

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

А. В. Коновалов, О. Е. Коновалова

В работе представлен подход для моделирования процесса тепловой обработки малогабаритной электрической печи, который позволяет упростить реализацию алгоритма тепловой обработки. Данный подход моделирования основан на консолидации языков моделирования UML и SDL.

Ключевые слова: модель, конечный автомат, тепловая обработка.

Введение

Процесс тепловой обработки часто выполняется в печах на предприятиях общественного питания и в пекарнях для выпечки хлебобулочных или кондитерских изделий. Такие печи часто представляют собой аппарат с принудительной конвекцией и увлажнением греющей среды, осуществляемой ручным управлением. Для автоматизации работы такие печи оснащают микропроцессорным блоком управления (МБУ), который обеспечивает пропорциональное регулирование мощности и своевременное увлажнение греющей среды. Модель работы МБУ основывается на использовании теории конечных автоматов, реализация которых зачастую представляет трудоемкий процесс, описать который с использованием одного средства моделирования, например языка UML (Unified Modeling Language), недостаточно, поскольку язык UML, при всех его возможностях, зачастую использует обобщенные, абстрактные и трудно реализуемые понятия. Для детального моделирования можно использовать язык SDL (Specification and Description Language) [1].

Целью работы являлась разработка модели работы малогабаритной электрической печи на базе теории конечных автоматов с использованием UML и SDL диаграмм.

Объекты и методы исследований

UML-диаграмма состояний работы электрической печи показана на рис. 1. В работе можно выделить 3 базовых состояния:

- Установка требуемой температуры;
- Загрузка тестовых заготовок;
- Тепловая обработка.

Если эти процедуры выполняются успешно, то печь переходит в состояние «Успешное завершение». В случае возникновения ошибки конечный автомат переходит в состояние «Аварийное завершение».

Рассмотрим принципиальную электрическую схему малогабаритной электрической печи (рис. 2). Для включения печи необходимо включить автоматический выключатель Q, что обеспечит замыкание

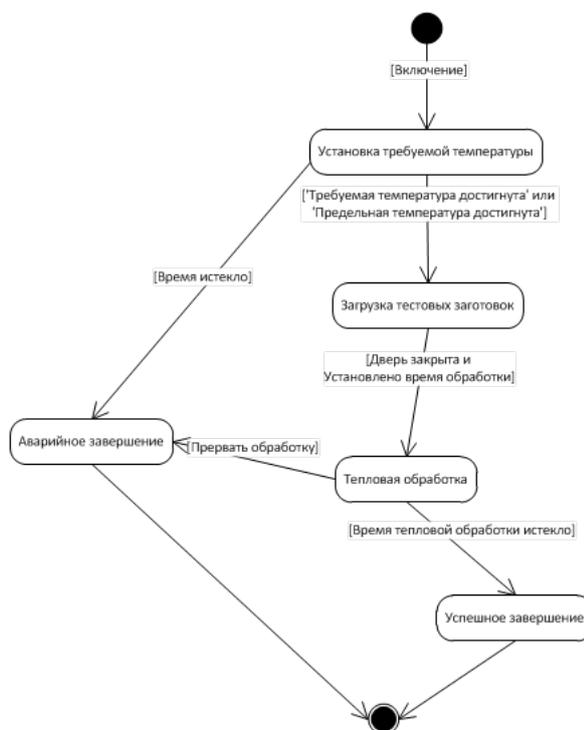


Рис. 1. UML-диаграмма состояний работы электрической печи

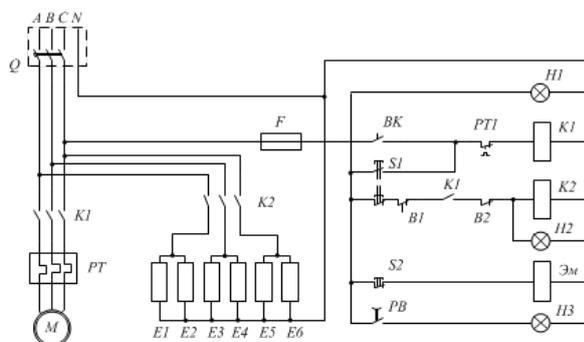


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема малогабаритной электрической печи

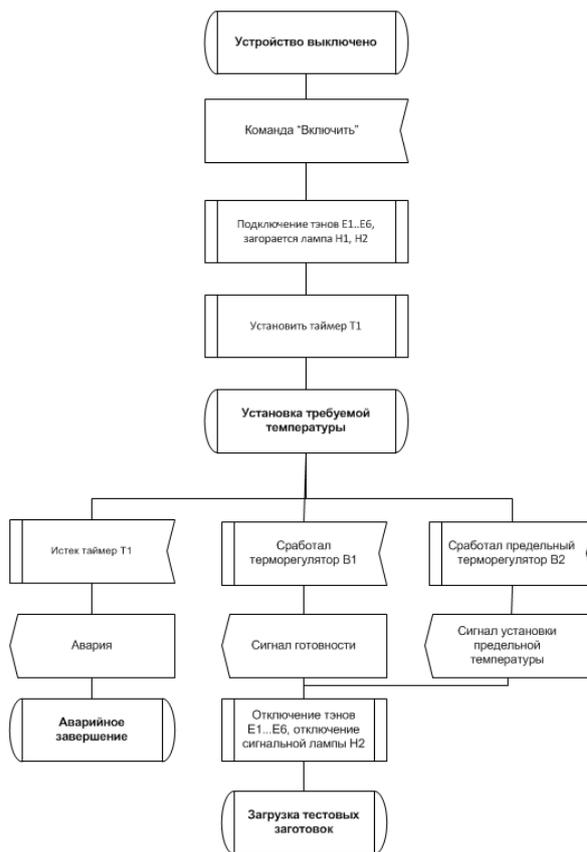


Рис. 3. UML-диаграмма этапа установки температуры

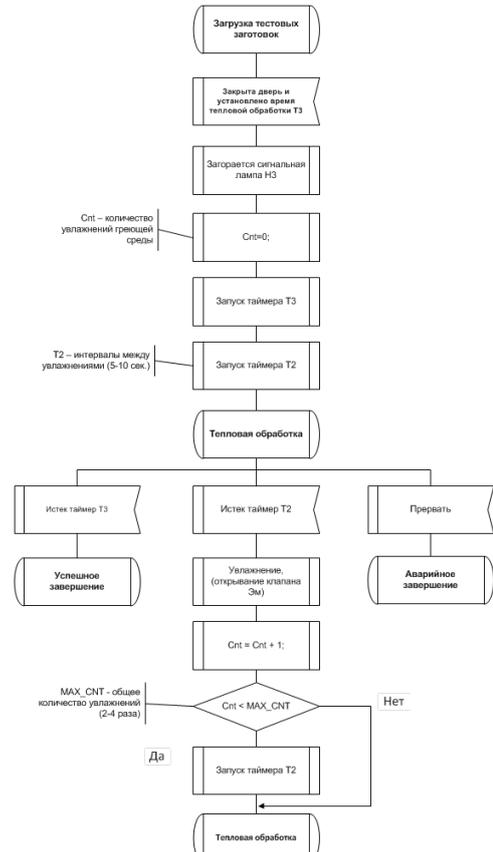


Рис. 4. UML-диаграмма «Тепловой обработки»

конечного выключателя ВК. После закрытия двери печной камеры загорается лампа Н1, что означает включение магнитного пускателя К1, контакты которого включают электродвигатель вентилятора М, магнитный пускатель К2 и сигнальную лампу Н2. Магнитный пускатель К2, включившись, замкнет свои контакты и подключит трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы) Е1... Е6 [2] .

Этап установки температуры показан на SDL-диаграмме, изображенной на рис. 3. Из диаграммы видно, что переход к состоянию «Загрузка тестовых заготовок» возможен при возникновении одного из двух событий: «Сработал терморегулятор В1» или «Сработал предельный терморегулятор В2».

Таким образом, когда температура в печи достигнет установившегося заданного значения, контакт терморегулятора В1 разомкнется и отключит магнитный пускатель К2. При этом произойдет отключение ТЭНов Е1... Е6 и погашение сигнальной лампы Н2, что означает готовность печи к работе. В случае выхода из строя терморегулятора В1 для защиты от перегрева сработает дополнительный терморегулятор В2, который отключит магнитный пускатель К2, ТЭНы Е1... Е6 и сигнальную лампу Н2 при достижении предельной температуры.

Печь находится в состоянии «Загрузки тестовых заготовок» до наступления события, сигнализирующего о том, что необходимые противни с тестовыми заготовками установлены, дверь закрыта

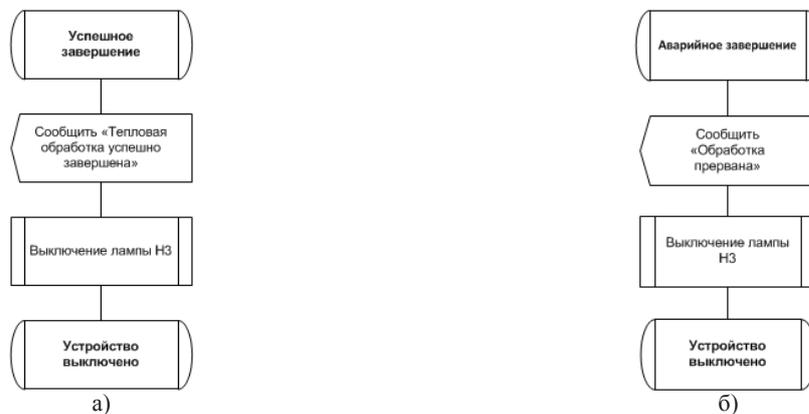


Рис. 5. Алгоритмы перехода в состояние «Устройство выключено» из двух конечные состояния «Успешное завершение» (а) и «Аварийное завершение» (б)

и задана продолжительность тепловой обработки (реле РВ, значение Т3). Этот сигнал переводит печь в состояние «Тепловой обработки» (рис. 4).

Процесс тепловой обработки успешно завершается при истечении заданного времени (событие «Истек таймер Т3»). Увлажнение греющей среды происходит через заданные интервалы времени, определяемое таймером Т2. При этом происходит открытие электромагнитного клапана Эм (рис. 2), и вода поступает через распылительную форсунку. Максимальное количество увлажнений определяется константой MAX_CNT (рис. 4).

На рисунке 5 показаны алгоритмы перехода в состояние «Устройство выключено» из двух конечные состояния «Успешное завершение» (рис. 5, а) и «Аварийное завершение» (рис. 5, б). При этом размыкается контакт реле времени РВ, гаснет лампа НЗ и звенит звонок, извещающий об окончании процесса выпечки (рис. 2).

Список литературы

1. Коновалов А. В., Коновалова О. Е., Бростиллов С. А., Функциональный подход в программировании конечного автомата тепловой обработки малогабаритной электрической печи / Научно-методический журнал «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего». – Пенза, ПензГТУ, выпуск 04 (26) /2015–67–78 с.
2. Кирпичников В. П., Ботов М. И. Оборудование предприятий общественного питания: В 3ч. Ч. 2. Тепловое оборудование – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

SIMULATION OF HEAT TREATMENT PROCESS FOR SMALL-SIZED ELECTRIC FURNACE

A. V. Konovalov, O. E. Konovalova

The paper presents an approach for modeling the thermal treatment of small-sized electric furnace, which can simplify the implementation of the algorithm of thermal treatment. This modeling approach is based on the consolidation of the modeling language UML and SDL.

Keywords: model, finite state machine, heat treatment.

References

1. Konovalov A. V. Konovalov O. E., Brostillov S. A., functional approach to programming the finite state machine of compact electric heat treatment furnace / Scientific-methodical journal «XXI century: the results of past and present problems» . - Penza, PenzGTU, 2015
2. Kirpichnikov V. P. , bots, MI Catering equipment: In 3h. Part 2. Heating Equipment - M .: Publishing center «Academy», 2010.