
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

и спектров пятичленных циклических соединений / П. М. Элькин, Е. А. Эрман, О. В. Пулин // Журнал прикладной спектроскопии. – 2009. – Т. 76, № 2. – С. 170–175.

9. Элькин, М. Д. Структурно-динамические модели и ангармонический анализ колебательных состояний пятичленных циклических соединений / М. Д. Элькин, М. А. Эрман, В. Ф. Пулин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2006. – № 4, вып. 4. – С. 38–44.

10. Frisch, M. J. Gaussian 03. Revision A.7 / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel [et al]. – Pittsburgh : Gaussian Inc, 2003.

11. Nielsen H. H. The vibration-rotation energies of molecules and their spectra in the infrared / H. H. Nielsen // Handbook der Physik. – 1957. – Vol. 37. – P. 173–313.

УДК 681.586'326.001.057

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРРЕКЦИИ АДДИТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

О.М. Шиккульская, Т.П. Мухина

Предложена концепция блочно-иерархического моделирования физического принципа действия новых технических решений, которая позволяет синтезировать цепи физического принципа действия сложной структуры, что значительно расширяет возможности автоматизированного поискового проектирования. На основе предложенной концепции реализована модель коррекции аддитивной температурной погрешности.

Ключевые слова: концепция блочно-иерархического моделирования, физический принцип действия, новое техническое решение, коррекция.

Key words: the Concept of blochno-hierarchical modelling, a physical principle of the operation, new technical solution, correction.

Для автоматизации поиска новых технических решений в области датчиковой аппаратуры необходимо использовать унифицированное представление происходящих в них преобразований. Так как при разработке преобразователей используются результаты многих научных направлений, уровень целесообразной обобщенности при поиске их принципов действия и морфологических свойств должен быть достаточно высок. Наиболее успешно решает эту задачу теория энергоинформационных моделей цепей (ЭИМЦ) и аппарат параметрических структурных схем (ПСС) [2]. В соответствии с энерго-информационным методом любая конструкция преобразователя может быть исследована с помощью модели, описывающей ее физический принцип действия (ФПД) в виде совокупности цепей различной физической природы, взаимодействующих между собой. Цепь любой физической природы представляет собой соединение элементов преобразования, основанных на унификации представления информации о различных классах физических явлений. Все элементарные преобразования делятся на внутрицепные и межцепные. Элементарные явления определенной физической природы (оптической, электрической, тепловой, магнитной, механической, диффузионной, акустической и т.д.) представляют собой внутрицепные эффекты. Для внешнего описания процесса служат величины. Они характеризуют внешнее воздействие на цепь данной природы и ее реакцию на это воздействие. Параметры характеризуют относительную неизменность материальной среды, в которой протекают физические процессы.

Энерго-информационная модель оперирует следующими величинами: U – воздействие, I – реакция, Q – заряд; P – импульс. В качестве обобщенных параметров информационной модели приняты: R – сопротивление, $G = 1/R$ – проводимость, C – емкость, $W = 1/C$ – жесткость, L – индуктивность, $D = 1/L$ – дедуктивность. Выявление величин и параметров в цепях различной физической природы происходит на базе основ теории подобия и аналогий. Для этого используются шесть прямых и шесть производных критериев, которые представляют собой элементарные зависимости между величинами и параметрами внутри цепи одной физической природы. Используя критерии ЭИМЦ, можно представить все возможные преобразования величин внутри одной цепи. Взаимодействие цепей различной физической природы в технических устройствах отражается с помощью межцепных зависимостей, которые в рамках энерго-информационной модели обозначаются собственно как физико-технические эффекты (ФТЭ). Использование четырех величин и шести параметров позволяет формализовать описание ФПД технического устройства в виде параметрической структурной схемы (ПСС). Каждое элементарное звено такой схемы отражает одно преобразование. Элементарное звено структурной схемы изображается в виде прямоугольника с обозначением входной и выходной величин. Внутри прямоугольника записывается коэффициент передачи звена для межцепного эффекта или параметр для внутрицепного. Энерго-информационный метод позволяет описывать явления и процессы различной физической природы с помощью уравнений, инвариантных к самой природе.

Для расширения области синтезируемых решений было предложено при синтезе, кроме элементарных соединений, использовать составные структурные соединения [1]. Предложена новая концептуальная модель синтеза НТР [3]. Объекты, традиционно используемые теорией ЭИМЦ (величины, параметры, физико-технические эффекты), были дополнены новыми (перекрестком и фрагментом цепи).

Объекты синтеза, предназначенные для преобразования величин (параметр, ФТЭ, перекресток, фрагмент цепи), объединены понятием «блок».

Для включения в цепь при генерации НТР фрагмент цепи должен быть идентичным простому элементу, т.е. обозначаться на ПСС одним графическим элементом, например прямоугольником, иметь один или несколько входов и выходов, и для него должны быть определены значения эксплуатационных характеристик. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность использования как составного блока в целом, так и его фрагментов, которые должны обладать теми же свойствами. Решение этой проблемы было найдено на основе использования SADT-технологии. Так как датчик является преобразователем информации, то для его моделирования было предложено использовать CASE-технологию. Последовательная декомпозиция диаграмм, строящаяся по иерархическому принципу, позволяет использовать любой блок функциональной модели для синтеза НТР. Его декомпозиция позволяет описывать структуру блока. Кроме того, использование SADT-технологии предоставляет возможность использования CASE-средств для моделирования датчика, что снижает трудоемкость этого процесса подготовки информации для ввода в базу данных.

Такой подход был реализован при разработке функциональной модели коррекции аддитивной температурной погрешности тензорезисторов. Температурной компенсацией изменения сопротивления в полупроводниковой тензометрии является включение компенсационного датчика в смежное плечо измерительного моста [3]. Компенсационный тензодатчик должен иметь температуру, одинаковую с рабочей, и не подвергаться деформации. Тепловые характеристики и коэффициенты тензочувствительности обоих датчиков должны быть одинаковы.

ПСС такой схемы представлена на рис. 1, функциональная модель, иерархически отображающая структуру объектов модели, на рис. 2.

ЭИМЦ коррекции аддитивной температурной погрешности была разработана на основе использования критериев теории ЭИМЦ [1] физических законов, описывающих преобразования в измерительном устройстве [1].

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

$$\frac{\Delta R}{R} = C_1(\rho_0)\varepsilon + C_2(\rho_0)\varepsilon^2 \quad (1)$$

При $t = 25^\circ$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{298}{T} C_1(\rho_0)\varepsilon + \frac{298}{T} C_2(\rho_0)\varepsilon^2 \quad (2)$$

$$K_{U\Delta R} = \frac{1}{T} \quad (3)$$

$$K_{U\Delta R_{\text{мт}}} = \alpha = \frac{\varepsilon}{\Delta T} - \text{ТКЛР} \quad (4)$$

где $Q_{\text{мл}} = \varepsilon$ – деформация,

$I_{\text{э}}$ – электрический ток,

$U_{\text{э}}$ – электрическое напряжение,

$R_{\text{э0}}$ – начальное сопротивление тензорезистора,

$R_{\text{э}}$ – сопротивление тензорезистора при текущей деформации,

$\Delta R_{\text{э}}$ – изменение сопротивления тензорезистора в результате деформации,

$K_{Q_{\text{мл}}R_{\text{э}1}} = (298/T) C_1(\rho_0)$ – первый (основной) коэффициент тензочувствительности,

$K_{Q_{\text{мл}}R_{\text{э}2}} = (298/T) C_2(\rho_0)$ – второй (дополнительный) коэффициент тензочувствительности.

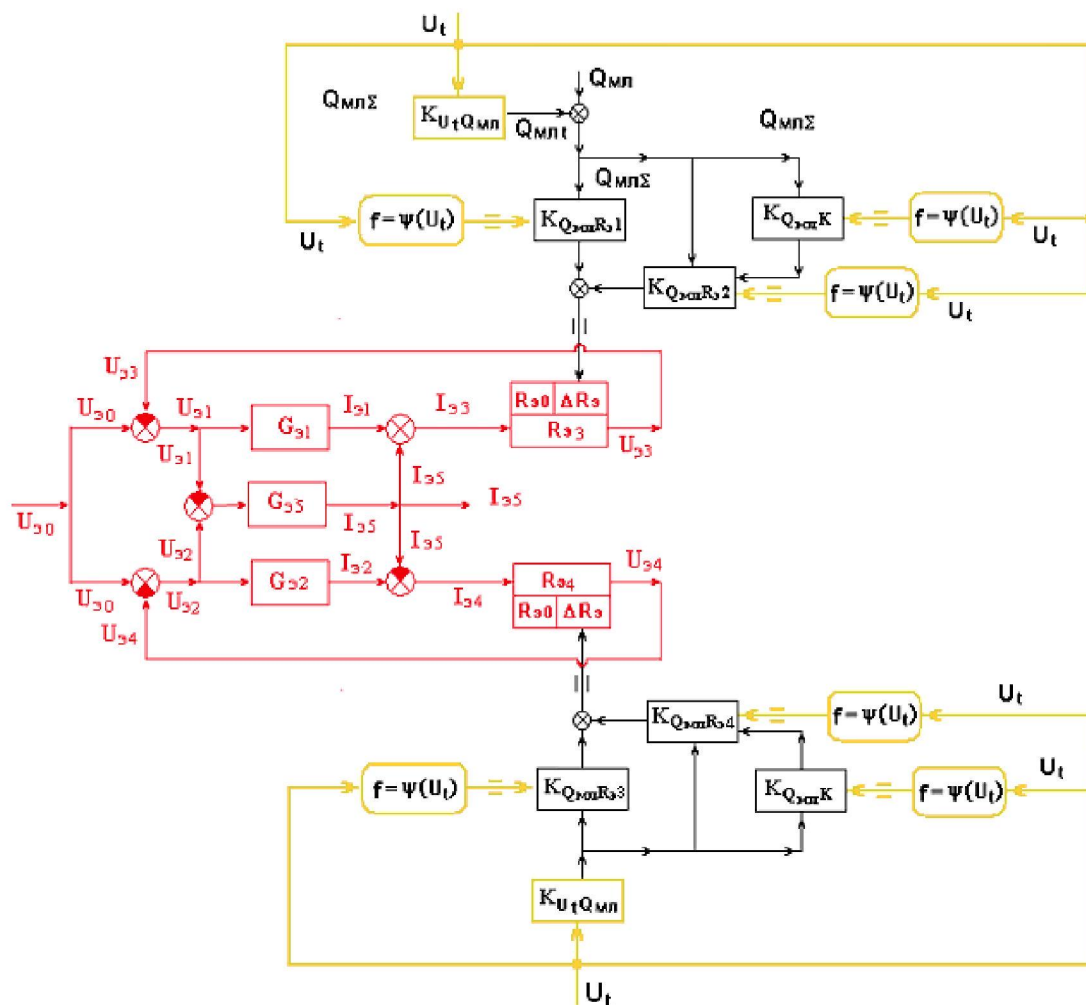


Рис. 1. ПСС тензоредатчика с температурной компенсацией

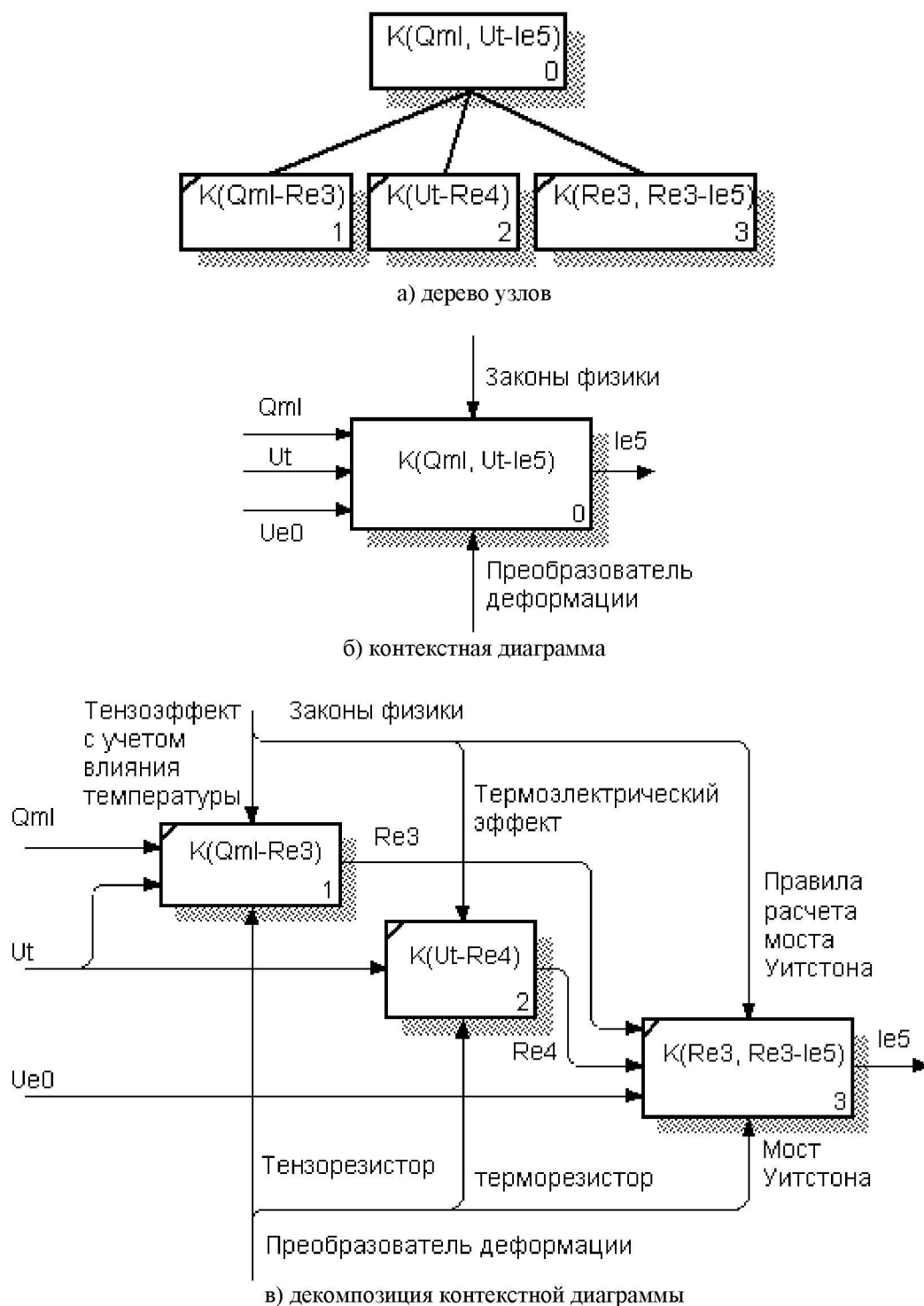


Рис. 2. Функциональная модель измерения деформации с коррекцией аддитивной температурной погрешности

Разработанная функциональная модель коррекции аддитивной температурной погрешности позволяет автоматически синтезировать датчики с улучшенными эксплуатационными характеристиками, в частности повышенной точности, на основе схемных решений.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Библиографический список

1. *Зарипова, В. М.* Модели и комплексы программ для синтеза датчиков с поддержкой многопользовательской работы в сети : дис. ... канд. техн. наук / В. М. Зарипова. – Астрахань, 2006. – 145 с.
2. *Зарипов, М. Ф.* Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем управления / М. Ф. Зарипов, И. Ю. Петрова // Датчики и системы. – 1999. – № 5.
3. *Ильинская, Л. С.* Полупроводниковые тензодатчики / Л.С. Ильинская, А. Н. Подмарьков // Библиотека по автоматике. – М. – Л. : Энергия, 1966. – Вып. 189. – 149 с.
4. *Незаметдинова, Э. Р.* Блочно-иерархическое моделирование физического принципа действия многофункциональных преобразователей : дис. ... канд. техн. наук / Э. Р. Незаметдинова. – Астрахань : АГУ, 2007. – 130 с.