

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

УДК 535.5:621.38

**СУПУТНИКОВІ ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТОСФЕРНОГО
АЕРОЗОЛЮ ЗЕМЛІ**

*¹⁾Неводовський П.В., ²⁾Гераїмчук М.Д., ¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України,
м. Київ, Україна; ²⁾Національний технічний університет України „Київський політехнічний
інститут”, м. Київ, Україна*

Зміни погоди та клімату на Землі залежать від теплового балансу планети, а саме: від потоку випромінювання отриманого Землею від Сонця, та потоку який надсилає Земля у космічний простір. Зміни газової та аерозольної складових атмосфери мають значний внесок у зміні цього балансу. Особливе місце у атмосфері займає стратосфера та її озоновий шар, який захищає Землю від жорсткого ультрафіолетового випромінювання.

Важливу роль у формуванні теплового режиму озонового шару відіграє стратосферний аерозоль (на висотах більше 30 км). Завдяки супутниковим спектрофотометричним дослідженням існує інформація щодо потужності оптичної товщі аерозолів на цих висотах. В той же час зовсім не вивчена його фізична природа (дійсна частка показника заломлення) та функція розподілу часток за розмірами. Серед дистанційних методів поляризаційні вимірювання дозволяють найбільш коректно отримати ці характеристики [1].

Однак космічні експерименти щодо одержання інформації від поляризаційних компонентів, завдяки супутниковому дистанційному зондуванню ставляться рідко. З відомих нам це орбітальні місії PARASOL (POLDER) і GLORY (APS). При цьому ці поляриметри працюють у видимій ділянці спектру і тому одержують інформацію про земну поверхню й нижні шари атмосфери, у тому числі й хмари. Дані одержувані про стратосферний аерозоль в цих експериментах включені в сумарну оптичну товщину, що ускладнить їхнє відділення, беручи до уваги те, що внесок верхніх шарів атмосфери в поле дифузно-відбитого випромінювання становить відсотки.

Для прояснення проблеми стратосферного аерозолю необхідно проводити супутникову поляриметрію в УФ ділянці спектру ($\lambda < 290$ нм), де стратосферний озоновий шар стовідсотково поглинає сонячне випромінювання, чим виключає участь у формуванні поля дифузно-відбитого випромінювання, як земної поверхні, так і тропосфери [2].

Ключові слова: ультрафіолет, поляриметр, стратосферний озон, супутник.

Література:

1. Мороженко А.В., Шаврина А.В., Велесь А.А., Роль стратосферного аерозолу в формування

- нии озонного слоя // Кинемат. физика небесных тел. -2000. - 16. - №4. -С.364-368.
2. P.V. Nevodovskiy, A.V.Morozhenko Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter. // Acta Astronautica. Vol. 69, Number 1 January 2009, P. 54-58.

УДК 535.31+681.7.08

ЗАСТОСУВАННЯ ШИРОКОСМУГОВОГО ПАНОРАМНОГО ПРИЙМАЧА ДЛЯ АСТРОНОМІЧНИХ ТА КОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

¹Петухов В. М., ¹Неводовський П.В., ¹Корсун П.П., ¹Делець О. С. , ¹Фоменко О.О.,
²Гераймчук М.Д., ²Куреньов Ю. П., ¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України,
м. Київ, Україна; ²Національний технічний університет України „Київський політехнічний
інститут”, м. Київ, Україна

В астрономічній практиці основними, традиційними методами досліджень небесних тіл в оптичному діапазоні є фотометрія, спектрометрія та поляриметрія. Малі потоки світла, які властиві астрономічним об'єктам, потребують використання перетворювачів світла з великою чутливістю. Якщо енергія, передана окремим електронам полем випромінення, значно перевищує енергію теплового руху електронів, тоді принципово можлива безпосередня реєстрація подій, що відповідають поглинанню квантів електромагнітного поля. Дана умова виконується для світлових квантів з довжиною хвилі коротшою від декількох мкм. Такі перетворення світла в електронний сигнал можуть виконуватися пристроями, які працюють на принципах зовнішнього та внутрішнього фотоефектів.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України разом з Національним технічним університетом України «КПІ» протягом 2005-2010 рр. розробляє наукову апаратуру для астрономічних та космічних досліджень [1]. Одним з напрямків цих робіт є розробка широкосмугового (200-3000) нм панорамного фільтрового поляриметра, який складається з оптичної системи збору світла; обертового поляризаційного модулятора; блока світлофільтрів; панорамного приймача світла; електронного блоку реєстрації, контролю, управління.

Як прототип для розробки цього приладу було прийнято камеру, розроблену у Головні астрономічній обсерваторії НАН України на базі матриці IBIS4-14000 КМОП технологій фірми Cypress розміром 4500x3500 пікселів. Бортовий комп'ютер, який обслуговує матрицю, дає можливість камері працювати автономному режимі на флеш пам'яті 1 Гбайт. Оперативна пам'ять має 128 Мбайт, що дозволяє зберігати один сформований кадр. Вага камери разом з двокаскадною термобатареею – 400г. Розміри камери: 110x110x50 мм³.

Детальний опис всього широкосмугового панорамного поляриметра для космічних досліджень наведено в доповіді.

Ключові слова: панорамний приймач, фотометрія, спектрометрія, поляриметрія.

Література:

1. М.Д. Гераймчук, О.М. Генкін, О.В. Івахів, Ю.П. Куреньов, О.В. Мороженко, П.В.

Неводовський, С.Ф.Петренко. Елементи і системи поляризаційних приладів для космічних досліджень. Монографія. К.: ЕКМО, 2009. – 188 с.

УДК 53.088; 681.142.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

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

Розвиток вимірювальних технологій та прецизійного технологічного обладнання з врахуванням сучасних вимог до швидкодії обумовлює підвищення вимог до систем позиціювання. Значний вплив на цей процес мають не лише самі малоінерційні та високошвидкісні механізми позиціювання, але й системи керування ними, робота яких базується на відомій динамічній характеристиці системи. Перехід на якісно новий рівень ефективності можливий завдяки глибокому та достатньо точному дослідженню динаміки системи.

Наявність великої кількості складних для аналізу елементів як в системі приводу, так і в системах зворотного зв'язку та кріплення призводить до того, що теоретичний аналіз зі складанням математичних моделей систем та наступним їх аналізом є дуже складним та малоефективним. Врахування надлишкових факторів для побудови таких моделей більшого лише ускладнює загальну модель, що іноді супроводжується навіть з погіршенням якості системи. З іншого боку, різноманітні припущення та спрощення моделі можуть зумовити неадекватність поведінки порівняно з реальною системою.

Для вирішення цих завдань з достатньою для практичних застосувань точністю можна створити модель системи, до складу якої було б включено штучну нейронну мережу відповідної архітектури. Навчання такої системи доцільно проводити за реальними експериментальними даними системи, отриманими внаслідок проведення специфічних тестів (експериментів), спрямованих для виявлення усіх особливостей поведінки системи. Саму структуру нейронної мережі можна знайти, виходячи із загального аналізу всіх елементів системи. Наприклад, для системи, що описується диференціальним рівнянням другого порядку зі сталими коефіцієнтами, штучна нейронна мережа може складатися з одного чотириходового нейрона з лінійною функцією активації, трьома лініями затримки і одним зворотнім зв'язком. Для складніших систем архітектура нейронної мережі визначається через перетворення диференціальних рівнянь в дискретну форму та наступне зведення їх до вигляду, характерного для передавальної функції нейронної мережі та похідної від неї її архітектури. Навчена за експериментальними послідовностями нейронна мережа вводиться у загальну модель системи керування для подальшого визначення динамічних характеристик через симулювання серії тестів в програмному

середовищі, наприклад, MATLAB[®], Simulink[®] чи іншого програмного продукту з відповідними можливостями.

Ключові слова: динаміка, позиціонування, нейронні мережі, симуляція.

УДК 621.38

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРУПОВОГО АДРЕСУВАННЯ ВІДЛІКІВ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

*Вельган Р.Б., Івахів О.В., Мушеник П.І., Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна*

Розвиток інтегральних технологій та бездротових сенсорних мереж пов'язані із необхідністю оцінювання необхідної швидкодії каналів зв'язку.

Регулярне опитування вузлів сенсорної мережі завищує ці вимоги, вимірювальні дані від сукупності вузлів мережі часто є надмірними, оскільки зорієнтовані на максимальні частоти в спектрі вимірювальних сигналів. Реальні швидкості зміни реєстрованих сенсорами параметрів (вимірюваних фізичних величин) збігаються з максимальними показниками з невисокою ймовірністю. Тому доцільно зосередитися на мережах, вузли яких пристосовуються до реальних процесів, вибирають із поточних значень ті, що виходять на межі допустимого поля допуску. При цьому потоки суттєвих відліків набувають хаотичності, як з погляду їх відповідності тим чи іншим вузлам сенсорної мережі, так і щодо їх часової прив'язки. Використання для кожного з вузлів індивідуальної адреси нераціональне, оскільки розраховане на рівноймовірну появу відліків від кожного із вузлів. Запропоновано використати групову адресу, яка дозволить коректно ідентифікувати номер кожного з вузлів, якому належить той чи інший відлік вузла сенсорної мережі. Для кодування такої групової адреси можна використати перестановчі коди, при яких кількість двійкових символів, що припадають на один суттєвий відлік збігається з ентропією активності вузлів сенсорної мережі, тобто ефективніші від індивідуального адресування. Недоліком групового адресування є його чутливість до дії завад у лініях зв'язку, що вимагає застосування завадостійких заходів, при цьому дещо знижуються попередньо окреслені переваги.

Часова прив'язка найчастіше забезпечується періодичним передаванням часових маркерів тощо.

Досліджуються елементи групової адреси, оцінюється довжина коду, порядок заповнювання розрядної сітки групового коду, умови застосування для виконання цього завдання рівномірних кодів.

Ключові слова: сенсорні мережі, адаптування, ентропія, перестановчі коди.

УДК 62-55

МОДИФІКАЦІЯ ЗАКОНУ РУХУ РОБОЧОГО ОРГАНУ РЕЗОНАНСНОЇ МАНІПУЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

*Ключковський С.М., Марець Б.П., Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна*

Процеси виготовлення приладів, зокрема автоматизоване складання, тісно пов'язані з транспортно-подавальними операціями, для реалізації яких застосовують маніпуляційні системи різних видів. Найвищу швидкодію демонструють динамічно розвантажені резонансні маніпуляційні системи (РМС). Принцип їх роботи полягає у підтримці автоколивного процесу в період руху. При цьому кінетична енергія рухомих мас не поглинається демпферами чи двигунами, а трансформується в потенціальну енергію акумулятора. Двигун використовується лише для поповнення дисипативних втрат. Такий принцип роботи дозволяє на порядок підвищити швидкодію у порівнянні з традиційним маніпулятором з двигуном такої ж потужності. Одним з недоліків РМС є незмінний закон руху, який визначається конструктивними та енергетичними параметрами коливної системи. Зокрема, проблематичною є реалізація ділянки переміщення з постійною швидкістю. А це буває необхідним при додатковій обробці деталей в русі (сканування, нагрівання, тощо). Введення в структуру РМС обертового пружинно-інерційного стабілізатора швидкості дозволяє реалізувати закон руху з постійною швидкістю в середній частині траєкторії.

Стабілізатор являє собою механізм зі змінними масами. Пристрій конструктивно схожий до кінцевого відцентрового регулятора, проте виконує функцію додаткового рекуперативного акумулятора і налаштований на астатичну характеристику. При кінематичному з'єднанні рухомої ланки РМС з ротором стабілізатора, останній створює додатковий момент протидії на етапі розгону при досягненні швидкості стабілізації, і додатковий позитивний момент на етапі вибігу. Вказані моменти виникають як наслідок дії сил Коріоліса на рухомі маси стабілізатора під час зміни його енергії.

Розроблена методика синтезу енерго-масових та конструктивних параметрів стабілізатора, яка перевірена експериментальними дослідженнями моделі. Розроблені також методи налагодження стабілізатора для корекції швидкості стабілізації. Енергія стабілізатора є сумою кінетичної енергії мас і потенціальної енергії пружини у співвідношенні 50:50 у будь-який момент його роботи. При синтезі РМС зі стабілізатором необхідно враховувати співвідношення енергоємностей обох підсистем. Енергоємність стабілізатора повинна становити 0,7-0,9 енергоємності РМС.

Такий нетрадиційний привід може застосовуватись також для машин-автоматів карусельного типу, які застосовуються при виробництві приладів. Це надає можливості керування програмою рухів за допомогою контроллера.

Ключові слова: маніпулятор, РМС, стабілізація, рекуперация.

УДК 534.632

ВИЯВЛЕННЯ АКУСТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ПІДСИЛЮВАЧА ЕЛЕКТРИЧНОГО СИГНАЛА НА ЧАСТОТАХ МОВНОГО ДІАПАЗОНУ

Дубовий Є.О., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Людська мова є природним і найбільш поширеним способом обміну інформацією між людьми, і існує багато методів перехоплення або підслуховування цієї інформації. Акустичний тиск, що виникає під час розмови, може викликати механічні коливання елементів електронної апаратури, що у свою чергу, приводить до появи електричних струмів, напруги і електромагнітних випромінювань або їх змін при певних обставинах. Канали витоку інформації, що виникають за рахунок наявності перетворювальних акустoeлектричних елементів в колах різних технічних пристроїв, небезпечні тим, що вони можуть існувати в їх нормальних режимах роботи.

Порівняння різних типів акустoeлектричних перетворювачів показує, що деякі з них по чутливості близькі до спеціально створених для перетворення звукової енергії в електричну - тобто до мікрофонів. Так, наприклад, чутливість деяких дзвінкових кіл телефонних апаратів досягає 0,05-10 мВ/Па, трансформатора складає 10-200 мкВ/Па, електричного годинника, в залежності від марки, коливається в межах від 100 до 500 мкВ/Па і навіть електричного вентилятора в режимі малих обертів - 10-100 мкВ/Па.

З метою дослідження сигналів, що надходять з акустoeлектричних перетворювачів було розраховано і створено електронний пристрій, що забезпечує: підсилення електричного сигналу з частотою 250-4000 Гц, який формується на різних типах перетворювачів (а саме реле, динаміку і телефонному апараті); максимальне зменшення рівня шуму, завад і наведень на виході пристрою, за рахунок симетричного входу і смугових фільтрів.

Розроблений пристрій має коефіцієнт підсилення приблизно рівний 18000 на частотах 1-1,5 кГц і значно зменшує рівень шумів і завад, за рахунок симетричного входу і смугових фільтрів. Повністю розраховано і підібрано номінали всіх елементів кожного каскаду підсилювального пристрою, а саме: двостороннього діодного обмежувача, диференціального підсилювача на операційному підсилювачі (ОП), перший активний полосовий фільтр на ОП, другий активний полосовий фільтр на ОП, інвертуючий підсилювач на ОП, фільтруюча система блока живлення.

В результаті виконаної роботи були отримані рівні сигналу з акустoeлектричних перетворювачів (таких як реле, динамік та дзвінкове коло телефонного апарату) достатні для оцінки можливості витоку інформації по електричному каналу, розроблено підсилювач, що може використовуватись, як компактна заміна диференціального підсилювача «Піранья».

Ключові слова: акустоелектричні перетворювачі, диференційний підсилювач, реле, динамік, дзвінкове коло телефонного апарату, чутливість, фільтри.

УДК 004.353.24:517.275(043.2)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ

Ізбащ Ю.М., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Необхідність побудови математичної моделі виникає відразу ж при використанні комп'ютера для обробки зображень. Оцінюючи "на око" відстань між двома предметами, ми не замислюємося про те, як це робиться. Доручивши це комп'ютеру, ми зобов'язані навчити його виконувати подібні дії, тобто закласти в нього відповідні дані і алгоритми. Добре відомо, що комп'ютер має справу з масивами чисел як даних. Таким чином, першим завданням комп'ютерної обробки зображень є переклад зображень в числову форму. Це вимагає конкретизації самого поняття "зображення".

Технічне завдання, яке необхідно вирішити в комп'ютерній обробці зображень – це введення оптичних зображень в пам'ять комп'ютера і виведення (візуалізація) зображень. Введення зображень в пам'ять комп'ютера здійснюється за допомогою відеодатчика, який перетворює оптичний розподіл яскравості зображення в електричні сигнали і далі в цифрові коди. Для візуалізації використовуються високороздільні кольорові дисплеї та інша техніка відображення інформації.

Початкове зображення є функцією двох неперервних аргументів. Для введення зображення в пам'ять комп'ютера необхідно попередньо провести дискретизацію по просторовим координатам та по яскравості.

Як відомо, з точки зору розпізнавання і аналізу об'єктів на зображенні найбільш інформативними є не значення яскравостей об'єктів, а характеристики їх меж – контурів. Тобто, основна інформація розміщена не в яскравості окремих областей, а в їх контурах. Завдання виділення контурів полягає в побудові зображення саме меж об'єктів і контурів однорідних областей. Одним з найбільш простих способів виділення меж є просторове диференціювання функції яскравості.

Модуль градієнта функції яскравості використовується для виділення контурів, напрям яких довільний, та пропорційний максимальній (по напрямку) швидкості зміни функції яскравості в даній точці і не залежить від напрямку контуру.

Ведення відеоспостереження не обмежується гладкою плоскою поверхнею об'єкта. Образ тіла має контур, який містить криву. Дана крива є перетином чутливої поверхні з конусом спостереження, вершина якого співпадає з точковою діафрагмою камери, а поверхня стосується об'єкту по іншій кривій, що називається затінюючим контуром або ободом. Зв'язок між локальною формою пове-

рхні, що обмежує тверде тіло, та формою контуру зображення описується властивостями проєкцій просторових кривих.

Ключові слова: відеодатчик, зображення, контур.

УДК 531.383

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КАЛІБРУВАННЯ У ВИМІРЮВАЧАХ КУТА

Безвесільна О.М., Ткаченко С.С., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Метод калібрування застосовують для збільшення точності вимірювання кутів за допомогою нового вимірювача кута. Сутність методу полягає у тому, що контрольовану призму встановлюють послідовно зі зсувом на її кутовий крок відносно лімба гоніометра у діапазоні $0...2\pi$. Вимірюють у будь-якому з положень кути призми і знаходять середнє значення однойменних кутів, виміряних у різних положеннях. Таким чином, визначаються усереднені значення кутів, виміряних на різних ділянках лімба.

Раніше цей метод застосовувався при унікальних кутомірних роботах і дослідженнях. Однак, цей метод не отримав широкого розповсюдження через високу трудомісткість і низьку ймовірність вимірювань. Поява кутомірних приладів з потужними обчислювальними засобами і повною автоматизацією процесу вимірювання і документування інформації знову привернула увагу до методу калібрування.

Ручною операцією при таких вимірюваннях залишається тільки встановлення призми. Всі інші операції виконуються автоматично. Це дозволило у десятки разів зменшити час вимірювання і значно підвищити точність та достовірність вимірювань, що зробило можливим застосовувати метод калібрування не тільки при унікальних роботах, а й при рутинних вимірюваннях.

Застосування методу калібрування в автоматичних кутомірних засобах має свої особливості. Наприклад, для того, щоб оперувати з невеликими цифрами, у методі калібрування стосовно лімбових гоніометрів вимірюються відхилення від номінальних значень кутів призми. В автоматичних же кутомірних приладах завдяки можливостям сучасних обчислювальних засобів, всі операції здійснюються безпосередньо з вимірюваними кутами, а не їх відхиленнями від номіналу.

За допомогою ручних гоніометрів проводяться вимірювання відхилень від номіналу тільки суміжних центральних кутів. В автоматичних же гоніометрах можуть проводитися вимірювання як суміжних центральних кутів, так і кутів при відліку від базової (першої) грані. Ці обставини призводять до того, що розроблені раніше алгоритми вимагають корекції при їх використанні в автоматичних кутомірних засобах.

І, нарешті, автоматичне знімання інформації та її обробка за допомогою ЕОМ відкривають додаткові можливості щодо підвищення точності і контролю достовірності вимірювань, а також для вимірювання об'єктів, які раніше не вимірювалися з застосуванням методу калібрування.

Ключові слова: вимірювач кута, метод калібрування.

УДК 621.317

ОСНОВНІ ПОХИБКИ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОГО ВИТРАТОМІРУ

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

У термоанемометричному витратомірі (ТАВ) біопаливо впорскується у дизельному двигуні через ежекторне сопло. На основі рівняння збереження кількості руху між перерізами I-I і II-II сопла ТАВ (рис. 1 а) отримано вираз чутливості схеми ТАВ з ежекторним соплом:

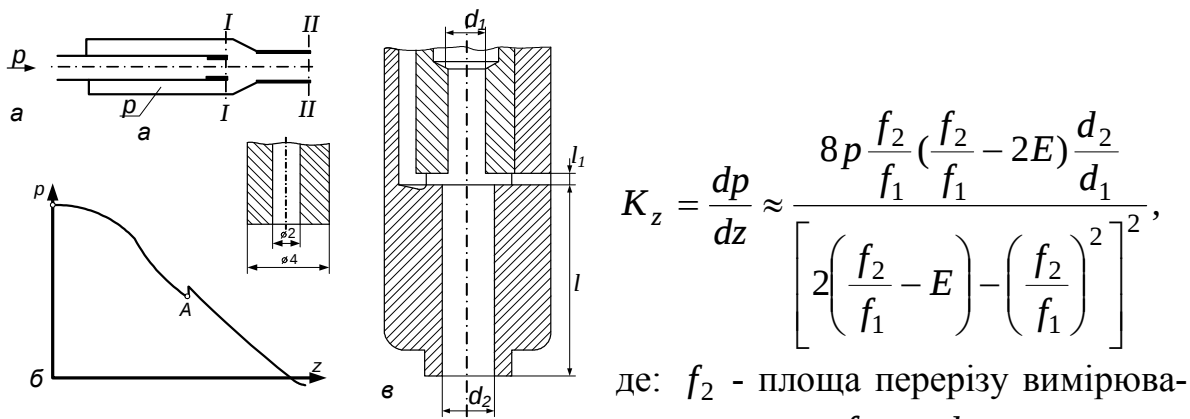


Рис. 1. Основні параметри ежекторного сопла ТАВ

Досліджено похибки ТАВ, спричинені впливом зміщення сопла. Досліджено вплив шорсткості поверхні сопла.

Встановлено, що для зменшення похибки вимірювання від шорсткості поверхні, потрібно ТАВ налаштувати за зразком, рівноцінним шорсткості контрольованого сопла двигуна, або вводити поправку по отриманій формулі до результатів вимірювань.

Отримано середнє квадратичне значення похибки ТАВ

$$\sigma = \left\{ 0,5 \left[(\Delta Z_R)^2 + (\Delta Z_C)^2 \right] \right\}^{0,5} = 24,8 \text{ мкм.}$$

Ключові слова: термоанемометричний витратомір, біопаливо.

УДК 621.317

ДОСЛІДЖЕННЯ БАЛІСТИЧНОГО ГРАВІМЕТРА

*Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Нечай С.О., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Аналіз літератури показав, що експерименти по визначенню ПСВ g є громіздкими та вимагають великих апаратних та розрахункових затрат. Тому актуальним є дослідження можливості використання простого варіанту балістичного методу вимірювання g .

Мета роботи: створення установки та визначення на ній абсолютного значення g у лабораторних умовах.

Балістичні гравіметри застосовуються для абсолютних вимірювань g . Принцип дії балістичного гравіметра заснований на вимірюванні часу проходження падаючим тілом через декілька точок, відстань між якими відома.

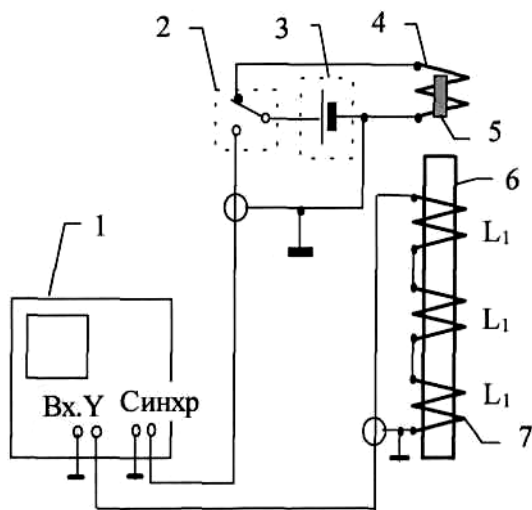


Рис. 1. Установка для вимірювання прискорення вільного падіння:

- 1 - осцилограф, 2 - кнопка “пуск”,
- 3 - блок живлення соленоїда,
- 4 - соленоїд, 5 - падаюче тіло,
- 6 - направляючий циліндр,
- 7 - вимірювальні котушки

У роботі використано простий лабораторний варіант балістичного методу вимірювання g .

Схема установки для вимірювання прискорення вільного падіння представлена на рис. 1.

Виконавши серію експериментів для різних S , побудовано графік, по осях якого відкладено $2S$ і T . По куту нахилу одержаної прямої визначити прискорення g (якщо пряма не проходить через початок координат, це означає, що в експерименті присутня систематична похибка).

Ключові слова: балістичний гравіметр.

УДК 621.825.5

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА КОЕФІЦІЄНТ μ У ФРИКЦІЙНО-КУЛЬКОВИХ МУФТАХ

Матяш І.Х., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

У фрикційно-кулькових муфтах [1] контактуючі із кульками поверхні мають кути нахилу до осі муфти, які в залежності від їх величини, впливають на момент тертя.

В процесі дослідження були визначенні залежності коефіцієнта μ від чистоти поверхні зразка та величини цих кутів.

Результати експериментальних досліджень були оброблені одним із методів математичної статистики – методом найменших квадратів та представлені на рис. 1.

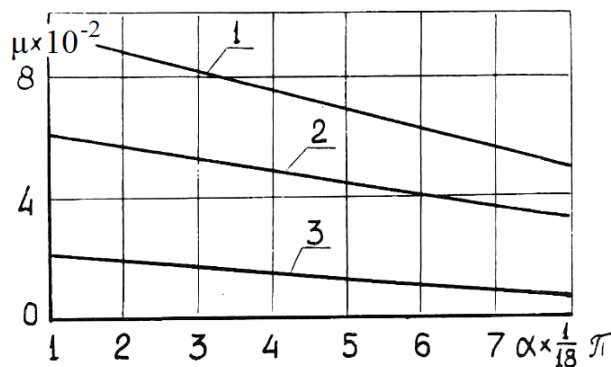


Рис. 1 Графік залежностей коефіцієнта μ від чистоти поверхні зразка та кутів дотику

На рис. 1 представлені залежності коефіцієнта μ від чистоти поверхні та кутів дотику, де 1- залежність μ від α при чистоті поверхні зразка, що відповідає 5 класу по ГОСТ 2789-59, 2 та 3 – при $\nabla 7$ та $\nabla 10$ відповідно. Для розрахунків беруться значення μ , при чистоті поверхні $\nabla 10$, так як в реальних конструкціях робочі поверхні обробляють до чистоти, що відповідає 10 класу.

Ці величини μ ще не в повній мірі відповідають значенням в реальних конструкціях і потребують додаткової оцінки. Проте уже на даному етапі можна приймати коефіцієнт μ для визначення моменту.

Графічні залежності на рис. 1 можна описати в вигляді рівнянь, відповідно:

$$\mu_1 = 0.1017 - 0.0055 \cdot x; \mu_2 = 0.065 - 0.004 \cdot x; \mu_3 = 0.0214 - 0.00203 \cdot x,$$

де $x = 1, 2 \dots 8$, що відповідає кутам дисків $\alpha = \frac{1}{18}\pi, \frac{1}{9}\pi, \frac{4}{9}\pi$.

Ключові слова: фрикційно-кулькова муфта, чистота поверхні, кути дотику, коефіцієнт, метод найменших квадратів.

Література:

1. Матяш І.Ф. и др. “Фрикционно-шариковая предохранительная муфта”. Авторское свидетельство №1293385. Бюл. №8, 1987.

УДК 621.317

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЗБУРЮЮЧОЇ ДІЇ НА РОБОТУ ГІРОСКОПІЧНОГО ГРАВІМЕТРА АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ

¹Гура Є.В., ²Коваль А.В., ¹Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна, ²Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, Україна

1. Дослідження рівнянь руху гіроскопічного гравіметра (ГГ) на цифровій обчислювальній машині (ЦОМ) показали, що найнебезпечнішим щодо можливості виникнення резонансу є тільки випадок рівності частот збудуючої дії ω та власних коливань приладу ω_0 , оскільки при малому демпфіруванні $\xi=0,15$ можливий резонанс приладу. Для інших співвідношень частот ω і ω_0 ($2\omega = \omega_0$, $\omega = 2\omega_0$) резонанс не виникає навіть при дуже малому демпфіруванні і найрізноманітнішому співвідношенні амплітуд збудуючих прискорень ($w_a = 1, 3, 10$ та 15 і $w_b = 1, 3, 10$ та 15 м/с²).

Встановлено, що в разі співвідношення частот $\omega = 2\omega_0$, $\omega = 3\omega_0$ і малого демпфірування ГГ здійснює складні коливання (биття) — наслідок складання власних коливань з частотою ω_0 , і вимушених коливань з частотою ω . Зі зростанням відносного коефіцієнта затухання ξ при $\omega=\omega_0$ резонанс усувається вже при $\xi = 0,45$, а при $\omega = 2\omega_0$, $\omega = 3\omega_0$ биття перетворюються на усталені коливання, що відбуваються з частотою збурення ω .

Рекомендовані значення відносного коефіцієнта затухання ξ становлять $0,45 \dots 0,75$ для $\omega = \omega_0$, $\omega = 2\omega_0$, $\omega = 3\omega_0$ і $0,15 \dots 0,30$ для $2\omega = \omega_0$, $3\omega = \omega_0$.

2. Проведене дослідження впливу амплітуд збурень по осях Oz і Oy на роботу ГГ підтвердило вже зроблений при вивченні похибок приладу висновок про те, що горизонтальні перехресні прискорення не впливають на роботу ГГ і амплітуди коливань приладу прямо пропорційні збудуючому прискоренню по осі чутливості. Амплітуди вимушених коливань приладу найбільші, коли частоти власних коливань приладу дорівнюють частоті збудуючого впливу.

Отже, найнебезпечнішим відносно втрати точності є тільки випадок головного резонансу.

3. Цифрове моделювання впливу на ГГ АГС параметрів збурень, а також власних параметрів підтвердило основну перевагу ГГ над відомими гравіметрами — його вищу точність (середнє квадратичне значення похибки становить $0,01$ мГл).

Ключові слова: резонанс, гравіметр, коливання.

УДК 621.317

ОЦІНКА СТАНУ ДВОГІРОСКОПНОГО ГРАВІМЕТРА АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

¹Коваль А.В., ²Гура Є. В., ¹Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, Україна, ²Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Проведені дослідження вирішили проблему розвитку й узагальнення теорії похибок оцінки стану двогіроскопного гравіметра (ДГ) авіаційної гравіметричної системи з цифровою обробкою інформації.

1. Розроблено уточнені алгоритми оцінки стану ДГ за умов орієнтації його осі чутливості на північ і на південь за методом найменших квадратів (МНК) і фільтром Калмана (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 ДГ у разі північної та південної орієнтації зумовлені такими основними чинниками:

- нелінійними викривленнями траєкторії руху гравіметра через апроксимацію $\sin \alpha \approx \alpha$;
- нерівністю нулю показника затухання прецесійних коливань через дію на гіроскоп моментів типу в'язкого тертя;
- неізохронністю прецесійних коливань;
- розбіжністю колової частоти прецесійних коливань, яку використовують в алгоритмах оцінки, з частотою прецесійних коливань ДГ;
- перешкодами, що викривлюють закон руху ДГ.

2. Запропоновано і досліджено ДГ 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 ДГ.

3. Експериментально підтверджено доцільність використання розроблених алгоритмів автоматичної компенсації похибок ДГ.

Ключові слова: двогіроскопний гравіметр, похибки.

УДК. 519. 6

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ

*Мирошниченко И.В., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», м. Киев, Украина*

Для оценивания шероховатости [1] поверхностей используются числовые характеристики: R_a - среднее арифметическое отклонение профиля, вычислен-

ное по значениям абсолютных отклонений профиля для n выбранных точек профиля в пределах базовой длины l и Rz - высота неровностей профиля по десяти точкам в пределах l . Для большинства практических применений достаточно использования Ra и Rz .

В авиации и ракетостроении при изготовлении протяженных объектов нелинейной формы с размерами $L \gg l$ возникает проблема создания математической модели шероховатости, так как здесь необходим учет волнистости обрабатываемой поверхности. Принимая характерный размер (например, период повторения волн T) и полагая $T \gg L \gg l$, можно представить модель шероховатости в виде реализации нестационарного случайного процесса $\eta(l)$ с линейным трендом $\alpha_1(l) = kN$ в пределах l и постоянными дисперсией D и средним квадратическим отклонением $\sigma = \sqrt{D}$ в пределах L , где $k = \text{const}$ - коэффициент изменения номинального размера N или его первого начального момента $\alpha_1(l)$. Данная модель может позволить более обоснованно подойти к выбору параметров аналого-цифровых измерителей шероховатостей, входящих в информационно-измерительную систему контроля качества [2].

Ключевые слова: шероховатость, контроль качества.

Література:

1. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. Издательство стандартов, 1988.
2. Детлінг В.С., Зінченко В. П. Мірошніченко І.В. Аналіз і синтез систем вимірювання статистичних характеристик випадкових процесів. // Наукові Вісті НТУУ "КПІ": 2006

УДК 681.123

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Сігодзінський А.В., Корнева Ю.О., Нікітін О.К., Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Сипкі матеріали широко розповсюджені у всіх галузях виробництва. У сільському господарстві до них відносяться різні види зерна, насіння, гранульовані корма та ін.; в харчовій промисловості – зерно, крупа, цукор та ін.; в будівництві – пісок, щебінь та ін.; у вугільній, горській, паливній, металургійній промисловості – вугілля, руда, кокс, флюси та ін.

При проектуванні обладнання для технологічних процесів, в яких робочім середовищем виступають сипкі матеріали, виникають питання прогнозування параметрів процесу витоку таких матеріалів з різноманітних ємностей. Найчастіше в якості ємностей для збереження та тимчасового розміщення сипких матеріалів використовуються бункери, що мають циліндричну форму з конічним звуженням знизу. Тому увага авторів була спрямована на визначення витрат сипких матеріалів саме з таких бункерів та можливості використання бункеру з донним отвором в якості задатчика витрат.

Був розроблений і виготовлений металевий бункер, що має складову конструкцію. Верхня частина представляє собою циліндр, а нижня – зрізаний конус. Геометричні параметри бункеру, що впливають на характер витікання сипких матеріалів, це α – кут конуса і $d_{отв}$ – діаметр випускного отвору бункера.

Бункер висить на тензорезисторному перетворювачі ваги фірми НВМ модель НЛСВ1С3, розрахованому на навантаження 5000 Н, що з'єднаний з комп'ютером за допомогою вагового індикатору НВМ WE-2110. Це дає можливість відслідковувати витрати в поточний момент часу і сумарне значення маси сипкого матеріалу за весь період вимірів. В бункері можна змінювати радіус отвору, через який висипається сипкий матеріал, що дозволяє змінювати витрату.

Після проведення експериментальних досліджень були отримані значення масових витрат сипких матеріалів в залежності від діаметру отвору бункера, представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Масові витрати сипких матеріалів в залежності від діаметру отвору бункера

Діаметр отвору $d_{отв}$, мм	Масові витрати сипкої речовини Q_m , кг/с			
	Соя	Кукурудза	Овес	Пшениця
60	0,71397	0,6553	0,47863	0,86993
55	0,56657	0,50153	0,41573	0,69913
50	0,43577	0,3736	0,3296	0,55063
45	0,32797	0,27717	0,1994	0,40863
40	0,2242	0,199	0,14743	0,2913
30	0,0866	0,06934	0,05968	0,1179

Ключові слова: сипкий матеріал, діаметр отвору, масова витрата.

УДК 004.896:62(043.2)

ВИКОНАВЧІ МЕХАНІЗМИ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Пена Ю.В., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Виконавчі механізми мобільних роботів (МР) є тими засобами, за допомогою яких роботи пересуваються і змінюють форму свого тіла.

В МР кількість ступенів свободи не обов'язково збігається з кількістю виконуючих дію елементів. Розглянемо, наприклад, звичайний автомобіль: він може пересуватися вперед або назад, а також повертатися, що відповідає двом ступеням свободи. На відміну від цього кінематична конфігурація автомобіля є тривимірною – на відкритій плоскій поверхні можна легко перевести автомобіль в будь-яку точку з будь-якою орієнтацією. Таким чином, автомобіль має три ефективні ступеня свободи, але два керованих ступеня свободи.

В МР застосовується цілий ряд механізмів для переміщення в просторі, включаючи колеса, гусениці і ноги. Роботи з диференціальним приводом обладнані розташованими з двох сторін незалежно активізованими колесами

або гусеницями, як в армійському танку. Якщо колеса, що знаходяться з обох сторін, обертаються з однаковою швидкістю, то робот рухається по прямій. Якщо ж вони обертаються в протилежних напрямках, то робот повертається на місці. Альтернативний варіант полягає у використанні синхронного приводу, в якому кожне колесо може обертатися і повертатися навколо вертикальної осі. Застосування такої системи приводу цілком могло б призвести до хаотичного переміщення, якщо б не використовувалося таке обмеження, що всі пари коліс повертаються в одному напрямку і обертаються з однаковою швидкістю.

Ноги, на відміну від коліс, можуть використовуватися для пересування не по плоскій поверхні, а по місцевості, яка характеризується дуже грубим рельєфом. Тим не менше на плоских поверхнях ноги як засіб пересування значно поступаються колесам.

В МР інших типів для пересування використовуються інші, надзвичайно різноманітні механізми. В літальних апаратах зазвичай застосовуються пропелери або турбіни. Роботизовані дирижаблі тримаються в повітрі за рахунок теплових ефектів. В автономних підводних транспортних засобах часто використовуються рульові пристрої, подібні тим, які встановлюються на підводних човнах.

Повноцінний робот повинен також мати джерело енергії для приводу своїх виконавчих механізмів. Для пересування найчастіше використовуються електродвигуни; певну область застосування мають також пневматичні приводи, в яких використовується стиснений газ, і гідравлічні приводи, в яких використовується рідина під високим тиском.

Ключові слова: мобільний робот, ступінь свободи, привод, виконавчий механізм, переміщення.

УДК 531.383

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІБРАЦІЙНОГО ГРАВІМЕТРА

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

Велике значення при створенні та використанні будь-яких високоточних вимірювальних пристроїв є детальний аналіз їх динамічних характеристик з метою виявлення реакції на різного роду збурюючі фактори.

Звісно, що дія цих факторів буде відповідним чином відбиватися на вихідному сигналі гравіметра. І тут постає проблема виділення у вихідному сигналі корисної складової на фоні, як правило, значних по своєму значенню сигналів перешкод. Ця задача стає особливо актуальною при проведенні вимірювань на рухомій основі.

Об'єктом розгляду є однокільцевий роторний вібраційний гравіметр з динамічним настроюванням, призначений для роботи у складі гравіметричних систем на рухомій основі, зокрема авіаційних. Найбільш цікавим з практичної точ-

ки зору є аналіз динаміки гравіметра при одночасній дії як кутових так і лінійних швидкостей та прискорень.

Проведений аналіз динаміки роторного вібраційного гравіметра показує що під дією кутових та лінійних прискорень ротор отримує додаткове відхилення. При цьому частота і амплітуда цих прискорень відповідним чином позначається на вихідному сигналі. Найбільш несприятливим є той випадок, коли частота цих збурень близька або співпадає з частотою власних коливань гравіметра. Крім того, якщо частоти як лінійних, так і кутових збурень збігаються або кратні частоті обертання ротора, то це буде призводити до появи додаткової постійної складової відхилення ротора.

Для зменшення впливу подібного роду факторів ефективним є застосування високочастотної фільтрації та використання віброзахисних систем у місці встановлення датчика. У випадку коли є можливість оцінити параметри збурюючих прискорень, слід обирати кутову швидкість обертання ротора такою, щоб вібронавантаження у районі цих частот були мінімальні.

Зменшення величини цих похибок може бути здійснено також за рахунок оптимального вибору співвідношення маятниковості, частоти обертання та геометрії ротора. Остання дозволяє змінити співвідношення осьового та радіального моментів інерції ротора і зменшити амплітуду сигналу збурень.

Але тут треба враховувати те, що вказані параметри напряму зв'язані з основними метрологічними характеристиками гравіметра. Так зменшення маятниковості веде до зменшення передавального коефіцієнту і тим самим до зменшення чутливості. Суттєве зменшення частоти обертання ротора призведе до ускладнень по досягненню динамічного настроювання гравіметра.

Ключові слова: гравіметр, динамічні характеристики, похибки, оптимізація параметрів, обробка результатів вимірювань.

УДК 004.057.4

ОБ'ЄДНАНІ МІКРОСТРУКТУРИ ДЛЯ ПОБУДОВИ МІНІАТЮРНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

*Андрєєва О.В., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна*

При побудові автоматизованих вимірювальних комплексів, в яких вимоги до масо-габаритних характеристик компонентів є дуже вагомими, зазвичай використовують принцип децентралізування обробки інформації і керування пристроями, а саме:

- з мініатюрними датчиками працюють сигнальні процесори;
- з виконуючими пристроями (мікродвигунами, нагрівачами та іншими програмно-керованими пристроями) працюють мікроконтролери.

Розпочаті декілька років тому спроби додавання функцій сигнального процесора в структуру мікроконтролера (і взагалі, поєднання їх архітектур в одному корпусі) обіцяли надати певні переваги для їх використання.

Мікромодулі з об'єднаною архітектурою, крім потужної периферії, мають високошвидкісні інтерфейси для обміну інформацією у реальному часі. До них можна віднести PCI, USB-інтерфейси, паралельний відеоінтерфейс, канали прямого доступу до пам'яті, які забезпечують ядро сигнального процесора даними. Однак особливості режимів роботи, з точки зору вимог до енергоспоживання, ускладнювали їх застосування.

Саме тому, незважаючи на дуже вигідні масо-габаритні показники, їх втілення в життя пішло дуже повільно і невпевнено. При необхідності вирішення питань оптимізації енергоспоживання виникали серйозні проблеми, оскільки ядро сигнального процесора у режимі вимірювання досягає максимальної швидкодії лише при досить високому енергоспоживанні.

В останній час на ринку нових комп'ютерних технологій з'явилися удосконалені мікромодулі з об'єднаною архітектурою, в яких уведено третій спеціалізований контролер динамічного керування енергоспоживанням (Dinamic Power Management Controller). В залежності від режиму (вимірювання або керування) він організує перерозподіл енергоспоживання.

Саме тому, об'єднані мікроструктури (багатокришталіні модулі з доповненим контролером динамічного керування) мають перспективи їх активного використання при побудові мініатюрних автоматизованих вимірювальних комплексів: насамперед, медичного призначення, екологічного захисту середовища і енергозбереження.

Ключові слова: мікроконтролери, сигнальні процесори, автоматизація вимірювань.

УДК621.384.326

ПОРТАТИВНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ КОМФОРТУ НА БАЗІ ПРИСТРОЇВ MSC12XX

Андрєєва О.В., Нечай С.О., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Розглядається варіант побудови портативної системи для швидкісного контролю параметрів комфорту (температури, вологості, тиску, рівня вібрації та інше) в медичних та дитячих закладах, а також у інших закритих приміщеннях: наприклад, зимових садах, теплицях, складах харчової та фармацевтичної продукції.

Система, що побудована на базі пристрою MSC1211, має 8 аналогових входів та дозволяє вибирати один із наступних режимів контролю:

- режим допускового контролю при одноразових вимірюваннях;

- режим багатократних періодичних вимірювань для статистичної обробки даних (число відліків для однієї виборки $10^3 \dots 10^5$);
- режим прецизійних вимірювань;
- режим багатоканальної реєстрації с заданою частотою дискретизації по різним каналам (діапазон частот дискретизації $1 \dots 10^5$ Гц для безперервної виборки).

Для забезпечення цих режимів контролю в системі передбачене варіювання частоти дискретизації від частки Гц до сотень кГц та можливість збереження до сотень тисяч отриманих значень без передачі на інші пристрої збереження інформації. Завдяки автономному джерелу живлення система може працювати без підзарядки на протязі 10...15 годин з продуктивністю від 1 до 20 MIPS.

До складу системи входять:

- прецизійний блок збору та обробки даних;
- блок збереження результатів вимірювання;
- матричний графічний індикатор;
- інтерфейс для зв'язку з ПЕОМ.

Додатково система може бути обладнана звуковою та світловою індикацією, мати можливість підключати зовнішню пам'ять. Вага портативної системи контролю не перевищує 700 г .

Ключові слова: автоматизація вимірювань, мікроконтролер, прецизійний контроль.

УДК 621.3.08

ЛАЗЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Покидько Л.М., Національний авіаційний університет, м Київ, Україна

У багатьох галузях, включаючи автомобільну і авіакосмічну промисловість, необхідно здійснювати точні тривимірні вимірювання великогабаритних об'єктів. Все більшу популярність набуває спосіб вимірювання лазерними контрольно-вимірювальними машинами, які вперше з'явилися в кінці 1980-х років. Як впливає з її назви, контрольно-вимірювальна машина вимірює тривимірні координати шляхом направлення лазерного променя на відбиваючу ціль, що утримується в контакті з об'єктом вимірювання.

Промислові лазерні вимірювальні системи дозволяють проводити безконтактні вимірювання геометричних розмірів і форми сировини, заготовок, деталей і готової продукції в процесі виробництва безпосередньо на конвеєрі або на виробничій лінії з мікронною точністю.

Можливості сучасної координатно-вимірювальної і обчислювальної техніки дозволяють отримати при обмірі деталей координати тисяч точок. Однак аналіз результатів вимірювань за цим точкам нерідко виявляється як наявність надлишкової інформації, так і брак відомостей про важливих елементах геометрії виробу. Таке становище особливо характерно при проведенні обмірів

за допомогою лазерних систем, що викликано обмеженнями, пов'язаними з застосовуваними методами вимірювання та розрахунку.

Існуючі методи обробки результатів обміру поверхні мають свої області застосування, обмежені дією різних факторів, пов'язаних не тільки з властивостями вимірюваних поверхонь і засобів вимірювання, але і з рівнем залучення сучасних досягнень прикладної геометрії для комплексного вирішення завдань наскрізного проектування і контролю деталей.

Своя специфіка властива і обміру в процесі контролю деталей, що виготовляються, обмежених поверхнями складної форми. Більшість досліджень присвячено вирішенню задачі відновлення форми поверхонь, координати точок яких невідомі. При цьому поза увагою дослідників часто залишаються проблеми, що виникають при відновленні поверхонь за результатами обміру знову виготовлених деталей і їх заготовок.

Підвищення якості деталей і виробів машинобудування пов'язано з підвищенням точності вимірювання їх геометричних параметрів. На точність лазерних вимірювальних систем, які завойовують все більшу популярність як засобу активного і пасивного контролю, впливає нестабільність (флуктуації) інтенсивності лазерного випромінювання в часі, що може давати відповідні похибки вимірювань.

В позиційних лазерних вимірювальних систем реалізується прямий метод перетворення переміщень в електричний сигнал. Лазер формує промінь, енергетична вісь якого є базовою еталонної прямої, а фотоприймач встановлюється з оптичнопротилежної від апертури лазера сторони. При переміщенні по поверхні позиційно-чутливого фотоприймача плями від променя лазера відбувається зміна вихідних напруг на фотоприймачі, за якими визначають величину відхилення вимірюваної величини.

Одним з найважливіших параметрів, є діаметр зондуючого лазерного пучка. Можна припустити, що чим менше діаметр, тим вище точність вимірювань. Однак це справедливо лише для поверхні з ізотропною шорсткістю. Досить часто реальні поверхні мають фрактальний характер, тобто, містять вибоїни, сколки, раковини, задирки. У цьому випадку, як показали дослідження, оптимальний з точки зору точності вимірювань діаметр зондуючого пучка буде визначатися властивостями поверхні.

Ключові слова: лазерні контрольно-вимірювальні машини, поверхні складної форми, діаметр зондуючого променя, фрактальні поверхні.

УДК 681.121

ПЛАНУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Пирог Т.М., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Метою планування статистичного експерименту є зменшення числа випробувань, ідентифікувати потрібні параметри, зменшити вплив дестабілізуючих факторів на статистичну вибірку, а також визначити достовірність контролю. Результат спостереження завжди спотворюється похибками і завадами

При плануванні статистичного експерименту звертають увагу на наступні положення:

- кількість показників (параметрів), яка будуть характеризувати якість виробу, так як існують різні підходи для аналізу однопараметричного і багатопараметричного контролю;
- кількість експериментів, яка впливає на тривалість дослідження, а з іншої сторони на точність результатів вимірювання;
- методика статистичної обробки результатів вимірювань. Необхідно враховувати особливості даних, які будуть опрацьовуватись. Наприклад, циклічні данні, результати спостереження, які через визначений проміжок часу повторюються (циклічні, квазіперіодичні) слід аналізувати нелінійними методами, в протилежному

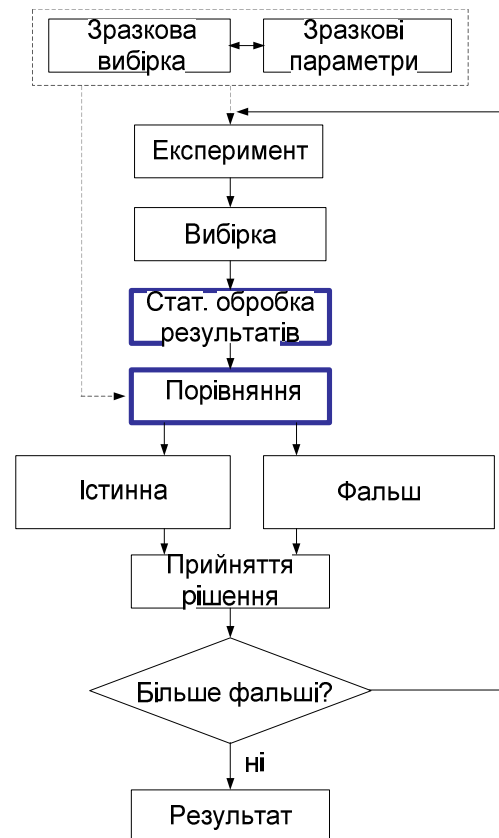


Рис.1. Блок-схема планування статистичного експерименту

випадку, існує ймовірність втратити істотні складові, і навпаки;

- отримання даних при однакових умовах (однакових зовнішніх факторах і т.д.)

Задачу допускного контролю можна розглядати як окремий випадок перевірки гіпотез. В загальному випадку ця задача формулюється наступним чином, за результатом експерименту необхідно прийняти рішення про достовірність або непридатність деякого припущення гіпотези H . Достовірність контролю повністю характеризується ймовірністю помилок – 1,2 родів. Задачею допускного контролю є знаходження оптимального правила прийняття рішення, яке забезпечує мінімальну величину середнього ризику:

$$Q = M[\mu] = \min,$$

де μ - величина втрат, при прийнятті рішення, $M[\bullet]$ - оператор розрахунку математичного очікування.

Ключові слова: статистичний експеримент, результат вимірювання, обробка даних, алгоритм, гіпотеза.

УДК 629.7.017.1.621.396.6

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ (PDM)

*Гераимчук М.Д., Хоменко А.В., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

PDM-система (Product Data Management) – это система, обеспечивающая управление всей инженерной информацией, которая накапливается в процессе технической подготовки производства изделия и его дальнейшего сопровождения. В качестве изделий могут использоваться объекты различной сложности: от радиоприемника или простейшего редуктора до самолета или атомного реактора.

PDM-системы решают задачи управления информацией об изделии (product information management — PIM); управления инженерными данными (engineering data management — EDM); управления техническими данными (technical data management — TDM) и информацией (technical information management — TIM) и электронным документооборотом (workflow).

Главное предназначение PDM-систем - управление информацией и облегчение доступа к данным об изделии на протяжении всего его жизненного цикла. Положительный эффект достигается благодаря возможности объединить все данные об изделии в единую логическую систему. В результате такого объединения все, кто принимает участие в разработке изделия, получают распределенный авторизованный доступ к проектной информации и управлению процессами проектирования.

PDM-система позволяет организовать на предприятии электронный архив технической и организационно-распорядительной документации, создавать структуру изделия и управлять ей, максимально автоматизировать поиск и просмотр документов, получать необходимые отчеты, управлять правами доступа и т.д. Одна из главных функций — взаимодействие между пользователями. Имея доступ в систему, можно обращаться к любой информации на всех стадиях разработки и реализации изделия.

Также с помощью PDM-систем можно создавать отчеты о конфигурации, маршрутах прохождения изделий, частях или деталях, составлять списки материалов. Все эти документы могут отображаться на экране монитора производственной или конструкторской системы из одной и той же БД.

При переводе работы предприятия под контроль PDM-систем сокращаются сроки разработки и внедрения изделия, уменьшается стоимость обработки информации.

Таким образом, с помощью PDM-систем осуществляется полный, централизованный и постоянный автоматизированный контроль за всей совокупностью

данных, описывающих как само изделие, так и процессы его конструирования, производства, эксплуатации и утилизации.

Ключевые слова: PDM-система, данные, информация, изделие, БД.

УДК 531.787.084.2

ДИНАМОМЕТРИЧНИЙ ДАТЧИК НА ОСНОВІ НВЧ РЕЗОНАТОРА

*Антоненко А.С., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Датчики, які перетворюють силу на цифровий код широко застосовуються в техніці, будівництві, на транспорті, в промисловості.

Функцію такого датчика може виконувати коаксіальний надвисокочастотний резонатор. Якщо такий резонатор виготовити з матеріалів, які мають певні пружні характеристики, його резонансна частота прямо залежить від величини прикладених сил. Якщо ці сили діятимуть вздовж осі датчика то циліндрична частина його стискається, що приводить до зміни зазору між дисковою частиною резонатора і центральним стержнем, закріплених на диску. Якщо не виходити за межі пружної деформації циліндричної частини, резонансна частота резонатора чітко залежить від розміру зазору.

В разі включення за допомогою коаксіального виводу резонатора в схему автогенератора, частота останнього повністю визначається резонансною частотою резонатора і може розглядатися як інформація про величину зусилля, що стискає резонатор. Діапазон вимірюваних зусиль залежить від площі поперечного перерізу циліндричної частини та характеристик матеріалу, з якого вона виготовлена. А це означає, що датчик може бути виготовлений, як на десятки тон, так і на набагато менші зусилля.

Для практичної реалізації розглянутого датчика необхідні такі електронні структурні функціональні вузли: власне автогенератор, наприклад транзисторний; частотомір; схема індикації, або кодер перетворення частоти в цифровий код.

Перенесення частоти генератора запропонованого датчика на частоту роботи згадуваних мікросхем можливе як за допомогою схеми з гетеродином, так і методом поділу частоти.

Безпосередньо біля датчика необхідно розташувати тільки елементи, що забезпечують роботу автогенератора. Вузли ж, що здійснюють обробку сигналу і індикацію величини зусилля, можуть розташовуватися на значній відстані. Високочастотний сигнал, частота якого відображає зусилля, передається до них коаксіальним кабелем.

Ключові слова: коаксіальний надвисокочастотний резонатор, вимірювання НВЧ частоти.

УДК.621.384.3

КОМП’ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ БЕЗПЕКИ ГАЗОВОЇ ЗАПРАВКИ АВТОМОБІЛЮ

*Андрєєва О.В., Александровський М.О., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Основними вимогами до системи безпеки автоматизованих газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС) є висока надійність роботи різноманітних датчиків, а також швидкодія і точність функціонування виконуючих пристроїв (дозаторів, наповнювачів тощо).

Деякі параметри у режимі заправки автомобіля мають контролюватися обов’язково (згідно норм безпеки по експлуатації АГНКС). Неконтрольованість цих параметрів може призвести до небажаних наслідків або навіть до розвитку техногенної катастрофи.

Комп’ютерні технології дозволяють забезпечити врахування набагато більшої кількості параметрів порівняно з обов’язковими і надати сучасним АГНКС можливість вибору більш прийняттого режиму обслуговування в залежності від ситуації (погодні умови, час доби та інше).

Більшість працюючих сьогодні АГНКС у режимі заправки автомобіля не здатні контролювати такі фактори, як:

- вимкнення двигуна та електроприладів;
- наявність пасажирів у салоні.

Автоматизація контролю саме цих факторів надає АГНКС більш високий рівень безпеки.

Запропонована комп’ютерна система контролю реалізується на мікросхемі родини ADuC8XX, а саме ADuC816 і забезпечує такі переваги:

- можливість роботи без втручання оператора (при цьому контроль наявності пасажирів у салоні здійснює модуль відеоспостереження та відеоаналізу, а контроль стану двигуна виконує блок акустичного вимірювання вібрацій);
- більш високий рівень інформативності сигналів застереження при порушенні правил поведінки на території АГНКС (завдяки звуковим і світловим виконуючим пристроям);
- значне скорочення часу обслуговування, що поліпшує пропускну здатність АГНКС.

Доцільно відмітити, що АГНКС із запропонованою комп’ютерною системою має можливість для подальшого удосконалення

Ключові слова: автоматизація вимірювань, мікроконвертори, безпека АЗС.

УДК 004.89

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

*Глоба Л.С., Терновой М.Ю., Штогрин Е.С., Национальный технический университет
Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

На сегодняшний день предприятиям для удовлетворения спроса потребителей и выпуска конкурентоспособной продукции необходимо регулярно обновлять перечень выпускаемой продукции. Сложности возникают при многономенклатурном мелкосерийном производстве, так как в сжатые сроки для разработки нового или модификации существующего изделия необходимо провести качественную конструкторско-технологическую подготовку производства. С целью быстрого перехода от выпуска одного изделия к другому необходимо повышать эффективность подготовки производства.

В свою очередь предприятия в своей работе используют большое количество информации необходимой для конструкторско-технологической подготовки производства, которая хранится в распределенных гетерогенных источниках. Для сокращения времени и трудозатрат при проектировании необходимо предоставить возможность получения консолидированной информации из этих источников сотрудникам, не обладающим специальными знаниями в области информационных технологий.

В работе рассматривается построение информационной системы, в которой информация из распределенных гетерогенных источников предприятия интегрируется на основе онтологии. Использование онтологии позволяет унифицировать разнородную информацию, создать единую иерархию понятий, унифицировать термины и правила интерпретации, улучшить общее понимание структуры информации, получить целостную структуру предметной области, повторно использовать знания о предметной области, и делать выводы на их основе. Так как онтология содержит не только словарь терминов, а и отношения между ними, то это позволяет улучшить поиск информации, производить анализ, классификацию и визуализацию данных. Также на основе онтологии возможна интеграция приложений пользователя. Построение такой информационной системы проектирования технологических процессов изготовления изделий на различных предприятиях (машиностроения, приборостроения и других), которая может настраиваться на его конкретную онтологическую модель данных, позволяет пользователям работать с гетерогенными источниками данных, используя единую терминологию, адаптировать средства проектирования под требования предприятия.

Ключевые слова: онтология, проектирование, информационная система.

УДК 621.867

КРОКОВИЙ ПРИВІД СЛІДКУЮЧОЇ СИСТЕМИ

*Дейнека Р.М., Козут Р.В., Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна*

У багатьох галузях техніки частот виникає потреба у автоматичному відслідкуванні переміщення матеріальних об'єктів, що часто є складною технічною задачею, оскільки їх швидкості можуть змінюватися у широких межах. Виконавчий елемент слідкуючого пристрою має електричний привід для здійснення повороту у напрямку переміщення об'єкта.

При використанні для приводу крокового двигуна кут повороту залежить від числа поданих імпульсів струму, що дозволяє керувати ним без зворотного зв'язку, що спрощує процес керування.

Однак, швидкість руху реальних фізичних об'єктів є досить стабільною і рівномірною через їх інерційність, тоді як привід системи кроковим двигуном дає дискретне переміщення. Це приводить до виникнення похибки позиціонування пристрою.

1. Похибка статичного режиму крокового переміщення визначається нелінійною залежністю кута повороту крокового двигуна від часу. Якщо період імпульсів набагато більший за час виконання одного кроку, то $\Delta\varphi = \frac{\varphi_0}{2i}$, де φ_0 - кутовий крок двигуна; i - коефіцієнт передачі механізму.

2. Похибка від коливань у найпростішому випадку 2-х масової коливної системи визначається з частотного розв'язку рівняння руху відносно швидкості

$$\Omega_1 = \frac{\Omega_2}{i} \sqrt{\frac{c_\varphi^2 + k_\varphi^2 \omega^2}{(c_\varphi - I_1 \omega^2)^2 + k_\varphi^2 \omega^2}}$$

де I_1 - момент інерції поворотного пристрою; c_φ - приведена кутова жорсткість механізму; k_φ - приведене кутове демпфування механізму; $\omega = 2\pi f$ - циклічна частота вимушених коливань; Ω_1 - амплітуда кутової швидкості виконавчого пристрою; Ω_2 - амплітуда коливань швидкості крокового двигуна.

Поряд з простотою керування, широким діапазоном швидкостей і можливістю комп'ютерного керування кроковий привід має нестабільну швидкість обертання, що накладає деякі обмеження на його застосування. В окремих випадках похибки від коливань мінімізуються інерційністю механічної передачі та рухомого пристрою, великим передавальним відношенням і значним демпфуванням у зубчастих парах

Ключові слова: позиціонування, привід, стабільність, похибка, інерційність.

УДК 681 833 2 (045)

АКУСТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ЦЕЛОСТНОСТИ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дубинец В. И., Черняев А. А., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Большинство методов контроля прочности бетона при изготовлении конструкций относятся к механическим, требующих градуировочные характеристики, что делает эти методы достаточно трудоемкими. Отсутствие таковых увеличивает погрешность оценки прочности бетона до 50%, что явно недостаточно для оценки несущей способности конструкции и диагностики их состояния. Ультразвуковой метод контроля имеет ряд существенных преимуществ: контроль прочности при любом положении конструкции по всему объему и в любой точке, простота и высокая производительность.

Суть метода состоит в ударном тестовом воздействии на конструкцию с дальнейшим компьютерным анализом возникающих колебаний. Базу данных составляют колебания (отклик) полученные на новых конструкциях, без дефектов. Для проведения испытаний используют источник акустических колебаний ударного типа массой 800 г, диктофон и компьютер.

Анализ полученных амплитудно-временных характеристик сигналов позволяет утверждать, что у нормальных конструкций отклик носит характер затухающих колебаний, у дефектных характерным является наличие биений, то есть повторных нарастаний амплитуды колебаний после их почти полного затухания. Для проведения экспериментальных исследований была разработана плата на микроконтроллере Atmel с помощью которой снимались осциллограммы акустического сигнала и через USB-порт передавались на ПК, выполненного на базе ноутбука Asus. Плата позволяла передавать сигнал со скоростью до 2 Мб/с, что давало возможность снимать 16 разрядный сигнал с частотой до 125 кГц. В качестве первичного преобразователя использовался пьезоэлектрический датчик.

В результате исследований установлено, что отклики дефектных конструкций существенно отличаются от откликов конструкций без повреждений, а частота колебаний последних выше, чем у конструкций с трещинами.

Полная расшифровка сигналов производится на ПК с использованием специального программного обеспечения, позволяющего провести анализ спектра частот собственных колебаний в диапазоне от 0 до 125 кГц в следующем объеме: 1) определение распределения энергии в спектре; 2) оценка амплитуды и коэффициента затухания каждой из расчетных частот в рассматриваемом спектре с разрешением 0,5 Гц.

Анализ и дальнейшая математическая обработка амплитудно-временных характеристик сигнала дефектных и нормальных конструкций позволяют установить, что коэффициент передачи бездефектных конструкций выше чем дефектных и сформулировать критерий нахождения дефектов конструкции.

Данный метод требует проведения дополнительных исследований, с целью уточнения влияния влажности бетона, типа грунта, внешних условий на погрешность измерений.

Ключевые слова: акустический способ, ультразвуковой метод, диагностика.

УДК 621.3.084

РАЗВИТИЕ ДАТЧИКОПРИБОРОСТРОЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

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

Эволюция развития датчикоприборостроения проходит этапы от монофункциональных до многофункциональных, беспроводных и энергонезависимых. Физические принципы преобразования электрических и неэлектрических величин, наиболее эффективно реализуемые на базе критических, микро-, наноэлектронных и других технологий, новых конструкционных и функциональных материалов (сплавы с памятью формы, композитные структуры, синтетические алмазы и алмазные пленки, нанокompозиты, широкозонные полупроводники и т.д.), создание на их базе датчиков нового поколения – МЭМС и НЭМС требуют 10-25-летний цикл от начала работ до полной коммерциализации. В датчиках являющихся составной и определяющей частью МЭМС необходимо учитывать не только физику твердого тела, но также микромеханику, сопротивление материалов, аэродинамику и т.д. Датчикопреобразующая аппаратура созданная на основе последних достижений микро- и наноэлектроники, микромеханики, волоконной оптики, современных высокочувствительных пьезоматериалов и информационных технологий требуют коренного технического перевооружения научно-технической, производственно-технологической и испытательно-метрологической базы датчикоприборостроения.

Развитие датчикоприборостроения возможно лишь при внедрении высоких технологий проектирования, развития и совершенствования критических технологий производства и испытаний при интеллектуализации создаваемых средств измерений. Эта зависимость увеличится в связи с потребностью в получении больших объемов высоконадежной и качественной информации и развитием технологии создания датчиков в направлении их функциональных возможностей. Отечественная промышленность прекратила производство ряда конструкционных и функциональных материалов приборостроения, отдельных электронных и электротехнических компонентов, некоторых видов испытательного и метрологического оборудования, что может привести к необратимым негативным последствиям для промышленности.

На основании анализа информации ведущих зарубежных фирм рассматриваются тенденции развития, исследований, разработок, производства и сбыта датчиков.

Ключевые слова: датчикоприборостроение, датчикопреобразующая аппаратура, МЭМС.

УДК 621.3.044:536.53

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ ОБРОБКИ КРИВОЇ ОХОЛОДЖЕННЯ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЯ ЯКОСТІ РОЗПЛАВІВ НА ОСНОВІ КТА

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

Характерною особливістю комп'ютерного термічного аналізу є використання, так званих, “часових рядів”, тобто даних у вигляді дискретного числового ряду. Математичні перетворення в цьому випадку виконуються за допомогою числових методів, які мають деякі особливості, що не притаманні методам класичної математики.

Числове диференціювання кривих охолодження дає можливість виявити температурні точки, що характеризують кінетику фазового перетворення. Але відомо, що числове диференціювання є операцією дуже нестійкою і, при цьому, можна отримати безглузді результати. Це, в першу чергу, пов'язано з існуванням більш або менш сильного шуму, який модулює експериментальні данні. Наприклад, у виробничих умовах ливарних цехів індукційні і дугові печі є потужними енерго споживачами. Вони аперіодично переключаються і створюють електромагнітні перешкоди, що впливають на слабкий термоелектричний сигнал. Якщо такий сигнал чисельно продиференціювати, то шумова компонента різко зростає, маскуючи, при цьому, дійсну залежність.

Для боротьби із зростанням шумової компоненти експериментальних даних, підвищення точності аналізу якості і надійності прогнозу властивостей металу запропоновано цифровий фільтр. Його виконано з кінцевою імпульсною характеристикою і віконною функцією, яка оптимально вибирається для кожного сплаву. За основу методу первинної фільтрації термограми прийнятий метод "Тьюки 53Х". Суть його полягає в тому, що по вихідній послідовності часового ряду термограми T_i , будується часовий ряд з медіан по п'ятьох точках T'_i , узятих зі зрушенням по термограмі вправо на одну точку. Тут i - номер відліку. Потім послідовність T'_i піддається такій же процедурі, але медіани розраховують по трьох точках. В результаті формується часовий ряд другого порядку T''_i . Остаточна процедура полягає в згладжуванні медіан другого порядку цифровим фільтром і формуванні вихідної послідовності T'''_i . Як показує досвід задовільні результати дає фільтр Хеннінга з ваговою функцією в три точки.

При цьому метод має високу надійність відсіювання збійних значень, просту обробку даних і високу швидкодію. Однак, смуга пропускання цього фільтра іноді буває ширше спектра кривої охолодження, що згладжується. Тому для підвищення ефективності фільтру запропоновано використовувати віконну функцію Кайзера-Бесселя, яка дозволяє регулювати форму частотної характеристики і має високу (до 82 дБ) ступінь зменшення перешкоди.

Ключові слова: первинний перетворювач, вимірювання, температура.

УДК 621:620.1.05(31)

ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ БІОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ФІКСАЦІЇ ПЕРЕЛОМІВ КІНЦІВОК ЛЮДИНИ

*Шидловський М.С., Шпак Д.Ю., Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

Розробка та удосконалення систем, що застосовуються для фіксації переломів кісток опорно-рухового апарату людини, потребує проведення досліджень надійності зазначених систем. Окрім клінічних показників, системи фіксації переломів (СФП) повинні мати певні механічні характеристики, такі як достатня жорсткість та стабільність при довготривалому лікуванні, що може супроводжуватися циклічними навантаженнями.

Для експериментального дослідження деформаційних властивостей СФП розроблено універсальну вимірювальну систему на базі випробувальної машини TIRA-test. Препарати випробували при одноразовому та циклічному навантаженні на стиск, згин та кручення.

Визначення переміщень точок кісток та СФП під навантаженням проводили за допомогою фото- та відеозйомки препаратів з розміщеними реперними точками (загострені вільні кінці сталевих шпиль). За результатами вимірювання переміщень окремих точок препарату розраховували величини їх взаємних зміщень. Спеціальна комп'ютерна програма здійснювала циклічне навантаження та розвантаження між двома заданими значеннями сили при кількості циклів до 50.

Пружні властивості досліджених препаратів можуть бути схарактеризовані коефіцієнтами жорсткості $C = P_{\max} / \Delta_p$ та податливостями $\delta = 1 / C$, де $P_{\max}$ - максимальне навантаження, виміряне за діаграмою деформування; Δ_p - деформація, що відповідає $P_{\max}$.

Процеси деформування непошкоджених кісток та СФП під дією циклічних навантажень супроводжуються розвитком залишкових ("затриманих") деформацій. "Затримані" деформації на i -му циклі у порівнянні з деформацією, що виникла після одноразового навантаження, розраховували за формулою $\Delta_{i3} = \Delta_i - \Delta_1$.

Для проведення аналізу закономірностей накопичення деформацій в неушкодженій великогомілкової кістці та в системі "кістка - СФП" розраховані величини цих деформацій по відношенню до максимального за цикл навантаження $P_{\max}$ (питомі затримані деформації) $\delta_{i3} = \Delta_{i3} / P_{\max}$.

Спостерігається значне збільшення "затриманих" деформацій у препараті з СФП у порівнянні з непошкодженою кісткою при всіх досліджених видах напруженого стану. Деформації при згині та крученні значно перевищують деформації, що виміряні при компресійних навантаженнях.

Ключові слова: біомеханіка, остеосинтез, деформування, травматологія, кімцівки, переломи.