

Технологический Центр, 2012. – 320 с., ил. **8.** Семенов, В. И. Автоматика, средства и системы автоматического управления и контроля [Текст] / В. И. Семенов // М.: Москва, МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1973. – 32 с. **9.** Чернов Е.А. Проектирование станочной электроавтоматики. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с. **10.** Чикуров Н. Г. Логический синтез дискретных систем управления: Учебное пособие / Н. Г. Чикуров; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; – Уфа, 2003. – 132 с. ISBN 5-86911-432-2. **11.** Юдицкий С.А., Тагаевская А.А., Ефремова Т.К. Проектирование дискретных систем автоматики. – М.: Машиностроение, 1980. – 232 с.

Поступила в редколлегию 20.11.2013

УДК 681.5:519.24

Синтез системы управления импульсным формообразованием в процессе модернизации встряхивающе-прессовой формовочной машины/ Дёмин Д. А. // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПИ», – 2013. - № 70 (1043). – С.105-114 . – Бібліогр.: 11 назв.

У статті описано технічне рішення з модернізації струшуючо - пресової формувальної машини шляхом заміни вузлів струшування і пресування імпульсною камерою. Показано, як подібний підхід може бути складовою частиною заходів з розробки систем автоматизації формувальної ділянки ливарного цеху. Описано застосування методів логічного синтезу для розробки системи управління технологічним процесом імпульсного формоутворення. Реалізація запропонованих заходів забезпечує можливість заміни струшуючо-пресового методу виготовлення разових піщаних форм сучасним імпульсним методом і можливість автоматизації технологічних процесів формування.

Ключові слова: логічний синтез, система керування, імпульсне формоутворення, формувальна машина

The article describes the technical solution for the modernization molding machine by replacing nodes shaking and pulse compression chamber. Shows how such an approach could be part of an effort to develop automation systems forming section of the foundry. Describes the use of logic synthesis methods for system development process control pulse shaping. Implementation of the proposed activities enables replacement method of manufacturing single sand molds modern pulse method and the possibility of automation of technological processes forming.

Keywords: logic synthesis, control system, pulse shaping, molding machine

УДК 681.518.5:621.74

В. А. СИРОТЕНКО, магистр, НТУ «ХПИ»

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУЗПОЗИЦИОННЫМ СТЕРЖНЕВЫМ АВТОМАТОМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ В НАГРЕВАЕМОЙ ОСНАСТКЕ

В статье приведены результаты проектирования системы управления двухпозиционным стержневым автоматом для изготовления стержней по нагреваемой оснастке. Найдено оптимальное управление процессом нагрева стержневых ящиков и показано, что предложенная система может быть интегрирована в АСУ ТП на стержневом участке литейного цеха.

Ключевые слова: стержневой автомат, система управления, логический синтез.

Введение. Первостепенное значение для отечественной промышленности имеет быстрое обновление производственных фондов путем широкого внедрения передовой техники. В связи с этим необходимо сделать большой шаг в автоматизации производства с переходом цехов и предприятий к автоматам, системам автоматического управления и проектированию. В настоящее время интенсивно разрабатываются высоконадежные устройства и узлы автоматических

© В. А. СИРОТЕНКО, 2013

систем, базирующихся на бесконтактных элементах автоматики. Первостепенная задача сегодня – ускорение ввода автоматики в производство с целью повышения качества продукции и повышения производительности труда. Поэтому решение вопросов, связанных с автоматизацией производства является актуальным. Особенно это касается литейного производства, в котором вопросы автоматизации пока не нашли достаточного широкого развития в силу ряда объективных причин, в числе которых и сложность формализации процессов литейного производства.

Анализ литературных данных и постановка задачи исследования. Современное производство невозможно без разнообразных систем управления, функционирующих на технологическом уровне управления производством и систем управления различными объектами. Одним из основных компонентов названных систем управления являются программы, в которых реализуется алгоритм управления, т.е. определяются реакции системы на внешние воздействия с учетом изменяющихся внутренних состояний самой системы, что в итоге можно назвать поведением системы управления [1, 2]. Авторы данных работ отмечают, при проектировании систем управления, решающих однотипные задачи, целесообразно пользоваться эквивалентными методами, т.е. применение компонентного подхода в проектировании, когда повторно используются уже созданные и апробированные практикой компоненты системы управления, является перспективным для проектировщика.

Процесс автоматизации производств сегодня характеризуется появлением большого количества интеллектуальных устройств автоматики – это обусловлено тем, что ужесточаются требования по объему, скорости и надежности передачи данных, поэтому вопрос обеспечения коммуникаций выходит на первый план [3]. При этом следует учитывать, что построение автоматизированных систем управления (АСУ) должно обязательно учитывать необходимость удешевления и упрощения технологических процессов [4 – 7]. Отчасти это достигается за счет организации сквозного сетевого доступа. В условиях роста производства микропроцессорных устройств все большее распространение получают цифровые промышленные сети (ГВС), состоящие из большого числа узлов [8]. Особенности ЦПС - это распределенный характер узлов сети и цифровой способ обмена информацией между узлами сети. Так, в работе [9] предложена усовершенствованная методика получения показателей надежности современных компьютерно-интегрированных систем управления, использующих информационные возможности современных SCADA-систем. Методика базируется на анализе данных, получаемых в процессе работы SCADA -система. Это стало возможным за счет использования иерархического построения распределенной структуры системы управления.

Одним из эффективных путей решения комплексной задачи автоматизации является использование бесконтактных элементов рабочих органов машин. Бесконтактный привод является поводом прямого действия, в котором создан механическое движение тела - рабочего органа - не превращается и не передается другим узлам, а сразу используется для совершения полезной работы. Разработка бесконтактного привода начинается с определения его структуры. Вообще этот процесс подчинен решению комплексной задачи совершенствования машины, требует определения тех принципов и условий построения структуры, которые повышают ее эффективность и технический уровень [10]. Использование такого

привода позволяет реализовывать системы управления по пути или комбинированные системы управления. Для проектирования таких систем управления, являющихся, по сути, системами релейного управления, применяют логический синтез. Такой подход предполагает, что иногда срабатывание элементов привода происходит не только по сигналу путевых элементов автоматики, но и по сигналу датчиков, формируемых проверкой логических условий, выполнение которых обязательно в управлении данным технологическим процессом. Т.е. речь идет о системе регулирования, формирующей управляющий сигнал для привода, и являющейся неотъемлемой частью комбинированной системы управления, построенной на основе логического синтеза. Наличие такой системы предопределяет необходимость поиска оптимального управления технологическим процессом [11 – 12]. К таким системам относится и система регулирования температуры нагреваемой оснастки, используемой при изготовлении стержней в литейном производстве. Поэтому сформулированная задача исследования – синтез комбинированной системы управления процессом изготовления стержней по нагреваемой оснастке с наличием системы оптимального регулирования температуры – является актуальной.

Структурная схема и принцип работы двухпозиционного стержневого автомата. Стержневая двухпозиционная карусельная машина модели 4705 предназначена для изготовления стержней в горячих ящиках с горизонтальным разъемом. Машины такого типа можно использовать как при серийном, так и при массовом производстве стержней весом до 16 килограмм. Сущность процесса

изготовления стержней в горячих ящиках заключается в том, что предварительно нагретый до температуры 250 – 350 °С стержневой ящик заполняется методом наддува специальной быстротвердеющей смесью, которая твердеет в течение некоторого времени, и из ящика извлекается готовый стержень. Схема автомата показана на рис.1. Стержневой двухпозиционный карусельный автомат модели 4705 состоит из основы с трубопроводами 4, на которой крепятся две колонны 3, а на них крепятся траверсы 2. Для заполнения пескодувного резервуара стержневой смесью машина имеет питатель 1. Вибратор 14 служит для транспортировки стержневой смеси из лотка питателя в пескодувный резервуар с насадкой 6. Чтобы стержневая

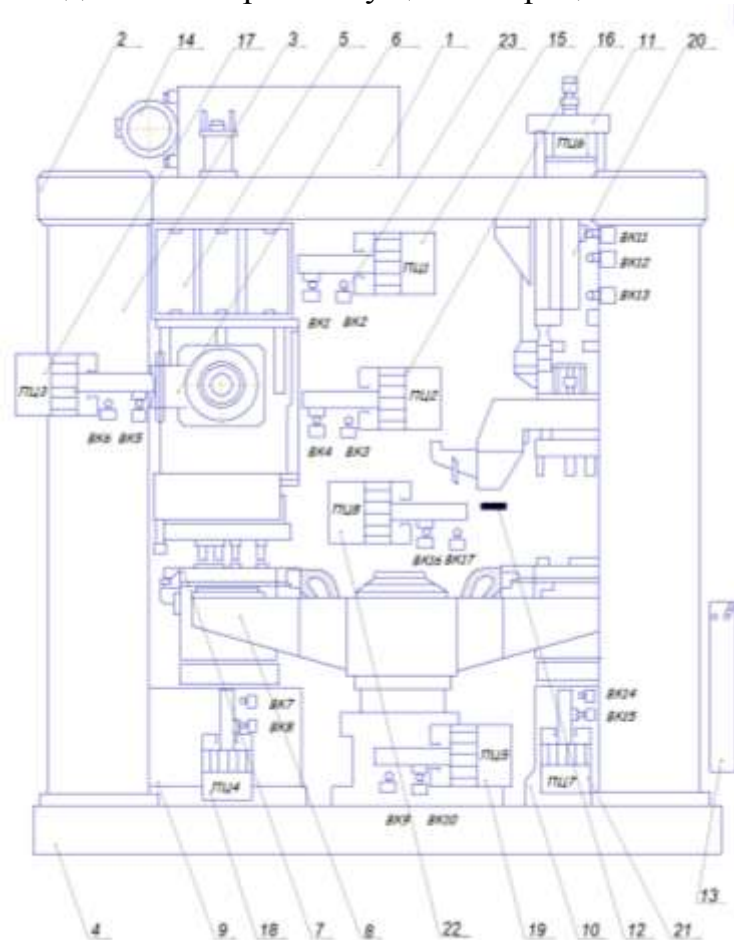


Рис.1. Схема двухпозиционного стержневого автомата

смесь в период заполнения стержневого ящика на высыпалась через верхний край пескодувного резервуара, применяется шибер 5, закрывающий резервуар.

Непосредственное формирование стержней проходит в стержневых ящиках 7, закрепленных на поворотном столе 8. Данная машина имеет два стержневых ящика с горизонтальным разъемом, нагреваемых электронагревателями, расположенными в ящиках. Поворотный стол машины служит для передвижения стержневых ящиков с позиции наддува на позицию разборки и обратно. Для прижима стержневого ящика к пескодувным резервуару есть стол прижима 9. Для разборки стержневого ящика служат механизм разборки 11 и стол протяжки 10. Стержень, извлеченный из стержневого ящика, забирается поворотной стрелой 12. Исполнительные механизмы – пневмоцилиндры 15 – 22, датчиками положения служат конечные выключатели 23. Чтобы подать машине команду на пуск или на остановку, используется пульт управления 13.

Логический синтез комбинированной системы управления процессом изготовления стержней по нагреваемой оснастке. Алгоритм работы автомата, заложенный в циклограмму, может быть описан следующим образом. В начальной позиции механизм разборки поднят, стол прижима и стол протяжки опущены, стержневой ящик находится на позиции наддува, шибер закрыт. При включении рубильника, срабатывает электромагнит управляющего золотника пневмоцилиндра шибера ПЦ1, шток которого переходит вправо и открывает шибер, при этом размыкаются контакты концевого выключателя ВК1 (x_1), а в конце хода штока замыкаются контакты конечного выключателя ВК2 (x_2). Замыкание контактов конечного выключателя ВК2 служит сигналом для включения вибратора (У1) и включения реле времени РВ1 (Р1), которое контролирует время заполнения пескодувных резервуаров стержневой смесью. Когда резервуар наполнится, реле времени РВ1 дает команду на отключение вибратора (У1) и закрытия шибера. Вибратор отключается. Шток пневмоцилиндра ПЦ1 переходит налево, при этом размыкаются контакты ВК2, а в конце хода штока замыкаются ВК1. Шибер закрылся. После срабатывания реле времени РВ1 также срабатывает пневмоцилиндр стола прижима ПЦ4. Шток пневмоцилиндра движется вверх, при этом размыкаются контакты ВК8 (x_8), а в конце хода штока замыкаются контакты ВК7 (x_7). Стержневой ящик прижимается столом прижима к пескодувному резервуару. Надув смеси в стержневой ящик происходит в течение некоторого времени, для выдержки которого предназначено реле РВ2 (Р2), которое после срабатывания включает электромагнит управляющего золотника пневмоцилиндра ПЦ2. Шток пневмоцилиндра ПЦ2 переходит налево, при этом размыкаются контакты конечного выключателя ВК4 (x_4), а в конце хода штока замыкаются контакты конечного выключателя ВК3 (x_3). После заполнения стержневого ящика смесью, реле времени РВ2 дает сигнал на отключение электромагнита пневмоцилиндра ПЦ2, при этом размыкаются контакты конечного выключателя ВК3, а в конце хода штока замыкаются контакты конечного выключателя ВК4 (x_4). Но в пескодувном резервуаре еще остается сжатый воздух, для отвода которого нужно время. Для выдержки этого времени предназначено реле РВ3 (Р3). Время, необходимое для отверждения стержня в ящике, выдерживается реле РВ4 (Р4). После включения конечного выключателя ВК4 подается сигнал на срабатывание реле РВ3 и РВ4. Срабатывание реле РВ3 дает команду на включение электромагнита управляющего золотника пневмоцилиндра ПЦ3. Шток ПЦ3 переходит влево, при этом

выключаются контакты конечного выключателя ВК5 (x_5), а в конце хода штока включаются контакты конечного выключателя ВК6 (x_6). Воздух выходит из пескодувных резервуара в атмосферу. По сигналу реле времени РВ3 шток пневмоцилиндра ПЦЗ возвращается в исходное положение (переходит вправо). При этом выключаются контакты конечного выключателя ВК6 и включаются контакты конечного выключателя ВК5. После этого опускается шток пневмоцилиндра стола прижима ПЦ4, выключается конечный выключатель ВК7 (x_7) и включается конечный выключатель ВК8 (x_8). Стол прижима опускается.

Когда смесь в стержневом ящике затвердела, реле времени РВ3 дает команду на включение электромагнита управляющего золотника пневмоцилиндра поворотного стола ПЦ5. При передвижении штока ПЦ5 выключается конечный выключатель ВК10 (x_{10}) и включается конечный выключатель ВК9 (x_9). Поворотный стол передвигает стержневой ящик с позиции наддува на позицию разборки.

Включаются электромагниты управляющего золотника пневмоцилиндра механизма разборки ПЦ6 и пневмоцилиндра стола протяжки ПЦ7. Шток ПЦ6 опускается, при этом выключается конечный выключатель ВК11 (x_{11}), а в конце хода штока включается конечный выключатель ВК12 (x_{12}). Шток ПЦ7 поднимается вверх, при этом выключается конечный выключатель ВК15 (x_{15}), а в конце хода штока включается конечный выключатель ВК14 (x_{14}). Механизм разборки захватывает верхнюю половину стержневого ящика, и шток ПЦ6 поднимается вверх, выключается конечный выключатель ВК13 (x_{13}). Когда шток поднимается на 30 мм, включается конечный выключатель ВК12 (x_{12}). Механизм разборки останавливается. Срабатывает электромагнит управляющего золотника пневмоцилиндра поворотной стрелы ПЦ8. Выключается конечный выключатель ВК16 (x_{16}) при движении штока ПЦ8 и конце хода штока ПЦ8 включается конечный выключатель ВК17 (x_{17}). Поворотная стрелка зашла под верхнюю половину стержневого ящика. Шток пневмоцилиндра ПЦ6 вновь движется вверх, при этом выключается конечный выключатель ВК12 (x_{12}). Во время подъема штока ПЦ6 включается конечный выключатель ВК11 (x_{11}). Штока пневмоцилиндра ПЦ8 возвращается в исходное положение, при этом выключается конечный выключатель ВК17 (x_{17}), и включается конечный выключатель ВК16 (x_{16}). Поворотная стрела относит стержень. Штока пневмоцилиндра ПЦ6 опускается, выключается конечный выключатель ВК11 (x_{11}), а в конце хода штока включается конечный выключатель ВК13 (x_{13}). Механизм разборки ставит верхнюю половину стержневого ящика на нижнюю. Штока пневмоцилиндра ПЦ6 возвращается вверх, выключается конечный выключатель ВК13, и в конце хода штока включается конечный выключатель ВК11 (x_{11}). ПЦ6 возвращается в исходное положение. В это же время возвращается в исходное положение и ПЦ7. При этом размыкаются контакты конечного выключателя ВК14 (x_{14}) и замыкаются контакты конечного выключателя ВК15 (x_{15}). Стол протяжки опускается. Штока пневмоцилиндра ПЦ5 возвращается в исходное положение, при этом размыкаются контакты концевого выключателя ВК9 (x_9), и замыкаются контакты конечного выключателя ВК10 (x_{10}). Поворотный стол передвигает стержневой ящик с позиции разборки на позицию наддува. Цикл повторяется.

На основании циклограммы работы автомата по стандартной процедуре логического синтеза получены формулы включения, описывающие условия работы исполнительных механизмов (табл.).

Таблица – Формулы включения

Название элемента	Символ	Формула включения
Вибратор	У1	$F_{y1} = x_2 \cdot \overline{P_5}$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ1	У2	$F_{y2} = (P_8 + Y_2) \overline{P_5}$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ2	У3	$F_{y3} = x_7 \cdot P_2$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ3	У4	$F_{y4} = x_4 \cdot P_3$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ4	У5	$F_{y5} = x_1 (P_3 + P_2 + P_1)$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ5	У6	$F_{y6} = x_8 (\overline{x_{15}} + P_6)$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ6	У7	$F_{y7} = \overline{P_4} \cdot x_9 (\overline{x_{13}} + P_5)$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ7	У8	$F_{y8} = \overline{P_4} \cdot x_9 (\overline{x_{13}} + P_5)$
Электромагнит пневматического цилиндра ЭПЦ8	У9	$F_{y9} = \overline{x_{11}} (x_{12} + x_{17})$
Реле времени РВ1	Р1	$F_{p1} = x_8 (x_2 + P_1)$
Реле времени РВ2	Р2	$F_{p2} = \overline{x_8} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{P_7}$
Реле времени РВ3	Р3	$F_{p3} = x_7 \cdot x_6$
Реле времени РВ4	Р4	$F_{p4} = x_4 \cdot \overline{x_9} (P_7 + P_6)$
Реле времени РВ5	Р5	$F_{p5} = \overline{x_{12}} (P_1 + P_5)$
Реле времени РВ6	Р6	$F_{p6} = \overline{x_7} \cdot P_4$
Реле времени РВ7	Р7	$F_{p7} = \overline{P_2} \cdot x_7$
Реле времени РВ8	Р8	$F_{p8} = x_{10} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{P_5}$

Схема системы управления на бесконтактных элементах, синтезированная на основании формул включения табл. , показана на рис. 2.

Для синтеза оптимального регулятора можно использовать принцип максимума Понтрягина. Он позволяет определить оптимальное управление по заданному выбранному критерию, а также соответствующую оптимальную траекторию процесса.

В качестве критерия оптимальности выбирается задача о быстродействии, то есть минимальное время, за которое система возвращается в заданное состояние.

Математическую модель объекта управления можно записать в таком виде:

$$\frac{dQ}{dt} = I^2 R, \quad (1)$$

где $R=f(\Delta x)$ – сопротивление, зависящее от положения бегунка реохорда.

Введя обозначения, $x_1=Q$ и $x_2=R$, и учитывая, что $Q=Cm(T_2-T_1)=Cm\Delta T$ модель принимает вид

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = k_1 x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} = u, \end{cases} \quad (2)$$

где u – управление, а изменение температуры нагревателя пропорционально величине сопротивления в цепи нагревателя оснастки.

Применение методики поиска оптимального управления, изложенной в работах [13, 14] позволяет получить аналитическое описание управления в виде

$$u_{opt} = u_0 \operatorname{sgn} \left[\frac{1}{2u_0} (x_1 - \xi)^2 \operatorname{sgn}(\xi - x_1) - x_2 \right] \quad (3)$$

Структурная схема регулятора, описывающая (3) представлена на рис. 3.

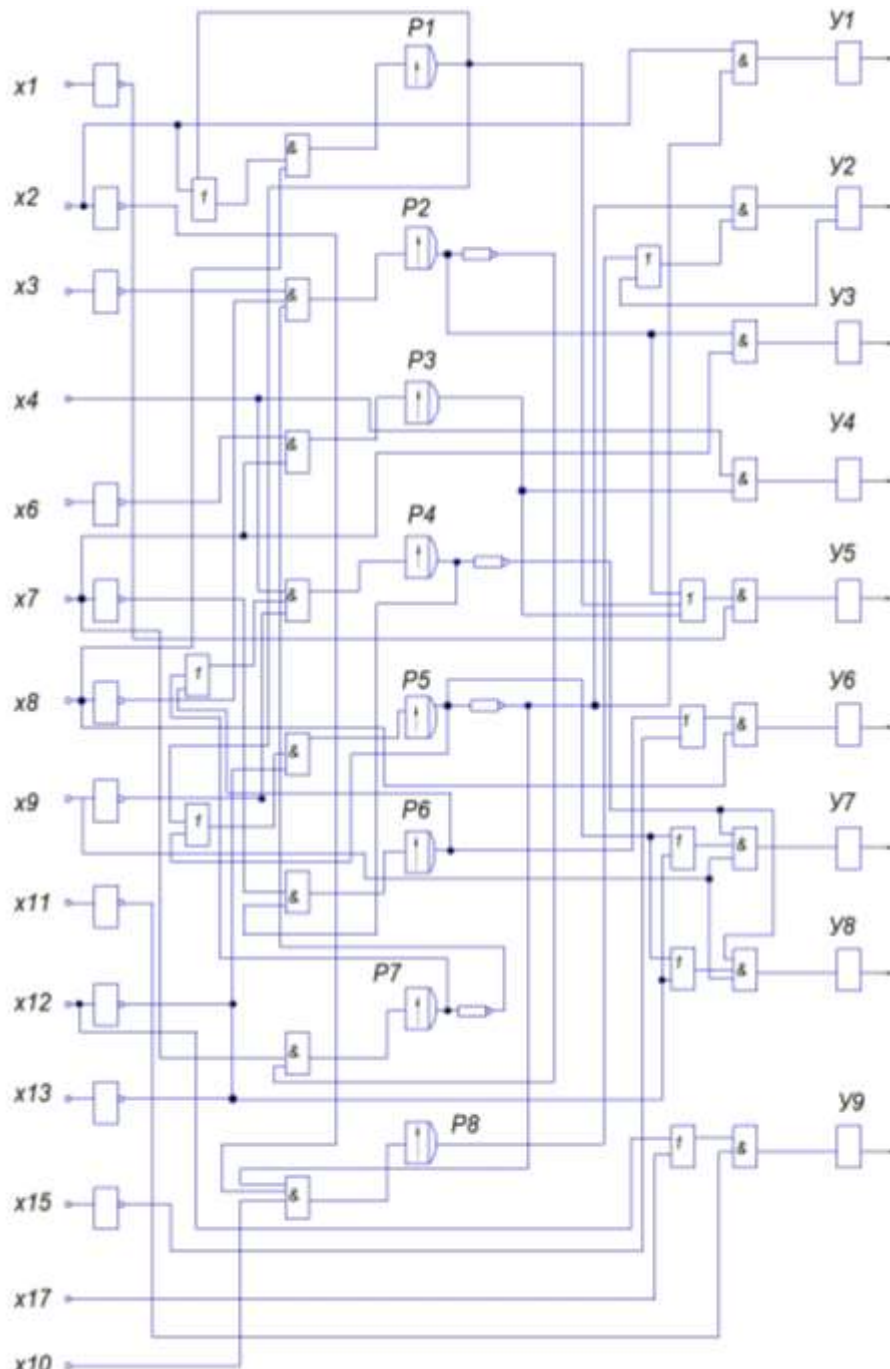


Рис. 2 – Схема системы управления на бесконтактных элементах

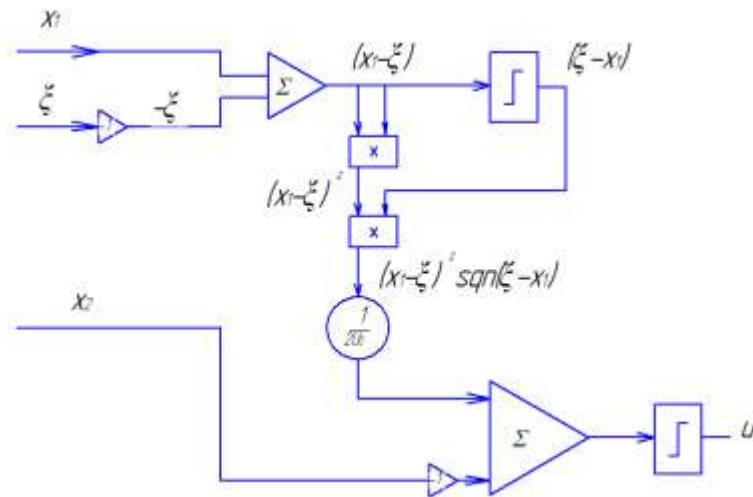


Рис. 3 – Схема регулятора температуры нагреваемой оснастки в стержневом двухпозиционном автомате

Выводы. Выполненный в работе синтез позволил получить структурную схему системы управления двухпозиционным стержневым автоматом, в которой предусмотрено срабатывание элементов привода, происходящее не только по сигналу путевых элементов автоматики, но и по сигналу датчиков, формируемых проверкой логических условий, выполнение которых обязательно в управлении данным технологическим процессом. Таким условием является выдерживание заданной температуры оснастки, определяющей качество получаемого стержня. Основой такой системы является система регулирования температуры нагреваемой оснастки, оптимальная структура которой формируется на основе математического моделирования и поиска оптимального по быстродействию управления. Предложенная структура обеспечивает снижение времени простоев линии и, соответственно, повышение производительности труда.

Список литературы: 1. Вельбицкий, И. В. Технология программирования. – К.: Техніка, 1984 -279с 2. Харченко, С. Л. Язык проектирования технического задания системы управления / С. Л. Харченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №1/3 (49). – с.10-16. 3. Аблесимов, А. К. Роль и перспективы развития современных цифровых промышленных сетей для автоматизированной системы / А. К. Аблесимов, Е. А. Желяков, А. М. Иванова // Електроніка та системи управління. - №4(22), 2009. 4. Тарасова, А. В. Моделирование работы узла распределенной автоматизированной системы управления производством / А. В. Тарасова // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2012. – №1/3 (55). – с. 34-37. 5. АСУТП.ru - Промышленные сети [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые данные (282 887 bytes). – Режим доступа: <http://www.asutp.ru/?p=600085>. 6. Подчасова, Т. П. Управление в иерархических производственных структурах / Т. П. Подчасова, А. П. Лагода, В. Ф. Рудницкий. АН УССР. Ин-т киберн. - К.: Наук. думка, 1989. 7. Егоров, С. В. Моделирование и оптимизация в АСУТП / С. В. Егоров, Д. А. Мирахмедов. – Т.: Мехнат, 1987. 8. Ефетова, К. Ф. Планирование производства в условиях АСУ / К. Ф. Ефетова, Т. П. Подольчасова. - К.: Техніка, 1984. 9. Тошинский, В. И. Усовершенствование методики оценки характеристик надежности компьютерно-интегрированных систем управления технологическими процессами / В. И. Тошинский, И. И. Литвиненко, И. Г. Лысаченко, А. Г. Шутинский, В. А. Шутинский – 2010. 10. Брешев, В. Е. Структурный синтез безконтактных приводів робочих машин / В. Е. Брешев, О. В. Брешев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №5/3 (53). – с. 6 – 10. 11. Дёмин, Д. А. Совершенствование процессов управления электроплавкой [Текст] / Д. А. Дёмин // Вісник національного технічного університету «ХП». — Харків: НТУ «ХП», 2010. — №4. — С.33 — 44. 12. Демин, Д. А. Методология формирования функционала для задачи оптимального управления электроплавкой / Демин Д. А. // Технологический аудит и резервы производства. – 2011. –№1. – С.15–24. 13. Демин, Д. А. Синтез

систем управління технологічними процесами електродугової плавки чугуна / Демин Д. А. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2012. – №2/10(56). – С. 4–9. **14.** Demin, D. A. Synthesis of optimal temperature regulator of electroarc holding furnace bath (2012) Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 6, pp. 52-58.

Поступила в редколлегию 15.11.2013

УДК 681.518.5:621.74

Синтез системы управления двухпозиционным стержневым автоматом для изготовления стержней в нагреваемой оснастке/ Сиротенко В. А. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 70 (1043). – С.114-121 . – Бібліогр.: 14 назв.

У статті наведено результати проектування системи управління двохпозиційним стрижневим автоматом для виготовлення стрижнів по оснастці, що нагрівається. Знайдено оптимальне управління процесом нагрівання стрижневих ящиків і показано, що запропонована система може бути інтегрована в АСУ ТП на стрижньовій ділянці ливарного цеху.

Ключові слова: стрижневий автомат, система управління, логічний синтез.

The article presents the results of designing a control system on-off rod making machine heated by a snap. The optimal management of the heating core boxes and show that the proposed system can be integrated into the process control system on the rod portion of the foundry.

Keywords: automatic rod control system, logic synthesis.

УДК 531.01

Л. Д. МИСНИК, канд. техн. наук, доц., ЧДТУ, Черкаси

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕСТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Представлена методика автоматизованого навчання і контролю знань студентів з теоретичної механіки відповідно до умов кредитно-модульної системи організації навчального процесу, яка може стати основою для створення типової методики проведення навчального процесу в середовищі автоматизованих систем навчання.

Ключові слова: тестова технологія, автоматизовані системи, методики навчання, контроль знань.

Вступ. В сучасних умовах великого значення набуває конкурентоспроможність освіти, підвищення її якості. Безперервно збільшується потік інформації, яку необхідно засвоювати студенту при незмінних термінах навчання та збільшенні ваги самостійної пізнавальної діяльності. Це вимагає пошуку нових форм та методів організації навчального процесу.

Щоб бути ефективним процес навчання має включати систематичний контроль і управління навчальним процесом, що базується на інформації про хід засвоєння нових знань [1]. Це буде зворотнім зв'язком, каналом через який можна впливати на розумову діяльність об'єктів навчання. В традиційних системах зворотній зв'язок був епізодичним і давав дуже незначну допомогу для управління навчальним процесом.

Виходячи з необхідності інтенсифікації навчального процесу необхідно впроваджувати навчаючі та контролюючі комп'ютеризовані системи [2-4].

Ціль роботи. Роботу присвячено розробці стандартизованої методики автоматизованого навчання і контролю знань з теоретичної механіки, яка могла б

© Л. Д. МИСНИК, 2013