

Для удобного отображения графики смещены друг относительно друга на единицу (рисунок 2).

Выводы: предложена математическая модель распределения концентрации СО в выбросах автомобильного транспорта. Получены качественные и количественные характеристики распределения СО в выхлопе автомобиля. Разработанная математическая модель позволяет определить с высокой вероятностью распределение концентрации примесей в газовом пространстве с учетом большинства влияющих величин. При определенных допущениях, а именно: скорость движения автомобиля положить равным нулю – математическая модель может быть адаптирована для определения краткосрочных выбросов ядовитых веществ от стационарных источников выбросов.

#### Перечень ссылок

1. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды/ Марчук Г. И. – М.: Наука, 1982. – 320 с.

УДК 681.5.08

### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ПРОХОДНЫХ ПЛАМЕННЫХ ПЕЧЕЙ И СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИИС

**Томилин Е.М., аспирант; Чичикало Н.И., д.т.н., профессор**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

В настоящее время проходные печи применяются для тепловой обработки различных заготовок в непрерывном режиме. Это могут быть металлические слябы, керамические изделия, литейные формы и пр. По типу используемого топлива печи делят на топливные (пламенные) и электрические.

Рассмотрим толкательную термическую печь на газе для прокатки форм для литья. Чтобы получить температурный профиль теплового агрегата, проведены экспериментальные исследования, для чего всё его пространство разбито на условные зоны – сегменты. В требуемых точках съема информации установлены датчики для непосредственного оценивания температур (зоны б, г, д, е), а определение температур остальных зон (а, в, ж) выполнено косвенно. На рис. 1, изображен экспериментальный сегмент печи с указанием способов определения температур.

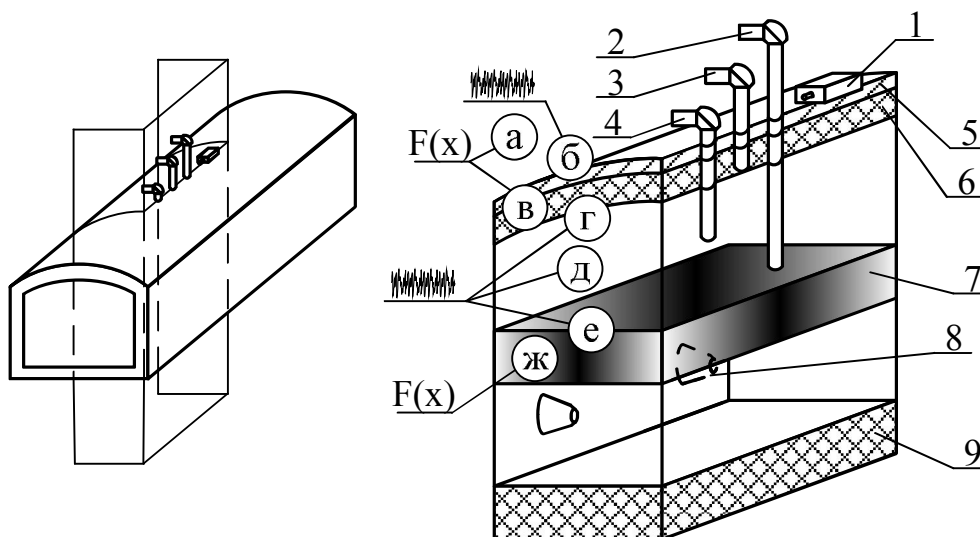


Рисунок 1 – Схема установки датчиков и способов определения составляющих температурного профиля проходной печи

На рис. 1 обозначены датчики измерения температуры: 1 – наружной стороны свода печи; 2 – поверхности заготовки; 3 – поверхности внутренней стороны свода; 4 – газовой среды; а также контролируемые части объекта: 5, 6 – внешний и внутренний слой футеровки; 7 – объект тепловой обработки (нагреваемая заготовка); 8 – инжекционная газовая горелка; 9 – дно печи.

Косвенными методами определяются распределения температур по сечению: в – свода; ж – нагреваемой заготовки. Кроме того, косвенными методами определяются значения величин плотностей потоков тепловых потерь – а. Прямыми методами определяются значения температур поверхности: б – внешней стороны свода; г – внутренней стороны свода; е – нагреваемой заготовки. Кроме того, прямыми методами определяются значения температур д – газовой среды активной зоны печи.

Из рис. 1 видно, что при стационарном теплообмене распределение плотностей потоков тепловых потерь через кладку свода печи и распределение температур по сечению свода, определяются при помощи совместного решения системы состоящей из двух уравнений [1]:

$$t_{c1} = \sqrt{(1/b_1 + t_{c2})^2 + (2 \cdot q \cdot \delta_1) / (\lambda_{0c1} \cdot b_1)} - 1/b_1, \quad (1)$$

$$t_{c2} = \sqrt{(1/b_2 + t_{c3})^2 + (2 \cdot q \cdot \delta_2) / (\lambda_{0c2} \cdot b_2)} - 1/b_2, \quad (2)$$

где  $t_{c1}$  – температура внутренней поверхности свода, °С;  $t_{c3}$  – температура внешней поверхности свода, °С;  $t_{c2}$  – температура на границе раздела слоёв свода, °С;  $q$  – значение плотности потока тепловых потерь, Вт/м<sup>2</sup>;  $\lambda(t)$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);  $b$  – величина угла наклона прямой, аппроксимирующей зависимость  $\lambda(t)$ ;  $\delta$  – толщина слоя кладки свода, м.

Таким образом, неизвестными остаются две величины – температура на границе раздела двух слоёв внутри свода и плотность потока тепловых потерь через кладку. Решив систему уравнений (1) и (2), получим значения искомых величин  $t_{c2}$  и  $q$ . Подставив которые в уравнение (1), можно получить значения температур в любой интересующей точке свода.

Для получения распределения температур по сечению заготовки воспользуемся неявной разностной схемой. Так как распределение температур на поверхности заготовки известно, то выберем его в качестве граничных условий первого рода:

$$T_{k,1} = (1 + 2f) \cdot T_{k+1,1} - 2f \cdot T_{k+1,2}, \quad (3)$$

$$T_{k+1,n+1} = T_{пов}, \quad (4)$$

где  $f = a \cdot \Delta t / \Delta y^2$ ;  $a$  – коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/с;  $\Delta t$  – шаг по времени, с;  $\Delta y$  – шаг по координате (толщине), м;  $T_{k,1}$  – температура в середине заготовки в  $k$ -й момент времени;  $T_{k+1,n+1}$  – температура поверхности заготовки в  $k+1$ -й момент времени;  $T_{пов}$  – температура поверхности заготовки.

Промежуточные значения температур описываются следующей зависимостью:

$$-f \cdot T_{k+1,i-1} + (1 + 2f) \cdot T_{k+1,i} - f \cdot T_{k+1,i+1} = T_{k,i}. \quad (5)$$

Т.к. зависимость значений температур в  $k+1$ -й момент времени от её значений в предыдущий  $k$ -й момент времени определяется неявным образом, то для вычисления значений промежуточных температур необходимо совместное решение системы уравнений:  $A \cdot T_{k+1} = B$  [2], где  $A$  – матрица коэффициентов, входящих в левые части уравнений;  $B$  – столбец свободных членов, определяемый температурами в предыдущий момент времени;  $T_{k+1}$  – столбец искомых значений температур в последующий момент времени.

Проведение экспериментальных исследований выполнено с помощью ИИС контроля температурного профиля проходных пламенных печей, структурная схема которой представлена на рис. 2:

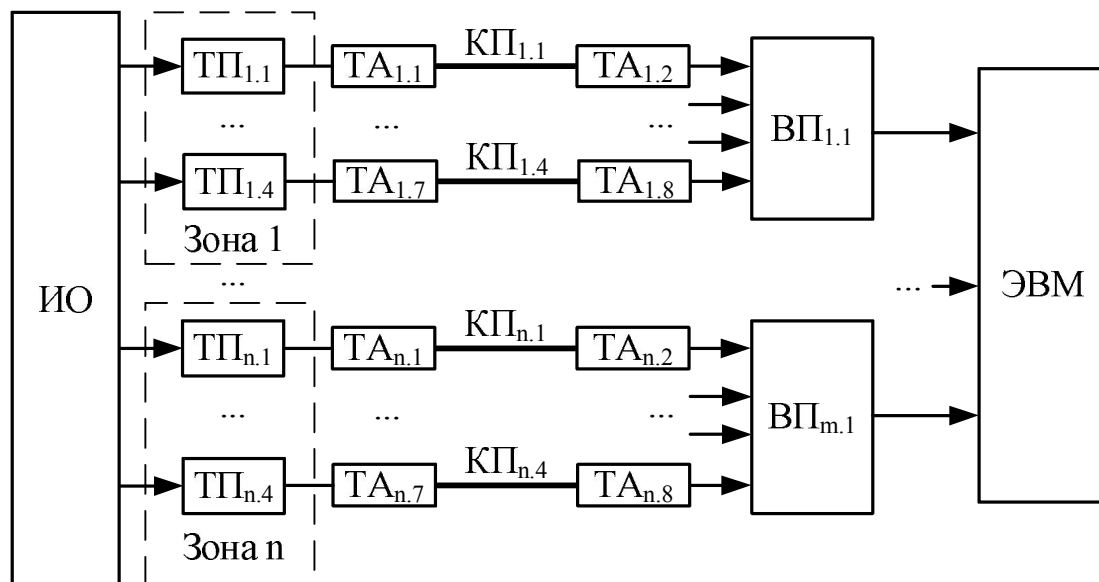


Рисунок 2 – Структурная схема ИИС экспериментальных исследований температурного профиля проходной печи

На рисунке 2 изображены: ИО – измеряемый объект; ТП – термопара; ТА – термопарный адаптер; КП – компенсационный провод; ВП – вторичный прибор; ЭВМ – промышленный компьютер.

Таким образом, результаты эксперимента позволяют получить исходные данные для определения составляющих температурного профиля толкательной термической печи на газе для прокатки форм для литья. Приведены схема установки датчиков прямого измерения температур, методы косвенного определения температур. Разработанная структурная схема ИИС контроля температурного профиля проходной печи, может быть использована для дальнейших исследований.

#### Перечень ссылок

1. Димніч А.Х. Теплопровідність: навч. посібник [для студ. вищ. учбов. закл.] / Троянський О.А. – Донецьк: Норд-Прес, 2004. – 378с.
2. Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенников С.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. – М.: «Металлургия», 1990. – 241 с.

CDC 621.311

## UNIFICATION HARDWARE AND SOFTWARE ADCS

**Olga Senkova, student; Sergei Shlepnyov, Ph.D.**  
(Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine)

Automated dispatch control systems (ADCS) in the energy sector are a management systems in real time by automating processes for the generation, transmission and distribution of electric energy. ADCS are physically at the top level of at least one host computer, which is usually called the leading station (LS) and the lower level - from multiple remote terminals (MRT).

MRT are autonomous units that interact directly with the managed process. They collect data from real-time (analog and digital) with sensors in the controlled power system; record the sequence of events, broadcast (and periodically, with the exception, and on-demand) data collected on the master station for processing and preservation; perform regulatory action in response to commands supplied from master station; perform the functions of local proportional-integral-differential control loops [1].

Master station performs the functions of supervisory control and data processing in real time and is part of the operational and information center, located on the upper level of the operational