

Таблица 9

Матрица для вариантов

	1	2	3	4
1	0	1	0	0
2	0	0	0	0
3	1	1	0	1
4	0	1	0	0

Столбец 3, содержащий только нули, определяет предпочтительный вариант выполнения бизнес-процесса печати:

$$n0 - 1N\{8M\} - 6N\{12M\} - 3N\{8M\} - 4N\{10M\} - 5N\{11M\} - 6N\{12M\} - 7N\{13M\} - nf.$$

Это фактически означает невыгодность содержания дорогостоящих дизайнеров в штате предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Калянов Г.Н.* Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 240 с.

Корохова Елена Вячеславна

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

E-mail: alen_ko@mail.ru

344090, Ростов-на-Дону, ул. Мельчакова, 10

Тел.: +7(8632)696991

Никифоров Антон Иванович

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

E-mail: anton@cafe-print.ru

Korokhova Elena Vyacheslavovna

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: alen_ko@mail.ru

10, Melchikova street, Rostov-on-Don, 344090

Phone: +7(8632)696991

Nikiforov Anton Ivanovich

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

УДК 681.33

Е.В.Удод

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ОБЛАСТЕЙ РАЗБИЕНИЯ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕНЗОРЕЗИСТИВНОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ТОЧНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ЕЁ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Рассмотрено влияние размеров областей разбиения градуировочной характеристики тензорезистивного чувствительного элемента на точность построения математической модели этой градуировочной характеристики. Даны общие

рекомендации по выбору размеров областей разбиения градуировочной характеристики тензорезистивного чувствительного элемента.

Датчик; преобразование; математическая модель.

E.V. Udod

INFLUENCE OF THE SIZES AREAS SPLITTING CALIBRATION CHARACTERISTICS TENSORESISTIVE SENSITIVE ELEMENT ON ACCURACY CONSTRUCTION MATHEMATICAL MODEL

Influence of the sizes areas splitting calibration characteristics tensorresistive sensitive element on accuracy construction mathematical model of this calibration characteristics is considered. The general recommendations for choice the sizes of areas of splitting calibration characteristics tensorresistive sensitive element are given.

Sensor; transformation; mathematical model.

В настоящее время современное промышленное производство, нефтегазовая отрасль, коммунальное хозяйство, авиация, автомобилестроение и многие другие отрасли человеческой деятельности испытывают острую потребность в высокоточных измерениях давления. Применение высокоточного измерения давления позволяет обеспечить более точное регулирование технологических процессов, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, а также повысить качество мониторинга объемов потребляемых ресурсов.

Так как большинство современных датчиков давления строятся при использовании тензорезистивного чувствительного элемента, то главный вопрос обеспечения высокой точности измерений связан с минимизацией температурной погрешности таких датчиков. Температурная погрешность тензорезистивного чувствительного элемента связана с изменением сопротивления тензорезистора при изменении температуры и различным изменением упругих параметров титана и тензорезистора. В результате температурного воздействия происходит значительное смещение нуля, а также сужение диапазона изменения выходного сигнала канала давления. Эти изменения могут привести к ошибке при измерении давления в промышленном диапазоне температур порядка 12–18 % [1].

Одним из наиболее перспективных направлений минимизации влияния температуры на точность измерения давления является применение математических моделей градуировочных характеристик тензорезистивного чувствительного элемента (ГХТЧЭ), базирующихся на разбиении градуировочной характеристики на области по давлению и температуре и аппроксимации каждой из этих областей полиномом. Все математические вычисления осуществляются либо в микроконтроллере, входящем в состав датчика (такие датчики принято называть интеллектуальными), либо во внешнем микроконтроллерном модуле или даже в персональном компьютере с установленным специализированным программным обеспечением и связанным с датчиком давления с помощью какого-либо устройства сопряжения [1, 2].

Кратко рассмотрим применение математических моделей градуировочных характеристик тензорезистивного чувствительного элемента для преобразования сигналов каналов давления и температуры в значения давления в системных физических единицах. Градуировочная характеристика в этом случае представляется в виде системы локальных поверхностей, описанных функцией [1, 2]

$$P = f_{i\ell}(U_P, U_T). \quad (1)$$

Эти локальные поверхности (Π_{UT}^q, Π_{UT}^m) перекрываются на границах. Перекрытие границ снимает неопределенность при принятии решения о принадлежности к той или другой области сигналов каналов давления (U_{Pj}) и температуры (U_{Tj}), если значения этих сигналов формально принадлежат границе этих областей. Разбиение градуировочной характеристики на локальные поверхности осуществляется как по давлению, так и по температуре.

При построении модели градуировочной характеристики вместо выражения (1) используются различные функциональные соотношения, определяющие линейные и нелинейные пространственные элементы. Примером таких функциональных соотношений могут служить [1, 2]:

1) линейная функциональная зависимость, на которой базируется метод линейной компенсации (МЛК):

$$P_{\bar{i}\bar{j}} = A_{MLK\alpha\beta} + B_{1MLK\alpha\beta} U_{P\bar{i}\bar{j}} + B_{2MLK\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}}, \text{ при } \bar{i} = 1 \dots N_P, \bar{j} = 1 \dots N_T; \quad (2)$$

2) параболическая функциональная зависимость, служащая основой методу параболической компенсации (МПК):

$$\left. \begin{aligned} P_{\bar{i}\bar{j}} &= A_{MПК\alpha\beta} + B_{1MПК\alpha\beta} U_{P\bar{i}\bar{j}} + B_{2MПК\alpha\beta} U_{P\bar{i}\bar{j}}^2, \\ A_{MПК\alpha\beta} &= \gamma_{00\alpha\beta} + \gamma_{01\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}} + \gamma_{02\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}}^2, \\ B_{1MПК\alpha\beta} &= \gamma_{10\alpha\beta} + \gamma_{11\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}} + \gamma_{12\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}}^2, \\ B_{2MПК\alpha\beta} &= \gamma_{20\alpha\beta} + \gamma_{21\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}} + \gamma_{22\alpha\beta} U_{T\bar{i}\bar{j}}^2, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $\bar{i} = 1 \dots \bar{N}_P$ – номер текущей области разбиения ГХТЧЭ по давлению;

\bar{N}_P – число экспериментальных точек при фиксированной температуре;

$\bar{j} = 1 \dots \bar{N}_T$ – номер текущей области разбиения ГХТЧЭ по температуре;

\bar{N}_T – количество экспериментальных точек при фиксированном давлении;

$P_{\bar{i}\bar{j}}$ – экспериментальное значение давления, принадлежащее текущей области разбиения ГХТЧЭ;

$U_{P\bar{i}\bar{j}}$ – экспериментальное значение сигнала канала давления, принадлежащее текущей области разбиения ГХТЧЭ;

$U_{T\bar{i}\bar{j}}$ – экспериментальное значение температуры, принадлежащее текущей области разбиения ГХТЧЭ;

$A_{MLK\alpha\beta}, B_{1MLK\alpha\beta}, B_{2MLK\alpha\beta}$ – коэффициенты аппроксимации для текущей области разбиения ГХТЧЭ при использовании МЛК;

$A_{MПК\alpha\beta}, B_{1MПК\alpha\beta}, B_{2MПК\alpha\beta}$ – коэффициенты аппроксимации для текущей области разбиения ГХТЧЭ при использовании МПК.

В результате преобразование сигналов каналов давления и температуры в значения давления в физических единицах будет осуществляться в ходе вычислений по выбранной формуле с использованием заранее подготовленных коэффициентов аппроксимации. Очевидно, что на точность преобразования влияет как тип выбранной функциональной зависимости, так и размеры областей разбиения градуировочной характеристики по давлению и температуре. Проведём оценку влияния этих параметров.

На рис. 1 показана зависимость погрешности преобразования сигналов каналов давления и температуры в значения давления в физических единицах от размеров областей разбиения градуировочной характеристики по давлению при использовании МЛК, а на рис. 2 – при применении МПК.

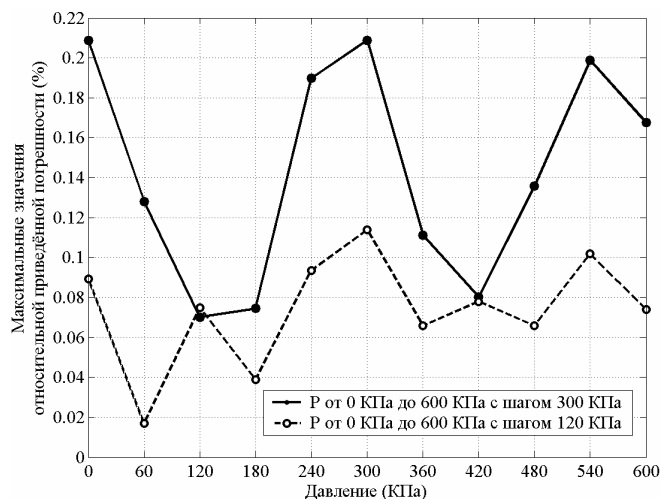


Рис. 1. Максимальные значения относительной приведённой погрешности вычислений значений давления МЛК

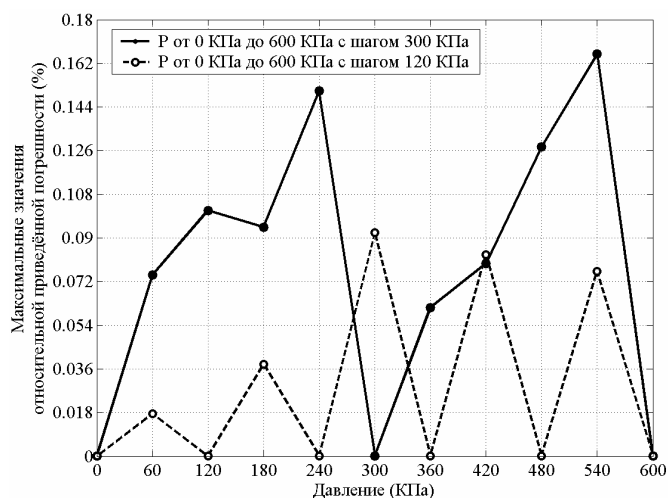


Рис. 2. Максимальные значения относительной приведённой погрешности вычислений значений давления МПК

На рис. 3 приведена зависимость погрешности преобразования сигналов каналов давления и температуры в значения давления в физических единицах от размеров областей разбиения ГХТЧЭ по температуре при использовании МЛК, а на рис. 4 – при применении МПК.

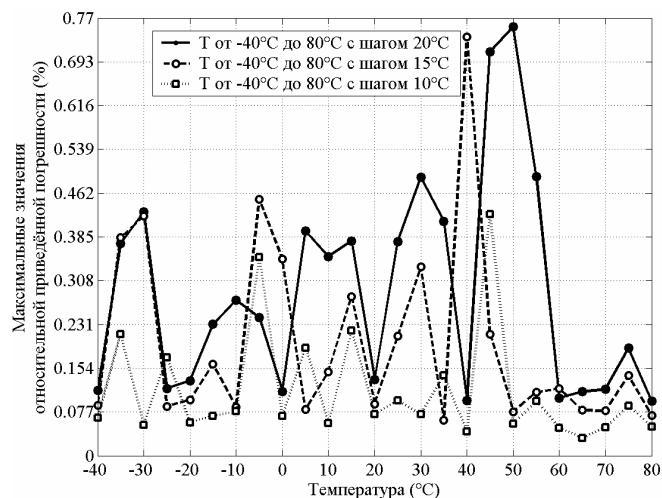


Рис. 3. Максимальные значения относительной приведенной погрешности вычислений значений давления МЛК

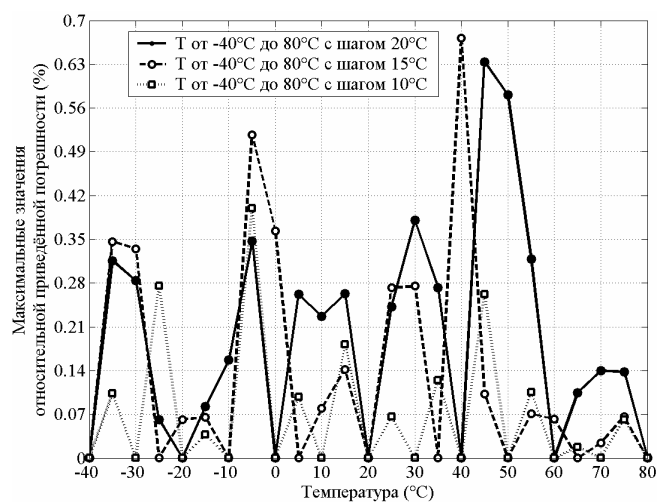


Рис. 4. Максимальные значения относительной приведенной погрешности вычислений значений давления МПК

Проанализировав графики, представленные на рис. 1–4, можно сделать выводы, что размеры областей разбиения ГЧТЧЭ по давлению и температуре при построении модели ГЧТЧЭ в значительной степени влияют на точность определения давления в физических единицах. Наибольшее влияние оказывают размеры разбиения ГЧТЧЭ по температуре, так как именно этот параметр вносит наибольшую нелинейность в градуировочную характеристику, нелинейность же по давлению, как правило, почти отсутствует, так как она входит в состав основной погрешности датчика, с которой производители уже довольно давно успешно борются. Несмотря на сделанные выводы, при уменьшении размеров областей разбиения ГЧТЧЭ нужно быть внимательным, так как чрезмерное уменьшение этих размеров приведёт к значительному увеличению трудоёмкости испытаний при построении модели ГЧТЧЭ, объёмов памяти для хранения коэффициентов аппроксимации, а

также может усложнить определение текущей области разбиения из-за наличия основной погрешности в данных, полученных с канала давления и температуры. Выбор размеров областей разбиения ГХЧЭ следует осуществлять исходя из автоматизации процесса построения модели градуировочной характеристики, объемов памяти вычислительного устройства, в котором будет реализоваться используемая математическая модель, и основной погрешности каналов давления и температуры чувствительного элемента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пьявченко О.Н., Мокров Е.А., Панич А.Е., Клевцов С.И., Пьявченко А.О., Удод Е.В., Федоров А.Г. Методы, модели, алгоритмы и архитектура прецизионных интеллектуальных датчиков давления /Под ред. д.т.н., профессора О.Н. Пьявченко. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 130 с.
2. Клевцов С.И., Удод Е.В. Пространственная плоскостная модель градуировочной характеристики интеллектуального датчика давления // Известия ТРТУ. 2005. №1. С.99–107.

Удод Евгений Васильевич
Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г.Таганроге
E-mail:kafmps@ttpark.ru
347900, Таганрог, ул. Петровская, 81
Тел.: +7(8634)328025

Udod Evgeniy Vasikievich
Taganrog Institute of Technological – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»
E-mail:kafmps@ttpark.ru
81, Petrovskay street, Taganrog, 347900, Russia
Phone: +7(8634) 328025

УДК 621.3.013.62

С.С. Зельманов

КРИТЕРИЙ РЕЗОНАНСА И РЕЗОНАНСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ОБОБЩЕННОМ ДВУХПОЛЮСНИКЕ

В статье на основе предложенного критерия рассматривается явление резонанса в колебательном контуре с обратным управлением величиной затухания под действием огибающей АМ-сигнала. Определены параметры цепи управления, влияющие на форму эквивалентной амплитудно-частотной характеристики системы, определены условия, при которых в контуре может иметь место абсолютный резонанс, а также R-резонанс и X-резонанс на боковых частотах АМ-сигнала, действующего на входе контура.

Резонанс; обратное управление; эквивалентное затухание; следящий прием; цепь управления; эквивалентное реактивное сопротивление; эквивалентное резистивное сопротивление.