

Рис. 2. Зависимость требуемых перепадов давления от температуры наружного воздуха по этажам

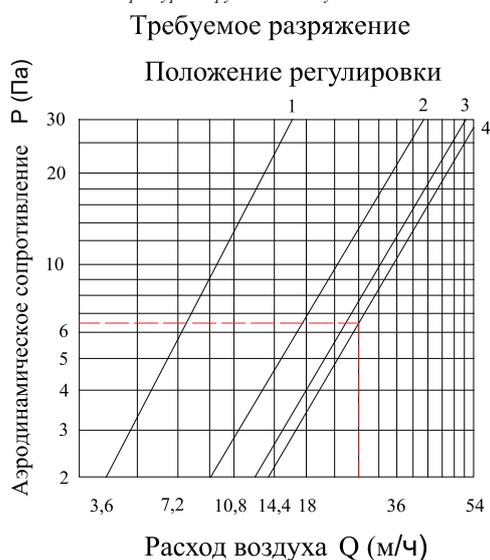


Рис. 3. Требуемое статическое давление, создаваемое клапаном

Список литературы

1. Еремкин А.И. Тепловой режим зданий: учебное пособие / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. – Ростов н/Д: Феникс, 2008.
2. ГОСТ 21.602.79 СПДС Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Рабочие чертежи / Госстрой СССР. – М.: Изд-во, 1980.
3. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
4. СНиП 23-01-99 Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2003.
5. СНиП 41.01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
6. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В МАССОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Филиппов А.В., Цыбрий И.К.

ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,
e-mail: philippov@rocketmail.com

В работе рассматривается алгоритм функционирования системы активного контроля качества производственного процесса, позволяющий сократить процент брака путем предсказания выхода контролируемого параметра за установленные нормативы и своевременной подналадки производственного оборудования.

Существующие методы контроля обладают некоторым эффектом запаздывания, т.е. изменение параметров технологического процесса возможно только после производства некоторого количества бракованных изделий. В основу предлагаемого алгоритма положено аналитическое определение зарождения тренда, способного в дальнейшем привести к появлению брака.

Алгоритмы функционирования таких систем строятся на использовании скользящих средних (Moving Average), в частности Простой Скользящей Средней (SMA – Simple Moving Average), и Взвешенной Скользящей Средней (WMA – Weighted Moving Average). SMA вычисляют по следующей формуле:

$$SMA = \sum((P_i) / n),$$

где n – число значений (параметр усреднения), P_i – значения элементов выборки, учитывающихся при расчете текущего значения средней.

В качестве примера рассмотрим распределение отклонений от номинального диаметра в выборке из 100 деталей, обрабатываемых последовательно на одной наладке станка. На рис. 1 показаны SMA с периодами 3 (красный) и 7 (зеленый), построенные на основе выборки.

Анализ данного графика позволяет определить некоторые свойства SMA. В частности, присутствует некоторое запаздывание графика SMA, относительно текущего показателя анализируемой величины.

Построение SMA не представляет какой-либо сложности, однако значения элементов выборки имеют один и тот же «вес». Поэтому, при построении SMA с большим значением параметра n и при условии, что реальный тренд окажется короче по времени, значения удаленных от текущего элементов приведут к погрешности в оценке текущего тренда. По этой причине SMA строятся со значением параметра n , не превышающим 20. Однако применение даже этого просто инструмента позволяет определить основные соотношения, указывающие на вероятное появление брака.

Допустим, что контролируемый параметр не должен выходить за установленный норматив [-150; 75] (рис. 2). На рисунке выделены точки, сигнализирующие о возможности появления брака. Данные точки появляются при пересечении «быстрой» SMA, «медленной», что обусловлено различной скоростью «реакции» на поведение тренда.

Значительным недостатком SMA является позднее время появления этих сигнализирующих точек, что, впрочем, удастся решить применением WMA.

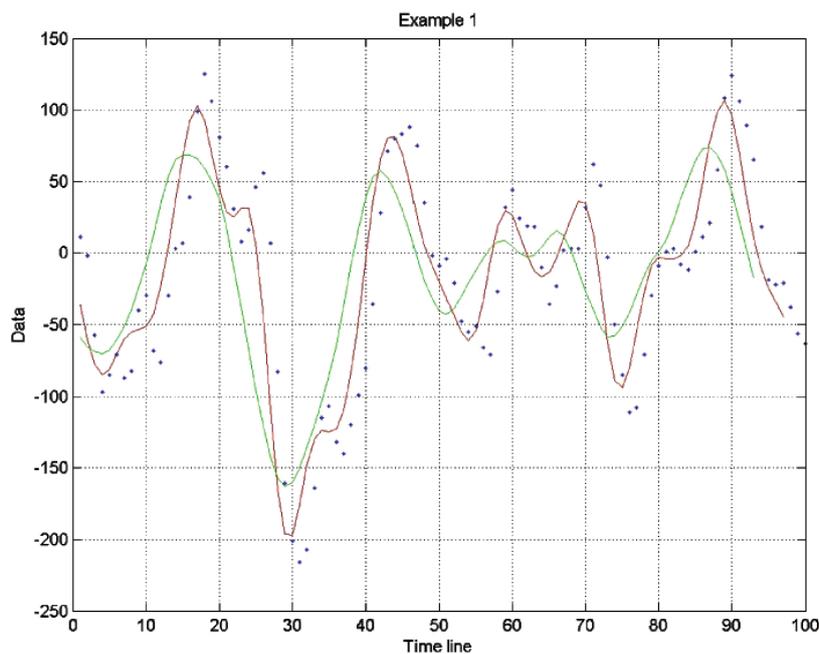


Рис. 1. Пример построения SMA

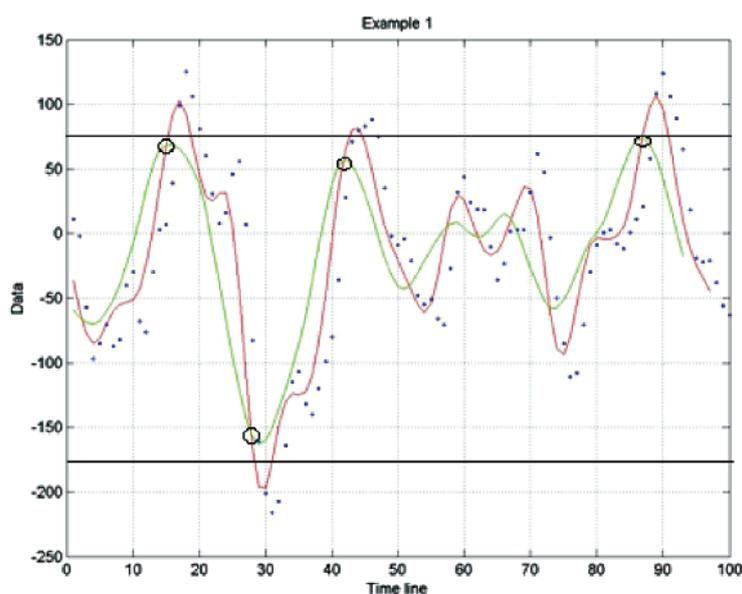


Рис. 2. Анализ выборки значений при помощи двух SMA с различными параметрами усреднения

Основной идеей построения WMA является присвоение каждому значению анализируемого параметра определенного весового значения, уменьшающегося с удалением элемента от текущего. Соответственно, WMA рассчитывается по формуле

$$WMA = \sum (w_i \cdot P_i) / \sum (w_i),$$

где $w_i = 1/i$ – «вес» каждого значения элементов выборки, P_i – значения элементов выборки, учитываемых при расчете текущего значения средней. Данный метод усреднения предполагает, что вес исторически «старых» выборочных средних уменьшается по геометрическому закону при присоединении новых выборочных средних. Применение

WMA в построении карт контроля качества позволяет зарегистрировать малые сдвиги исследуемых показателей и, следовательно, изменения в производственном процессе до того, как они получат катастрофический характер. На рис. 3 изображено использование WMA при анализе выборки из тех же 100 значений.

Очевидно, что применение WMA позволяет предсказать возможное появление брака значительно раньше, чем SMA, что позволит своевременно провести калибровку технологического процесса.

Полученные результаты позволяют говорить о возможности использования данного метода для снижения процента брака, а значит, о перспективности дальнейших исследований в этой области.

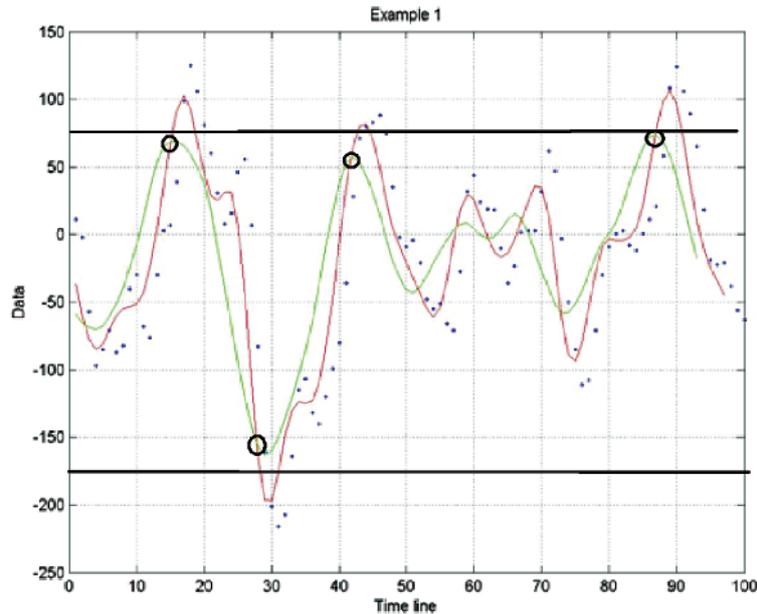


Рис. 3. Анализ выборки значений при помощи двух WMA

Список литературы

1. Романов В.Н., Комаров В.В. Теория измерений. Анализ и обработка экспериментальных данных: учеб. пособие. – СПб.: СЗТУ, 2002.
2. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ В ЗАМКНУТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КАНАЛАХ

Харламов С.Н., Исламов И.Ш.

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет, Томск,
e-mail: iish-88@yandex.ru

Современные методы описания сложных сдвиговых движений основываются на численном решении полных осредненных уравнений Навье – Стокса, замыкаемых с помощью тех или иных моделей турбулентности.

Цель работы – детально исследовать гидродинамику и теплообмен в закрученных ламинаризованных и турбулентных потоках вязких слабосжимаемых сред. Вращение осуществляется в условиях вращения стенки внутреннего цилиндра вокруг своей продольной оси при ламинарном и турбулентном режимах течения. Анализ адекватности математической модели реальному процессу проводится посредством сравнения с имеющимися экспериментальными данными для осредненных и пульсационных характеристик. Для расчетов также использовался программный пакет ANSYS.

Математическая и физическая постановка

$$\frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j} = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \overline{\rho u_i' u_j'} \right) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \left[\frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \delta_{ij} \right] \right); \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho c_p u_j T)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho c_p u_j T)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_j} - \rho c_p \overline{u_j' T'} \right) + \Phi_\mu; \quad (3)$$

$$p = \rho R_0 T, \quad (4)$$

где Φ_μ – диссипативная функция Рэлея.

Для замыкания определяющих уравнений (1)-(4) используются 2-параметрические модели.

Модель k-ε Лаундера-Шарма

Уравнения модели записываются следующим образом [1]:

$$\frac{Dk}{Dt} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \varepsilon + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \mu_t / \sigma_k) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right]; \quad (5)$$

$$\frac{D\tilde{\varepsilon}}{Dt} = \mu_t C_1 f_1 \frac{\tilde{\varepsilon}}{K} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) -$$

$$- C_2 f_2 \frac{\tilde{\varepsilon}^2}{K} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \mu_t / \sigma_\varepsilon) \frac{\partial \tilde{\varepsilon}}{\partial x_j} \right] + E; \quad (6)$$

$$\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u_j \frac{\partial}{\partial x_j};$$

$$\varepsilon = \tilde{\varepsilon} + \mu \left(\frac{\partial \sqrt{k}}{\partial x_j} \right)^2, \quad (7)$$

$$E = 2\mu\mu_t \left(\frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_i} \right)^2;$$

$$\mu_t = C_\mu f_\mu \frac{K^2}{\varepsilon}; \quad (8)$$

для $C_\mu, f_\mu, \sigma_k, \sigma_\varepsilon, f_1, f_2$:

$$C_\mu = 0,09;$$

$$\sigma_k = 1; \sigma_\varepsilon = 1,3; f_1 = 1;$$

$$f_2 = 1 - 0,3 \exp(-Re_t^2); \quad (9)$$

$$f_\mu = \exp[-2,5/(1 + Re_t/50)]; \quad Re_t = \frac{K^2}{\nu \varepsilon}. \quad (10)$$