

ВЫВОД

Предложена математическая модель, основанная на совместном использовании уравнений Навье – Стокса и уравнений нестационарной теплопроводности, которая может быть использована для компьютерного моделирования процесса обжига изделий строительной керамики. Представленные вычислительные эксперименты наглядно демонстрируют возможности компьютерного моделирования температурных полей при обжиге сапки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н о х р а т я н К. А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики – М.: Госстройиздат, 1962. – 603 с.
2. Г о с и н Н. Я. Производство керамических строительных материалов. – М., 1971. – 200 с.
3. П р о ц е с с ы керамического производства / Под ред. Дж. Кингери. – М.: Изд-во иностр. лит., 1960.
4. К о т о в В. И. Оптимализация технологии строительной керамики. – Сыктывкар, 1969. – 64 с.
5. Т и х и О. Обжиг керамики. – М.: Стройиздат, 1988 – 343 с.
6. Ю ш к е в и ч М. О., Р о г о в о й М. И. Технология керамики. – М.: Стройиздат, 1969. – 350 с.
7. Ч и ч к о А. Н., Б о р о з д и н А. С. Численное моделирование процесса нагрева движущегося слитка // Литье и металлургия. – 2003. – № 4. – С. 59–62.
8. Ч и ч к о А. Н., Л и х о у з о в С. Г., Л у к а ш е в и ч Ф. С. Компьютерная система «ПроЛит-1» для моделирования течения и охлаждения расплавов // Литье и металлургия. – 2003. – № 4. – С. 64–72.
9. Ч и ч к о А. Н., А н д р и а н о в Н. В., Б о р о з д и н А. С. Компьютерная система «ПроТерм-1н» – для моделирования процессов ступенчатого нагрева стальных слитков // Сталь. – 2005. – № 11. – С. 66–71.

Представлена кафедрой машин
и технологий литейного производства

Поступила 10.02.2006

УДК 621.311.22:658.012

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬЮ РАБОТЫ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АСУ ТП ТЭС

Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И.

Белорусский национальный технический университет

При наличии на тепловой электрической станции автоматизированной системы управления технологическими процессами имеет место ряд проблем, вызванных большим объемом информации, воспринимаемой оператором. Эти проблемы связаны с повышением психофизической нагрузки оператора, обязанного просматривать значительные последовательности информации, выводимые на устройства отображения. Кроме того, хотя

оператору энергоблока и выдаются советы в косвенном или явном виде по управлению технологическими процессами, но они касаются устранения пережога топлива, допущенного конкретно в какой-либо системе или узле энергоблока. При наличии пережогов топлива в нескольких системах, узлах энергоблока одновременно могут возникнуть дополнительные потери в целом по энергоблоку, связанные с неоптимальной последовательностью устранения оператором этих пережогов. Поэтому с целью оптимизации действий оператора энергоблока, направленных на устранение допущенных в процессе эксплуатации пережогов топлива, был предложен целевой критерий вида [1]

$$Q = \left[\sum_{i=1}^n \int_0^{\Delta t_i} \Delta b_i(t) dt + \sum_{j=\{x\}} \Delta t_j \sum_{l=1; l \neq j}^{n-1} \Delta b_l(t) \right] N(t), \quad (1)$$

где $\Delta b_i(t)$, $\Delta b_l(t)$ – удельные пережоги топлива, имеющие место в i -м и l -м узлах энергоблока, г у. т./ (кВт·ч); Δt_i – время, необходимое для устранения пережога топлива оператором в i -м узле энергоблока, ч (аналогично Δt_j); $\int_0^{\Delta t_i} \Delta b_i(t) dt$ – пережог топлива в i -м узле энергоблока, допущенный за время устранения этого пережога Δt_i , г у. т./кВт; $N(t)$ – текущая нагрузка энергоблока, кВт; N – количество систем, узлов энергоблока, в которых был допущен пережог топлива; x – искомая последовательность устранения пережогов топлива в n узлах, системах энергоблока.

Функционал вида (1) определяется из следующего. За время устранения пережога топлива Δt_k в k -й системе энергоблока будет допущен пережог топлива, равный

$$\Delta B_k = \int_0^{\Delta t_k} \Delta b_k(t) dt N(t) \cdot 10^{-6}, \text{ т у. т.},$$

а в целом по энергоблоку, если имеются еще $(n - 1)$ систем, работающих с пережогом, будет допущен общий пережог, равный

$$\Delta B_{n-1} = \Delta t_k \sum_{i=1}^{n-1} \Delta b_i(t) N(t) \cdot 10^{-6} + \Delta B_k, \text{ т у. т.},$$

и так последовательно при устранении пережогов в узлах, системах энергоблока до полного устранения пережога топлива в целом по энергоблоку.

Так как слагаемое $\sum_{i=1}^n \int_0^{\Delta t_i} \Delta b_i(t) dt$ для всех вариантов последовательностей является величиной постоянной, при минимизации целевого критерия можно учитывать только переменную составляющую и выражение Q представить в виде

$$Q = \left[\sum_{j=\{x\}} \Delta t_j \sum_{l=1; l \neq j}^{n-1} \Delta b_l(t) \right] N(t). \quad (2)$$

Критерий Q имеет оптимум (минимум) только при определенной последовательности X устранения пережогов топлива, т. е. последовательность X является координатами точки минимума критерия Q в n -мерном пространстве. Вектор последовательности X характеризуется $m = n!$ состояниями, что даже при четырех узлах, системах энергоблока с пережогом топлива имеет значение 24. Рассмотрим систему независимых единичных векторов $l_1, l_2, \dots, l_m$, направленных вдоль оси координат $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$. Вектор градиента критерия $Q(x_1, x_2, \dots, x_m)$ имеет вид

$$\frac{dQ}{dx_1} l_1 + \frac{dQ}{dx_2} l_2 + \dots + \frac{dQ}{dx_m} l_m, \quad (3)$$

где частные производные вычисляются в рассматриваемой точке. Причем направление вектора градиента (3) совпадает с направлением вектора градиента

$$\frac{db_1}{dt_1} l_1 + \frac{db_2}{dt_2} l_2 + \dots + \frac{db_m}{dt_m} l_m, \quad (4)$$

согласно гипотезе Ривса – Флетчера [2].

Отсюда искомая последовательность X будет определяться скоростью устранения пережогов топлива, ранжированных от максимального к минимальному значению:

$$\frac{db_i}{dt_i} l_i > \frac{db_j}{dt_j} l_j > \dots > \frac{db_k}{dt_k} l_k, \quad (5)$$

Так, допустим имеются четыре системы по энергоблоку, в которых в результате каких-то режимных факторов были допущены пережоги топлива: $\Delta b_1 = 1,5$ г у. т./ (кВт·ч); $\Delta b_2 = 0,5$ г у. т./ (кВт·ч); $\Delta b_3 = 3$ г у. т./ (кВт·ч); $\Delta b_4 = 1,0$ г у. т./ (кВт·ч). Время устранения этих пережогов оператором составляет соответственно: $\Delta t_1 = 0,1$ ч; $\Delta t_2 = 0,3$ ч; $\Delta t_3 = 0,6$ ч; $\Delta t_4 = 0,3$ ч. Требуется определить оптимальную последовательность действий оператора, направленных на устранение пережогов топлива в этих узлах, системах энергоблока. Согласно (2) и (5) определяем необходимый оптимальный алгоритм устранения пережогов топлива в данных узлах, системах в целом

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2,$$

т. е. сначала устраняется пережог топлива в 1-й системе, затем – в 3-, 4- и 2-й. При этом будет допущен минимальный пережог топлива по энергоблоку в целом, равный 1,5 г у. т./ (кВт·ч). Если бы оператор энергоблока устранил пережоги топлива от максимального к минимальному, т. е. по алгоритму $3 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$, то потери в целом по энергоблоку составили бы 2,1 г у. т./ (кВт·ч), что существенно больше оптимального. Такая же картина наблюдается и для остальных вариантов, отличных от оптимального.

Предлагаемый способ реализуется в АСУ ТП энергоблока на базе любых информационно-вычислительных комплексов, в которых организованы подсистемы автоматизированного расчета технико-экономических по-

казателей и анализа состояния оборудования в темпе технологического процесса.

ВЫВОД

Предложен целевой критерий, позволяющий оператору энергоблока устранять пережоги топлива, допущенные в процессе эксплуатации оборудования с минимальными потерями.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. СССР 1455350. Способ устранения пережогов топлива по узлам энергоблока / В. И. Назаров, П. В. Бачище, А. А. Никифоров // Бюл. изобр. – 1989. – № 4.
2. Fletcher R., Reeves C. M. Function Minimization by Conjugate Gradients // Computer J. – 1964. – № 7. – P. 149–154.

Представлена кафедрой ТЭС

Поступила 30.05.2005

УДК 537.84

ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ОСАЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ЧАСТИЦ В ВЫСОКОГРАДИЕНТНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Инж. МУРАДОВА Р. А.

Азербайджанская государственная нефтяная академия

Анализ существующих теорий осаждения частиц в градиентном магнитном поле и возможностей их применения в реальных магнитных фильтрах показывает, что ныне отсутствует законченная теория магнитного осаждения пара- и ферромагнитных частиц в высокоградиентном магнитном поле в силу принципиальных ограничений, которые возникают при попытке реализации способа для технологических сред с широкими спектрами свойств. Поэтому необходимо совершенствование известных и создание новых, более простых и общих способов расчета динамических характеристик процессов осаждения пара- и ферромагнитных частиц в высокоградиентном магнитном поле.

Оценка сил, действующих на частицу в неоднородном магнитном поле, свидетельствует о том, что магнитное осаждение частиц осуществляется в результате конкуренции в основном магнитной F_m и стоковой F_c сил.

Если жидкость, несущая твердые частицы, проявляет неньютоновские свойства, то связь между тензорами напряжений и скоростей деформации нелинейна, и поэтому для описания движения жидкости неприменимы уравнения Навье – Стокса. Анализ реологических характеристик исследу-