



Рис. 3. Отображение сведений об объектах автоматизации

Таким образом, разработан унифицированный программный интерфейс, который позволяет осуществлять не только мониторинг текущего состояния информационной системы с мобильного устройства, но и выполнять тривиальную оценку.

#### Список использованных источников

1. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Windows\\_Phone\\_SDK](http://ru.wikipedia.org/wiki/Windows_Phone_SDK)
2. Разработка приложений для Windows Phone 7.5 / С. Пугачев, С. Павлов, Д. Сошников.
3. Троелсен Э. С# и платформа .NET. Библиотека программиста / Э.Троелсен. СПб.: Питер, 2006. – 796 с.

УДК 669.042

**В. В. Бухмиров, М. Г. Сулейманов**

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

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ САДОЧНОЙ ПЕЧИ

### Аннотация

*В работе рассматривается математическое моделирование термической садовой печи. Математическая модель термической печи, учитывающая фильтрацию продуктов сгорания через садку, позволяет оптимизировать режимы нагрева. Задача сопряженного*

теплообмена в рабочем пространстве печи решена методом конечных разностей и зональным методом с учетом фильтрации продуктов сгорания через садку, наличия факела, потерь теплоты на аккумуляцию футеровкой, а также потерь теплоты в окружающую среду через ограждающие конструкции печи.

*Ключевые слова:* математическая модель, термическая печь, теплообмен, метод сеток, зональный метод, насыпная садка.

### Abstract

*This paper considers mathematical modeling of the thermal batch furnaces. A mathematical model of the furnace taking into account the filtration combustion products through the pores is used to optimize heating modes. Problem of heat transfer in the furnace is solved using the finite difference method and the zonal method considering filtering combustion products through the batch, presence of flame, heat loss to the accumulation lining and heat loss to the environment through the walls of the furnace.*

*Keywords:* mathematical model, batch furnace, heat exchange, finite-difference method, zonal method, bulk load.

Математическое моделирование получило широкое распространение в металлургии и машиностроении для определения рациональных температурных режимов, позволяющих повысить экономичность работы теплотехнического оборудования и качество нагрева металла [1].

Особенностью разработанной математической модели является выделение в рабочем пространстве печи трех объемных зон. Это позволяет более полно учесть неизотермичность тепловоспринимающих поверхностей садки, внутренней поверхности футеровки и объем продуктов сгорания, заполняющих рабочее пространство печи. Таким образом, обеспечивается более точный расчет температурного поля садки.

Расчет тепловых процессов в рабочем пространстве производится путем совместного решения внешней и внутренней задач теплообмена.

При постановке внешней задачи теплообмена были приняты следующие допущения:

– при расчете радиационного теплообмена в процессе нагрева садки в рабочем пространстве выделяются три изотермические области: подподовая область, в которой происходит тепловыделение в результате сгорания топлива, верхняя (надсадочная) область и область, объединяющая газовые объемы между соседними садками;

– все тела, участвующие в теплообмене, приняты серыми: степень черноты садки и футеровки не зависит от температуры;

– коэффициенты конвективной теплоотдачи на поверхностях садки и футеровки имеют известные постоянные значения;

– расход топлива задан по условию задачи.

Решение внешней задачи теплообмена выполнено упрощенным резольвентным зональным методом [2], в результате которого определяются тепловые потоки на поверхностях садки и футеровки при заданных значениях температур данных поверхностей. Согласование результатов расчета в смежных областях производится путем итерационного уточнения значений эффективных температур [2].

Насыпная садка представляет собой параллелепипед: расчет температурного поля выполнен путем решения трехмерной нестационарной задачи теплопроводности. Расчет про-

грева футеровки стен и подины производится путем решения одномерных нестационарных задач теплопроводности в плоской стенке. При постановке внутренней задачи теплообмена использованы следующие допущения:

– насыпная садка рассматривается как изотропная пористая среда с эффективными теплофизическими свойствами;

– температурное поле садки симметрично относительно вертикальной плоскости, перпендикулярной фронтальной поверхности садки;

– футеровка стен и подины состоит из трех слоев (теплоизоляционного, промежуточного и рабочего), на границах между которыми имеют место идеальные тепловые контакты.

Эффективные теплофизические свойства садки определены из расчета температурного поля бесконечно длинной призмы и сравнения его с экспериментальными значениями. Зависимость  $\lambda(T)$  найдена решением обратной задачи теплопроводности при условии минимизации среднеквадратичного отклонения полученных расчетом температур от экспериментальных данных [3].

Решение внутренней задачи теплообмена выполнено методом конечных разностей с использованием чисто неявной схемы. В результате решения определяются нестационарные температурные поля садки, кладки и пода при заданных условиях теплообмена на граничных поверхностях этих элементов.

Вывод. Разработана математическая модель сопряженного теплообмена, которая учитывает пористость садки и изменение ее теплофизических свойств, позволяет находить температурное поле садки и оптимальное время ее пребывания в печи.

#### Список использованных источников

1. Арутюнов В. А., Бухмиров В. В., Крупенников С. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов.– М.: Металлургия, 1990. – 239 с.

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.

3. Бухмиров В. В., Колибаба О. Б., Сулейманов М. Г. Разработка методики определения эффективных теплофизических свойств пористых материалов // Проблемы теплоэнергетики: сборник научных трудов. – 2012. – №2. – С. 363–366.