

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ САДОЧНОЙ ПЕЧИ

Бухмиров В.В., Сулейманов М.Г.

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет  
имени В.И. Ленина», г. Иваново, Россия

*Нагрев насыпных садок, образованных большим количеством одинаковых изделий, широко распространен в машиностроительной промышленности. Для определения рациональных режимов нагрева металла и повышения эффективности работы оборудования была разработана математическая модель работы термической садочной печи на основе зонального метода расчета радиационного и сложного теплообмена.*

*Модель реализована в виде программы на языке программирования Delphi. Программа позволяет моделировать нагрев садки с заданными теплофизическими свойствами и пористостью и является базой для последующих исследований процессов теплообмена в садочной печи.*

*Ключевые слова: садочная печь, математическая модель, программирование, Delphi.*

*Heating the bulk load formed by large number of identical products widely distributed in machine-building industry. To determine the optimal modes of metal heating and efficiency improvements mathematical model of the thermal box furnaces based on the zonal method for calculating the radiation heat transfer was developed.*

*The model is implemented as a program in the programming language Delphi. The program allows simulate heating of the cages with specified thermal properties and porosity, and is the basis for future studies of heat transfer processes in batch furnaces.*

*Keywords: batch furnace, mathematical model, software, Delphi.*

Для совершенствования тепловой работы термической садочной печи была разработана математическая модель [1], учитывающая инфильтрацию продуктов сгорания через пористую садку. Внешняя задача теплообмена решена упрощенным зональным методом [2], внутренняя – методом конечных разностей. Согласование внешней и внутренней задач теплообмена выполнено методом итерационного уточнения значений эффективных температур на границе расчетных подсистем.

Математическая модель реализована в виде программы для персонального компьютера на языке программирования Delphi. В качестве среды разработки использована среда Turbo Delphi 2006, одним из главных преимуществ которой являются визуальные методы построения приложений.

Компьютерная программа состоит из нескольких расчетных и вспомогательных блоков. Вспомогательные блоки – блок расчета горения топлива и блок расчета геометрических угловых коэффициентов излучения. Расчетные блоки – блоки решения внутренней, внешней и сопряженной задач теплообмена.

После запуска программы на экран выводится главное меню, содержащее два доступных раздела: «Режим» и «Выход».

Исходные данные для расчета необходимо ввести активацией пункта меню «Режим», который предложит на выбор два варианта ввода данных. В первом варианте используется демофайл исходных данных, а во втором – архивный файл с исходными данными предыдущих расчетов.

После выбора режима работы программы на экран выводится главное меню. При выборе раздела «Параметры» (рис. 1) на экране появляется панель ввода исходных данных, содержащая страницы «Конструкция», «Режим», «Газ», «Садка», «Настройка» и «Схема».

| Исходные данные                         |                  |
|---|------------------|
| Конструкция                             |                  |
| Рабочее пространство печи               |                  |
| длина, м                                | 4,2              |
| ширина, м                               | 2,1              |
| высота, м                               | 1,4              |
| Футеровка                               |                  |
| толщина, м:                             |                  |
| пола                                    | 0,35             |
| боковых стен                            | 0,35             |
| заслонок                                | 0,35             |
| свода                                   | 0,35             |
| коэффициент теплопроводности, Вт/(мК)   | 0,5 + 0,0004 * T |
| удельная теплоемкость, Дж/(кгК)         | 1100             |
| плотность, кг/м3                        | 2600             |
| тепловое сопротивление зазора, (м2К)/Вт | 0,1              |
| степень черноты кожуха                  | 0,8              |
| ✓ ОК                                    |                  |

Рис. 1. Панель исходных данных – раздел «Параметры»

1. Страница «Конструкция». Задают и изменяют геометрические параметры рабочего пространства печи и футеровки, а также теплофизические свойства футеровки.

2. Страница «Режим». Вводят режимные параметры работы – расход газа в период предварительного подогрева печи и в период термообработки, а также время нагрева.

3. Страница «Газ». Задают состав природного газа для отопления печи.

4. Страница «Садка». Задают геометрические и теплофизические параметры нагреваемой садки

5. Страница «Настройка». Настраивают математическую модель путем изменения настроечного коэффициента, в качестве которого выступает доля конвективной составляющей теплового потока.

6. Страница «Схема». Выбирают параметры схемы – шаги по времени и пространству

После ввода исходных данных выполняют расчет температуры газа в зонах, температурного поля садки и температуры поверхности обмуровки. Расчет начинают нажатием кнопки «Расчет» в меню программы.

После завершения расчета на экран выводятся результаты расчета в виде графиков изменения во времени температур поверхности и центра садки, температуры газа в рабочем пространстве печи. Двойной клик на экране в области графика отображает исходные данные и результаты расчета в текстовом виде (рис. 2).

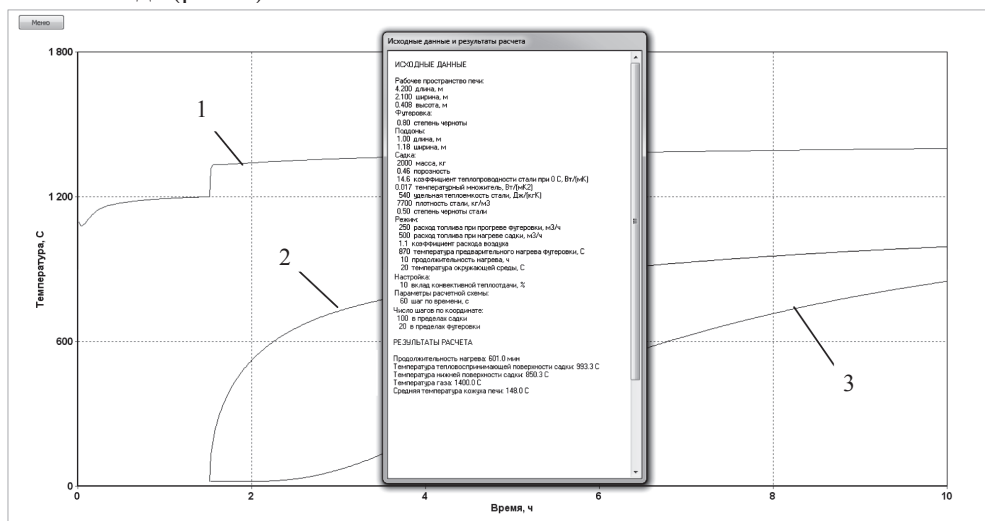


Рис. 2. Панель просмотра исходных данных и результатов расчета:  
1 – температура газа; 2 – температура поверхности садки; 3 – температура центра садки.

Работу программы заканчивают нажатием кнопки «Выход», при этом пользователю предлагается сохранить результаты расчета и исходные данные в виде текстовых файлов.

#### Список использованных источников

1. Моделирование теплообмена в садочной печи / В.В. Бухмиров, О.Б. Колибаба, М.Г. Сулейманов // Энергосберегающие технологии в промышленности. Печные агрегаты. Экология. VII Международная научно-практическая конференция, 15-17 октября 2014 г., г. Москва: материалы конференции. – Москва: Издательский дом МИСиС. – 2014. – С. 398–401.
2. Бухмиров В.В., Крупенников С.А. Упрощенный зональный метод расчета радиационного теплообмена в поглощающей и излучающей среде // Изв. вуз. Черная металлургия. – 1999. – № 1. – С. 68–70.