

М. П. Кухтик, А. С. Улитин

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ КАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

Разработан алгоритм работы камерной электрической печи высокого отпуска. В соответствии с алгоритмом на языках списка инструкций и релейно-контактной логики написана программа управления работой печи для программируемого логического контроллера.

Ключевые слова: камерная электрическая печь, алгоритм, программа управления.

М. P. Kukhtik, A. S. Ulitin

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM AND CONTROL PROGRAM FOR A CHAMBER ELECTRIC FURNACE OPERATION

Volgograd State Technical University

An operating algorithm for a high-temperature electric chamber furnace has been developed. In accordance with the algorithm, a furnace operation control program for a programmable logic controller has been written in the languages of instruction list and relay logic.

Keywords: chamber electric furnace, algorithm, control program.

Технологические процессы химико-термической обработки характеризуются высокой энергоемкостью и чувствительностью к отклонениям от оптимальных параметров процесса. Поэтому для их реализации специализированное термическое оборудование должно быть оснащено автоматизированной системой управления технологическим процессом [1]. Управление работой камерной печи заключается в поддержании постоянной температуры в нагревательной камере с целью достижения максимальной стабильности качества термической обработки [2, 3].

Целью работы является повышение эффективности работы камерной электрической печи путем разработки алгоритма и программы управления ее функционированием для программируемого логического контроллера. Камерная электрическая печь высокого отпуска типа BREW-243648ES входит в состав технологической линии для химико-термической обработки изделий из стали и стальных сплавов.

Разработан алгоритм работы камерной электрической печи, который позволяет реализовать автоматический и ручной режимы функционирования (рис. 1).

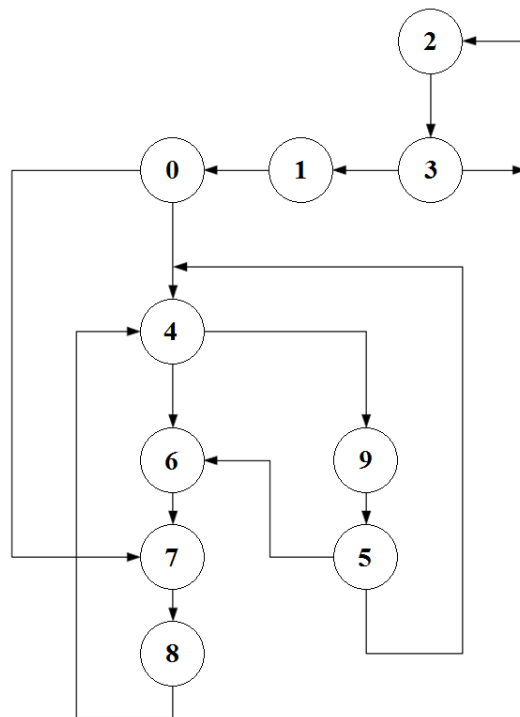


Рис. 1. Алгоритм работы камерной электрической печи:
0 – инициализация; 1 – сервисный режим; 2 – аварийная ситуация;
3 – состояние приостановки цикла; 4 – готовность к запуску – дверь закрыта; 5 – конец цикла; 6 – открытие двери; 7 – дверь открыта;
8 – закрытие двери; 9 – цикл нагрева

Программа управления, соответствующая приведенному алгоритму работы печи, написана в программном пакете STEP 7 на языках списка инструкций STL и релейно-контактной

логики LAD. В проекте STEP 7 сконфигурирована аппаратная часть, составлена таблица символов (рис. 2), создан организационный блок, четыре функции и два функциональных блока.

	Status	Symbol /	Address	Data type	Comment
6		@AUTO	M 30.2	BOOL	Режим АВТО
7		@EM_STOP	M 30.1	BOOL	Блокировка
8		@RESTART	M 30.0	BOOL	Перезапуск
9		ACK_TMR	T 12	TIMER	Сброс тревоги
10		ALM#005/1	M 100.1	BOOL	Превышение температуры в шкафу управления
11		ALM#006/1	M 100.2	BOOL	Защита первичной обмотки трансформатора во внешней цепи
12		ALM#006/2	M 100.3	BOOL	Защита вторичной обмотки трансформатора во внешней цепи
13		ALM#006/3	M 100.4	BOOL	Защита освещения
14		ALM#006/4	M 100.5	BOOL	Защита вентилятора
15		ALM#006/5	M 100.6	BOOL	Защита первичной стороны источника питания
16		ALM#006/6	M 100.7	BOOL	Защита вторичной стороны источника питания
17		ALM#010/1	M 101.0	BOOL	Защита цепи 24VDC
18		ALM#010/2	M 101.1	BOOL	Защита цепи 230VAC
19		ALM#010/3	M 101.2	BOOL	Блокировка
20		ALM#013/3	M 102.2	BOOL	Дверь - сбой защиты открывания
21		ALM#013/4	M 102.3	BOOL	Дверь - сбой защиты закрывания
22		ALM#013/5	M 102.4	BOOL	Дверь - сбой концевых выключателей открывания
23		ALM#013/6	M 102.5	BOOL	Дверь - сбой концевых выключателей закрывания
24		ALM#013/7	M 102.6	BOOL	Дверь - сбой концевых выключателей
25		ALM#014/1	M 103.4	BOOL	Давление воздуха - МИН
26		ALM#016/1	M 102.7	BOOL	Мешалка - сбой контактора
27		ALM#016/3	M 103.0	BOOL	Мешалка - сбой защиты
28		ALM#017/1	M 103.1	BOOL	Нагревание - сбой контактора
29		ALM#017/13	M 103.3	BOOL	Нагревание/Тиристорный регулятор - сбой защиты
30		ALM#017/3	M 103.2	BOOL	Нагревание - сбой защиты
31		ALM#020/2	M 103.5	BOOL	Температура МАХ - защита
32		ALM#100/1	M 100.0	BOOL	Перезагрузка ПЛК
33		ALM#100/2	M 101.3	BOOL	Автоматический цикл - остановка позиции двери
34		ALM#RES_101.4	M 101.4	BOOL	Резерв
35		ALM#RES_101.5	M 101.5	BOOL	Резерв
36		ALM#RES_101.6	M 101.6	BOOL	Резерв
37		ALM#RES_101.7	M 101.7	BOOL	Резерв
38		ALM#RES_102.0	M 102.0	BOOL	Резерв
39		ALM#RES_102.1	M 102.1	BOOL	Резерв
40		ALM#RES_103.6	M 103.6	BOOL	Резерв

Рис. 2. Фрагмент таблицы символов

В главном организационном блоке проекта происходит проверка температуры и освещения в шкафу управления, блокировка системы при возникновении тревоги с помощью реле безопасности, вызывается автоматический режим работы печи, осуществляется управление звуковым и оптическим сигналами тревоги, происходит перезапуск контроллера.

В проект входят функции «Создание звуко-

вого сигнала при тревоге», «Проверка активности тревоги», «Оповещение двигателя о готовности к работе», «Эксплуатация привода загрузки». На рис. 3 и 4 приведены шины управления из функции «Эксплуатация привода загрузки», которые отвечают за автоматическое и ручное управление приводом загрузки с программируемого логического контроллера соответственно.

```

AN  #auto                #auto                -- Управление AUTO
JC  MANU

A   #auto_ctrl_fwd       #auto_ctrl_fwd       -- Автоматическое управление - движение вперёд
A   #auto_ctrl_bck       #auto_ctrl_bck       -- Автоматическое управление - движение назад
R   #relay_fwd           #relay_fwd           -- Контакттор - движение вперёд
R   #relay_bck           #relay_bck           -- Контакттор - движение назад
R   #auto_ctrl_fwd       #auto_ctrl_fwd       -- Автоматическое управление - движение вперёд
R   #auto_ctrl_bck       #auto_ctrl_bck       -- Автоматическое управление - движение назад
JC  NEXT

A   #auto_ctrl_fwd       #auto_ctrl_fwd       -- Автоматическое управление - движение вперёд
=   #relay_fwd           #relay_fwd           -- Контакттор - движение вперёд
R   #relay_bck           #relay_bck           -- Контакттор - движение назад

A   #auto_ctrl_bck       #auto_ctrl_bck       -- Автоматическое управление - движение назад
=   #relay_bck           #relay_bck           -- Контакттор - движение назад
R   #relay_fwd           #relay_fwd           -- Контакттор - движение вперёд

JU  NEXT

```

Рис. 3. Шина «Автоматическое управление с ПЛК»

```

MANU: A   #manual_ctrl_fwd       #manual_ctrl_fwd       -- Ручное управление - движение вперёд
      A   #manual_ctrl_bck       #manual_ctrl_bck       -- Ручное управление - движение назад
      R   #relay_fwd           #relay_fwd           -- Контакттор - движение вперёд
      R   #relay_bck           #relay_bck           -- Контакттор - движение назад
      R   #manual_ctrl_fwd       #manual_ctrl_fwd       -- Ручное управление - движение вперёд
      R   #manual_ctrl_bck       #manual_ctrl_bck       -- Ручное управление - движение назад
      JC  NEXT

//вперёд
A   #manual_ctrl_fwd       #manual_ctrl_fwd       -- Ручное управление - движение вперёд
=   #relay_fwd           #relay_fwd           -- Контакттор - движение вперёд
R   #relay_bck           #relay_bck           -- Контакттор - движение назад

//назад
A   #manual_ctrl_bck       #manual_ctrl_bck       -- Ручное управление - движение назад
=   #relay_bck           #relay_bck           -- Контакттор - движение назад
R   #relay_fwd           #relay_fwd           -- Контакттор - движение вперёд

```

Рис. 4. Шина «Ручное управление с ПЛК»

Функция «Эксплуатация привода загрузки» описывает эксплуатацию привода загрузки изделий в печь. Сначала осуществляется проверка готовности питания при движении привода вперед (рис. 5). Если привод отключен, то включается аварийный сигнал и автоматически

активируется сигнализация. Затем проверяется готовность питания при движении привода назад (шина управления аналогична, на рисунке не приведена). При достижении приводом конечных выключателей срабатывает аварийный сигнал (рис. 6).

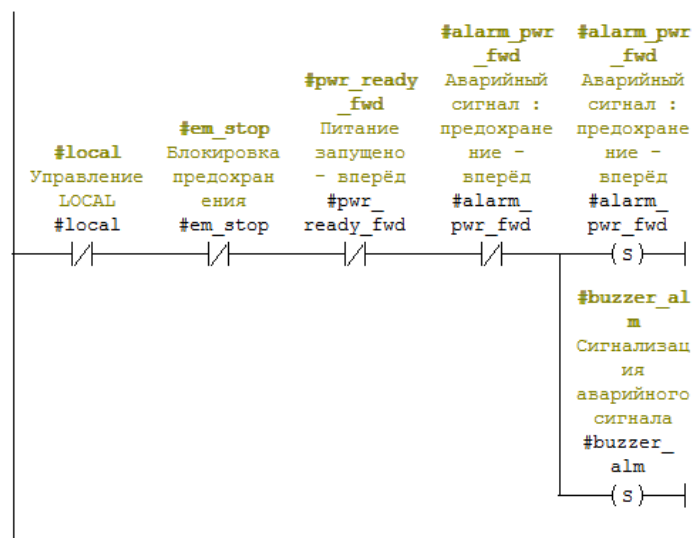


Рис. 5. Шина «Движение привода загрузки вперед»

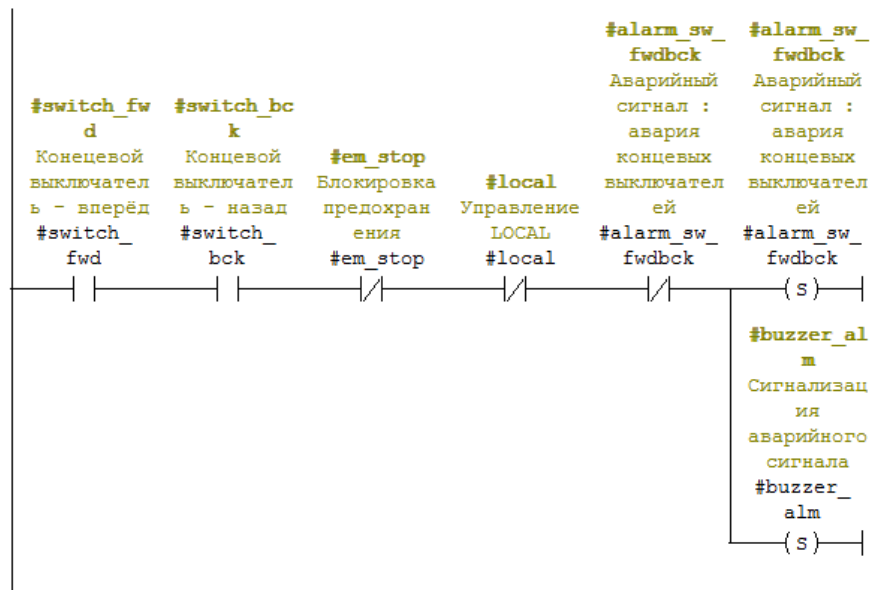


Рис. 6. Шина «Авария движения привода загрузки»

Первый функциональный блок отвечает за перезапуск системы, переход печи в автоматический режим, управление перемещением двери, остановку мешалки атмосферы в автоматическом режиме (рис. 7) и блокировку нагрева

печи в ручном режиме. Во втором функциональном блоке подробно прописан цикл работы печи в автоматическом режиме.



Рис. 7. Шина «Остановка мешалки в автоматическом режиме»

Использование разработанной программы в составе автоматизированной системы управления процессом термообработки стальных деталей позволит повысить качество ведения технологического процесса и уровень автоматизации производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виленчиц, Б. Б. Автоматические системы управления технологическими процессами газовой цементации / Б. Б. Виленчиц, В. К. Попов // Современные технологии автоматизации. – 2012. – № 1. – С. 56–64.
2. Улитин, А. С. Автоматизированная система управления работой камерной электрической печи / А. С. Улитин // XXVIII Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области (г. Волгоград, 23 октября – 6 ноября 2023 г.) : сб. матер. конф. / редкол. : С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.] ; ВолгГТУ [и др.]. – Волгоград, 2023. – С. 58–59.
3. Кухтик, М. П. Автоматизированная система управления нагревом слябов в методической печи / М. П. Кухтик, Ю. П. Сердобинцев, С. В. Баяев // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 1 (260) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 65–68.