

СЕКЦІЯ 4. ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

УДК 681.121.089

НОВІ КОНЦЕПЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ЕТАЛОННИХ ДЗВОНОВИХ ВИТРАТОВИМІРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Середюк О.Є., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, Петришин І.С., Івано-Франківський державний центр стандартизації, метрології та сертифікації, м. Івано-Франківськ, Україна

Дзвоніві витратовимірювальні установки (ДВУ) відносяться до еталонних засобів відтворення і вимірювання витрат і об'ємів газу, які знаходять останніми роками все ширше практичне впровадження. Свідченням цього є створення на їх базі Державного еталону та внесення ДВУ в нормативні документи України як засобів метрологічної атестації та перевірки промислових і побутових лічильників газу. Тому питання проектування таких установок набуває все більшої актуальності.

Одним із напрямків розширення функціональних можливостей ДВУ при одночасному підвищенні точності відліку об'ємів газу є поділ дзвона на декілька відокремлених ємкостей. Хоча такий підхід відомий вже більше тридцяти років, однак широкого практичного застосування він не набув, так як ним передбачався поділ тільки на дві ємкості і, крім того, понині не сформовані критерії оптимального проектування багатоемкісних ДВУ.

Розроблена авторами концепція проектування ДВУ полягає у поділі дзвона на таку кількість ємкостей, яка відповідає кількості випробувальних витрат, що регламентуються порядком проведення випробувань для відповідних типів досліджуваних приладів, наприклад, на витратах 10%, 20%, 50% і 100% від максимальної. Пропорційність поділу алгоритмічно визначається відносно випробувальних витрат, а значення відлічуваних контрольних об'ємів газу розраховуються стосовно типорозмірів досліджуваних приладів. Водночас, конструкція ДВУ передбачає наявність паралельних випробувальних ліній згідно кількості ємкостей дзвона, а випробування приладів здійснюється одночасно у всіх лініях. При цьому практична реалізація зміни досліджених витрат і об'ємів газу зводиться до зміни місця монтажу приладів у випробувальних лініях ДВУ.

Друга концепція проектування ДВУ передбачає такий оптимальний поділ дзвона, при якому об'єм мінімальної ємкості визначається їх кількістю n і одночасно забезпечується утворення всіх інших об'ємів, кратних до об'єму найменшої. При цьому досягається можливість відтворення ДВУ об'ємів газу, які визначаються об'ємом найменшої ємкості, помноженого на будь-яке із натуральних чисел ряду, максимальне значення N якого визначається кількістю

ємкостей. Наприклад, згідно алгоритму досконалого циклічного співвідношення при $n=3; 4; 5$ отримуємо відповідно $N= 7; 13; 21$.

Розглянуті концепції проектування ДВУ оформлені відповідними заявками на видачу патентних документів України.

УДК 681.121.089

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ КВАЗІТРІЙКОВИХ М-ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

*Мельничук С.І. Івано-Франківський державний центр стандартизації
метрології та сертифікації, м. Івано-Франківськ, Україна*

Кодування величин лінійних переміщень в первинних давачах інформації, як правило, здійснюється в унітарному базисі. Такі давачі оснащуються імпульсними первинними перетворювачами, що забезпечують перетворення одиничних відліків мірного елементу і відповідно неперервне або дискретне представлення даних про стан контрольованих параметрів.

Внаслідок нерівномірності руху мірного елементу давачів лінійного переміщення, кодова шкала яких реалізована в базисі унітарних кодів, спостерігаються втрати та формування надлишкових одиничних імпульсів. Результуюче значення вимірюваної величини визначається як сума усіх імпульсів, що надійшли від перетворювача, таким чином випадкові сигнали, які виникають в наслідок флуктуації мірного елементу при різних швидкостях його переміщення зумовлюють зростання похибки вимірювання до 0,05219%.

Зниження точності в процесі зчитування даних представлених в унітарному базисі пояснюється наявністю початкових перехідних процесів, різного роду флуктуації мірного елементу та недосконалістю перетворювачів одиничних відліків шкали в зручну для зчитування та обробки форму.

Застосування базису Радемахера, для представлення одиничних відліків мірного елементу в давачах лінійного переміщення суттєво ускладнює апаратну частину пристрою перетворення форми інформації і приводить до надлишковості інформаційних повідомлень, що ускладнює їх коректне зчитування та обробку.

На основі аналізу властивостей одномірних М-последовностей, закони генерування яких забезпечують формування не вироджених кодів, розроблено квазітрійковий метод представлення інформації про параметри лінійних переміщень.

Суть методу полягає у заміні одиничних відліків мірного елементу імпульсного перетворювача на відповідні кодові елементи М-последовності в базисі Галуа. Представлення даних на основі циклічних Галуа-последовностей забезпечує, як і в базисі унітарних кодів, мінімальний об'єм інформаційного

пакету (один біт), а властивість рекурентності забезпечує компактне завадостійке кодування.

Використання квазітрійкового представлення двійкової М-послідовності забезпечує бітову синхронізацію, що дозволяє забезпечити ефективне бітове розділення інформаційного потоку при наявності надлишкових імпульсів які виникають в процесі перетворення одиничних відліків мірного елементу.

УДК 621.396.001

ПРИЛАД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ЗВУКУ

*Піндус Н.М. Івано - Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.
Івано-Франківськ, Україна*

З метою дослідження фізичних процесів, які відбуваються в усіх елементах випромінювачів звуку, зокрема, динамічних, а також для розробки методів їх математичного аналізу та основного механізму, що обмежує неспотворене відтворення сигналу, створено прилад контролю якості таких випромінювачів, принцип дії якого базується на оцінці тестових сигналів збудження за їх акустичними та тепловими характеристиками.

Розроблений прилад апробований в системі контролю якості динамічних випромінювачів звуку. За результатами випробовувань встановлено, що такі випромінювачі володіють певними теплофізичними характеристиками, аналіз яких дозволяє встановити основні засади проектування випромінювачів, що характеризуються покращеною якістю.

Зокрема, встановлено, що:

- коефіцієнт корисної дії перетворювача звуку залежить від частоти коливань і амплітуди звукової котушки;
- на низьких частотах, де амплітуда коливань звукової котушки найбільша, відбувається інтенсивне розігрівання останньої. У опорі звукової котушки переважає активна складова, яка інтенсифікує нагрівання проводу. і відбувається виштовхування котушки з магнітного зазору.
- на середніх частотах в опорі звукової котушки переважає реактивна складова і її розігрівання різко зменшується, зменшуються коливання і зростає віддача звукового тиску, тобто зростає коефіцієнт корисної дії. Гучномовець працює в номінальному режимі роботи.
- на високих частотах звукова котушка має чисто реактивний опір, але внаслідок своїх великих розмірів, маси і перешкод, що завдає руху центруюча шайба, вона не встигає переміщатись в такт звукового сигналу, тому різко падає звуковий тиск і коефіцієнт корисної дії.

Підсумувавши наведені вище результати можна стверджувати, що найефективніша робота випромінювача відбувається тоді, коли теплове поле і жорсткість підвісів дають можливість працювати котушці з максимальною

ефективністю. Оскільки вплив температурного поля на роботу випромінювача є набагато більшим, ніж вплив гнучкості підвісів, то його зменшення для електродинамічного перетворювача звуку дасть змогу, не збільшуючи габаритні розміри гучномовця, задавати більші робочі потужності та розширити діапазон робочих частот.

УДК 620.179

АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В РЕНТГЕНІВСЬКІЙ ТОМОГРАФІЇ

*Кабанова О. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Основною задачею томографії є відновлення функції за її інтегральними сумами. Математичним розв'язком такої задачі є зворотнє перетворення Радона, що визначене у математичних категоріях, точний аналітичний розв'язок яких застосовують рідко у зв'язку із значною зашумленістю даних томографічного експерименту. Через це, щоб відновити функцію і отримати її візуальне зображення, в комп'ютерній томографії застосовують різні наближені методи, які покликані алгоритмічно реалізувати зворотнє перетворення Радона, що призвело до появи якісно відмінних алгоритмів, за якими відбувається відновлення функції.

У рентгенівській реконструктивній томографії алгоритми реконструкції, базуються на математичних обчисленнях, метою яких є відновлення функції за кінцевою кількістю її лінійних інтегралів. Саме кінцева кількість експериментальних даних є основною причиною виникнення похибок в процесі реконструкції, тобто розбіжності оригінального і відновленого зображення.

Для забезпечення економічної доцільності застосування рентгенівської реконструктивної томографії в техніці кількість датчиків має бути мінімальною, але час обробки і якість мають бути такими, щоб за вихідними даними про кожний ракурс незалежно виконувалися операції обробки для іншого (попереднього) ракурсу, при чому зображення було б отримане з мінімальними відхиленнями. За таких умов було відібрано два основних алгоритми, які найбільше відповідають наведеним критеріям, а саме: алгоритм згортки і алгоритм на основі швидкого перетворення Фур'є.

Аналіз алгоритмів відновлення зображень об'єктів за реально виміряними проекційними даними є досить складним, а іноді просто неможливим. Тому алгоритми були проаналізовані шляхом реконструювання математичної моделі об'єкта (так званого фантому) за проекційними даними, отриманими за допомогою моделювання на ЕОМ.

Для проведення порівняльного аналізу розроблена математична модель томографічного експерименту, яка у вигляді тест-програми відтворює зображення різними алгоритмами реконструкції і порівнює їх з фантомом.

Враховуючи результати аналізу за критеріями :“якість зображення” і час реконструкції алгоритм згортки можна вважати оптимальним для застосування і в технічній томографії.

УДК 681.121.42

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ

*Гришанова І.А., Коробко І.В., Національний технічний університет України “
Київський політехнічний інститут ”, м. Київ, Україна*

Практика розробки та дослідження засобів вимірювання витрат енергоносіїв (ЗВЕ) показує, що для отримання високих метрологічних характеристик останніх, необхідно виявити фактори, які на них впливають, та визначити умови, за яких ці фактори сприятимуть покращенню метрологічних властивостей зазначених приладів. Такий процес вимагає забезпечення теоретичного підґрунтя питань, які розглядаються, відповідного математичного апарату, розробки алгоритмів оптимізації, – тобто створення системи оптимального проектування ЗВЕ.

В основі розробки такої системи лежать теоретичні та експериментальні дослідження турбінно-тангенціальних витратомірів і лічильників кількості, проектування яких до останнього часу носило емпіричний характер і базувалося в основному на інтуїції розробників.

Завдяки проведеним дослідженням була отримана математична модель турбінних ЗВЕ, що враховує багато важливих факторів, які при звичайних інженерних розрахунках не беруться до уваги, а саме: вплив епюри швидкості потоку на вході ЗВЕ, особливості натікання рідини на лопаті тангенціальної турбіни, взаємний вплив лопатей, прикордонний шар, який утворюється на стінках камери обертання турбіни, вплив товщини лопатей, вплив торцевого зазору в камері обертання турбіни. Оптимізаційні дослідження проводилися, застосовуючи розроблений за стратегією прямого пошуку комплексний алгоритм, який базувався на створеній математичній моделі.

Розроблена система дозволяє :

- вести пошук оптимальної конструкції ЗВЕ за декількома критеріями оптимальності;
- моделювати роботу ЗВЕ як в динамічному режимі за різними випадками зміни витрат, так і в статичному при зміні геометричних параметрів конструкції і властивостей вимірюваного середовища;
- оцінювати чутливість статичних характеристик ЗВЕ до зміни різних показників, що входять до числа вихідних даних;
- оцінити вплив на похибку вимірювання ЗВЕ кожної її складової;
- формувати конструкцію ЗВЕ для конкретних умов використання шляхом оптимального підбору параметрів.

Ефективність результатів роботи системи оптимального проектування

перевірена на експериментальних зразках ЗВВЕ під час випробувань на калібрувальній установці METROST –112-100/160 з основною похибкою ± 0.03 %.

УДК 681.2:662.75

КВАЛИМЕТРИЯ УПРУГИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

*Никитин А.К., Зайцев В.Н., Петренко И.В., Национальный технический университет
Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Развитие теории проектирования средств измерения механических величин связано с решением вопросов оценивания совершенства и качества средств измерения и их элементов. Наличие конкретных и объективных критериев оценки качества дает возможность сравнивать между собой подобные средства измерения. Сравнение позволит проследить динамику развития средств измерения, оценить разработки различных форм.

Современная измерительная аппаратура для измерения механических величин дифференцируется по используемым методам. Эта дифференциация позволяет формировать теорию в каждой из областей. Использование этой теории позволяет решать вопросы квалиметрии в пределах определенных конкретных групп приборов и их компонентов. Основу квалиметрии составляют положения и критерии оценки совершенства и эффективности. Квалиметрия – это научное направление о количественных закономерностях формирования различных показателей качества изделий в сферах проектирования, изготовления, эксплуатации и методах их численного определения.

В развитие направления работ по квалиметрии упругих измерительных тензометрических преобразователей были проведены экспериментальные работы по определению напряженно-деформированного состояния современных упругих конструкций. В качестве основного метода был применен метод спекл-интерферометрии. Спекл – пятно (англ.). Метод предполагает проведение наблюдений и измерений при освещении шероховатых поверхностей лазерным излучением. Указанный метод является одним из наиболее современных и эффективных в части определения напряжений и деформаций упругих конструкций. Точность метода близка к точности голографической интерферометрии. Для получения информации о параметрах деформации свободных поверхностей в пределах спекла сравниваются картины спеклов, сфотографированных до и после нагружения. Освещается объект двумя оптическими интерферирующими пучками.

Проведенные работы позволили получить эпюры поверхностных деформаций тонких перегородок сдвиговых тензометрических упругих измерительных преобразователей. Полученные результаты могут быть успешно

использованы при решении задач квалиметрии упругих измерительных преобразователей.

УДК 681.121

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Коробко І. В., Писарець А.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Сьогодні є багато методів та приладів для вимірювання витрат енергетичних ресурсів. Велику їх групу складають прилади, що базуються на тахометричних первинних перетворювачах. Тахометричні витратоміри та лічильники мають рухливий елемент, швидкість руху якого пропорційна об'ємній витраті.

В тахометричних первинних перетворювачах потік рідини або газу, що рухається, призводить до обертання первинного елемента – ротора, швидкість обертання якого є мірою швидкості потоку. Таким чином, схема витратоміра складається з первинного перетворювача – ротора, вторинного тахометричного перетворювача та вимірювального приладу з індикаторним або реєстраційним пристроєм. Широке застосування тахометричних витратомірів пов'язано з розвитком електричних методів вимірювання швидкостей обертання роторів. Частотна модуляція сигналу датчика (при малій інерційності ротора) дозволяє поєднувати високу точність та малу інерційність вимірювання миттєвих витрат. Частотна модуляція електричного сигналу не тільки підвищує стійкість вимірювального ланцюга до завад, але й істотно спрощує застосування тахометричних перетворювачів в автоматичних системах контролю, управління та обробки результатів вимірювань, побудованих на основі застосування ЕОМ. В сучасних конструкціях приладів, призначених для вимірювання витрат в трубопроводах діаметром від 4 до 1000 мм, основна приведена похибка досягає $\pm 0,2\%$, а стала часу приладу складає менш за 0,01 с в широкому робочому діапазоні (1:50 – 1:80). Незалежність роботи датчика від тиску в потоці та можливість виготовлення деталей із матеріалів, стійких до впливу параметрів вимірювальних середовищ, дає можливість використовувати тахометричні витратоміри майже в усіх галузях промисловості.

Особливості та характеристики тахометричних витратомірів багато в чому визначаються властивостями перетворювача, оскільки ланки вимірювальних ланцюгів достатньо універсальні та зазвичай можуть використовуватися у поєднанні з різноманітними перетворювачами.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

*Матяш И.Ф., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт », Киев, Украина*

Позвоночник человека состоит из костных позвонков и хрящевых дисков. После 20-25 лет позвоночник вступает в стадию старения.

Для профилактики и лечения заболеваний позвоночника на приборостроительном факультете НТУУ «КПИ » разработаны кушетки, которые могут выпускаться в нескольких модификациях.

Воздействие на тело пациента осуществляется поперечными траверсами, совершающими перемещение в вертикальной плоскости в виде непрерывной волны. Такие движения траверс позволяют производить массаж, а также местное растяжение позвоночника, что имеет щадящий режим воздействия на пациента по сравнению с известными кушетками. Между траверсами расположены виброточечки, совершающие колебания с частотой до 12 Гц. Через траверсы на тело человека поступает подогретый воздух, температура которого может регулироваться от 0° до 40° С.

Разработаны также устройства для растяжения позвоночника, которые могут монтироваться на массажных креслах и столах, выпускаемые предприятиями Украины.

Устройства могут использоваться с другими видами лечения в лечебно-профилактических учреждениях различного профиля.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

*Полішко С.П., Ушакова Я.В., Національний технічний університет України “ Київський
політехнічний інститут ”, м. Київ, Україна*

Автоматизація вимірювальних процесів, контроль за станом контролюваного об'єкту і автоматична виробка пропозицій що до управління об'єктом чи навіть автоматичне управління ним базується на отриманій інформації про значення контрольованих параметрів, алгоритмі вирішення задач управління та методах формування потрібних рішень.

Характер інформаційних потоків, достовірність оцінки параметрів, ефективність управління залежить від методів контролю, розрадності цифрового представлення інформації і критеріїв оптимальності управління. Ефективність використання інформаційних технологій у вимірювальних системах залежить від значень багатьох факторів. В першу чергу до них слід віднести:

- чутливість первинних перетворювачів до контрольованих параметрів об'єкта;
- метод цифрового представлення (кодування інформаційних параметрів) інформації;
- алгоритми вирішення задач контролю і управління об'єктом;
- потужність пристроїв обробки інформації і достовірність отриманих результатів;
- здатність управляючих пристроїв реалізувати управляючі рішення, тобто виробки управляючих сигналів;
- система контролю працездатності і надійності роботи вимірювальної системи.

Розробка автоматичних вимірювальних систем і використання інформаційних технологій управління об'єктами базується в більшості на використанні уніфікованих пристроїв контролю, цифрового представлення інформації, систем математичної обробки цифрової інформації.

Використання інформаційних технологій контролю забезпечує підвищення ефективності управління, швидкодію прийняття управляючих рішень. Економічність управління виробництвом та іншими суспільними системами.

У доповіді представлена структура вимірювальної системи з урахуванням формування інформаційних потоків, методів їх обробки та прийняття управляючих рішень безпосередньо для об'єкта контролю.

УДК 612.3, 616.3

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПРИЛАДІВ НОРМАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Рибак Л.П., Сілін Р.І., Технологічний університет “Поділля”, м. Хмельницький, Україна

Метою науково-дослідної роботи є дослідження та розробка нових конструкцій приладів для профілактики надзвичайно широкої гами хвороб, включаючи ракові захворювання, спусковим гачком яких являються запор, а також діагностики та лікування запорів.

Суть проблеми полягає в тому, що дослідженнями встановлено повну невідповідність конструкції людини фізичним параметрам планети Земля, відкрито раніше невідому систему, відповідальну за переміщення хімусу по товстій кишці-низькочастотний вібраційний насос, робота якого заблокована ортостатикою людини, розроблені спосіб та пристрій для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту (20-ти річний Патент України №10227, “Промислова власність”, 1997, №3). Результатом цієї невідповідності є поява таких грізних хвороб як остеохондроз та запор. Від остеохондрозу страждає практично все населення планети. А результатом затримки евакуації відходів є інтоксикація організму, дисбактеріоз, коліт і що особливо небезпечно,

з'являються злоякісні новотвори. Так кожна друга жінка на планеті страждає запором і, як слідство, кожна третя-колітом. І якщо в чоловіків хронічна затримка евакуації відходів починається в 45, то багато жінок страждають запором вже в 20 років.

Використання медикаментів і існуючих приладів не знищує причини цих хвороб.

Очікувані результати. Впровадження в виробництво розроблених приладів дозволить компенсувати вплив нелінійностей динамічних процесів в організмі людини, що повинно різко скоротити число захворювань, спусковим гачком яких запор.

Передбачається розробити як мінімум три конструкції приладів в залежності від віку люди та її фізичного стану:

- для індивідуального використання людьми широкого вікового діапазону, з хорошою координацією рухомого апарату (в основному для профілактики і діагностики запору);

- для індивідуального використання людьми широкого вікового діапазону, з поганою координацією рухомого апарату (в основному для профілактики і діагностики запору);

- для стаціонарних лікувальних закладів, санаторіїв та профілакторіїв.

В залежності від категорії пацієнтів, прилади будуть мати різну комплектацію від автономного приводу самою людиною, в першій конструкції, і до повної автоматизації технологічного процесу дії механотерапії на шлунково-кишковий тракт, в третій конструкції.

УДК 681.883

СИНТЕЗ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

*Шарапов В.М. , Мусиенко М.П., Балковская Ю.Ю. , Роттэ С.В.
Государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина*

Пьезоэлектрические преобразователи широко применяются в электро- и гидроакустике, измерительной и испытательной технике и др. Между тем, возможности проектирования этих преобразователей ограничены выбором материала и формы пьезоэлемента. Создание так называемых биморфных пьезоэлементов (т.е. состоящих из двух пьезоэлементов – «симметричные» биморфные пьезоэлементы) позволило на порядок (а не в два раза!) повысить чувствительность, но при этом был сужен частотный диапазон. Замена одного пьезоэлемента на металлическую пластину (асимметричный биморфный пьезоэлемент) повышает механическую прочность пьезоэлемента.

Создание триморфных пьезоэлементов (т.е. состоящих из металлической пластины и двух пьезоэлементов) и включение одного из пьезоэлементов в цепь обратной связи усилителя дает возможность не только активно управлять

чувствительностью, но и расширить частотный диапазон за счет подавления резонансных пиков, повысить точность пьезопреобразователей и др. В зависимости от расположения пьезоэлементов и металлической пластины, а также схемы включения этих пьезоэлементов в цепь усилителя, могут быть получены симметричные и асимметричные планарные и компланарные преобразователи (18 схем), обладающие характеристиками как резонансных, так и апериодических элементов.

Для управления характеристиками резонансных пьезопреобразователей может быть использована как отрицательная обратная связь, так и впервые примененные одним из авторов еще в 1976 году ультразвуковые концентраторы. Применение осесимметричных конструкций и поперечных пьезоэлементов наряду с обратной связью позволяет в широких пределах управлять характеристиками датчиков динамических давлений, линейных и вибрационных ускорений и др. По результатам разработки получено более 50 патентов Украины и России.

УДК 681.323:681.325.5

БЛОЧНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОШІ ДЛЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Табаків В.З. , Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

При дослідженні властивостей лінійних систем та синтезуванні систем автоматичного керування часто доводиться використовувати чисельні методи інтегрування систем звичайних диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами та детермінованою правою частиною. Для задач цього роду, наведених у формі Коші

$$\frac{dY}{dt} = f(t, Y), \quad Y(t_0) = Y_0, \quad (1)$$

де Y – вектор стану вимірністю n , а Y_0 та t_0 задані, має місце проблема підвищення швидкодії, яка може бути вирішена застосуванням паралельної обробки.

Традиційно, паралелізм при розв'язанні (1) досягається декомпозицією, яка вимагає значних накладених витрат ресурсів для організації міжпроцесорного обміну та значних зусиль для вирівнювання розподіленого навантаження.

Альтернативний спосіб розпаралелювання таких задач полягає у використанні блочних методів, як би спеціально призначених для їх розв'язання на паралельних обчислювальних системах. Відзначальною рисою цих методів є те, що вони дають k рівновіддалених значень розв'язку на кожному кроці процедури: $Y = (y_1, y_2, \dots, y_k)^T$ де $y_j (1 \leq j \leq k)$ – загальний

розв'язок у $t_j = t_0 + jh$, t_0 – кінцева права точка попереднього блоку, а h – відстань між значеннями розв'язку.

Проведені обчислювальні експерименти довели ефективність використання блочних методів розв'язку задачі Коші для систем звичайних диференціальних рівнянь на паралельних обчислювальних системах, причому підвищення швидкодії, що спостерігалось, становило близько 2 для двохпроцесорної системи та близько 4 для чотирьохпроцесорної.

УДК 681.323:681.325.5

АВТОМАТИЧНА КОРЕКЦІЯ КРОКУ У БЛОЧНИХ МЕТОДАХ ДЛЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ.

Табаків В.З., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Блочні методи використовуються для інтегрування систем звичайних диференціальних рівнянь з детермінованою правою частиною та заданими початковими умовами:

$$\begin{aligned}\frac{dY}{dt} &= f(t, Y) \\ Y(t_0) &= Y_0\end{aligned}$$

де Y – k -вимірний вектор стану, а Y_0 та t_0 – задані.

Для підвищення ефективності чисельного інтегрування процедуру методу адаптують до змінної локальної похибки зрізання, яка має місце у процесі інтегрування. Така адаптація досягається за допомогою регулювання кроку інтегрування h , яке забезпечує те, що похибка зрізання не стає ні неприпустимо великою, ні занадто малою, у наслідок чого не витрачаються зайві обчислювальні зусилля.

Стратегії для розрахунку кроку інтегрування ґрунтуються на обчисленні критерію якості, який визначається відношенням

$$R_i = \left| \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i} \right|,$$

де ε_i – отримана локальна похибка зрізання у y_i , ε_i – припустима (задана користувачем) границя локальної похибки зрізання.

Крок блочної процедури для схеми прогноз-корекції вважається задовільним, якщо $R = \max\{R_i\}$ менше або дорівнює одиниці. Якщо R більше одиниці, то крок має бути зменшеним, а розрахунок – виконаним знов при зменшеному кроці. Аналіз поведінки локальної похибки зрізання [2] показав, що незалежно від того більше, або менше одиниці значення R , найкращий крок ітерації, який дозволяє одержати потрібну точність обчислюється за формулою:

де ρ – порядок формули. Для блочних методів типу прогноз-корекція $\rho = k +$

$$h_{new} = \sigma h_{old}, \text{ при } \sigma = \left(\frac{1}{R} \right)^{\gamma} \text{ т } \gamma = \frac{1}{\rho + 1}, \quad (1)$$

1 для внутрішніх точок блоку, тоді як для граничної правої точки блоку $p = k + 2$, якщо k – парне, та $p = k + 1$, якщо k – непарне, де k – кількість точок блоку.

Схема регулювання блоку (1) може викликати зменшення або збільшення кроку у новому блоці відносно до попереднього. Однак необхідно врахувати, що при виведенні формул прогнозу припускалось, що відстань між розрахованими значеннями у новому блоці така сама як і у

Оцінка локальної похибки зрізання для методів прогноз-корекція як правило має форму $\varepsilon_i = \mu_i(y_i - y_i^p)$, де μ_i – постійна. Простий вибір $\mu_i = 1$ називають оцінкою звичайною різницею. попередньому. Таким чином, якщо відстані різні, тобто, якщо відстань між значеннями у попередньому блоці становить h , а між значеннями у новому блоці σh , то формули прогнозу невірні.

Формули коректору не змінюються при зміні кроку, оскільки вони не походять безпосередньо з попереднього блоку.

Проблема розв'язується шляхом узагальнення коефіцієнтів у формулах прогнозу таким чином, щоб ці формули були безпосередньо пристосовані до зміни кроку між сусідніми блоками. Виведення формул прогнозу для нуль-зваженої форми блочного методу типу прогноз-корекція дає наступний результат:

$$y_i^p = y_0 + h \cdot \sum_{j=0}^k f_{-j} \cdot V_j(i\sigma); \quad i = \overline{1, k}, \quad j = \overline{0, k} \quad (2)$$

$$V_j(S) = \int v_j(S) dS, \quad V_j(0) = 0, \quad v_r(S) = \prod_{\substack{n=0 \\ n \neq 2}}^k \frac{(S+n)}{n-2}, \quad S = (t - t_0)/h.$$

де σh – крок блоку на відрізку від t_0 до t_k , h – крок на відрізку від t_k до t_0 .

Для $k = 2$ значення $V_j(i\sigma)$ наступні:

Тоді:

При $\sigma = 1$, тобто у випадку постійного кроку, формули (2) та (3) перетворюються у звичайні формули прогнозу нуль-зваженої форми [3].

$$V_0(1 \cdot \sigma) = (2\sigma^3 + 9\sigma^2 + 12\sigma)/12; \quad V_1(1 \cdot \sigma) = (-4\sigma^3 - 12\sigma^2)/12; \quad V_2(1 \cdot \sigma) = (2\sigma^3 + 3\sigma^2)/12; \\ V_0(2 \cdot \sigma) = (4\sigma^3 + 9\sigma^2 + 6\sigma)/3; \quad V_1(2 \cdot \sigma) = (-8\sigma^3 - 12\sigma^2)/3; \quad V_2(2 \cdot \sigma) = (4\sigma^3 + 3\sigma^2)/3.$$

$$y_{k+1}^p = y_k + \frac{h}{12} ((2\sigma^3 + 3\sigma^2)f_{k-2} - (4\sigma^3 + 12\sigma^2)f_{k-1} + (2\sigma^3 + 9\sigma^2 + 12\sigma)f_k) \\ y_{k+2}^p = y_k + \frac{h}{3} ((4\sigma^3 + 3\sigma^2)f_{k-2} - (8\sigma^3 + 12\sigma^2)f_{k-1} + (4\sigma^3 + 9\sigma^2 + 6\sigma)f_k) \quad (3)$$

Реалізація блочних методів з автоматичною корекцією кроку підтвердила їх працездатність та ефективність.

БЛОЧНІ МЕТОДИ З ДОДАТКОВОЮ КОРЕКЦІЄЮ ДЛЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ.

Табаков В.З. , Національний технічний університет України “ Київський політехнічний інститут ”, м. Київ, Україна

У роботі [1] розглянуті блочні методи чисельного інтегрування систем звичайних диференційних рівнянь з постійними коефіцієнтами, детермінованою правою частиною та заданими початковими умовами:

де Y – вектор стану вимірністю n , а Y_0 та t_0 – задані.

Ці методи природно реалізуються на паралельних обчислювальних системах з кількістю процесорів N_p , що дорівнює кількості точок блоку k – кількості рівновіддалених значень розв’язку, що отримуються на кожному кроці ітераційної процедури.

При $N_p < k$ задача побудови алгоритму блочного методу розв’язується шляхом підвищення кратності навантаження кожного з процесорів [1]. Як стверджували автори роботи [1], у випадку $N_p > k$ додаткові (“надлишкові”) процесори можуть бути застосовані лише шляхом декомпозиції вектору правих частин. Розробкою блочних методів з додатковою корекцією [2], що розв’язують (1) при $N_p > k$ без декомпозиції вектору правих частин, спростовано вищенаведене твердження авторів [1]. Відповідно до [2] у схемі блочних методів “надлишкові” процесори застосовуються не шляхом декомпозиції вектору правих частин, а для реалізації додаткової корекції, що дозволило отримати більш точний розв’язок.

Обчислювальний експеримент, що був проведений для чотирьох процесорних реалізацій двохточкових блочних методів, підтвердив можливість застосування “надлишкових” процесорів при реалізації блочних методів з $N_p > k$ для додаткової корекції, яка дозволяє підвищити швидкість або точність обчислень при розв’язку задачі (1) на паралельних обчислювальних системах.

Література:

1. Birta L.G., Abon-Rabia O. Parallel block predictor corrector methods for ode's/IEEE Trans. Comput. vol. c-36, pp. 299-311, March 1987.
2. Табаков В.З. Блочные методы решения задач моделирования динамических объектов для параллельных вычислительных систем/Киев.политехн.ин-т.-К.1991,-14с.-Автореф. дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. на стыке специальностей 05.13.11 – Мат. и прогр. обеспеч. выч. маш., компл., систем и сетей и 05.13.13 – Выч. маш., компл., систем и сети.

ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Бойко С.Г., Спеціалізоване підприємство “Водолій”, м. Київ, Україна

Проект “Енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях м. Києва”, створений Київською міською державною адміністрацією з метою реалізації заходів, зазначених Указом Президента України від 16.06.1999р. № 662/99 “Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами”, як приклад впровадження енергозберігаючих технологій за світовими стандартами.

Встановлення систем обліку теплової енергії – це один з аспектів реалізації комплексної програми енергозбереження, а також великий крок до ощадливого використання енергоресурсів, який веде до скорочення витрат коштів, спрямованих на оплату енергоспоживання. Доведено на практиці.

При проектуванні таких систем обов’язково передбачається, що з часом буде проведено повне енергетичне обстеження будівель і встановлено сучасні модульні тепlopункти.

Сучасна система обліку теплової енергії включає в себе прилади, які мають змогу вимірювати, обробляти та дистанційно передавати інформацію про спожиту кількість теплової енергії, а також про температуру теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах, кількість теплоносія, споживану теплову потужність, час роботи теплोलічильника тощо.

Зчитування інформації з теплोलічильника можливо здійснювати двома способами: безпосередньо з приладу за допомогою адаптера і по модемному зв’язку, використовуючи існуючі телефонні лінії чи радіоканал. Таким чином знімаються показники системи за добу, за кожну годину доби, а також помилки, перелік яких вказано в паспорті теплोलічильника.

Застосування систем обліку теплової енергії є доцільним і ефективним, оскільки дозволяє державі та її громадянам заощаджувати свої кошти, за рахунок визначення реальних обсягів споживання, а звідси можливості коригування витрат і норм питомого використання енергоносіїв, а також робить можливим прогнозування та моделювання на етапі теоретичних розробок і проектуванні необхідних потужностей в умовах динамічного росту міського житлового фонду та розширенні його інфраструктури.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

*Гераїмчук М.Д., Горголь Р.А., Голуб С.М., Кулаков О.М., Згуровська Л.П., Толочко Т.О.,
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут",
м.Київ, Україна*

Питання про енергозбереження з часом стає все актуальніше. При цьому системи енергозбереження впроваджуються в багатьох формах і проявах майже в усі сфери людської діяльності. Мета такого впровадження – підвищення ефективності використання енергоресурсів.

В даній роботі розглядаються питання енергозбереження в комп'ютерних системах, а саме, в блоці живлення комп'ютера.

Як відомо, в блоці живлення комп'ютера для примусового охолодження його ключових блоків, а також для часткового охолодження всього блоку використовується вентилятор. Він зазвичай працює з незмінною частотою, швидкістю обертання незалежно від температури корпусів високовольтних транзисторів. Однак блок живлення не завжди віддає в навантаження максимальну потужність. Пік споживаної потужності приходить на момент включення комп'ютера, а наступні максимуми – на час інтенсивного дискового обміну. Якщо враховувати ще й той факт, що потужність блоку живлення зазвичай обирається з запасом навіть для максимуму енергоспоживання, неважко дійти до висновку, що більшу частину часу він недовантажений і примусове охолодження є надлишковим. Інакше кажучи, вентилятор вхолосту перекачує кубометри повітря, утворюючи при цьому досить сильний шум і засмокуючи пил всередину корпусу.

Для зменшення споживаної потужності та зниження загального рівня шуму, що створюється комп'ютером, пропонується застосування автоматичного регулювання частоти обертання вентилятора. Розглядаються також і інші проблеми енергозбереження в комп'ютерних системах.

УДК 681.586: 615.471

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Дубинец В.І., Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт», г. Киев, Украина*

В стационарных клинических условиях неконтактная регистрация ритмической активности сердца, функции внешнего дыхания, общей двигательной активности человека является весьма актуальной.

Рассмотрены различные системы регистрации основных параметров функционального состояния, основанные на использовании гальванического

контакта при регистрации биологических сигналов. Однако такие измерительные системы обладают рядом недостатков.

В качестве первичных измерительных преобразователей рассматривается возможность применения емкостных и пьезоэлектрических сенсоров неконтактного типа различного исполнения для регистрации двигательной активности и кардио-респираторной функции. Предлагаемые устройства позволяют создать автоматизированные интеллектуальные системы, способные к анализу основных параметров жизнедеятельности человека. В докладе будут продемонстрированы преимущества и особенности предлагаемых преобразователей, их структурные схемы.

Дальнейшее их развитие является одним из научных направлений кафедры «Приборостроение».

УДК 681.586.325

НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СЕНСОРОВ (МЭС) МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ

*Дубинец В.І., Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт», г. Киев, Украина*

Среди многих ведущих зарубежных фирм, занимающихся разработками МЭС механических величин, особенно выделяются: Endevco, Motorola, IC Sensors, Keller, Kulite, Rosemount, Honeuwell, «Метран», ОАО «РПЗ», НИИФИ и др. Показано, что использование МЭС во многих случаях обеспечивает оптимальную совокупность противоречивых требований, предъявляемых к современным сенсорам: долговременную стабильность; высокую надежность, большой срок службы, высокую точность, высокую чувствительность к измеряемому параметру и нечувствительность к другим влияющим факторам; малые габариты, массу и энергопотребление; информационную, конструктивную и технологическую совместимость с микроэлектронными средствами обработки информации. В настоящее время в общем объеме производства МЭС в промышленно развитых зарубежных странах доминируют полупроводниковые сенсоры на кремнии. Разработка и производство интеллектуальных сенсоров растут быстрыми темпами. По данным независимой группы Harmer Associates of Switzerland рынок интеллектуальных сенсоров (в основном, на основе микроэлектроники) в Западной Европе к 2002 г. составит 62% от общего рынка сенсоров.

За рубежом основные разработки МЭС были направлены на использование кремниевой технологии, бурно развивающейся для разработок интегральных схем. В странах СНГ, в отличие от разработок зарубежных фирм, при создании сенсоров ускорения, давления и др. применяются исходные ЧИПы, изготовленные из структур кремний на сапфире, так называемые КНС-

структуры, и на их базе выпускаются указанные приборы до настоящего времени. Однако МЭС, изготовленные на базе КНС и кремниевой технологии, отличаются друг от друга.

В докладе будет проведен анализ основных технических требований, предъявленных к МЭС в робототехнических системах. Определены основные научно-технические направления по разработке МЭС механических величин на базе существующей в ГП «Орион», Институте физики АН Украины, ПО «Завод Арсенал» и др. кремниевой технологии и имеющегося научно-технического потенциала.

УДК 681.2:662.75

О КЛАССИФИКАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

Никитин А.К., Зайцев В.Н., Дубинец В.І., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Расходом называется количество вещества, проходящее через контрольное сечение потока в единицу времени. Расход является механической величиной. Различают объемный расход, который является кинематической механической величиной, и массовый расход, который является динамической механической величиной.

Область науки, рассматривающая вопросы измерения расхода, называется расходометрией. Расходометрия, в свою очередь, является частью информативной механики.

Основополагающим вопросом расходометрии является классификация средств измерения расхода. В настоящее время указанная классификация практически отсутствует.

Одним из возможных подходов к решению вопроса классификации средств измерения расхода является использование в качестве отличительного признака классификации выходного информативного параметра измерительных преобразователей расхода.

К числу выходных информативных параметров можно отнести: давление, перепад давлений, перемещение линейное, перемещение угловое, угол поворота, относительный угол поворота, частота вращения, частота колебаний, частота следования вихревых формаций, частота переменных движений, деформация упругих элементов, гидростатическое давление, вес, потребляемая мощность, момент силы, температура, разность температур, смещение интерференционных полос, частота биения интерференционных полос, параметры ядерно-магнитного резонанса, время, концентрацию, электродвижущую силу.

Использование указанных выходных информативных параметров может рассматриваться как один из путей решения вопроса формирования классификации средств измерения расхода.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН

*Гераїмчук М.Д, Згуровська Л.П., Толочко Т.О., Національний технічний університет
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Аналіз відомих засобів вимірювання механічних величин показує, що в даний час при їх конструюванні використовуються практично всі відкриті фізичні явища і принципи. Це наглядно можна побачити на міжнародних виставках, де іноземні фірми рекламують свою продукцію. Особливістю рекламуємих перетворювачів є їх мініатюризація. Дані перетворювачі об'єднують в собі переваги напівпровідникових технологій і технологій мікроелектромеханічних систем. Широке використання таких перетворювачів обумовлене сучасними вимогами і розвитком різних галузей промисловості: військової, авіаційної, автомобільної та інших. Поява даних перетворювачів сприяє корінним змінам у побудові і технологіях виготовлення сучасного навігаційного, робототехнічного, медичного та іншого обладнання.

Використання сучасних технологій виготовлення перетворювачів, які базуються на напівпровідникових технологіях і технологіях мікроелектромеханічних систем дозволяє просто інтегрувати їх з мікропроцесорною технологією, значно зменшити габаритні розміри приладів і систем, поліпшити їх метрологічні і технічні характеристики, створювати “інтелектуальні” прилади нового покоління.

У доповіді також проаналізований стан розвитку перетворювачів механічних величин на Україні і ті перепони, які існують перед приладобудівною промисловістю на шляху оволодіння сучасними технологіями.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЯГИ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Никитин А.К., Зайцев В.Н., Дудченко И., Национальный технический университет
Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Тяга является одним из важнейших параметров реактивных двигателей, по которому оцениваются его основные характеристики. Определение параметров тяги при различных режимах и эксплуатационных факторах является основной задачей испытания реактивных двигателей.

Назначение реактивных двигателей определяет их габариты, массу, величину тяги и характер работы. Отдельную группу составляют реактивные двигатели малой тяги. Обладая сравнительно малой массой и габаритами, они

развивают тягу в пределах до 1000 Н и работают как в установившемся, так и в импульсном режиме. Продолжительность непрерывной работы в пределах одного включения может не превышать 0,1 секунды. Сюда входит запуск двигателя, работа на установившемся режиме, при теоретически постоянном давлении в камере сгорания, и его выключение. В целях решения задачи оптимального и эффективного управления космическими объектами необходимо знать характер нарастания тяги и ее экстремальную величину на участке запуска двигателя, амплитуды свободных и вынужденных колебаний тяги на основном режиме, характер спада тяги на режиме выключения двигателя и импульс последействия.

Измерение тяги импульсных двигателей на всех режимах весьма затруднено. Это объясняется участием в процессе динамической передачи силового воздействия элементов достаточно сложной упругой пространственной конструкции. Данное обстоятельство приводит к появлению значительных по амплитуде колебаний системы, затрудняющих измерение исследуемых параметров. Это обуславливает необходимость проектирования и анализа специальных измерительных устройств, включающих звенья с высокой собственной частотой и высокой чувствительностью.

В задачу настоящего сообщения входит представление материалов по оценке основных динамических характеристик установок, предназначенных для определения тяги импульсных реактивных двигателей.