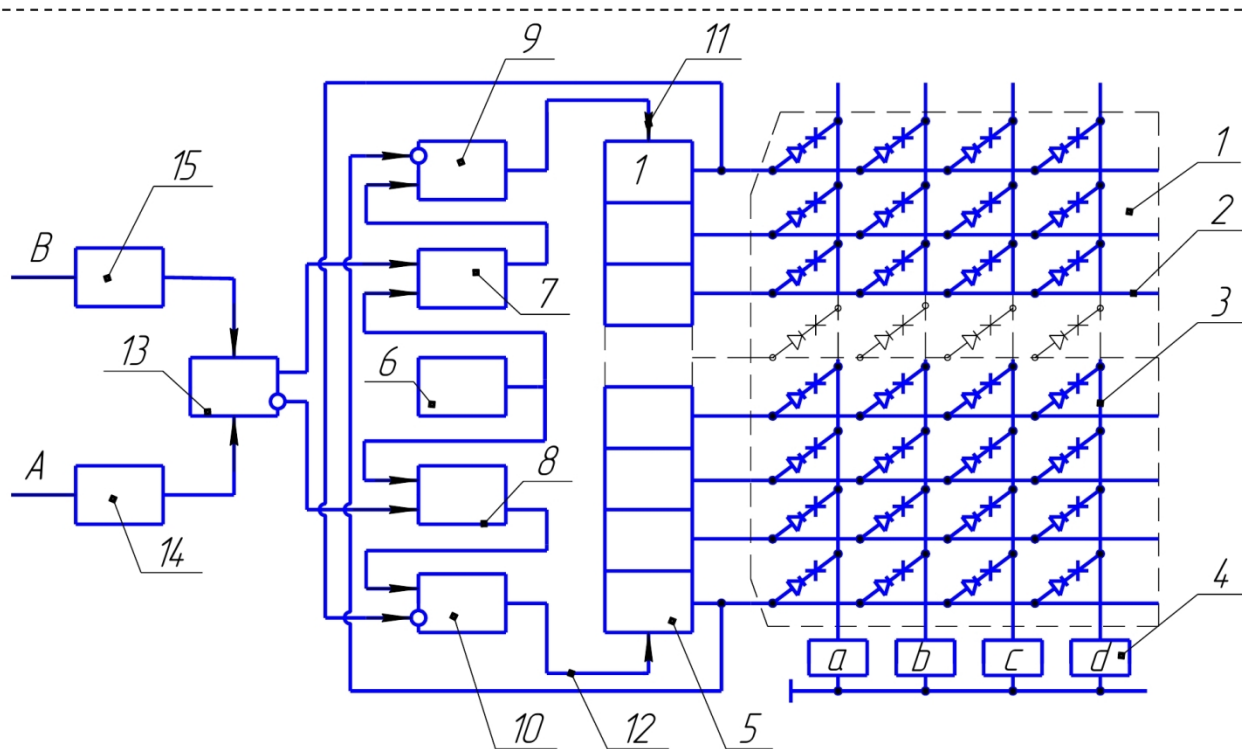


Рис. 2. Система плавного разгона-торможения конвейера с программируемой логической матрицей
Fig. 2. Conveyor smooth acceleration-braking system with programmable logic matrix

тоже появится, а это приведет к возникновению на выходе элемента 16 «единицы».

Когда «единица» поступит на вход нуля-органа 18, на его выходе будет «ноль», на который дифференцирующий элемент 20 не среагирует. Но, поступив на первый вход элемента «И» 22, эта «единица» заставит проходить через этот элемент импульсы от генератора 21, поступающие на второй вход элемента 22. На выходе последнего появятся импульсы, которые будут поступать на счетный вход счетчика 14 и постепенно уменьшать введенную в него запрограммированную кодовую комбинацию. Когда счетчик обнулится, это будет означать, что запрограммированное время выстоя конвейера истекло. На выходе элемента 16 «единица» сменится «нулем». Импульсы от генератора 21 на счетчик 14 проходить перестанут, на выходе нуля-органа 18 появится «единица», дифференцирующий элемент 20 «вырежет» из нее передний фронт, на шину управления ключевой схемы 11 поступит импульс, в счетчик 7 снова введется кодовая комбинация, набранная в программаторе 8, и перемещение конвейера начнется вновь – цикл повторится. При необходимости прекратить повторение достаточно разомкнуть выключатель 23.

В описанной системе управления перемещение конвейера и время его выстоя отсчитываются с высокой точностью (время – секунды, перемещение – миллиметры). Регулируемый привод (постоянного тока или асинхронный частотно-регулируемый) работает без пульсаций момента, свойственных шаговому приводу. Вместе с тем при коротких шагах и частых включениях-выключениях в рассмотренной системе и ей подобных системах возможен перегрев двигателя. Во избежание этого им следует управлять, производя разгон и торможение конвейера

постепенно и плавно, с учетом инерционности перемещаемых масс.

Системы управления ленточными конвейерами с помощью контроллеров

Устройства и системы плавного разгона-торможения конвейера, а по сути, его привода, могут быть построены в виде контроллеров, формирующих последовательность команд, изменяющихся по определенному закону, либо в виде регуляторов, плавно изменяющих аналоговый сигнал, служащий задающим сигналом скорости привода.

На рис. 2 показана система типа контроллера [2].

В ней два основных блока: программируемая логическая матрица и блок чтения информации с нее, построенный на реверсивном регистре сдвига.

Матрица 1 состоит из входных 2 и выходных 3 шин, соединяемых при программировании через диоды, предотвращающие возникновение ложных цепей (точки возможных соединений при программировании на рисунке обозначены знаками *). К выходным шинам подключены релейные исполнительные элементы 4 (электронные или электромагнитные реле «а», «b», «с», «d»). Блок чтения информации с матрицы включает в себя реверсивный регистр сдвига 5, генератор импульсов 6, первый 7 и второй 10 логические элементы «ЗАПРЕТ», шины 9 и 12 прямого и обратного сдвига регистра и RS-триггер 13.

Выход генератора 6 соединен с первым входом первого элемента «И» 7 и с первым входом второго элемента «И» 8, выход первого элемента «И» 7 соединен с прямым входом первого элемента «ЗАПРЕТ» 9, выход второго элемента «И» 8 соединен с

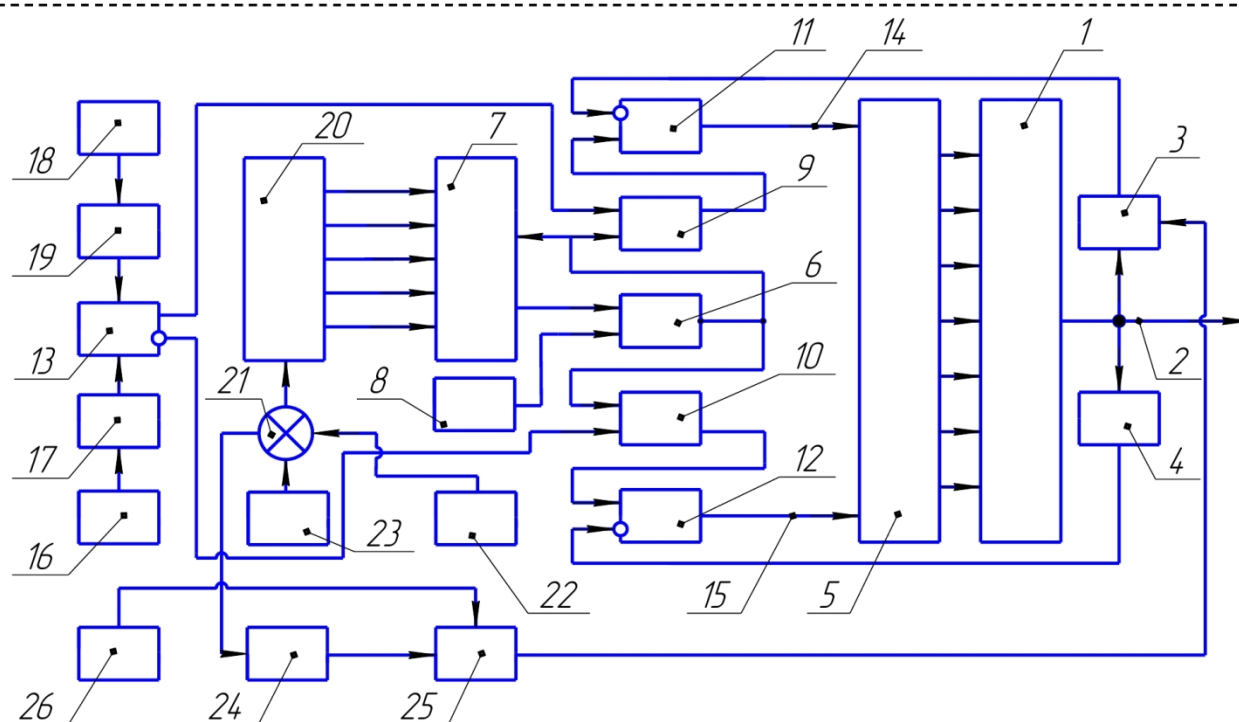


Рис. 3. Система управления конвейерным приводом с автоматической перенастройкой закона его разгона-торможения

Fig. 3. Conveyor drive control system with automatic reconfiguration of the law of its acceleration-braking

прямым входом второго элемента «ЗАПРЕТ» 10, выход последней ячейки регистра 5 соединен с инвертирующим входом первого элемента «ЗАПРЕТ» 9, выход которого связан с шиной прямого сдвига регистра 11, выход первой ячейки регистра соединен с инвертирующим входом второго элемента «ЗАПРЕТ» 10, выход которого связан с шиной обратного сдвига регистра 12. Выходы регистра соединены со входами 2 программируемой логической матрицы, прямой выход RS-триггера 13 соединен со вторым входом первого элемента «И» 7, инверсный выход RS-триггера 13 соединен со вторым входом второго элемента «И» 8, причем первый вход RS-триггера 13 подключен к шине пуска контроллера А через одновибратор 14, а второй вход RS-триггера 13 подключен к шине его останова В через одновибратор 15.

Перед использованием контроллера в первую ячейку регистра сдвига 5 записывают логическую «единицу». В зависимости от конструкции привода, для управления которым должен быть применен контроллер, и инерционности перемещаемых им масс определяют, каков должен быть закон разгона и торможения привода и каковы должны быть для его реализации последовательности комбинаций включаемых исполнительных элементов контроллера во времени. В соответствии с требуемой последовательностью комбинаций включаемых исполнительных элементов матрица программируется.

При использовании контроллера включают генератор импульсов 6. Одновременно с этим подают сигнал «пуск» на соответствующую шину А. На прямом выходе триггера 13 оказывается «единица», а на инверсном – «ноль». Первый элемент «И» 7 оказывается включенным, а второй 8 – выключенным.

Импульсы от генератора 5 проходят через включенный элемент «И» 7 на шину сдвига регистра, и «единица» в регистре начинает последовательно сдвигаться в нем, подавая напряжение на первую, вторую, третью и т.д. входные шины матрицы. В соответствии с заданной программой будет появляться напряжение на выходных шинах матрицы 3 и будут последовательно (в запрограммированных комбинациях) включаться исполнительные элементы контроллера 4, подавая на управляемый привод соответствующие сигналы и разгоняя его по заданному закону. Когда «единица» в регистре 5 дойдет до последней ячейки, сдвиг в регистре прекратится и исполнительные элементы устройства 4 окажутся в состояниях, соответствующих окончанию разгона управляемого привода, т.е. его рабочему ходу. Когда потребуется привод остановить, предварительно выполнив его торможение, на шину В контроллера должен быть подан сигнал «стоп». Триггер 13 переключается, на его прямом выходе появляется сигнал «ноль», а на инверсном – «единица». Импульсы от генератора 5 начнут проходить через второй элемент «И» 8 и на шину обратного сдвига регистра 12. Комбинации включенных исполнительных элементов 4 последуют во времени в обратном порядке, а сигналы от них, поступая на управляемый контроллером привод, начнут его скорость снижать. Так будет продолжаться до тех пор, пока логическая «единица» в регистре 5 не окажется в первой ячейке. Это приведет к включению исполнительных элементов в комбинации, соответствующей останову привода. После требуемого выстоя привод может быть снова введен в режим разгона сигналом «пуск» и все повторится аналогично.

Таким образом, описанный контроллер оказывается способен не только включать и выключать управляемый им привод, но и осуществлять его разгон и торможение по требуемому закону. Вместе с тем он имеет и существенные недостатки.

Во-первых, он пригоден лишь для управления приводами, скорость которых изменяется путем перекоммутации обмоток двигателя или входящих в состав привода пусковых сопротивлений. Это обеспечивает более или менее плавные, но все же ступенчатые разгон и торможение привода. Во-вторых, при значительных изменениях массы груза, транспортируемого конвейером, матрицу контроллера нужно перепрограммировать. Ликвидировать эти недостатки можно, ориентируясь на применение в конвейерах приводов с бесступенчатым регулированием скорости и конвейерных весов, автоматически измеряющих массу перемещаемого конвейером груза.

На рис. 3 показана схема системы разгона-торможения конвейерного привода, построенная с учетом этого.

В ее основу положен принцип действия контроллера, предложенного в [3], и развитый далее таким образом, что контроллер стал, по существу, регулятором напряжения [4]. Основным его элементом является преобразователь код-напряжение 1, выход которого соединен с выходной шиной 2 системы, подключаемой к управляемому приводу.

Кроме него в систему входят: пороговый элемент 3 с регулируемым порогом срабатывания, соединенный своим рабочим входом с выходом преобразователя 1; нуль-орган 4, также соединенный своим рабочим входом с выходом преобразователя 1; реверсивный двоичный счетчик импульсов 5 (его емкость равна $2^{10}-2^{11}$), выходы которого подключены ко входам преобразователя 1; программируемый генератор импульсов, состоящий из двухвходового логического элемента «ИЛИ-НЕ» 6, выход которого является выходом генератора, программируемого блока задержки 7, опорный вход которого соединен с выходом элемента «ИЛИ-НЕ», а выход – с первым входом этого элемента, и блока формирования команды включения-выключения 8 генератора, соединенного со вторым входом элемента 6.

Система содержит также первый 9 и второй 10 логические элемент «И», которые соединены с выходом элемента 6, первый элемент «ЗАПРЕТ» 11, прямой вход которого соединен с выходом логического элемента 9, второй логический элемент «ЗАПРЕТ» 12, прямой вход которого соединен с выходом элемента 10, RS-триггер 13, прямой выход которого соединен со вторым входом элемента 9, а инверсный выход – со вторым входом элемента 10. Выход элемента «ЗАПРЕТ» 11 соединен с суммирующим входом 14 реверсивного счетчика 5, выход элемента «ЗАПРЕТ» 12 соединен с вычитающим входом 15 счетчика 5, причем первый вход RS-триггера 13 подключен к задатчику команды «ПУСК» 16 системы (при необходимости это может быть осуществлено через формирователь импульсов (одно-вибратор) 17), второй вход RS-триггера 13 подключен к задатчику команды «СТОП» 18 системы (это

может быть произведено, если потребуется, через формирователь импульсов 19), выход порогового элемента 3 связан с инвертирующим входом элемента «ЗАПРЕТ» 11, а выход нуль-органа 4 – с инвертирующим входом элемента «ЗАПРЕТ» 12. Наряду с этим система снабжена аналого-цифровым преобразователем 20, выход которого связан с программирующим входом программируемого блока задержки 7 генератора импульсов, сумматором 21, выход которого соединен со входом аналого-цифрового преобразователя 20, задатчиком массы 22 движущихся частей конвейера и датчиком массы 23 груза, перемещаемого конвейером, выходы которых соединены со входами сумматора 21, блоком вычисления квадратного корня из входного сигнала 24, вход которого соединен с выходом сумматора 21, блоком деления сигналов 25, первый вход которого, предназначенный для ввода делителя, соединен с выходом блока 24, второй вход, предназначенный для ввода делимого, соединен с задатчиком настроенного сигнала 26, а выход связан с регулировочным входом порогового элемента 3. перечисленные элементы системы имеют общеизвестную конструкцию. Элементы 16 и 18 – кнопки, элемент 26 – потенциометр, преобразователи 1 и 20, счетчик 5, логические элементы, нуль-орган 4 и пороговый элемент 3 построены так, как описано в справочниках по автоматике, в частности в [5]. Оригинальна лишь схема программируемого блока задержки 7. Она содержит элементы задержки 27 опорного сигнала на время, кратное степени числа 2: на $t_1, t_2 = 2t_1, t_3 = 4t_1, \dots, t_i = 2^{i-1} \cdot t_1, \dots, t_n = 2^{n-1} \cdot t_1$, и аналоговые переключатели 28, управляемые двоичными логическими сигналами «ноль» и «единица» А, В, ..., I, ..., N.

Блок состоит из ячеек, каждая из которых представляет собой две параллельные цепочки, первая из которых со входом ячейки соединена напрямую, а вторая – через элемент 27. Выходы цепочек соединены с коммутируемыми входами переключателей 28 следующим образом: первая – с нормально замкнутым входом, вторая – с нормально разомкнутым. Выходы переключателей 28 являются выходами ячеек. При этом все ячейки соединены последовательно, и вход первой из них является опорным входом всего блока задержки, а выход последней – выходом всего блока.

Перед эксплуатацией системы датчик 23 устанавливается во взаимодействие с грузонесущими частями конвейера – в конвейерных весах. На основе заранее известных экспериментальных данных настраивают задатчик 26 (в процессе опытной эксплуатации конвейера с приводом, управляемым системой, может быть произведена уточняющая поднастройка задатчика). С помощью задатчика 22 в сумматор 21 вводится сигнал, отображающий массу движущихся частей конвейера. Больше никакой настройки системы не требуется, поскольку она дальше будет работать с автоматической перенастройкой закона разгона-торможения привода в соответствии с массой груза, перемещаемого конвейером.

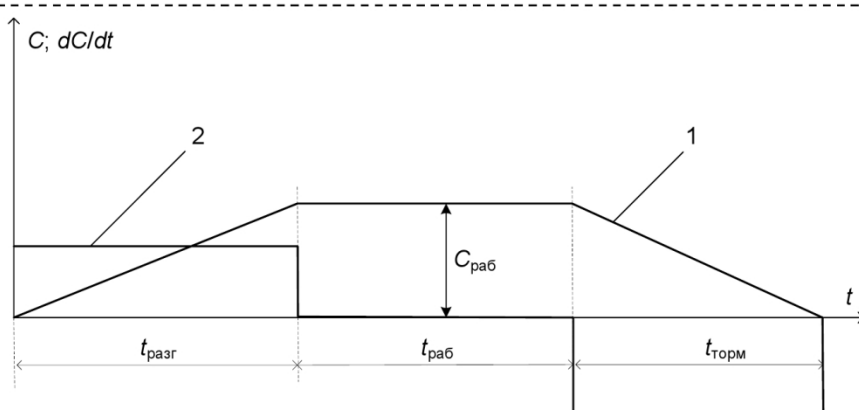


Рис. 4. Изменение сигнала C (кривая 1) и его производной (кривая 2) при работе системы управления разгоном-торможением привода по рис. 3
Fig. 4. Change in signal C (curve 1) and its derivative (curve 2) during operation of the drive acceleration-brake control system according to Fig. 3

Происходить это будет так. При загрузке конвейера грузом датчик массы груза 23 выдаст соответствующий сигнал, который, будучи просуммирован сумматором 21 с сигналом от задатчика 22, поступит на аналого-цифровой преобразователь 20 и на блок извлечения квадратного корня 24. Преобразователь 20 запрограммирует блок задержки 7 на определенное, пропорциональное массе движущихся частей конвейера с грузом время задержки. Блок 24 передаст сигнал блоку деления 25, который выдаст сигнал $\frac{k}{\sqrt{m}}$, где k – сигнал от задатчика 26, а m – сигнал от сумматора 21. При включении блока включения-выключения 8 генератора на его выходе появится сигнал «ноль», который инвертируется элементом «ИЛИ-НЕ» 6, превратится в «единицу», пройдет на блок задержки 7, задержится в нем на запрограммированное время, затем пройдет на элемент 6 и инвертируется, вновь превратившись в «ноль». Это процесс будет создавать на выходе элемента 6 импульсы, частота которых будет соответствовать массе частей конвейера с грузом. Одновременно с этим сигнал с выхода блока 25 поступит на регулировочный вход порогового элемента 3 и задаст его порог срабатывания. Этот порог при правильно выбранном k будет соответствовать предельно допустимой рабочей скорости конвейера, обусловленной максимально допустимой величиной ее кинетической энергии. При подаче команды «ПУСК» задатчиком 16, триггер 13 выдаст сигнал, обеспечивающий прохождение импульсов с выхода элемента 6 на суммирующий вход 14 реверсивного счетчика 5. Число на выходе счетчика начнет возрастать, что вызовет рост сигнала напряжения на выходе преобразователя 1. Этот сигнал, поступая с выхода 2 устройства на привод управляемого конвейера, заставит его разгоняться с ускорением, соответствующим массе подвижных частей конвейера с грузом. Когда этот сигнал достигнет величины, ограниченной порогом срабатывания элемента 3, последний выдаст «единицу» и прохождение импульсов на счетчик 5 от элемента 6 прекратится. На выходе 2 зафиксируется сигнал, задающий рабочую скорость привода конвейера. При подаче команды «СТОП»

задатчиком 18 триггер 13 переключится, что приведет к поступлению импульсов от генератора (с выхода элемента «ИЛИ-НЕ») на вычитающий вход 15 счетчика 5. Число на выходе счетчика будет уменьшаться, напряжение на выходе 2 преобразователя 1 будет тоже уменьшаться, и когда оно станет равно нулю, привод конвейера воспримет это как сигнал остановки. Поскольку частота импульсов от генератора и в этом случае определена массой подвижных частей конвейера с грузом, скорость уменьшения сигнала на выходе 2, обуславливающая режим торможения привода, при этом так же, как и при разгоне, будет функцией этой массы. Когда нуль-орган 4 системы получит с шины 2 сигнал напряжения «ноль», на его выходе появится «единица» и импульсы от элемента 6 пройдут на вычитающий вход 15 счетчика 5 перестанут. Система вновь будет готова к работе в режиме разгона привода.

Таким образом, темп разгона и торможения, а также рабочая скорость привода, подключаемого к выходу системы, будут задаваться системой автоматически в зависимости от массы конвейера с грузом, без перепрограммирования, требуемого при использовании контроллера, показанного на рис. 2, причем при указанной величине емкости счетчика 5 и соответствующей дискретности преобразователя код-напряжение 1 на выходе системы можно получить практически плавно изменяющийся сигнал (рис. 4).

Правда, в некоторых точках изменения сигнала все же могут иметь место скачки его производной, но при необходимости их нетрудно сгладить, если преобразователь код-напряжение выполнить с последовательным делителем напряжения. Как известно, характеристика такого преобразователя нелинейна и производная его выходного сигнала с увеличением уровня сигнала уменьшается.

Правда, в некоторых точках изменения сигнала все же могут иметь место скачки его производной, но при необходимости их нетрудно сгладить, если преобразователь код-напряжение выполнить с последовательным делителем напряжения. Как известно, характеристика такого преобразователя нелинейна и производная его выходного сигнала с увеличением уровня сигнала уменьшается.

Вывод: предложенная система управления способна не только включать и выключать привод ленточного конвейера, но и автоматически осуществлять его плавные разгон и торможение по требуемому закону.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 130979 Российская Федерация, МПК B65G43/00. Система управления конвейером / Я.Л. Либерман, Т.С. Елчина (Россия) – № 201305878; Заявлено 12.02.2013; Оpubл. 10.08. 2013.
2. Пат. 115133 Российская Федерация, МПК H02P1/04, H02P1/08, H02P3/00. Контроллер / Я.Л. Либерман (Россия) – № 2011120766; Заявлено 23.05.2011; Оpubл. 20.04. 2012.

3. Пат. 124087 Российская Федерация, МПК H02P1/08. Контроллер / Я.Л. Либерман (Россия) – № 2021257517/07; Заявлено 19.06.2012; Оpubл. 10.01. 2013.

4. Пат. 132278 Российская Федерация, МПК H02P1/00, H02P3/00. Устройство разгона–торможения привода транспортирующей машины / Я.Л.

Либерман, Д.А. Бикташев (Россия) – № 2013113026; Заявлено 22.03.2013; Оpubл. 10.09. 2013.

5. Справочник по средствам автоматики / Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.

Liberman Ya. L.¹, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Letnev K.Yu.¹, engineer, Gorbunova L.N.², C. Sc. in Engineering, Associate Professor.

¹ Ural Federal University, 620002, Russia, Yekaterinburg, ul. Mira, 19

² Siberian Federal University, 660041, Russia, Krasnoyarsk, pr. Svobodniy, 79/10,

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF CONVEYOR DRIVES

Abstract: In the article the problem of management of belt conveyors used in production systems with interoperational transportation of cargoes on consecutive technological positions and flexible automated production systems, where technological operations are performed on the equipment with program management.

In production systems with interoperational transportation of cargoes belt conveyor should periodically stop, reducing to a certain rate braking rate to zero, and then, after a stand for some time, run it again with a certain acceleration rate. In flexible automated production systems periodically stop and start, and belt conveyors should be done by software control.

The article contains special management belt conveyors for stepper motor drives and time relay with a clockwork mechanism and the system of smooth acceleration-deceleration of the pipeline, built in the form of controllers that not only turns on and off controlled by him, the drive, but also to carry out its acceleration and braking on a specific law.

For automatic control acceleration and braking, as well as working speed drive belt conveyor proposed technical solutions are protected by RF Patents.

Keywords: acceleration, braking, drive, belt conveyor.

Article info: received June 01, 2019

DOI: 10.26730/1816-4528-2019-2-3-9

REFERENCES

1. Pat. 130979 Rossijskaya Federaciya, MPK V65G43/00. Sistema upravleniya konvejerom / YA.L. Liberman, T.S. Elchina (Rossiya) – № 201305878; Zayavleno 12.02.2013; Opubl. 10.08. 2013.

2. Pat. 115133 Rossijskaya Federaciya, MPK N02R1/04, N02R1/08, N02R3/00. Kontroller / YA.L. Liberman (Rossiya) – № 2011120766; Zayavleno 23.05.2011; Opubl. 20.04. 2012.

3. Pat. 124087 Rossijskaya Federaciya, MPK N02R1/08. Kontroller / YA.L. Liberman (Rossiya) – №

2021257517/07; Zayavleno 19.06.2012; Opubl. 10.01. 2013.

4. Pat. 132278 Rossijskaya Federaciya, MPK N02R1/00, N02R3/00. Ustrojstvo razgona–tormozheniya privoda transportiruyushchej mashiny / YA.L. Liberman, D.A. Biktashev (Rossiya) – № 2013113026; Zayavleno 22.03.2013; Opubl. 10.09. 2013.

5. Spravochnik po sredstvam avtomatiki / Pod red. V.E. Nize i I.V. Antika. – M.: Energoatomizdat, 1983. – 504 s.

Библиографическое описание статьи

Либерман Я.Л., Летнев К.Ю., Горбунова Л.Н. Автоматическая система управления конвейерными приводами // Горное оборудование и электромеханика – 2019. – № 2 (142). – С. 3-9.

Reference to article

Liberman Ya.L., Letnev K.Yu., Gorbunova L.N. Automatic control system of conveyor drives. Mining Equipment and Electromechanics, 2019, no. 2 (142), pp. 3-9.