

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ
СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І
НАНОПРИСТРОЇВ

УДК 22.343

ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ МЕТОДИ В ВИМІРЮВАННІ МЕХАНІЧНИХ
ВЕЛИЧИН

¹⁾Гераймчук М.Д., ²⁾Невадовський П.В., ³⁾Куреньов Ю.П., ³⁾Анопрієнко Д.А.,

¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна; ²⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України, ³⁾Інститут землевпорядкування та інформаційних технологій при НАУ, м. Київ, Україна

Поляризаційні методи вимірювання тих чи інших фізичних величин в різних областях застосування зводяться всього до безпосереднього вимірювання кута повороту площини поляризації лінійно-поляризаційного випромінювання (ЛПВ), якщо робота проходить в лінійно-поляризаційному випромінюванні, або азимуту великої осі еліпса поляризації, різниці фаз між ортогональними складовими еліптично-поляризованого випромінювання (ЕПВ) і еліптичності (якщо робота відбувається в еліптично-поляризованому випромінюванні).

Приладом першої групи, що працюють в ЛПВ і виконують вимірювання кута повороту вектора ЛПВ, носять назву поляріметрів, сахаріметрів, спектрополяріметрів.

Прилади, що працюють в ЕПВ і виконують вимірювання еліптичних параметрів випромінювання (азимуту великої осі еліпса поляризації, різниці фаз між ортогональними складовими і еліптичності) носять назву еліпсометрів. Метод еліпсометрії значно складніше методу поляриметрії, але зате він застосовується там, де метод поляриметрії безсилий.

З переліку фізичних величин, таких як довжина (товщина), маса, час, кут, площа, об'єм, частота, кутова швидкість, лінійна швидкість, лінійне прискорення, сила, кількість руху, імпульс сили та тиску (напруга в матеріалах) вимірюються поляризаційними методами лише три величини: довжина (товщина), кут повороту і напругу в матеріалі, що виникає при деформаціях.

За кутом повороту площини поляризації контролюють кути скручування конструкцій, здійснюють стабілізацію і приводять до горизонту різні платформи, аналізують речовини (тверді, рідкі, та інколи аерозолі) і т.п. Еліпсометричний метод давно застосовується у вимірі товщин тонких плівок, при дослідженні шереховатих і матових поверхонь та вимірах показників тонких діелектричних плівок.

Обмірювані поляризаційні параметри: кут, фазовий зсув, еліптичність являються аргументами шуканих величин (товщина плівки, показник оптичного заломлення, концентрації), між якими повинні існувати в явних або неявних видах той чи інший функціональний зв'язок.

Методи поляризації, дещо втративши свою активність за останні 20 років, особливо в Україні, чекають відновлення з новою силою і на новому рівні.

Ключові слова: поляризаційні методи, вимірювання механічних величин.

УДК 523.4

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИЛАДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТОСФЕРНОГО АЕРОЗОЛЮ З ОРБИТИ ЗЕМЛІ

¹⁾Неводовський П.В., ¹⁾Неводовський Є.П., ²⁾Гераїмчук М.Д., ²⁾Генкін О.М.,
¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України м. Київ, Україна; ²⁾ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Головну роль у регулюванні надходження ультрафіолетового випромінювання відіграють газові та аерозольні складові атмосфери. Випромінювання стратосфери землі в ультрафіолетовому діапазоні визначається розсіюванням сонячного випромінювання молекулами атмосферних газів і поглинанням енергії випромінювання озоном у цьому діапазоні довжин хвиль.

Для експериментального визначення ультрафіолетового випромінювання, відбитого від озонового шару земною атмосферою, використовують ультрафіолетові прилади. Їхні оптичні осі спрямовані в надир. Тобто об'єктом дослідження є середовище, яке знаходиться в умовному конусі кута зору приладу.

Супутникові спектральні дослідження показали, що потужність відбитого сонячного випромінювання у УФ – діапазоні 250 – 300 нм змінюється від $20 \text{ mW/m}^2/\text{nm}$ до $20 \times 10^3 \text{ mW/m}^2/\text{nm}$. Визначивши опромінювання вхідного зрачка приладу і вводячи експериментальні та конструктивні обмеження були проведені розрахунки енергетичних параметрів приладу у УФ діапазоні. Вони показали, що при заданих обмеженнях розроблений прилад визначає поляризаційні компоненти з похибкою до 0,01%.

Для контролю характеристик та калібрування елементів фотоприймальної системи поляриметрів необхідно використовувати високо стабільні випромінювачі. Їх спектр повинен перекривати спектральну ділянку приймача випромінювання, а інтенсивність випромінювання регулюватися у межах робочого діапазону приладу. Однією з основних вимог до калібрувального джерела випромінювання є висока температурна та часова стабільність у процесі тривалої роботи та зберігання, відсутність ефектів виходу на режим при зміні живлячого струму.

В останній час в світі з'явилися УФ- світлодіоди інжекційного типу до яких відносяться і високостабільні широкосмугові світлодіоди на основі карбіду кремнію, розроблені в НТУ України «КПІ». Такі випромінювачі можливо ефективно використовувати у якості УФ - джерел для калібровки апаратури та імітації об'єкта дослідження.

Ключові слова: аерозоль, енергія випромінювання, стратосфера, світлодіод, ультрафіолет.

УДК 53.088; 681.142.2

НЕЙРОКОНТРОЛЕР ДЛЯ КЕРУВАННЯ П'ЄЗОАКТЮАТОРОМ

Гірняк Ю., Івахів О., Мокрицький В., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Розвиток наукових досліджень дедалі частіше пов'язаний із освоєнням мікро- та нанодіапазонів. Одним із аспектів гарантування прецизійності механізмів є забезпечення кращої точності переміщення окремих виконавчих механізмів. Завдяки своїм технічним параметрам п'єзокерамічні матеріали часто використовуються для виготовлення актюаторів при мікро- та нанопозиціюванні, що вимагають застосування електронних контролерів для формування відповідних сигналів керування з врахуванням впливних факторів.

Для забезпечення високої точності позиціювання та врахування потрібно враховувати динамічні характеристики мехатронної системи, геометричні параметри такого актюатора та властивості матеріалу, з якого він виготовлений, параметри навколишнього середовища, характер навантаження, тощо. Формування такого керуючого сигналу, який би забезпечував бажану роботу п'єзоактюатора – складний процес, що вимагає знання характерних для неї математичних залежностей та тривалого моделювання за допомогою сучасних цифрових обчислювальних систем з використанням чисельних зворотніх зв'язків. Формування керуючих сигналів таким способом є можливим, але достатньо проблематичним та дорогим.

Нейроконтролер із структурою, що формується на базі вивчення внутрішніх залежностей в системах такого типу, досить добрий засіб для створення простих, дешевих та достатньо ефективних п'єзоконтролерів з потрібною точністю синтезування керуючих сигналів.

Робота такого контролера базується на використанні для навчання штучної нейронної мережі контролера експериментальних даних у вигляді числових послідовностей, а саме: вхідних та вихідних сигналів п'єзодвигуна, отриманих при дослідженні реального об'єкта керування. Нейронна модель об'єкта разом з нейронним контролером творять систему керування. В цій системі здійснюється навчання самого нейроконтролера за бажаними даними керуючої напруги та необхідним переміщенням п'єзоактюатора. Таким чином навчений нейроконтролер може бути встановлений в реальну систему керування з високою відповідністю параметрам реальної системи.

Основною перевагою таких контролерів є відносна простота реалізації системи, відсутність потреби використовувати складні математичні моделі об'єкта керування, в цій системі можна передбачити можливість її періодичного калібрування чи самокалібрування.

Ключові слова: нейроконтролер, мікропозиціювання, моделювання, п'єзоактюатор.

УДК 621.316.8

ПОВЗУЧІСТЬ ФОЛЬГОВИХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРІВ

Погуляйко О.М., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Повзучість тензорезистора – це явище, яке проявляється у вигляді зміни його вихідного сигналу $\varepsilon_R = \Delta R / R$ у часі при постійному значенні деформації $\varepsilon_l = \Delta l / l$ і зовнішніх величин, що впливають (температура і вологість оточуючого середовищ, густина струму живлення і т.д.). Повзучість тензорезистора пов’язана з релаксацією напружень в шарі зв’язуючого і при постійній деформації пружного елемента, її поява викликає зменшення приросту опору, що викликаний заданою деформацією пружного елемента, тобто відносна величина повзучості тензорезистора має від’ємне значення.

Якщо на пружний елемент встановити тензорезистори, що мають від’ємну повзучість, то отримаємо самокомпенсацію часових змін вихідного сигналу від пружних недосконалостей матеріалу пружного елемента (додатня повзучість) і зв’язуючого тензорезистора (від’ємна повзучість). Для того, щоб вдало задавати необхідний закон зміни повзучості тензорезистора потрібно точно знати які параметри тензорезистора та зовнішні фактори впливають на процес повзучості і який саме вплив вони чинять. Аналіз наукових публікацій по повзучості тензорезисторів і релаксації напружень у зв’язуючому тензорезистора дозволяє зробити висновки представлені нижче.

Закон зміни повзучості тензорезистора має експоненційний характер: найбільша величина повзучості спостерігається відразу після прикладення навантаження, після чого швидкість повзучості поступово зменшується і, доходячи до деякого усталеного значення, повзучість вже майже не змінюється.

Суто аналітичних методів розрахунку та прогнозування закону зміни повзучості у часі не розроблено; використовуються методи визначення коефіцієнтів виразу, що описує закон повзучості з експериментальних даних.

На повзучість тензорезистора впливають наступні параметри:

- *модуль зсуву зв’язуючого*, що в свою чергу, визначаються хімічним складом, ступенем розрідження і режимом полімеризації зв’язуючого;
- *геометричні параметри фольгової решітки*: довжина бази, ширина нитки, товщина фольги, ширина та довжина кінцевих, і контактних, проміжків;
- *конструктивні параметри тензорезистора*: товщина шару зв’язуючого, довжина вільних проміжків основи, товщина та жорсткість захисної плівки;
- *зовнішні фактори*: температура навколишнього середовища T ; величина деформації $\varepsilon_{\max}$, швидкість деформування $\frac{d\varepsilon}{dt}$ та час дії τ деформації.

Ключові слова: фольговий тензорезистор, повзучість тензорезистора.

УДК 534.232.4

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ НАПРЯЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

*Куценко С.В., Коваленко А.М., Петлеваний П.В., Мусиенко М.П.,
Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина*

Развитие и широкое внедрение автономных малогабаритных энергонезависимых источников питания в различных отраслях энергетики, промышленности, сельского и коммунального хозяйства составляет в настоящее время важную и актуальную задачу.

Среди множества типов автономных источников питания хорошие перспективы имеют пьезокерамические источники напряжения. Их разработкой занимаются многие ученые различных стран.

Традиционная работа пьезокерамических источников напряжения построена на накоплении энергии при однократном сильном механическом воздействии (нажатии) на пьезоэлемент (по принципу пьезозажигалки). Учитывая свойства пьезоэлемента можно использовать в качестве воздействия и другие факторы (ветер, солнце, влажность и т.д.), что является перспективным для разработки автономных источников питания.

В работе предложено использовать многофункциональный пьезодатчик, который поддается воздействию сразу нескольких физических величин. Он выполнен на одном пьезоэлементе, что значительно упрощает конструкцию датчика, а также методы его аналитического анализа.

Для этих целей был разработан и исследован односенсорный многофункциональный и многомерный датчик на основе использования пьезокерамического материала ЦТС-19. Как известно, параметры пьезоэлектрического материала являются функцией многих физических величин: давления, силы, влажности, температуры и пр.

В отличие от известных схем построения многофункциональных пьезоэлектрических датчиков, в которых используются метод разнесения резонансных частот, в работе впервые предложено использовать несколько типов воздействующих на пьезоэлемент сигналов, подводимых с помощью нескольких систем электродов.

Проведенные исследования показали возможность применения предложенного многофункционального пьезоэлектрического датчика в качестве первичного преобразователя автономных источников напряжения на основе применения пьезоэлектрических преобразователей.

Ключевые слова: автономные источники напряжения, многофункциональные односенсорные пьезопреобразователи.

УДК 621.317.39

ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ

ІМПУЛЬСНИХ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ

Погребенник В.Д., Романюк А.В., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

На сьогодні у гідрофізичних, радіотехнічних та інформаційно-вимірювальних системах широко використовують вимірювачі часових інтервалів.

Для підвищення точності та завадостійкості вимірювання часових параметрів сигналів запропоновано нові методи та на їх основі синтезовано алгоритми опрацювання, які ґрунтуються на використанні інтегровального розгортального перетворення, які враховують не окремі точки на фронтах сигналів, а цілі ділянки (фронти) інформаційних сигналів. Швидкодія таких пристроїв розширяється при паралельному інтегуванні неінвертованих, а потім інвертованих вхідних сигналів і вимірюванні інтервалу часу між моментами досягнення інтегрованими напругами нульового рівня.

Розширення функціональних можливостей вказаного методу досягається паралельним перетворенням миттєвих значень вхідних сигналів шляхом відслідковування їх значень до досягнення максимального значення і запам'ятовування на заданий час, паралельного інтегування отриманих сигналів, їх інвертування, масштабного перетворення по амплітуді та їх інтегування, формуванні початку і кінця вихідного часового інтервалу при досягненні проінтегрованими сигналами нульового рівня, а також визначення послідовності надходження вхідних сигналів.

Особливості цього методу полягають у розширенні функціональних можливостей за рахунок можливості вимірювання часових зсувів між сигналами трикутної або трапецоїдної форми з вершиною малої тривалості. Запропонований метод, алгоритм опрацювання даних зондування в умовах збурень та пристрій характеризуються високою завадостійкістю, високою швидкодією за рахунок забезпечення можливості роботи з поодинокими сигналами, крім того, вимірюваний часовий зсув не залежить від амплітуди сигналів.

Отримано аналітичні залежності та проведено аналіз похибки вимірювання часових зсувів при використанні неідеального інтегратора.

Показано, що зі зростанням часу інтегування, похибка, яка вноситься нелінійністю інтегратора, збільшується, але похибка, зумовлена завадою, при цьому зменшується. Вплив завади на похибку також зменшується при збільшенні амплітуди ультразвукових сигналів.

Ключові слова: часові параметри сигналів, завадостійкі методи, похибки вимірювання.

УДК 004.896:621.865

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМ

РОБОТОМ

Бабіч Л.О., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Інтелектуальний мобільний робот (ІМР) – це технічна система, що здатна автономно, виконувати попередньо поставлені задачі в попередньо невідомому середовищі без допомоги людини. Функціонування ІМР відбувається в умовах невизначеності інформації.

Сьогодні існують різні підходи до побудови мобільного робота з системою автономного мобільного керування. Серед них можна виділити чотири досить різні підходи: логічний, структурний, еволюційний та імітаційний.

Прийнято рішення використання гібридних підходів для реалізації системи прийняття рішень ІМР. Експертні правила поведінки генеруватимуться нейронними мережами, а породжуючі правила отримуються за допомогою статистичного вчення.

Для генерування експертних правил поведінки може бути використана мережа Кохонена. Мережа Кохонена складається з M нейронів, які утворюють прямокутну решітку на площині – шар. Кожен з нейронів утворює зважену суму вхідних сигналів :

$$f(x, w) = \sum_{i=1}^N x_i w_{ij} \quad (1)$$

де $w_{ij} > 0$, якщо синапси прискорюючи і $w_{ij} < 0$, якщо синапси гальмуючі.

Інтелектуальний мобільний робот оснащений дванадцятьма оптичними датчиками ближньої дії (зіткнення), ультразвуковим локатором (датчиком дальньої дії) та системою глобального супутникового позиціонування (GPS).

Запропонована трирівнева категоріальна архітектура управління інтелектуальним мобільним роботом. Кожен з рівнів представляє собою штучну нейронну мережу, що здатна до самонавчання. Ці нейронні мережі працюють асинхронно, але між рівнями архітектури існують зв'язки для обміну інформацією.

Висновок. Запропонована концепція мобільного робота з системою автономного інтелектуального керування з блоком оцінки ситуації реалізованому на основі гібридного підходу з використанням багаторівневої нейронної мережі зі зворотнім зв'язком при вченні та породжуючих правил на основі статистичного вчення. Система керування інтелектуальним мобільним роботом буде реалізована на основі категоріальної архітектури. Подальшим розвитком буде реалізація запропонованої концепції в реальному робото-технічному комплексі та натурних досліджень поведінки ІМР.

Ключові слова: мобільний робот, категоріальна архітектура, автономне інтелектуальне керування.

УДК-614.841

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Дидук В.А., Куценко С.В., Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина

Беспроводные технологии давно уже стали основой для построения домашних и офисных сетей по всему миру. Доля их использования для построения сети и автоматизации промышленных объектов ещё очень мала. Связано это с недавней высокой стоимостью последних, несоответствие протоколов передачи данных в беспроводных и промышленных сетях. Для использования беспроводных технологий на производственных объектах обязательно выполнение дополнительных условий: высокая степень защиты передаваемой информации, помехозащищенность от электромагнитных излучений, потребность передачи данных в реальном времени (на нижних уровнях – обязательное условие), дублирование и резервирование каналов связи.

В таких условиях приоритетными являются систематизация знаний о существующих беспроводных технологиях, их анализ на пригодность использования на каждом из уровней промышленной сети по модели СІМ, разработка новых методов и устройств коммутации промышленного оборудования с сетями беспроводной связи.

В работе составлены обобщенные таблицы о свойствах известных беспроводных технологий, определены критерии выбора конкретной технологии для определенного уровня промышленной сети, построены таблицы зависимости «технология – уровень промышленной сети по модели СІМ».

Таким образом, в работе, на основе проведенного анализа, определены наиболее подходящие технологии для передачи данных на каждом уровне сети промышленного объекта. На нижнем уровне (DCS) стоит использовать технологию ZigBee и некоторые из технологий передачи данных ISM диапазона до 1 ГГц. Уровням PLC и SCADA подойдут Bluetooth и Wi-Fi. Уровням MES и ERP соответствуют технологии WiMax, HomeRF, Wireless USB и Wi-Fi.

Кроме того, установлено невозможность применения одинаковой топологии сети на всех уровнях предприятия. Если на верхних уровнях модели СІМ предпочтение можно отдать любой топологии, то на нижнем уровне для использования пригодна только топология ячеистой сети.

Ключевые слова: беспроводные технологии, промышленная сеть по модели СІМ, резервирование, коммутация, топология.

УДК 531.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА

АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

Шевченко Ю.Б., Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

Уникальные свойства лазерного излучения – высокая монохроматичность и когерентность, низкая расходимость позволили создать перспективный вид высококонцентрированного теплового источника энергии. Луч лазера, как сварочный источник энергии, открыл новые технологические возможности в теории и практике сварочных процессов.

Представленная в данной работе система управления относится к системам управления с упреждением разомкнутого типа, работающие в реальном масштабе времени.

Представленная структурная схема системы управления не является типичной системой управления описанной в классической теории автоматических систем управления. Некоторые из представленных данных не обрабатываются в реальном масштабе времени в прямой форме, но могут использоваться в процессе подготовки к исполнению в реальном масштабе времени.

Для проведения экспериментов использовался 5-координатный манипулятор типа «рука» NOKIA NS-16, лазерный триангуляционный датчик контроля шва IPAC, система числового программно управления A3200 и диодный лазер HCL-2000 с оптоволоконной системой доставки луча. В качестве тестового изделия было выбрано Т-образное соединение пластин Сталь 45 ГОСТ1050-88, параметры заготовки были рассчитаны в соответствии с методикой описанной в [1], особенности построения обратной модели процесса описаны в [2].

Проведенные исследования подтверждают, что система управления является робастной к кинематическим и технологическим возмущениям. И позволяет выполнять сварку сложных пространственных конструкций с высоким качеством, гибкостью и производительностью.

Ключевые слова: лазер, шов, сварка.

Литература

1. Метод расчета параметров заготовки при роботизированной лазерной сварке с использованием лазерного триангуляционного датчика контроля шва. Шевченко Б.Д., Шевченко Ю.Б. Тези IV Міжнародної науково-технічної конференції «Датчики, прилади та системи - 2008». С.151-152.
2. Обратная модель системы управления роботизированного комплекса сварки деталей со сложной поверхностью. Шевченко Ю.Б. Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Військова освіта та наука: сьогодення та майбутнє». Київ, 2007. – С.76-78.

УДК531.7

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ БОЛЬШИХ ГАБАРИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Шевченко Б.Д., ООО «АРАМИС», г. Черкассы, Украина

По сравнению с традиционными технологиями механической обработки, лазерная резка обеспечивает максимальную точность обработки, но при больших габаритах, при резке протяжных изделий, на больших скоростях, возникает инерционная погрешность. Для сохранения задаваемых показателей по всей протяженности заготовки, нами был разработан двухканальный электропривод.

В традиционном электроприводе, содержащем линейный синхронный электродвигатель, с подвижной частью которого соединен оптический датчик перемещения, показатели которого передаются на вход аналого-цифрового преобразователя, с выхода которого код подается на устройство формирования управления линейным синхронным двигателем.

В нашем случае мы применили дополнительный датчик перемещения параллельно основному, причем сигнал с его выхода подается на входы аналого-цифровых преобразователей, с выхода которых разнополярные сигналы подаются на входы двух сумматоров, выходы которых соединены с выходами двух цифроаналоговых преобразователей. Для повышения усилий и быстродействия, необходимых для перемещения подвижной части линейного синхронного двигателя используется дополнительный якорь в подвижной части двигателя с дополнительными обмотками управления, имеющими относительно малое число витков и условно обозначенным вторым входом синхронного линейного двигателя. Для питания этих обмоток используется второй усилитель мощности и второй регулятор тока со вторым датчиком тока. На вход второго регулятора тока подается задающее напряжение с выхода второго сумматора, равное алгебраической разности напряжений на выходах функционального преобразователя и первого датчика тока.

Фактически, задающее напряжение второго регулятора тока соответствует сигналу ошибки, по которому работают первый регулятор тока и первый усилитель мощности электропривода. В силу большой индуктивности обмоток основного якоря в каждой фазе линейного синхронного двигателя изменение тока в них происходит достаточно медленно, однако за счет сравнительно быстрого изменения тока в дополнительных обмотках дополнительного якоря нарастание магнитного потока происходит достаточно быстро, а следовательно, быстро изменяется и усиление, развиваемое линейным двигателем. При этом за счет перекрестной отрицательной обратной связи по току с выхода первого датчика на второй инвертирующий вход второго сумматора происходит перераспределение низкочастотных составляющих заданного значения тока таким образом, что по окончании переходного процесса в основной обмотке линейного синхронного двигателя требуемое значение тока отрабатывает первый регулятор тока, тем самым возвращая значение тока в дополнительной обмотке, измеряемое вторым датчиком тока, к нулю.

В результате отработка задающего напряжения на выходе функционального преобразователя осуществляется как бы последовательными приближениями

(итерациями), одновременно реализуемыми соответствующими каналами контура тока электропривода. За счет этого в электроприводе можно реализовать более высокое быстродействие контура тока без появления «паразитного» асинхронного момента двигателя. Это достигается надлежащим выбором параметров регуляторов скорости и положения и позволяет обеспечить расширение полосы пропускания привода, а следовательно, повысить его динамическую точность.

Ключевые слова: размерная лазерная обработка, двухканальная система управления.

Литература

1. Ильинский Н.Ф., Юньков М.Г. Автоматизированный электропривод. -М.: Энергоатомиздат, 1990. – 544с.
2. Кацман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств. – М.: Высш.шк.,1987. – 335с.
3. Кузнецов Б.И., Худяев А.А., Некрасов И.М., Гуня М.А., Шевченко Б.Д., Пятак Т.В. Электропривод. - Патент на изобретение RU (11) 2025035 (13) С1, 1991.

УДК 531.7

АЛГОРИТМ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЯХ

Уваров С.В., УМГ «Донбасстрансгаз», г. Донецк, Украина

В последнее десятилетие интенсивно развивается направление определения диагностических параметров газоперекачивающих станций (ГПС), связанное с разработкой методов оптимального гашения колебаний с учетом характеристик аппаратуры.

Определение диагностических параметров на интервале упреждения, по результатам моделирования, проводится путем сравнения параметров исправного агрегата с прогнозируемым, причем интересны не сами параметры, а степень их отклонения от номинальных значений. Для определения диагностических параметров необходимо решать линеаризованную систему функциональных уравнений ГПС, в которой поочередно задаются нормированные неисправности и рассчитываются изменения всех измеряемых параметров мощности, удельного расхода топлива, давления, температуры, частоты вращения и т.д.

Под нормированными неисправностями подразумевается изменение одного из параметров состояния узлов ГПС на 1%. Расчет проводится отдельно для каждого параметра состояния, при этом определяются значения коэффициентов влияния этих параметров на выходные характеристики ГПС.

Для исследования точности прогноза проводится анализ среднего квадрата ошибки прогноза от объема обучающей выборки N и базы прогноза k с целью получения оптимальной точности прогноза. неисправности проточных частей ГПС при снижении КПД проявляются также падением давления за компрессором, повышением температуры перед турбиной, снижением частоты вращения ротора высокого давления и т.д.

Логическая модель ГПС, позволяющая качественно выделить характерные неисправности, предлагается в качестве информативных критериев для идентификации типа неисправности, использовать два результирующих вектора вибрации ГПС, что приведет к достаточно полной информации по дефектам отдельных узлов агрегата.

На основании анализа диагностических признаков можно составить идентификационную таблицу, основывающуюся на прогнозируемых функциональных параметрах.

Идентификация неисправности ГПС базируется на разностном методе, а не на абсолютных значениях прогнозируемых величин, поэтому абсолютная точность прогнозирования функциональных параметров не имеет существенного значения. Группируя диагностические признаки в соответствии с решающим правилом, определяется характер неисправного состояния.

Ключевые слова: газоперекачивающая станция, информационные критерии, диагностические признаки.

Литература

1. Иванов В.А. Пути реализации эксплуатационной надежности газоперекачивающих агрегатов / В.А. Иванов, А.С. Семенов, С.В. Кузьмин // Изв. ВУЗов, Нефть и газ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2004, №2. – С.124–125

2. Семенов А.С. Прогнозирование технического состояния газоперекачивающих агрегатов / А.С. Семенов // Сб.науч.тр. «Вопросы состояния и перспективы развития нефтегазовых объектов Западной Сибири». – Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. – С. 82–87.

УДК 007.52

АНАЛИЗ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

*Петров А.А., Вохмянин М.М., Национальный авиационный университет, г. Киев,
Украина*

Широкое внедрение роботов в производственной сфере началось в семидесятые годы прошлого столетия. В настоящее время, в производственной сфере имеет место применение промышленных роботов, управляемых автоматически от систем числового программного управления.

В настоящее время при обработке изделий и поверхностей сложной формы, к точности, исполнения которых предъявляются высокие требования, применяются универсальные или специальные измерительные средства, производящие дискретный контроль положения точек или отдельных сечений обрабатываемых поверхностей. Суть различных способов планирования траектории манипулятора сводится к аппроксимации или интерполяции выбранной траектории полиномами некоторого класса и к выбору некоторой последовательности опорных точек, в которых производится коррекция параметров движения манипулятора.

Также существует задача определения правильности прохождения заданной траектории – погрешности.

Погрешности выходного звена рассматриваются в системе координат $(XYZ)_П$. Данные погрешности путем матричных преобразований можно получить в любой другой координатной системе. Определим связь между погрешностями, представленными в системах $(XYZ)_i$ и $(XYZ)_П$.

$$[\Delta x_П \Delta y_П \Delta z_П]^T = {}^П C_{di} [\Delta x_{di} \Delta y_{di} \Delta z_{di}]^T$$

С точностью до элементов первого порядка малости погрешности датчиков Δx_{di} , Δy_{di} или Δz_{di} приводят к погрешностям вычисления линейных координат $\Delta x_П$, $\Delta y_П$ и $\Delta z_П$ и погрешностям вычисления угловых координат.

Задача определения линейных погрешностей $\Delta x_П$, $\Delta y_П$ и $\Delta z_П$ в системе координат $(XYZ)_П$ по заданным погрешностям датчиков, измеряющих только угловые координаты в сочленениях звеньев, имеет решение только при измерении одного из углов в системе $(XYZ)_{di}$. На - это угол вращения относительно оси X_{di} .

Планирование траекторий в пространстве присоединенных переменных состоит в описании закона изменения присоединенных координат последовательностями полиномов, что позволяет получать гладкие траектории изменения присоединенных переменных. Для снижения вычислительных затрат минимизации бесполезных движений используются последовательности полиномов низкой степени. Траектория изменения присоединенной переменной разбивается на несколько участков, каждый из которых интерполируется полиномом низкой степени.

Ключевые слова: траектория, промышленный робот, манипулятор.

УДК 621.355.2.035.0181

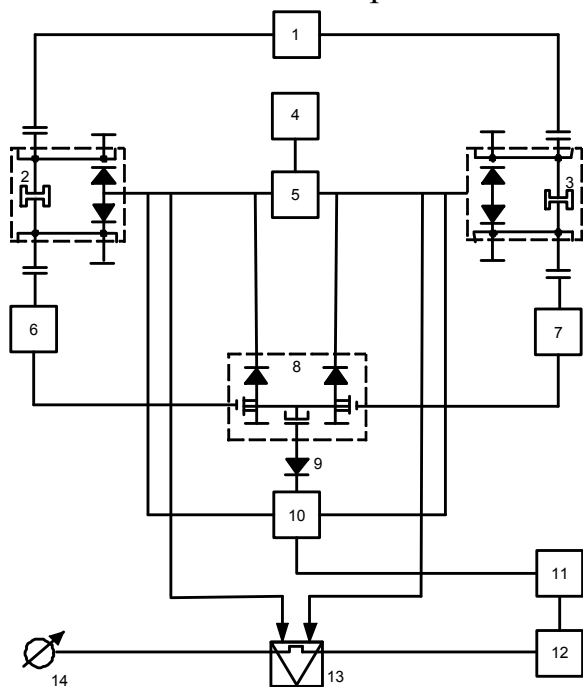
РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЕПАРАТОРОВ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

*Дзензерский В.А., Соколовский И.И., Плаксин С.В., Погорелая Л.М.,
Институт транспортных систем и технологий (ИТСТ НАН Украины) «Трансмаг»,
г. Днепропетровск, Украина*

Гидрофильность (абсорбционная способность) сепараторов – один из основных параметров, влияющих на энергетические и эксплуатационные характеристики химических источников тока с жидким электролитом.

В данной работе представлены результаты разработки аппарата для определения гидрофильности сепараторов свинцово-кислотных аккумуляторных батарей методом, включающим определение объемного содержания электролита в образце сепаратора по величине ослабления, вносимого им в сверхвысокочастотную (СВЧ) линию передачи. Высокая точность и надежность метода обеспечена конкретной аппаратурной реализацией: 1 – использованием мостового метода; 2 – высокой стабильностью частоты зондирующего СВЧ излучения,

обеспеченной использованием СВЧ генератора с двумя синфазными выходами, включающего термостабильный (из инвара) высокочастотный опорный цилиндрический резонатор, и специальным образом включенные два генераторных МЭП-диода, установленные в активных коаксиальных резонаторах с равным и противоположным уходом частоты даже при значительных паразитных изменениях питающего напряжения.



На рисунке представлена функциональная схема устройства, где 1 – СВЧ генератор, 2, 3 – СВЧ ключи, 4 – генератор низкой частоты, 5 – триггер, 6, 7 – эталонная и измерительная ячейка соответственно, выполненные в виде отрезков прямоугольного волновода пониженного сечения с углублением в нижней стенке волновода по размеру образцов сепараторов – эталонного и исследуемого, 8 – СВЧ-переключатель, 9 – детектор, 10 – логарифмический преобразователь, 11 – полосовой фильтр, 12 – усилитель низкой частоты, 13 – синхронный детектор, 14 – индикатор.

Ключевые слова: свинцово-кислотный аккумулятор, абсорбционные свойства, СВЧ линия передачи, ослабление.

УДК 53.089

ВРАХУВАННЯ В МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ ТОПОЛОГІЇ ПОВЕРХНІ НА АТОМНО-СИЛОВОМУ МІКРОСКОПІ ВЗАЄМОДІЇ ЗОНДУ ЗІ ЗРАЗКОМ

Задорожній Р. О., Налісний М.Б., Національний авіаційний університет, м. Київ

В основі атомно-силової мікроскопії (АСМ) лежить взаємодія зонду зі зразком, що носить складний характер. В процесі вимірювання розмірів топології поверхні на атомно-силового мікроскопі можлива поява спотворень які варто враховувати при оцінці точності вимірювання методами АСМ. Причинами яких є деформація зонду та пружна деформація об'єктів, що досліджуються.

Пружні деформації накладають свої обмеження на точність АСМ. За рахунок деформацій змінюється рельєф зразка. Рішення задачі Герца дозволяє знайти глибину взаємного проникнення зонда і поверхні зразка у вимірюваннях:

$$\Delta x = \sqrt[3]{\frac{F^2}{K^2 R}}$$

де F – прикладена сила, K – ефективний модуль Юнга для пари матеріалів зонд-зразок, $\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r'}$, де r, r' – радіуси кривизни зонда і зразка.

З врахуванням такої взаємодії зонда зі зразком, як об'єктом вимірювання, запропонована математична модель формування результату вимірювання розмірів топології поверхні на АСМ:

$$y(x) = k(x - \Delta x) + h = kx - k\Delta x + h,$$

де x – розмір топології поверхні, що вимірюється; Δx – зміна величини x завдяки деформації зонду та пружної деформації об'єкта, що досліджується; h – зміщення зонда за рахунок неортогональності сканера; k – коефіцієнт чутливості.

З якої знайдем мультиплікативну складову результату вимірювання:

$$y_x = kx,$$

та адитивну складову:

$$y_{\Delta x} = -k\Delta x + h.$$

Таким чином, взаємодія зонда зі зразком зводиться до адитивного збурення, що діє на величину яка вимірюється і приводить до появи адитивної похибки при вимірюванні розмірів топології поверхні за допомогою АСМ.

Ключові слова: атомно-силової мікроскоп, зонд, топологія поверхні.

УДК 531

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВИБРОЗАЩИТЫ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Передерко А.Л., Квасников В.П., ООО «Арамис», г. Черкассы, Украина

В прецизионных измерительных системах и в контрольно измерительных машинах (КИМ) в частности, для защиты от внешних вибрационных возмущений, чаще всего, используются упруго диссипативные пассивные элементы. Основная идея, заложенная в пассивные виброзащитные системы, заключается в следующем: эти системы снижают амплитуду перемещений объекта защиты поглощая энергию вибрационных колебаний и рассеивая ее как теплоту в материале упругих элементов и в окружающую среду. Амплитуда вынужденных колебаний механической системы быстро спадает при увеличении частоты возбуждающей вибрации силы и увеличении разницы между нею и собственной резонансной частотой системы.

Постановка задачи. Так как масса контрольно измерительной машины (КИМ) в зависимости от установленной на нее измеряемой детали может изменяться в широких пределах, то соответственно будет изменяться и собственная частота этой системы. Для эффективной работы системы активной виброзащиты

ти необхідно забезпечити предотвращення резонансных режимов колебаний системы.

Решение. Для предотвращения резонансных режимов колебаний КИМ предлагается применить виброопоры с переменной (регулируемой) жёсткостью. Этого можно достичь регулированием жесткости упругого эластомерного элемента виброопоры путём его поджатия.

Сущность метода заключается в том (Рис.1), что измеряя частоту вынужденных колебаний f защищаемого объекта массой M вызванных перемещением основания x_0 и вырабатывая сигнал управления u , обратно пропорциональный по

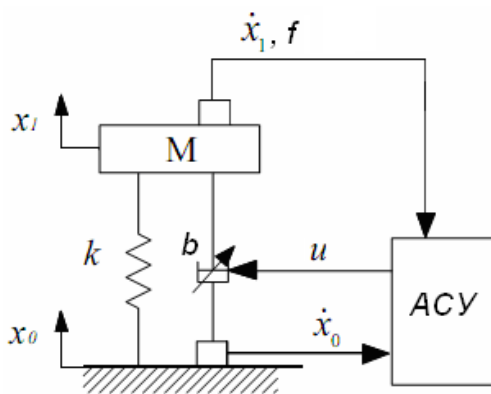


Рис.1 Схема управления жесткостью упругого элемента

величине разности квадратов частоты вынужденных колебаний и частоты собственных колебаний защищаемого объекта

$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M}}$, пропорционально этому сигналу, начиная с некоторого порогового значения, изменяем жесткость k упругого элемента амортизатора: если частота вынужденных колебаний возрастает, то жесткость уменьшаем, и наоборот: если частота вынужденных колебаний падает, то жесткость увеличиваем, предотвращая от резонансных режимов колебаний

ний (перемещение x_1) защищаемый объект в широком диапазоне частот.

Ключевые слова: виброзащитные системы, контрольно-измерительные машины.

УДК 531

АЛГОРИТМ ОБХОДУ ТРАЄКТОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИМ РОБОТОМ

Тимофієва М.А., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

При керуванні сучасними координато вимірювальними роботами існує необхідність у розробці алгоритмів руху вимірювальної головки (ВГ) при обході траєкторії деталей. Базовими частинами при цьому є: позиціонування, калібрування ВГ, утворення системи координат деталі, розрахунок геометричних параметрів і взаємного розташування геометричних елементів поверхонь деталей, розрахунок відхилень дійсних розмірів, вивід та запам'ятовування результатів вимірів, операції керування виконанням програми вимірювань.

Для вирішення задачі обходу траєкторії (розрахунку відхилень дійсних розмірів) необхідно проводити порівняння еталонного і виміряного значення наборів координат. Більшість відомих алгоритмів опрацювання даних потребує значних розрахункових ресурсів. В основі розробленого алгоритму обходу траєкторії деталі покладена теорія нечітких множин. Алгоритм передбачає обхід траєкторії з перешкодами.

Якщо ВГ роботу рухається по траєкторії, позначимо $A = (a_1, a_2, \dots, a_N)$ – вектор параметрів, що містить значення вимірних координат точок $a_i (i = 1, \dots, n)$. Під час руху головки вимірювального робота формується сукупність векторів $A(t) = \{A(t_0), A(t_1), \dots, A(t_k)\}$ – траєкторія. Необхідно зіставити координати точок траєкторії $A(t)$.

Під час руху вимірювального робота по траєкторії відбувається фазифікація вимірювань координат, яка має вигляд:

$$\tilde{a}_i = \max_{j=1..m} (N_j \cap \mu_j(a_i)),$$

де $N_j, j = (1, \dots, m)$ – нечітка множина. Поширимо операцію фазифікації на весь вектор параметрів A , отримуємо його нечітке представлення $\tilde{A} = (\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_N)$. Зіставлення координат точок зводиться до зіставлення їх нечітких описів. При цьому необхідно провести порівняння кожного елемента еталонної множини з відповідним елементом множини вимірних значень координат. Процедура зіставлення компонентів траєкторії зводиться до попарного порівняння багатовимірних векторів нечітких чисел.

У запропонованого методу є критерій відповідності точок еталонного та вимірюваного наборів координат.

Ключові слова: вимірювальний робот, вимірювальна головка, нечітка множина.

Література

1. Тэрано Т., Асаи К., Сугено М. Прикладные нечеткие системы – М.: Мир, 1993. – 368с.

УДК 531

АНАЛИЗ, ОБРАБОТКА И ПЕРЕДАЧА ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Борковский А.В., Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

В связи с быстрым развитием роботов и интеллектуализацией их систем управления возникает необходимость в разработке моделей для робототехнических систем, основанных на их техническом зрении. Такие комплексы позволяют повысить эффективность обработки изображения при совместном использовании роботов и компьютеров.

Задача измерения геометрических деталей при помощи робототехнического зрения сводится к анализу и обработке 2D- или 3D-изображений, а также информации о динамических видимых объектов основанных на физическом подпространстве и визуализируется в виде динамических изображений.

Полная система робототехнического зрения включает в себя геометрическую модель детали (эталон), которая хранится в базе данных компьютера и динамическую модель измерительного робота включающего информационно-управляющую подсистему. Она необходима для разработки человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего визуализацию рабочей зоны и взаимодействия оператора с робототехническим комплексом.

Для каждой деталей установлены контрольные точки, по которым будет производиться измерение геометрических размеров детали с дальнейшей обработкой полученной информации и сравнением с эталоном. По этим точкам компьютерная программа, решая обратную задачу кинематики, определяет соответствующие целевые значения угловых и линейных координат для всех звеньев манипулятора и передаёт их в систему управления и в модель робота.

Для обеспечения работа комплекса разработана структура программно-аппаратного комплекса состоящего из цифровых телевизионных камер и программ формирования геометрической модели видимой части детали. В дальнейшем полученная информация передается с помощью телевизионных камер, передаются в подпрограмму анализа, которая обрабатывает и визуализирует полученную информацию в форме 2D- и 3D-изображений.

Для сбора геометрических размеров деталей использует набор цифровых телекамер. При выборе количества камер и их установке необходимо учитывать следующее:

- каждая информативная (ключевая) точка на сцене должна быть видна по меньшей мере на изображениях от двух камер (эффект стереопары);
- чем больше телекамер используется для сбора информации о реальной сцене, тем точнее могут быть получены пространственные координаты ключевых точек.

Метод видеозахвата сцены основан на выделении на объектах ключевых точек, которые помечаются световыми маркерами. При идентификации объектов с низким классом точности используется небольшое количество маркеров. Поэтому их распознавание и сопоставление представляют собой довольно простые задачи.

Структура базы данных, по которой будет строиться включает следующие данные: данные геометрии сцены: расположение детали, измерительного робота; внутренние данные: декартовые или обобщённые координаты манипулятора по различным степеням свободы, результаты измерений, диагностические параметры системы.

Ключевые слова: робототехническое зрение, геометрическая модель, видеозахват, база данных.

УДК 681.2.79

ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

*Гераїмчук М.Д., Шалагацький В.Є., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Мініатюризація та підвищення точності є незамінними атрибутами технічного прогресу приладобудування, який досягається з інтегруванням новітніх технологій. На даний момент такою технологією є нанотехнології, які дозволяють створення мініатюрних перетворювачів різних фізичних величин на молекулярному рівні. Над розробкою нанотехнологій працює велика кількість

фірм і наукових закладів. Нажаль, роботи в даному напрямку в Україні мають обмежений характер, що стримує розвиток наноприладобудування.

Задача побудови наносистем і їх дослідження являється важливою на сучасному етапі. Для їх побудови неможливо використовувати традиційні методи проектування і моделювання. Успішне маніпулювання з нанооб'єктами можливо тільки після ретельного вивчення їх властивостей і характеристик, отриманих за допомогою модельних експериментів і використання законів квантової механіки. Для цієї мети побудови і модулювання розглядається програмний пакет nanoXplorerIDE. Даний програмний пакет дозволяє моделювати об'єкти на атомарному рівні і створювати різноманітні моделі: від простих систем до нанороботів.

У доповіді детально розглянуті робота з програмою nanoXplorerIDE, її можливості і основні проблеми пов'язані з моделюванням на молекулярному рівні, а також технологічні проблеми здійснення збірки даних пристроїв, тенденції в розвитку приладобудування в наномасштабах та галузі використання нанопристроїв і наносистем.

Ключові слова: нанотехнологія, моделювання, наносистеми.

УДК 681.327

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ

Борисов В.В., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Процесс управления проектированием тесно связан с процессом управления проектными данными. При этом управление данными проектов сложных технических объектов имеет ряд особенностей. В первую очередь это касается процесса обработки запросов на данные. В отличие от традиционных СУБД, обслуживание запросов в системах управления проектными данными (СУПД) осуществляется пользователями различных уровней, то есть "вручную", поскольку информация, которая передается по запросам в СУПД, как правило, отсутствует в базе данных проекта и не может быть получена путем стандартных манипуляций с готовыми данными, как это происходит в реляционных СУБД. В большинстве случаев обслуживание запросов в СУПД требует выполнения проектировочных операций, являясь частью процесса проектирования. На современном уровне развития информационных технологий проектирования все проектировочные операции выполняются людьми [1], поскольку не поставлена задача описания алгоритмов проектирования. При этом запросы на получение информации не могут быть направлены непосредственно исполнителям. Это связано с тем, что человек не может решать одновременно несколько задач. В рамках систем управления производством эта проблема решается путем предварительного планирования загрузки исполнителей, то есть формирования пла-

нов. Задачі формування планов вирішуються начальниками підрозділів. Таким образом, в отличие от обычных СУБД, обслуживающих запросы в параллельном режиме, обслуживание запросов в СУПД возможно только в последовательном режиме, что существенно увеличивает время обмена данными. Прохождение запросов через начальников подразделений приводит к дополнительным затратам времени на коммутацию запросов, также выполняемую в последовательном режиме. Таким образом время, необходимое для выполнения запроса зависит не только от времени, необходимого для получения нужных данных в БД проекта, но и от количества коммутационных узлов в цепи передачи запроса и степени их загруженности, а также степени загруженности лиц, формирующих ответы на запросы.

Ключевые слова: система управления проектными данными, СУПД.

Литература

1. Зинченко В. П., Борисов В.В. Анализ актуальных проблем информационной технологии передачи данных при моделировании нагрузок, действующих на конструкцию сложного технического объекта. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: Гос.аэроком.ун-т “ХАИ”, 2006. – Вып. № 5. – С. 85–107.

УДК 681.586+531.768

ПРОГРАММИ РОЗРАХУНКУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Казаченко Г.А., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

По складності математичного опису та розрахунку мікромеханічні пристрої не уступають напівпровідниковим приладам, а нерідко є більш складними і менш вивченими. Тому без використання комп'ютерного моделювання складно розробляти і виготовляти якісні мікромеханічні пристрої.

Є кілька способів опису поведінки мікромеханічних пристроїв: від аналітичного опису за допомогою формул до тривимірного моделювання кінцевих елементів. Іноді для рішення задачі оптимізації конструкції і технології виготовлення для мікромеханічних пристроїв використовується сполучення декількох способів опису. Найбільший інтерес для розроблювачів мікромеханічних пристроїв представляють пакети програм, що дозволяють вирішувати широке коло задач.

Перший крок при моделюванні мікромеханічних пристроїв - визначити які фізичні ефекти важливі, і які з цих ефектів є взаємозалежними. Це звичайно визначає вибір програми моделювання, що буде використовуватись. Потім формується геометрія приладу або за допомогою редактора геометрії, або за результатами моделювання технології виготовлення. Після цього включаються вхідні параметри (граничні умови, властивості матеріалу й ін.). Моделювання може бути виконане з використанням таких програм, як Abaqus, MEMCAD,

IntelliCAD, Solidis, Ansys, Sugar. За результатами моделювання формуються спрощені моделі, що застосовуються для розробки систем.

В роботі розглядається розрахунок однопроменевої підсилюючої балки за допомогою програм моделювання ABAQUS та SUGAR, з геометричними розмірами: довжина балки 210 мкм, ширина – 20 мкм; довжина вихідного променя – 24 мкм, ширина – 2 мкм; довжина опорного променя – 6 мкм, товщина – 2 мкм; відстань між променями – 10 мкм. При вхідній силі навантаження в $1,25 \cdot 10^{-9}$ Н вихідна сила становить у програмі ABAQUS – $2,37 \cdot 10^{-8}$ Н у SUGAR – $2,58 \cdot 10^{-8}$ Н. З аналізу отриманих даних можливо зробити висновок, що невідповідність результатів становить близько 5 %. Аналіз отриманих даних за допомогою програми SUGAR з аналітичними розрахунками показав, що розрахунки майже повністю співпадають, що дає можливість стверджувати про високу ймовірність точного розрахунку більш складних мікромеханізмів.

Ключеві слова: програми моделювання мікромеханічних пристроїв, ABAQUS, SUGAR.

УДК 621.317

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ЗБУРЕНЬ В АВІАЦІЙНІЙ ГРАВІМЕТРИЧНІЙ СИСТЕМІ

¹⁾Безвесільна О.М., ²⁾Подчаїшинський Ю.О., ¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; ²⁾Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, Україна

В проведених дослідженнях розглянуто чисельні методи моделювання динамічних збурень, що діють на гравіметр в авіаційній гравіметричній системі. Розроблено алгоритми відтворення на цифровій ЕОМ динамічних збурень із заданою кореляційною функцією.

Підвищення точності гравіметричних засобів є актуальною науково-технічною задачею і ґрунтується на використанні уточнених математичних моделей АГС; оптимізації параметрів цієї системи; використанні методів фільтрації та алгоритмічної компенсації похибок від динамічних збурень. Дослідження і оптимізація методів фільтрації і компенсації похибок неможливі без моделювання динамічних збурень, що діють на гравіметр в АГС. В АГС мають місце збурюючі впливи, що знижують точність вимірювань гравітаційного поля Землі: 1) динамічні збурення, що виникають в процесі переміщення рухомої основи АГС за рахунок впливу різноманітних вібрацій (від двигунів та іншого обладнання); 2) вертикальні прискорення, що впливають на рухому основу АГС і обумовлені в основному атмосферою турбулентністю. Вказані збурюючі впливи розглянуто при теоретичних та експериментальних дослідженнях методів фільтрації вихідного сигналу гравіметра.

Поступальні та кутові вібрації гравіметра в АГС описуються нормальним стаціонарним випадковим процесом $\xi(t)$ з вузькосмуговим частотним спектром, математичним сподіванням, що дорівнює нулю, та кореляційною функцією

$$K_{\xi_i}(t_k) = D_{\xi_i} e^{-\mu_i |t_k|} \left(\cos \lambda_i |t_k| + \frac{\mu_i}{\lambda_i} \sin \lambda_i |t_k| \right), \quad (1)$$

де $i = 1 \dots 6$ – визначає одну з трьох осей для поступальних вібрацій та один з трьох кутів для кутових вібрацій, D_{ξ_i} – дисперсія амплітуди віброприскорень, μ_i – коефіцієнт згасання кореляційної функції, що характеризує степінь нерегулярності вібрацій, λ_i – переважаюча частота вібрацій.

Роботу гравіметра АГС та алгоритмів цифрової обробки його вихідного сигналу потрібно досліджувати [2] при віброприскореннях з амплітудою до $1g$ і переважаючою частотою $\lambda_z = 1640$ рад/с по осі чутливості приладу. Такі віброприскорення відповідають нормальному стаціонарному випадковому процесу $\xi(t)$ з $E[\xi_z(t)] = 0$, $D[\xi_z(t)] = D_{\xi_z} = \sigma_{\xi}^2 = 0,1g^2$ (виходячи з нормального розподілу амплітуд до $1g$), $\mu_z = 200$ рад/с і кореляційною функцією (1).

Для відтворення динамічних збурень в АГС розглянуто метод формуючого фільтра та рекурентний алгоритм на основі авторегресії. Для них є відносно прості чисельні методи, що не мають методичної похибки відтворення кореляційної функції. В методі формуючого фільтра випадковий процес $\eta(t)$ типу білого шуму перетворюється у випадковий процес $\xi(t)$ з потрібними статистичними характеристиками за допомогою фільтра з передаточною функцією $H(p)$ та, відповідно, частотною характеристикою $H(\omega)$:

$$|H(\omega)|^2 = \frac{S_{\text{вих } \xi}(\omega)}{S_0},$$

де $S_{\text{вих } \xi}(\omega)$ – спектральна щільність потужності випадкового процесу $\xi(t)$,

$S_0 = \text{const} = 1$ – спектральна щільність потужності білого шуму $\eta(t)$ з кореляційною функцією $K_{\eta}(\tau) = S_0 \delta(\tau)$, $\delta(\tau)$ – дельта-функція.

Випадковий процес динамічних збурень $\xi(t)$ з кореляційною функцією (1) має спектральну щільність потужності:

$$S_{\text{вих } \xi}(\omega) = \sigma_{\xi}^2 \frac{4\mu_i(\mu_i^2 + \lambda_i^2)}{(\mu_i^2 + \lambda_i^2)^2 + 2(\mu_i^2 - \lambda_i^2)\omega^2 + \omega^4}.$$

Передаточна функція формуючого фільтра для динамічних збурень з кореляційною функцією (1):

$$H(p) = \frac{2\sqrt{\mu_i(\mu_i^2 + \lambda_i^2)}}{p^2 + 2\mu_i p + \mu_i^2 + \lambda_i^2}.$$

Математична модель на основі рекурентного рівняння типу авторегресії-

ковзаючого середнього має вигляд:

$$\xi_k = a_{\xi 1} \xi_{k-1} + a_{\xi 2} \xi_{k-2} + b_{\xi 0} \eta_k + b_{\xi 1} \eta_{k-1}.$$

Максимальна відносна похибка відтворення кореляційної функції для динамічних збурень, змодельованих за рекурентним алгоритмом на основі авторегресії, дорівнює 2,7%. Результати проведених досліджень підтверджують можливість чисельного моделювання динамічних збурень в АГС з прийнятною точністю відтворення статистичних характеристик цих збурень. Метод на основі рекурентного рівняння авторегресії забезпечує більш точне відтворення кореляційної функції динамічних збурень, ніж метод формуючого фільтра. Результати чисельного моделювання динамічних збурень були використані при розробці гравіметричних засобів та при дослідженні впливу вібрацій рухомої основи АГС на роботу гіроскопічного гравіметра.

Ключові слова: гіроскопічний гравіметр, динамічні збурення.

УДК 621.317

АВІАЦІЙНИЙ ІНТЕГРУЮЧИЙ ГІРОГРАВІМЕТР

Безвесільна О.М., Добржанський О.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

1. Запропоновано новий тип авіаційного гравіметра: гірогравіметр (ГГ) побудований на основі гіроскопічного інтегратора лінійних прискорень.
2. Розроблено математичну модель роботи ГГ в умовах збурень на борту рухомого апарату. Отримано аналітичну умову стійкості ГГ, необхідну для вибору кінцевих значень конструктивних параметрів ГГ.
3. Знайдено аналітичні та кількісні оцінки залежностей похибок ГГ від амплітуд і частот збурень та значень конструктивних параметрів ГГ. Розроблено методи зниження сумарної похибки ГГ: підвищення швидкості обертання зовнішньої рамки до 2,25р/с; зниження кінетичного моменту гіромотора до 0,004кг·м²/с; підвищення коефіцієнта передачі системи контролю перпендикулярності рамок підвісу гіромотора до 0,1 кг·м²/с²; метод реєстрації сигналу гірогравіметра за цілу кількість періодів кута повороту зовнішньої рамки підвісу гіромотора (за три періоди), що дозволяє уникнути фільтрації вихідного сигналу гірогравіметра. Визначено, що сумарна похибка ГГ не перевищує 2мГл (сума похибки самого ГГ та похибки визначення інерційного прискорення літака).
4. Розроблено систему реєстрації сигналу ГГ на основі принципу одночасного доступу до пам'яті системи. Інтервал реєстрації – три оберти зовнішньої рамки. Розроблено функціональну схему, алгоритм та принцип дії системи, що уможливорює її подальшу реалізацію у вигляді інтегральної мікросхеми або друкованої плати.
5. За допомогою ЕОМ проведено моделювання функціонування ГГ в умовах літакових збурень. Підтверджено необхідність встановлення коефіцієнту

в'язкого тертя у внутрішньому підвісі гіромотора на рівні $2,3 \cdot 10^{-3}$ кг·м²/с, що узгоджується з аналітично розрахованою умовою стійкості ГГ. Досліджено випадок відхилення амплітуд і частот збурень від їх типових значень.

6. Проведено лабораторні дослідження роботи гірогравіметра у статичному і динамічному режимах. За умови відсутності динамічних збурень – у статичному режимі роботи, визначено похибку ГГ 0,15мГл. Підтверджено домінуючий вплив у динамічному режимі частоти лінійних вібраційних прискорень на похибку ГГ.

7. У результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень нового авіаційного інтегруючого гірогравіметра підвищено точність літакових вимірювань гравітаційного прискорення у 4 рази, до 2мГл (з урахуванням похибки навігаційної системи), досягнуто швидкодії 10с.

Ключові слова: гіроскоп, інтегратор, гравіметр, похибка.

УДК 681.2

ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ГІРОГРАВІМЕТРА З ЦИФРОВОЮ ОБРОБКОЮ ІНФОРМАЦІЇ

Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Проведені дослідження вирішили проблему розвитку й узагальнення теорії похибок оцінки стану ГГ АГС з цифровою обробкою інформації.

Розроблено алгоритми оцінки стану ГГ за умов орієнтації його осі чутливості на північ і на південь за МНК і ФК.

Пряме цифрове моделювання і результати експериментальних досліджень алгоритмів оцінки цілком підтвердили формули похибок, одержаних аналітично. Порівняльне цифрове моделювання МНК і ФК показало адекватність алгоритмів. Виявлено, що похибки оцінки стану ГГ у разі північної та південної орієнтації зумовлені такими основними чинниками:

- $\Delta R_1^N, \Delta R_1^S$ - нелінійними викривленнями траєкторії руху гіроскопа через апроксимацію $\sin \alpha \approx \alpha$;
- $\Delta R_2^N, \Delta R_2^S$ - нерівністю нулю показника загасання прецесійних коливань через дію на гіроскоп моментів типу в'язкого тертя;
- $\Delta R_3^N, \Delta R_3^S$ - неізохронністю прецесійних коливань;
- $\Delta R_4^N, \Delta R_4^S$ - розбігом колової частоти прецесійних коливань, яку використовують в алгоритмах оцінки, з частотою прецесійних коливань ГГ;
- $\Delta R_5^N, \Delta R_5^S$ - перешкодами, що викривлюють закон руху ГГ.

Проведено аналіз похибок оцінки. В разі орієнтації ГГ на північ похибки оцінки $\Delta R_1^N - \Delta R_4^N$ зменшуються при збільшенні часу спостереження інформації, а в разі орієнтації ГГ на південь похибки оцінки $\Delta R_1^S - \Delta R_4^S$ зростають. Похибки

$\Delta R_{1,3}^{N,S}$ пропорційні кубу амплітуди прецесійних коливань A_0 і кубу полярного радіуса початкових умов ρ . Похибки $\Delta \mathcal{E}_2^N, \Delta \mathcal{E}_4^N, \Delta \mathcal{E}_2^S, \Delta \mathcal{E}_4^S$ пропорційні першому степеню A і ρ відповідно. Знайдено час спостереження інформації, коли похибки оцінки $\Delta \mathcal{E}_1^N - \Delta \mathcal{E}_4^N$ в разі орієнтації ГГ на північ перетворюються на нуль при довільних фазах коливань. Знайдено оптимальні, у розумінні перетворення на нуль похибок оцінки $\Delta \mathcal{E}_i^N = \Delta \mathcal{E}_i^S = 0$ ($i = 1, 4$), співвідношення часу спостереження інформації та початкових умов руху ГГ. Досліджено впливи викривлень спостережуваного закону руху ГГ типовими перешкодами і шумами ДК каналу вимірювання. Показано, що перешкода типу лінійного дрейфу показань ГГ спричиняє похибки $\Delta \mathcal{E}_{51}^N, \Delta \mathcal{E}_{51}^S$, які пропорційні часу спостереження інформації, причому $\Delta \mathcal{E}_{51}^N$ і $\Delta \mathcal{E}_{51}^S$ мають протилежні знаки. Перешкода експоненціального типу зумовлює похибки $\Delta \mathcal{E}_{51}^N, \Delta \mathcal{E}_{51}^S$, які монотонно зменшуються при збільшенні часу спостереження інформації. Зменшення похибки тим швидше, чим менша стала часу експоненти. Досліджені похибки, спричинені гармонічними перешкодами $\Delta \mathcal{E}_{53}^N, \Delta \mathcal{E}_{53}^S$ і шумом ДК $\Delta \mathcal{E}_{54}^N, \Delta \mathcal{E}_{54}^S$, (у вигляді білого шуму). Встановлено, що низькочастотна перешкода, частота якої сумірна з частотою прецесійних коливань, слабо приглушується алгоритмами оцінки для часу спостереження інформації $T_H \geq 0,15 T_0$, а при $T_H < 0,15 T_0$ підсилюється. Високочастотна гармонічна перешкода, частота якої вища за частоту прецесійних коливань у 100 разів і більше, а також випадкова перешкода типу білого шуму, ефективно фільтруються алгоритмами оцінки.

Запропоновано і досліджено ГГ нового типу, який відрізняється від відомих тим, що дає змогу підвищити точність вимірювань і швидкодію більш, ніж у два рази за рахунок застосування автоматичної компенсації похибок за розробленими алгоритмами оцінки стану ГГ. Встановлено, що час спостереження інформації, потрібний для приглушування похибок оцінки, має бути не меншим $3 T_0$. Експериментально підтверджено доцільність використання розроблених алгоритмів автоматичної компенсації похибок ГГ.

Ключові слова: гравіметр, оцінювання похибок, компенсація похибок.

УДК 624.072.3

ВЗАЄМНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ВПЛИВ ДИНАМІЧНО НАСТРОЮВАНИХ ГІРОСКОПІВ

Киричук Ю.В., Кришталь В.Ф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

При випробуванні прецизійних гіростабілізованих платформ на динамічно настроюваних гіроскопах (ДНГ) було виявлено незвичайне явище, що було відсутнє в гіростабілізованій платформі на класичних гіроскопах. Це явище полягало в прояві додаткового відходу, що залежить від кута гіроскопічного курсу,

тобто від положення стабілізуємої платформи щодо корпусу гіросистеми. Похибки перетворювача координат (якщо вони значні) при цьому враховуються.

Явище це виявилось надзвичайно складним як для експериментального дослідження, так і для теоретичного аналізу.

Об'єкт дослідження дійсної роботи - гіроскопічний вимірювач вектора кутової швидкості, побудований на трьох ДНГ-ДКШ (динамічно настроюваних гіроскопах-датчиках кутових швидкостей). Гіроскопи встановлені на платформі (підставі), пов'язаної з об'єктом через пасивну систему віброзахисту. Осі обертання валів гіроскопів утворюють правильну тригранну піраміду. Через жорстке закріплення платформи з гіроскопами на об'єкті й близькості розташування гіроскопів один до одного можливо взаємний вібраційний вплив ДНГ. Метою дослідження є визначення істотності такого впливу, обумовленого статичними й динамічними дебалансами ротора (інструментальними похибками виготовлення одного із трьох ДНГ) і його залежність від точності монтажу віброзахисної системи і її параметрів. Передбачається, що переносні рухи об'єкта відсутні.

Отримана математична модель являє собою систему шести динамічних рівнянь руху віброізолюваної платформи й динамічних рівнянь руху ДНГ, похибки якого досліджуються. Збурюючі сили і моменти, прикладені до платформи визначаються зсувом центру мас ротора одного із ДНГ і є гармонійними функціями частоти обертання вала.

Модель збурюючих моментів, що впливають на ДНГ, побудована на підставі відомої методики.

Аналіз показав, що найбільш істотний вплив роблять моменти, обумовлені жорсткістю пружного підвісу й неперетинаємістю осей, і залежні крім інших причин від лінійних прискорень платформи в місці встановлення ДНГ. Для реальних статичних зсувів центра мас ДНГ - джерела збурень, досліджуваний ДНГ може мати похибку до 1 град/год.

Ключові слова: віброзахист, математична модель.

УДК 621.317

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТОЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ

Остапчук А.А., Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, Україна

Проблема вимірювання кутів із заданою точністю - одна з найважливіших проблем сучасної вимірювальної техніки. Від точності вимірювання кутів залежить точність та технічний рівень багатьох галузей науки та промисловості.

Аналіз стану сучасної кутовимірювальної техніки дозволяє зробити деякі висновки. Найактуальнішим прикладом в цьому напрямку є результати міжнародних звірень.

Згідно звіту про міжнародне звірення WECC MI 2, що проводилось в рамках

Євромет, вимірювання кутів в лабораторіях Європи виконуються зі значними похибками.

Наприклад, деякі лабораторії, що брали участь у міжнародних звіреннях М 12, використовували застарілу техніку, яка непридатна для високоточних вимірювань (вимірювальний мікроскоп, контактний механічний вимірювач та інші прилади). В результаті вимірювання були проведені з великими похибками (до 2 кут. сек.). Крім того, вимірювання за допомогою таких приладів мають низьку достовірність. Внаслідок цього деякі лабораторії вимушені були відкликати результати через низьку достовірність. Інші лабораторії не взяли участі у звіренні М 12, хоча спочатку подавали заявки.

Подібне становище і в національних лабораторіях, які утримують національні еталони і повинні виконувати вимірювання з найвищою в державі точністю. Наприклад, національна лабораторія Англії (NPL) виконує вимірювання кутів з помилкою 0,3", Франції (IOTA) - 0,6", Канади (NRCCNRC) - 1".

В більшості лабораторій вимірювання виконуються за допомогою лімбових приладів з візуальним наведенням та відліком, або за допомогою індексних столів Мора та автоколіматорів. Підвищення точності кутовимірювальних приладів на основі подібної техніки пов'язане з великими технологічними труднощами і майже використало свої резерви. Тому проблема підвищення точності, достовірності та автоматизації вимірювань кутів є актуальною не тільки для України, але й для закордонних країн.

Для підвищення точності вимірювань кутів в Україні проводяться інтенсивні розробки датчиків кута, заснованих на нових фізичних принципах. До них відносяться датчики з використанням ємності, акустичних хвиль та інші. Найбільш досконалими з вищезазначених є датчики з використанням кільцевих лазерів. Потенційні можливості таких датчиків не обмежуються лише вимірюваннями кутів. Датчики можуть бути використані для вимірювання коефіцієнту переломлення світла різних матеріалів, контролю якості оптичних поверхонь та в інших напрямках.

Найбільш перспективним з існуючих датчиків кута з використанням кільцевого лазера є гоніометр ГС 1 Л, що випускається ПО "Завод "Арсенал" (м. Київ). Замість лімба в ньому використаний кільцевий лазер, а автоколіматор з візуальним наведенням замінений на фотоелектричний автоколіматор. Прилад ГС 1 Л дозволив автоматизувати процес вимірювання кутів, значно зменшити час вимірювання та виключити суб'єктивні помилки оператора. Похибка вимірювання кутів за допомогою ГС 1 Л - 0,5".

В порівнянні з існуючими типами гоніометрів це найбільш висока точність. Так гоніометр Goniometer-Spectrometer II німецької фірми "Moller Wedel" має точність до 0,2"; O.T.I. Precesion Goniometer фірми "Optical Tools for Industry" дозволяє вимірювати кути з похибкою 1-2"; гоніометр-спектрометр ГС 2 (ПО "Арсенал", Україна) має похибку не більше 0,2"; гоніометр-спектрометр Г5М - не більше 0,5". Вимірювання кутів з точністю до 0,5" - це велике досягнення в галузі кутовимірювальної техніки. Зазначена точність перевищує точність ви-

мірювань національних лабораторій деяких країн та багатьох існуючих еталонів кутів.

Дослідження та розробки на основі приладу ГС 1 Л дозволили підвищити точність вимірювань кутів до 0,3", а також повністю автоматизувати процес вимірювання та документування інформації, покращити метрологічні характеристики гоніометра. Це стало можливим завдяки розробкам в наступних напрямках:

1. В напрямку оптичної реєстрації інформації: застосування простих оптичних вузлів дозволяє використовувати один автоколіматор замість двох (на відміну від подібних приладів з двома автоколіматорами); завдяки цьому конструкція гоніометра більш проста і дешева.

2. В напрямку покращення технологічності конструкції: використання осьової системи у вигляді аеростатичного шпинделя (на відміну від традиційної поворотної платформи з осьовою системою на шарикопідшипниках) дозволило зменшити момент початку руху та збільшити термін служби приладу.

3. В напрямку обміну та обробки інформації: використано IBM-сумісну ЕОМ, працюючу в системі "Intel", розроблено нове програмне забезпечення.

Ключові слова: кутовимірювальний пристрій, підвищення точності.

УДК 621.317

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВМІСТУ НАФТОПРОДУКТІВ

Іванченко С.Ю., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Нова автоматизована система контролю вмісту нафтопродуктів складається з наступних блоків:

- витратомір;
- клапан;
- контролер;
- місцева панель оператора;
- насос.

Витратомір призначений для вимірювання витрат середовища. Управління поточними параметрами системи здійснюється робочою станцією оператора або на місті, з вистроєної панелі управління. Вибір конкретного обладнання здійснюється індивідуально під кожний об'єкт з врахуванням особливостей технологічного процесу і потреб користувача.

Клапан призначений для подачі середовища.

Контролер призначений для виконання функцій:

- отримання інформації від витратоміра;
- підрахунку виділеної дози;
- порівняння витрат середі і задачі дози;

- видачі сигналу на відкриття і закриття клапану.

Контролер має порти RS-232/RS-485 з протоколом Modbus RTU через які забезпечується інтерфейс з панеллю оператора.

Панель оператора призначена для місцевого управління відпуском дози та інших функцій.

Ключові слова: контроль нафтопродуктів, витратомір.

УДК 624.072.3

ВПЛИВИ КУТОВИХ ЗБУРЕНЬ НА ТОЧНОСТЬ СТАБІЛІЗАЦІЇ ГОЛОВНОГО ДЗЕРКАЛА ГІРОСТАБІЛІЗАТОРА

Киричук Ю.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Розглянуто питання аналізу точності стабілізації головного дзеркала гіростабілізатора (ГС) й впливу на цей показник окремих елементів його конструкції, зокрема, вплив жорсткості пружини стрічок передачі кутового руху від ГС до головного дзеркала (ГЗ) і величини припустимого зусилля натягу стрічок.

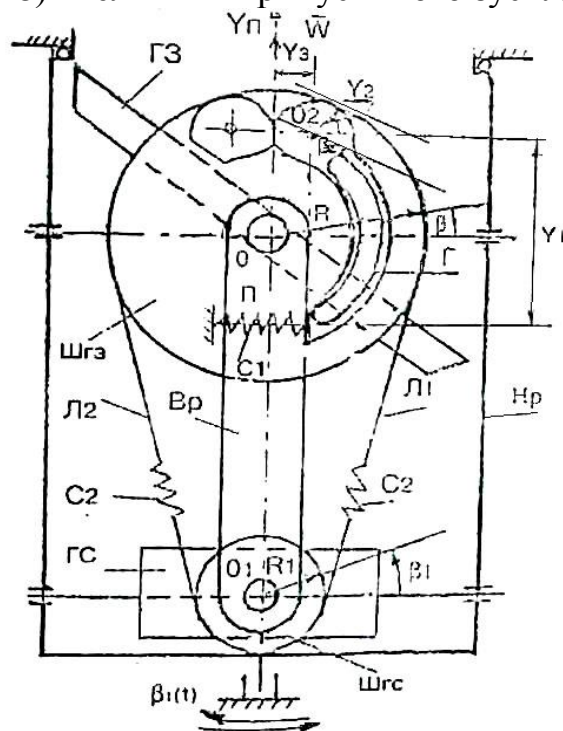


Рис. 1. Кінематична схема передачі руху від гіростабілізатора (ГС) на головне дзеркало (ГЗ)

Виконано синтез параметрів елементів і пристроїв систем стабілізації при впливі кутових збурень носія; отримані математичні рівняння поведінки головного дзеркала гіростабілізатора й показано, що на певних частотах кутових збурень носія виникає додаткова похибка стабілізації, зменшення якої до необ-

хідної величини можливо шляхом вибору твердості стрічкових передач, твердості пружин натягу й сили натягу.

Виконано синтез системи стабілізації НК при лінійних збуреннях носія. Отримано математичні рівняння наведення елементів системи стабілізації (головного дзеркала, важеля натяжителя, гіростабілізатора); алгоритм оцінки амплітуди коливань й умови виникнення квазіколивань елементів конструкції СУ. Показано, що амплітуда коливань залежить від маси важеля натяжувача й плеча важеля натяжувача стрічок. Для зменшення амплітуди коливань головного дзеркала запропоновано замінити матеріал важеля натяжувача на матеріал зі зменшеною питомою вагою, зменшити конструктивний параметр Y_4 .

Ключові слова: гіростабілізатор, кутові збурення, дзеркало.

УДК 531.383

РАСХОДОМЕР

Гура Е.В., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Существует несколько способов измерения массовых расходов, однако для нефтепродуктов наиболее предпочтительными являются измерения с применением расходомеров, принцип действия которых основан на кориолисовом эффекте измеряемой среды.

Кориолисовы расходомеры имеют массу достоинств: высокая точность измерений: 0,05...1%; стабильность характеристик; широкий диапазон расходов; широкий температурный диапазон: -200...350°C; низкая себестоимость и стоимость эксплуатации; высокая износостойкость и долговечность; отсутствие движущихся частей; отсутствие дополнительно оговоренных параметров трубопровода или оборудования.

Принцип работы таких датчиков прост и технически реализуем - частицы, движущиеся поступательно в потоке вращающейся сенсорной трубки, на ее входе и выходе будут обладать силой Кориолиса в направлении, противоположном вращению трубки. Эта сила будет способствовать изгибу трубки, который может быть измерен с помощью датчиков, основанных на электромагнитной индукции. Чтобы исключить влияние внешних вибраций, используется компенсационная схема, предусматривающая наличие двух деформирующихся трубок.

Для исключения погрешностей, связанных с коррозионной устойчивостью материала сенсорных трубок следует учитывать основные параметры измеряемой среды. К недостаткам можно отнести погрешность, связанную с наличием газовой компоненты в измеряемой среде. Наличие газовых пузырьков обусловлено силами поверхностного натяжения, внутренним давлением и степенью турбулентности. При значительной аэрации будут иметь место заниженные по-

казатели масс и большое потребление энергии, так же, это может привести к резкому уменьшению, или, наоборот, увеличению вибрации сенсорных труб. Для выхода из этих ситуаций используется DSP (цифровой процессор сигналов) или же специальные функции программного обеспечения, которые позволяют отключать расходомер. В результате исследований фирмы Yokogawa установлено, что последствия аэрации не контролируются в диапазоне расходов, используемых на производстве. Во время эксплуатации именно кориолисового расходомера необходимо, по возможности, избегать факторов, способствующих появлению аэрации. В противном случае, точность показаний будет весьма низкой. К таким факторам относят: начало закачки по пустой трубе - образование газовых пузырьков в начале измерения; низкий уровень измеряемой среды в резервуаре – спонтанное образование пузырьков.

Современные расходомеры предусматривают параллельный учет температуры и плотности среды. Важность измерения температуры заключается в определении системных поправочных коэффициентов гибкости сенсорных трубок. Весьма важным параметром является и плотность среды. Обычно, этот параметр измеряют путем учета периода колебаний сенсорных трубок, как функции от массы среды и внутреннего объема сенсорных трубок.

Первый случай актуален, когда конструкция узла учета не приспособлена для быстрой смены газообразной и жидкой фаз. В этом случае рекомендуется поддержание малых расходов нефтепродуктов до момента полного исчезновения газовой компоненты среды. Во втором случае рекомендуется использование специального программного обеспечения, которое бы позволяло исключать время прохождения воздушных пробок через расходомер.

Ключевые слова: расход, нефтепродукты, аэрация.

УДК 531.383

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГРАВІМЕТРА З ДИНАМІЧНИМ НАСТРОЮВАННЯМ

Литвиненко П.Л., Нечай С.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Аналіз рівнянь руху гравіметра з динамічним настроюванням показує, що він може мати високі метрологічні показники, а саме високу точність, швидкодію, низький поріг чутливості. Але отримання цих параметрів можливе тільки за умов оптимізації його схемних рішень та відповідного вибору конструктивних параметрів.

Існує два основні варіанти схемних рішень виконання гравіметра. Перший, це коли центр мас ротора зміщений вздовж осі його обертання, а другий, коли це зміщення виконано у радіальному напрямку. Дослідження проводилися саме з схемою гравіметра, що побудований за другим варіантом.

Аналіз варіанту з радіальним зміщенням показує, що тут існують три основні способи такого виконання. Перший спосіб полягає у розташуванні центру мас ротора на осі його обертання. При цьому маятниковість досягається завдяки зміщенню осі його підвісу. Другий варіант полягає навпаки у розташуванні осі підвісу ротора на осі його обертання, а маятниковість досягається зміщенням центру мас ротора. Третій варіант відповідає зміщенню як осі підвісу так і центру мас ротора. Найбільш прийнятним з точки зору експлуатаційних характеристик є перший варіант з осьовим розташуванням центру мас ротора. Він дозволяє значно зменшити вібраційні навантаження на елементи конструкції гравіметра. Особливо це важливо при роботі у різних вимірювальних системах, наприклад у складі інерціальної навігаційної системи.

Стосовно чутливості гравіметра аналіз показує, що вона залежить від параметрів пружного підвісу, геометричних параметрів та швидкості обертання ротора. Зменшення жорсткості підвісу збільшує чутливість гравіметра, але це зменшення обмежується вимогами міцності конструкції і його несучої спроможності.

Велике значення для отримання відповідної чутливості має вибір форми та розмірів ротора. Аналіз виразу для визначення чутливості гравіметра показує, що її збільшення можливе за рахунок збільшення радіального моменту інерції ротора вздовж осі, що перпендикулярна осі його підвісу. Так у разі виконання його у формі кільця передавальний коефіцієнт збільшується зі збільшенням товщини кільця. При цьому осьовий момент інерції треба зменшувати. Основні протиріччя виникають при виборі маятниковості, бо її збільшення веде до збільшення коефіцієнту динамічної жорсткості гравіметра і відповідно зменшує його чутливість.

Ключові слова: гравіметр, параметри, аналіз, оптимізація.

УДК 531.768+681.586

БЕСПЛАТФОРМЕННЫЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МЭМС

Казаченко Г.А., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Навигация как процесс управляемого перевода объекта в заданную точку пространства предполагает решение следующих задач: 1) определение текущих координат местоположения объекта; 2) определение вектора его скорости; 3) определение ориентации объекта в некоторой навигационной системе отсчета; 4) выработка на основе полученной информации командных сигналов на органы управления движением объекта.

В современных системах значительная часть функций по обработке и преобразованию навигационной информации передается самому навигационному комплексу, в состав которого вводятся и бортовые ЭВМ. При этом к навигационной системе выдвигаются такие ответственные требования, как достаточная

для глобальної навігації дальність действия; достаточна висока точність визначення місцеположення об'єкта, його орієнтації і складових вектора швидкості; можливість автономної, без зв'язі з зовнішніми об'єктами, роботи; висока надійність і в ряді випадків достаточна висока помехозахищеність і прихованість роботи. Серед можливих принципів навігації такому повному переліку вимог здатна відповісти лише інерціальна навігація, заснована на автономному вимірюванні прискорення самого об'єкта.

Найбільш розповсюдженими і перспективними інерціальними системами є безплатформені інерціальні навігаційні системи (БІНС), в яких відбувається математичне моделювання інерціальної системи відліку за допомогою компактних, надійних, швидкодіючих і потужних ЕВМ.

Активно розвиваючись в останнє час напір мікроелектромеханічних систем (МЭМС) дозволяє ще більш уніфікувати БІНС, а відповідно удешевити, зменшити вагу і габарити, підвищити надійність і в кінцевому підсумку точність інерціальних систем. МЭМС дозволяють побудувати безплатформену чисто акселерометричну інерціальну навігаційну систему (БАІНС), в якій безпосередньо вимірюються лише значення лінійних прискорень. Такий підхід можливий, оскільки вимірювання прискорення шістьма належним чином розміщеними і орієнтованими акселерометрами дає всю необхідну для навігаційних розрахунків інформацію про рух об'єкта.

Ключові слова: мікроелектромеханічні системи, безплатформенна акселерометрична інерціальна навігаційна система (БАІНС).

УДК 681.123

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕЗ ДОННОЕ ОТВЕРСТИЕ БУНКЕРА

*Сигодзинский А.В., Корнева Ю.А., Никитин А.К., Национальный технический универси-
тет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Одним из вопросов возникающих при использовании в технологических процессах различных сыпучих материалов является вопрос определения расхода сыпучего материала. Под расходом сыпучего материала понимается количество сыпучего материала, поступающего в технологический процесс в единицу времени.

На экспериментальной базе кафедры приборостроения НТУУ “КПИ” проводится работа по определению зависимости расхода отдельных сыпучих материалов от размеров отверстия истечения. Отдельные результаты этой работы вынесены в данные тезисы и доложены на заседании секции №4.

В качестве сыпучих материалов были выбраны мелко и средне зернистые крупы: пшено и перловая крупа. Истечение круп происходило из конического бункера. Бункер подвешен на тензорезисторном измерительном преобразовате-

ле веса (ТИПВ). В качестве ТИПВ выбран измерительный преобразователь балочного типа фирмы НВМ (Германия). Выходной сигнал с ТИПВ подавался на измерительный прибор WE2110 фирмы НВМ. Для сбора результатов измерений использовался компьютер, соединенный с WE2110 по последовательному интерфейсу, и специализированное программное обеспечение. Результаты измерений были представлены в виде графиков, отражавших изменение во времени измерительного сигнала, и массивов данных, в которых каждому измерению соответствовало время измерения.

При проведении измерений применялись диафрагмы с отверстиями истечения диаметром от 15 до 64 миллиметров.

Для обработки результатов измерений использовался модуль Curve Fitting Toolbox программного пакета MATLAB R2008b. Результаты измерений были обработаны методом наименьших квадратов, что позволило получить аналитические зависимости между массовым расходом упомянутых круп и диаметром отверстия истечения.

Ключевые слова: сыпучий материал, крупа, отверстие, массовый расход.

УДК 621.3.044:536.53(088.8)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕРМОШУМОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА З МАГНІТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

*Доній О.М., Шпак Д.Ю., Кулініч А.А., Національний технічний університет України “Ки-
ївський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Термошумовий первинний перетворювач для безконтактного вимірювання температури складається з високочастотного контура, який магнітно зв'язаний з металом, що досліджується, та перетворювача напруги шуму, що наводиться у контурі. Останній також робить квадратичне усереднення вхідного сигналу. Для визначення основних параметрів індуктивного термошумового термометра, таких як чутливість та динамічний діапазон, потрібно визначити його передаточну функцію. Вона нелінійно зв'язана з параметрами вимірюючого пристрою і може бути визначена експериментально. Але, вважаючи на малість сигналу, такий спосіб не можна вважати оптимальним. Більш того він виключає можливість проектування вимірюючої системи виходячи з заданого динамічного діапазону та чутливості перетворювача.

Зроблено теоретичний розрахунок передаточної функції шумового термометру з індуктивним перетворювачем, залежність середнього квадрату напруги U_c якого від температури зразка T_s має вигляд:

$$\bar{U}^2 = C_1(C_2 T_s - C_3), \quad (1)$$

де

$$C_1 = \frac{4k\Delta f}{C_c^2 (R_c R_s - \omega^2 L_c L_s (1 + k_l^2) + j(\omega R_c R_s L_c + \omega R_c L_s - \frac{R_c}{\omega C_c}))}, \quad (2)$$

$$C_2 = k_l^2 L_c L_s R_s, \quad (3)$$

$$C_3 = R_c \left(\frac{R_s^2}{\omega^2} - L_s^2 + j2R_s \frac{L_s}{\omega} \right), \quad (4)$$

$$k_l = \frac{M}{\sqrt{L_c + L_s}}, \quad (5)$$

де k - константа Больцмана; Δf - полоса частот, у який робиться перетворювання; k_l - коефіцієнт магнітного зв'язку вимірювального контуру із об'єктом; M - величина магнітного зв'язку між контурами; ω - резонансна частота вимірювального контуру; R_s, L_s - опір втрат та індуктивність зразку; R_c, L_c, C_c - опір, індуктивність та ємність вимірювального контуру відповідно.

Розроблена математична модель термошумового перетворювача дозволяє зробити оцінку чутливості та динамічного діапазону, розрахувати передаточну характеристику, а також параметри системи для заданого температурного впливу на вході.

Ключові слова: термошум, первинний перетворювач, вимірювання, температура.

УДК 621.3.044:536.53(088.8)

КОНСТРУКЦІЯ ТЕРМОШУМОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА З МАГНІТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Доній О.М., Шпак Д.Ю., Кулініч А.А., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Визначено максимальну потужність шумів на виході вимірювального контуру $\bar{U}_{\max}^2$ у випадку оптимально добраних параметрів вимірювальної котушки при температурі зразка T_k :

$$\bar{U}_{\max}^2 = 4k\Delta f \omega^2 L_k^2 \frac{T + T_k}{R_k}, \quad (1)$$

де k - константа Больцмана; Δf - полоса частот, у який робиться перетворювання; ω - резонансна частота вимірювального контуру; R_s, L_s - опір втрат та індуктивність зразку; T_k, R_k, L_k - температура, опір та індуктивність вимірювального контуру відповідно.

Видно, що при зниженні втрат у котушці, потужність шумів зростає. Зниження втрат досягається конструкційно - збільшенням діаметру дроту котушки індуктивності.

Конструктивно термошумовий перетворювач з індуктивним датчиком

являє собою високодобротну водоохолоджену котушку індуктивності, всередині якої розташовується зразок, який досліджується, і вимірювальна система, яка перетворює наведений в котушці термошум в електричний сигнал. Для запобігання перегріву індукційної котушки передбачено її водяне охолодження. У зв'язку з тим, що при реєстрації теплових шумів необхідно точне значення їх показників, установка потребує екранування електричних і магнітних полів. Для екранування вибрано холоднокатану мідь, як матеріал з найбільшою питомою провідністю.

Підсилення наведених теплових шумів можна виконати застосуванням вимірювальних комплексів на основі селективного мікровольтметра типу SMV-6. 5, SMV-11. Також можуть бути використані селективні мікровольтметри типу В6-10 та універсальний вимірювач рівнів MV-6.

Для підвищення термостабільності котушка індуктивності забезпечена охолоджуючою "сорочкою" із кварцу, крізь яку подається вода. Ємносний зв'язк котушки з рідким металом виключається електромагнітним екраном, який зроблено із мідної фольги, товщиною 0. 05 мм. Він розташований на внутрішній стороні тефлонового каркасу котушки. Підсилювач також встановлено в електромагнітний екран, що забезпечує сталість його параметрів.

Розроблено методику калібровки термошумового датчику з індуктивним зв'язком. Експериментальні вимірювання температури металу показали принципову можливість використання розробленої системи.

Ключові слова: термошум, первинний перетворювач, вимірювання, температура.

УДК 621.825.5 (088.8)

ОСОБЛИВОСТІ І ПЕРЕВАГИ ФРИКЦІЙНО-КУЛЬКОВИХ МУФТ

Матяш І.Х., Пахалюк Р.І., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

В зв'язку з необхідністю підвищувати швидкості робочих органів і компактність вузлів та агрегатів приладів і машин, автоматизувати їх, до запобіжних і навантажуючих пристроїв пред'являються більш високі вимоги щодо точності і надійності, високої довговічності з більшим міжремонтним терміном роботи.

Фрикційно-кулькові муфти суттєво відрізняються від фрикційних муфт по точності спрацювання, постійності моменту тертя на протязі значного часу, габаритах та інші.

Ці переваги мають місце внаслідок просковзування із перекочуванням кульок відносно поверхонь тертя, внаслідок чого і зберігається постійним момент спрацювання запобіжного пристрою, або момент тертя навантажуючого пристрою.

Зношення поверхонь тертя і кульок проходить рівномірно, бо точки дотику кульок із поверхнями дисків безперервно міняються, поступово проходячи всю поверхню кульок. Конструкція муфт забезпечує хороші умови змащування контактуючих із кульками поверхонь. В звичайних фрикційних муфтах все мастило знаходиться в зоні тертя, внаслідок чого воно, під дією температури тертя, втрачає

свої властивості.

Покриті тонким шаром мастила кульки фрикційно-кулькових муфт, перекочуючись із просковзуванням при спрацюванні муфти, безперервно змащують контактуючі з ними поверхні свіжим мастилом. В зоні тертя фрикційно-кулькової муфти знаходиться тільки незначна кількість мастила від його загального об'єму, що допомагає кращому зберіганню його мастильних властивостей. Елементи тертя фрикційно-кулькових муфт несуть більше мастила чим поверхні тертя звичайних фрикційних муфт, внаслідок цього збільшується термін їх роботи і стабільність моменту тертя.

Фрикційно-кулькові муфти можуть бути без сепаратора і з сепаратором, який жорстко кріпиться на нажимному диску із індивідуальним навантаженням кульок та інші конструкції, що дає можливість збільшувати момент тертя.

Фрикційно-кулькові муфти, розроблені на кафедрі приладобудування НТУУ «КПІ», достатньо досліджені, розроблена методика їх розрахунку.

Ключові слова: муфти, мастило, поверхні тертя, кульки.

Література

1. Матяш И.Ф. и др. «Фрикционно-шариковая предохранительная муфта». Авторское свидетельство №1293385. Бюл. №8, 1987.

УДК 681.3.06:519.6

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ, ГРУПУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Пивовар О.М., Вислоух С.П., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Ідентифікація, групування, класифікація відносяться до однієї з найважливіших властивостей інтелекту як природного, так і штучного.

Моделювання параметрів технологічних систем зручно виконувати за допомогою штучних нейронних мереж. Вони являють собою системи, складовими якої є базові процесорні елементи (штучні нейрони). Штучні нейронні мережі використовуються для розв'язання задач розпізнавання і класифікації, оскільки можуть змінювати свою поведінку залежно від внутрішніх і зовнішніх впливів. Вони здатні навчатися та приймати рішення в ситуаціях, що не передбачені алгоритмом навчання, тобто мають здатність до узагальнення інформації.

Використання штучних нейронних мереж є перспективним напрямком для вирішення задач технологічної підготовки виробництва. Так, методи штучних нейронних мереж дозволяють класифікувати та групувати конструкційні матеріали за їх хімічним складом та фізико-механічними властивостями, ідентифікувати параметри процесу обробки деталей різанням тощо.

Задача полягає в створенні оптимальних нейронних мереж, навчених на основі експериментальних даних, що дають можливість ідентифікувати параметри процесу обробки деталей різанням.

В роботі розглянута класифікація матеріалів за їхнім хімічним складом та фізичними властивостями з використанням ймовірнісної нейронної мережі. При цьому класифікація визначена множинами входу та індексів класу. В результаті групування та класифікації матеріалів за допомогою налаштованої нейронної мережі в межах проведеного експерименту отримано відповідне групування нових матеріалів за їхнім хімічним складом та фізичними властивостями.

Методика використання штучних нейронних мереж для прогнозування, ідентифікації та класифікації дозволяє використовувати її в приладо- та машинобудуванні, оскільки вона дає можливість підвищити швидкість та точність обробки інформації, автоматизувати процес, зменшити час на проведення експериментів і витрати конструкційних та інструментальних матеріалів, а також значно знизити трудоемкість та вартість процесів розв'язання задач технологічної підготовки виробництва.

Ключові слова: штучні нейронні мережі, задачі технологічної підготовки виробництва.

УДК 681.883.2 (045)

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Черняев А.А., Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

Ультразвуковой амплитудный теневой метод. Чувствительность этого метода определяется влиянием дефекта на ослабление ультразвуковых колебаний в процессе их прохождения через акустический тракт дефектоскопа, т. е. от излучающего искателя до приемного.

Ультразвуковой временной теневой метод. При временном теневом методе дефект характеризуется увеличением времени распространения ультразвуковых колебаний.

Ультразвуковой эхо-метод. С увеличением частоты ультразвуковых колебаний улучшаются условия их отражения от дефекта и сужаются характеристики направленности искателя, но при этом резко возрастает коэффициент затухания колебаний δ . Максимальная глубина контролируемой зоны изделия при дефектоскопии эхо-методом определяется наибольшим расстоянием до дефекта заданного размера, при котором он еще четко выявляется.

Метод ультразвуковой спектрометрии. Анализ спектра сигнала в ряде случаев позволяет уточнить тип дефекта, его ориентацию, форму и характер. Так, если зона повышенной пористости материала, вызывая ослабление сигнала, примерно одинаково снижает интенсивность всех его спектральных составляющих, то при наличии макродефекта в первую очередь резко ослабляются высокочастотные составляющие сигнала. Влияние формы дефекта, расположенного в дальней зоне искателя ($Z_1 \geq 3a^2\lambda$).

Метод синтезируемой апертуры, фокусируемой в точку (САФТ). Существенного улучшения пространственной разрешающей способности и доведения размеров разрешаемого объема до величины порядка λ зондирующего сигнала (как по фронту, так и по глубине) можно ожидать при использовании фокусировки у.з. излучения в выбранную точку пространства, которая в условиях соизмеримости глубин контроля и размеров у.з. преобразователей с λ практически осуществима лишь с помощью синтезированной апертуры достаточно больших волновых размеров.

Сущность метода заключается в облучении выбранной точки исследуемого пространства с разных направлений с поверхности контроля, приеме эхосигналов от этой точки также с разных направлений и суммировании принятых сигналов с предварительным введением в них временных задержек, компенсирующих различия в расстояниях (временах прохождения сигнала) от точек поверхности контроля до выбранной точки исследуемого полупространства.

Ключевые слова: ультразвук, дефектоскоп.

УДК: 681.3:519.6

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ РАСЧЕТА НАГРУЗОК НА КРЫЛО САМОЛЕТА

¹⁾Бондарь Ю.И., ²⁾Зинченко В.П., ¹⁾АНТК им. О.К. Антонова, г. Киев, Украина;

²⁾Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина

Представлен комплекс программ (КП) определения внешних нагрузок на крыло самолета (КС) на основе расчетных (РД) и экспериментальных данных (ЭД). Для получения ЭД используются аэродинамические трубы и стенды [1], а для получения РД - математические методы [2].

КП позволяет создавать “равнопрочные” авиационные конструкции в соответствии с требованиями к проектируемому самолету. Для конструктора он представляет не конкретный метод обработки данных, а технологию проектных исследований.

КП позволяет вычислить распределение аэродинамической нагрузки по КС на основе линейного метода дискретных вихрей, где определяется относительные циркуляции и центры давления вдоль размах КС

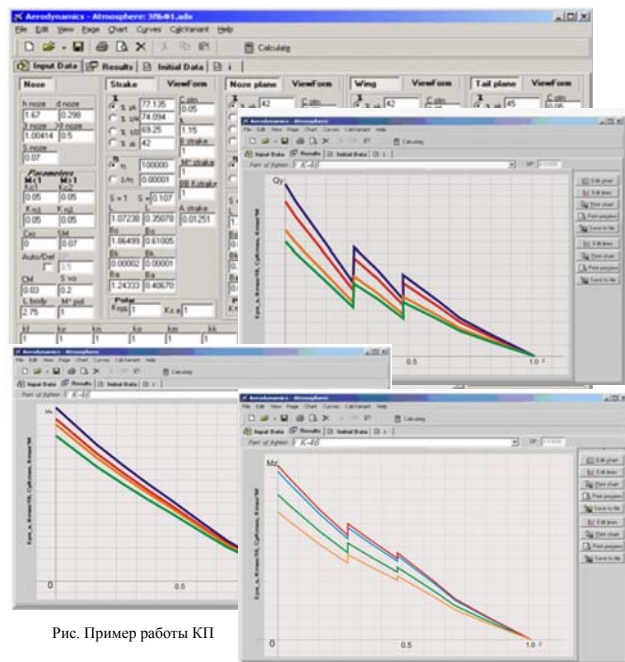


Рис. Пример работы КП

$\Gamma''(z) = \frac{c_y(z)b(z)}{c_y B_{cp}}$, где $c_y(z)$ - коэффициент подъемной силы сечения, $b(z)$ - хорда сечения; c_y - интегральный коэффициент подъемной силы, B_{cp} - средняя хорда КС. В КП так же учитывается эффекты статической аэроупругости, как возникновение дополнительной аэродинамической силы $c_y(z) = c_{y_0}(z) + c_y^{\alpha}(z) \cdot \varphi$, где φ - угол упругих угловых деформаций КС. Основным результатом работы КП являются значения нормальной силы, изгибающего и крутящего момента в сечении КС (рисунок).

Ключевые слова: расчет, нагрузки, крыло, самолет, комплекс программ.

Литература

1. Зінченко В.П., Гуржий А.М. Апаратно-програмні комплекси для дослідження характеристик літаків // Наукові вісті НТУУ “КПІ”, 2004, № 3. – С. 43–55.
2. Бондарь Ю.И., Зинченко В.П. Комплекс программ расчета нагрузок на крыло сложной пространственной конфигурации с учетом эффектов статической аэроупругости // VII Междунар. конф. “Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники”. -К.: НТУУ “КПИ”, 2009.

УДК 519.95: 518.0: 621.391: 681.325

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Зинченко В.П., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Задача проектирования сложных технических объектов /систем (СТО) формулируется как задача процесса принятия решения, состоящая из этапов “формирование облика”, “внешнего” и “внутреннего” проектирование [1, 2].

Обозначим $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ вектор конструктивных параметров, $x \in X$. При известных режимах работы СТО критерий эффективности $F(x)$ является функцией только конструктивных параметров $x \in X$. В этом случае задача оптимального проектирования формулируется как задача определения вектора конструктивных параметров

$$x^0 \in \text{Arg max}_{x \in X} F(x), \quad (1)$$

где $\text{Arg max}_{x \in X} F(x) = \{x \in X | F(x) = \max_{x' \in X} F(x')\}$.

Так как (1) имеет большую размерностью N вектора x и большое время вычисления $F(x)$, то для решения (1) используется метод декомпозиции [3].

Пусть $u_i(x) (i = 1, 2, \dots, m)$ - частные критерии СТО, $F(x)$ - монотонный (для $\forall x, x' \in X$ из $u_i(x') \geq u_i(x'')$, $i = 1, 2, \dots, m \Rightarrow F(x') \geq F(x'')$), $\Pi(U)$ - множество оптимальны по Парето векторов из U , $\Pi(X)$ - множество векторов $x \in X$ для которых $u(x) \in \Pi(U)$. Тогда задача определения вектора конструктивных параметров формулируется так $x^0 \in \text{Arg max}_{x \in \Pi(X)} F(x)$. (2)

Решение (1) можно представить как декомпозицию: нахождения векторов $x \in U(X)$ и решение (2). При этом этап «формирования облика» не зависит от F , что позволяет существенно сократить число вариантов, рассматриваемых на

етапе «внешнего» проектирования. В результате формируется согласованное с возможностями «внутреннего» проектирования техническое задание. Решение (2) является решением задачи (1), и процедура «формирования облика» сводится к построению множества $\Pi(u, X)$. Она является непростой из-за большой размерности вектора $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ и сложной структуры множества X . Выходом из этой ситуации является дальнейшая декомпозиция для создания иерархии задач «внутреннего» проектирования.

На практике декомпозиция будет неформальной, так как выбор вектора частных критериев (разные концепции) совместно решается конструкторами, участвующих, как во «внутреннем» так и во «внешнем» проектировании.

Ключевые слова: проектирование, критерий, метод декомпозиции.

Литература

1. Зинченко В.П. Проектные исследования сложных технических объектов как система управления // Засоби комп'ютерної техніки з віртуальними функціями і нові інформаційні технології. -К.: НАН України Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова, 2002. – Т. 2. – С. 28 – 36.

2. Математическое обеспечение сложного эксперимента. Т. I. Обработка измерений при исследовании сложных систем / Белов Ю.А., Диденко В.П., Козлов Н.Н. и др. – К.: Наук. думка, 1982. - 304 с.

УДК: 681.327

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ШАРНИРНЫХ МОМЕНТОВ ХВОСТОВОГО ОПЕРЕНИЯ САМОЛЕТА

¹⁾Зинченко В.П., ¹⁾Зинченко Н.П., ¹⁾Сарыбога А.В., ¹⁾Миронова К., ²⁾Артамонов В.К., ²⁾Артамонов П.В., ¹⁾Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина; ²⁾АНТК им. О.К. Антонова, г. Киев, Украина

Рассмотрены тензометрические экспериментальные исследования модели хвостового оперения самолета (МХО) в аэродинамической трубе [1-3].

Исследования МХО выполнялись с целью: определение шарнирных моментов (ШМ) рулей высоты и направления; оценки влияния на ШМ имитаторов льда; проверки средств проведения испытаний и методов обработки экспериментальных данных (рис. 1).

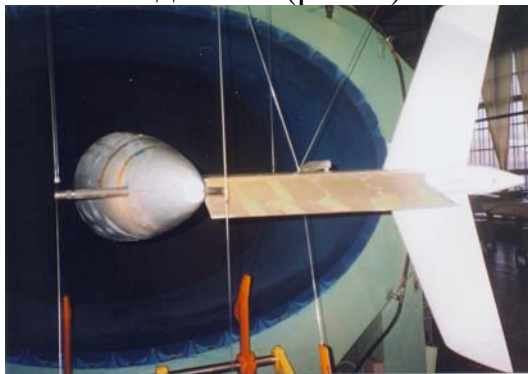


Рис. 1. МХО в аэродинамической трубе



Рис. 2. Однокомпонентные тензовесы

Значение ШМ измерялись однокомпонентными тензометрическими весами

(рис. 2) с усилителем сигналов Spider-8. Коэффициенты ШМ вычислялись так:

$m_{ш_i} = \frac{M_{ш_i}}{qSb}$, где: $M_{ш_i}$ - измеренные тензосилом значения, кг м; q - скоростной напор, кг/м²; S - площадь МХО, м²; b - характерный размер МХО, м. Результаты представляются в виде $m_{шв} = f(\alpha)$, $m_{шв} = f(\delta_{\theta})$, $m_{шн} = f(\beta)$ и $m_{шн} = f(\delta_{\theta})$, где α - угол атаки, β - угол скольжения, δ_{θ} , δ_{θ} - угол руля направления и высоты соответственно

Ключевые слова: эксперимент, тензосилом, модель, обработка.

Литература

1. Зінченко Н.П. Розробка інформаційної технології тензосилометричних експериментальних досліджень моделей літальних апаратів// Вісник НАУ, 2005. – №4 (26). – С. 90–96.
2. Артомонов П.В. Дослідження динамічного методу вимірювання шарнірних моментів на кермових поверхнях аеродинамічних моделей // Вісник НАУ, 2008. - №3(36). – С.119–120.
3. Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Артомонов В.К. и др. Исследование шарнирных моментов рулей высоты и направления // VII Междунар.конф. “Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники”. -К.: НТУУ “КПИ”, 2009.

УДК: 681.3

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ СЕМАНТИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОИСКА

Зинченко С.В., Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, г. Киев, Украина

Семантические отношения между элементами мира - понятия, которые являются основой при создании интеллектуальных информационных систем (ИИС) [1]. Оптимально структурированная семантика позволяет эффективно упорядочить элементы концептуальной модели мира, которая представляет модель мира в некоторой трактовке понятной человеку, и позволяет эффективно решать задачи поиска. Не оптимально структурированная семантика приведет к противоречивым результатам, сложным для понимания и не имеющим практической ценности.

В работе рассмотрена методика оптимизации семантической структуры понятий и поиска на основе семантических отношений. Выделены классы понятий (синонимичные, порядковые, родственные), определена иерархия отношений, подмножества ключевых понятий (рис.).

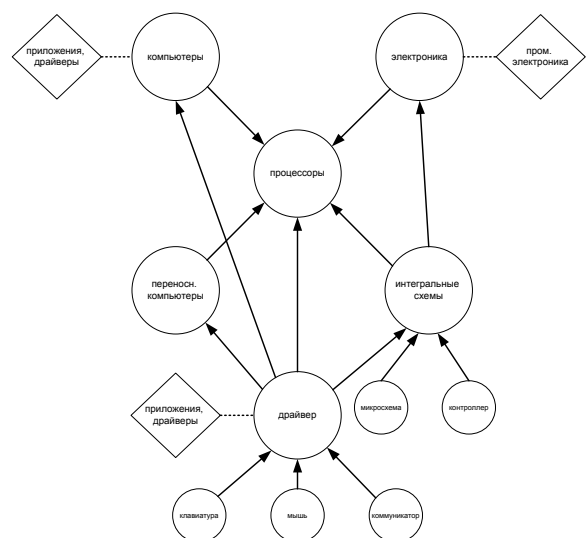


Рис. Иерархия отношений в семантической структуре

Полученная оптимизированная структура, элементы которой являются исключительными и исчерпывающими, причем, выражен каждый ключевой элемент, позволяет решить задачу поиска. В работе предложена методика получения подструктуры различения Θ' , различающего фрейма Θ , а так же получение подпространство доказательств K' для Θ [2], множественные выражения подмножества [3], классы тезауруса и процесс построения запроса.

Предложенный подход позволяет оптимизировать решение задачи поиска за счет построения эффективных структур данных, а так же, позволят решить задачу автоматического расширения знаний об объекте [1].

Ключевые слова: семантика, понятия, тезаурус, обработка.

Литература

1. Зинченко С.В. Онтологически управляемые информационные системы // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: гос.аэроком.ун-т “ХАИ”, 2004. – Вып. № 19. – С. 256–262.
2. Silva W.T., Milidiru R.L. Belief function model for information retrieval // Journal of the American Society for Information Science, 1993. – № 44(1). – P. 10–18.
3. D. Cai, C.J. Van Rijsbergen. An algorithm for modeling key-terms // Technical Report TR-2005-190, Department of Computing Science, University of Glasgow. - 2005.

УДК 004.896

ЗАДАЧИ ПРЕПАРИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Дзюбаненко А.В., Квасников В.П., Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

В прикладных и научных задачах часто оказывается недостаточным представить наблюдателю объект с помощью идеальной изображающей системы. При решении сложных задач, требующих скрупулезного анализа изображений (поиск, идентификация объектов, определение разного рода количественных характеристик, обобщающие описания и т. п.), необходимо дать наблюдателю средства, облегчающие интерпретацию изображений, извлечение из них информации. Это, во-первых, технические средства и, во-вторых, методы обработки видеосигнала.

Обработка, выступающая как вспомогательное средство визуальной интерпретации изображений, называется - препарированием изображений. В отличие от коррекции изображающих систем препарирование можно рассматривать как коррекцию способа взаимодействия датчика видеосигнала с объектом.

Методы препарирования изображений могут быть разбиты на два больших класса:

- Обработка признаков – это извлечение, измерение и визуализация тех характеристик видеосигнала, или признаков, которые наиболее информативны для зрения в данной задаче анализа.

- Геометрические преобразования – это все виды обработки, связанной с преобразованием вида плоской проекции трехмерных тел.

Ключевые слова: идентификация объектов, изображение, видеосигнал.