

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

УДК 378.018.43

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ ВИЩОЇ
КВАЛІФІКАЦІЇ В ОБЛАСТІ МІКРОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ,
НАНОТЕХНОЛОГІЙ, СХЕМОТЕХНІКИ

Гераїмчук І.М., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Наші випускники у більшості випадків не готові до постійної **творчої, наукової та дослідницької** діяльності, яка переходить в конструкторську, а саме це фактично вимагається від робітників у сучасній виробничій фірмі.

У японських фірмах прийнято, що за шість місяців новий товар проходить від стадії нової ідеї до заводського випуску. Широко відомо, наприклад, що для розробки моделі нового водного пилососу фірмою було досліджено більше тисячі варіантів. Тільки співробітники “Nissan”, як відомо, за один рік вносять більше десяти тисяч пропозицій.

І так взагалі в усьому передовому секторі. У більшості випадків на ядро сучасної корпорації випадає в основному ТВОРЧА, дослідницька робота. Коли фірма Honda змагалася с фірмою Yamaha за ринок мопедів та мотоциклів, то, як писав Акіо Моріта, Honda кожен тиждень випускала нові моделі, і Yamaha не витримала. Зрозуміло, що випускати кожен тиждень модель це вже більше, чим навіть творчість та конструювання. Тобто фактично виробничий труд міняє своє наповнення. Як пишуть дослідники, в Японії у всесвітньо відомі фірми «робітників» беруть тільки з вищою освітою або чимось видатних. Будь який новий прибутковий товар – це науковий або творчий прорив.

Можна відмітити, що сучасна передова фірма – це науково-дослідницьке та науково-конструкторське творче ядро, яке веде масову творчу, наукову, дослідницьку та конструкторську діяльність. Щось на кшталт наших КБ Туполева, Корольова чи Мікояна, де кожен робітник - конструктор.

Іншими словами – сучасний труд, сучасна праця, - це **творча, наукова, дослідницька та конструкторська** діяльність, вона є постійною, саме це зараз вимагається. Чи багато випускників мають ці вміння?

В японських фірмах нового робітника «натаскують» на це вже в процесі роботи на фірмі – відомо ж, що японський робітник на фірмі вчиться не менше, чим в університеті, та проходить перенавчання кожні п’ять-шість років. Але для нашої реальності, де ще ніяких високотехнологічних фірм фактично не існує, щоб створити таку фірму, вони повинні вміти робити це самі. Інакше в них не буде навіть можливості перевершити японські чи західні фірми, де

творчі та наукові традиції відшліфовані десятками років. Як відомо, навіть школа в Японії з її 24 барвами красок, культом краси, культом майстерності, японським культом самовдосконалення, культом Майстра і т.д. націлена на підготовку до майбутнього вироблення майстерності, постійному вдосконаленню речей і взагалі творчості.

На нашу думку, підготовка спеціалістів вищої кваліфікації в будь якій області повинна включати навчання творчості (зокрема творчій психотехніці і т.д.), а також науковій та дослідній роботі як елементу постійної майбутньої праці. На кшталт праці письменника, де творчість - постійний елемент праці, чи конструктора літаків, для сучасного випускника творчість та наукова і дослідницька діяльність - просто елемент його майбутньої праці. Деякою мірою наше відставання (як країни) пов'язане з тим, що в нас ще не всі зрозуміли, що творчість та наукова і дослідницька праця стали звичайними елементами повсякденної праці робітника. А у нас ще не тільки не готують це на високопрофесійному рівні, а й навіть часто не усвідомлюють зміну парадигми вмінь спеціаліста вищої кваліфікації. Творчості не так легко, звичайно, навчити, як вмінню відтворювати явище в умі, вмінню відтворювати модель явища в умі, динамічній уяві в умі. Але, погодьтеся, студент, який вміє проспостерігати (відтворити картину в уяві), сформувані і виносити в уяві будь яку картину з усіма деталями, як і студент, який може відтворити в уяві будь яку мелодію, виносити або сконструювати в уяві мелодію з більшою легкістю стане художником або композитором, чим той, хто цього не вміє. Особливо, якщо він буде мати вироблені навички творчого мислення, виношування твору і т.д.

Перехід навчання у вищих навчальних закладах до нових креативних методів з елементами виконуваних досліджень, дозволить вирішити задачу підготовки висококваліфікованих спеціалістів на сучасному рівні. Творчість, творче мислення, постійне самонавчання і вміння вчитися, наукова діяльність – потрібно зрозуміти, що це все стає особливістю постійної сучасної роботи. Вже не окремі вчені, а поширення цих якостей щонайбільше. Будь яка вітчизняна фірма поки це не організує – прогорить чи програє японцям та іншим.

Сучасний труд у фірмі (Honda, Yamaha, Microsoft, Google) – це постійна творчість та наукова робота на кшталт старих КБ. Інша парадигма роботи, інша парадигма підготовки спеціалістів.

У даному докладі розглядається нова парадигма навчання у вищих навчальних закладах на основі використання творчих методів, яка основана на досвіді педагогічних шкіл Гальперина, Бадмаєва та інш. Проаналізовано сучасні навчальні методи та розглянуто «теорію стовідсоткового навчання» і отримання знань особистістю, сформульовано висновок, якою ж має бути навчальна система з точки зору сучасного знання і підготовки висококваліфікованих спеціалістів у будь якій області – мікромініатюризації компонентів, у нанотехнологіях, у програмуванні і т.д.

Ключові слова: творчість, нові методи навчання.

УДК 681.5

МОДЕЛЮВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ТІНІ СЕКТОРА КОДОВОГО ДИСКУ ОПТОЕЛЕКТРОННОГО ДАТЧИКА КУТА

*Чайковський А. В., Паламар М.І., Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна*

Вступ. Кутове положення диска оптоелектронного датчика кута визначається шляхом аналізу зображення кодової послідовності, що проектується на однорядкову фотоматрицю, розміщену вздовж хорди диска. Щоб визначити положення осі з точністю $19''$ (16-біт на оберт) для диска радіусом 23.5 мм слід мати інформацію про положення тіні сектора з точністю 2.25 мкм. Крок пікселів поширених матриць перевищує вказане значення. Наприклад, крок пікселів фотоматриці TSL1401 становить 63.5 мкм, що в 28 раз більше за бажану роздільну здатність визначення положення тіні. Використовуючи інформацію про рівень освітленості можна визначити положення межі тіні із точністю часток пікселя. Для точного визначення положення тіні важливо встановити розподіл освітленості у перехідній зоні між світлими та темними смугами.

Моделювання тіні. Для визначення форми тіні, за допомогою теоретичної фотометрії була розрахована освітленість фотоматриці, що формується кодовим диском та освітлювачем скінченних розмірів. Освітлювач (кристал напівпровідникового діода в прозорому корпусі), моделювався двома співвісними прямокутниками, що випромінюють за законом Ламберта. Модель побудована на основі законів геометричної оптики, та враховує заломлення променів в матеріалі корпусу фотоматриці. В результаті розрахунку було встановлено, що розподіл освітленості в перехідній зоні має форму ламаної. Різні кути нахилу зони напівтіні відповідають ділянкам освітленим кристалом та корпусом світлодіода.

Для підтвердження адекватності побудованої моделі за допомогою двовимірної CCD-матриці були отримані розподіли світлового поля в зоні напівтіні сектора кодового диска. Як на експериментальних так і на розрахованих (теоретичних) графіках, в перехідній зоні, присутні ділянки із різкою та плавною зміною освітленості. Однак, на відміну від теоретичного, на експериментальному графіку можна спостерігати зону, із нелінійною залежністю освітленості від координати. Цю розбіжність можна пояснити спрощенням структури освітлювача, що було допущене при моделюванні.

Висновки. Розподіл освітленості в зоні напівтіні може бути апроксимований ламаною форма якої визначається розмірами кристалу, корпусу світлодіода та його розміщенням. Різкість тіней можна підняти, використавши діафрагму, що відсіче паразитний світловий потік та дозволить точніше визначати положення кодового диска. Результати можуть бути використані для підвищення точності алгоритмів вимірювання кутів.

Ключові слова: оптоелектронний датчик кута, кодовий диск.

УДК 681.121

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ СИСТЕМ ТА МЕТОДІВ МОНТЕ-КАРЛО ДО ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ ПРИ СУМІСНИХ ВИМІРЮВАННЯХ

Чеховський С.А., Белей С.М., Третьяк О.Ю., Хомин О.З., Івано-Франківський національний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

При проведенні сумісних вимірювань одного і того ж фізичного параметра засобами вимірювальної техніки (ЗВТ) з різними технічними і метрологічними характеристиками, гостро постає питання оцінки сумарної точності таких вимірювань. Різні види розподілу похибок, а також різні зачення параметрів цих розподілів вже давно вийшли за межі поняття «клас точності». На даний момент саме концепція невизначеності дозволяє оперувати вищевказаними поняттями для оцінки метрологічних характеристик ЗВТ.

Група методів Монте-Карло дозволяє моделювати випадкові величини з потрібною формою та параметрами розподілу з високою відповідністю до реальних даних. Для моделювання, наприклад, нормального закону розподілу існують такі широковідомі алгоритми як метод полярних координат або метод «прямокутника-клина-хвоста»[1].

В загальному нам потрібно змоделювати дію вхідних величин з наперед відомим діапазоном та математичним сподіванням, як випадкових. Отримуються вищевказані параметри з статистичних даних по замірним дільницям. Значення похибок, що виникають внаслідок вимірювання, легко моделюються за допомогою вищевказаних алгоритмів. Це дає нам можливість оцінити точність вимірювання сумарної фізичної величини.

Вхідним параметром для вищевказаних та інших подібних алгоритмів є випадкова, або псевдовипадкова величина з рівномірним розподілом в межах від 0 до 1 включно. Існують різноманітні методи моделювання даної випадкової величини, зокрема найпоширенішим є лінійний конгруентний метод. Проте через недостатню величину циклу ці методи не рекомендується використовувати при використанні методів Монте-Карло з високим розрешенням. В таких випадках рекомендується скористатись апаратними давачами випадкових величин.[1]

Ключові слова: система, модель, витрата, метрологія, вимірювання.

Література

1. Д.Кнут. Искусство программирования. Том 2. – 1998.

УДК 681.5

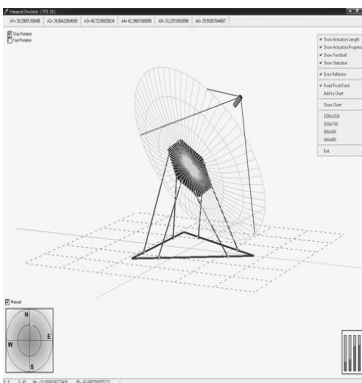
МОДЕЛЮВАННЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИСТРОЮ АНТЕНИ НА ОСНОВІ КІНЕМАТИЧНОГО МЕХАНІЗМУ НЕХАРПД

Паламар М.І., Пастернак Ю.В., Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Вступ. Широке впровадження технологій дистанційного зондування Землі

(ДЗЗ), вдосконалення методик і алгоритмів тематичної обробки інформації ДЗЗ можливе при розвинутій інфраструктурі наземних антенних станцій (АС) прийому інформації ДЗЗ, що забезпечують оперативний доступ до даних з космічних апаратів (КА). При створенні АС, недоліком класичних 2х-осьових, або модифікованих 3х-осьових АС є складність і високі вимоги до точності обертових механізмів наведення антен великого діаметру, що приводить до громіздкості і великої вартості таких АС. Як альтернативний варіант класичним механізмам наведення АС запропонована конструкція з іншим типом опорно-поворотного пристрою (ОПП) на основі схеми Нехарод.

Особливості конструкції ОПП. Гексапод являє собою кінематичний механізм, що забезпечує рух в 3-хмірному просторі за рахунок зміни довжини 6-ти стержнів (актуаторів), закріплених до 2-х платформ. Кінці стержнів, які можуть змінювати свої розміри, зафіксовані попарно з'єднаннями карданного типу на рухомій платформі, до якої кріпиться рефлектор антени. Кінці стержнів формують трикутники, а конструкція утворює піраміду. Керовані електроприводи регулюють зміну довжин стержнів по потрібному закону. Така конструкція ОПП має 6 степенів вільності, що дозволяє наводити рефлектор антени на будь-які кути з високою точністю. ОПП такої конструкції має ряд переваг порівняно з класичними:



- простота конструкції, висока жорсткість, легкий доступ до механічних вузлів антени, відсутність скручування кабелів;
- Відсутні «мертві» зони при супроводі КА;
- немає обмеження кутів повороту по азимуту;
- невелика швидкість руху приводів для любых траєкторій КА;
- Висока точність відпрацювання наведення;
- Придатність до роботи в складних умовах;
- Відносно низька вартість.

Основним недоліком такого ОПП є складність алгоритмів керування рухом 6 актуаторів, а також певні обмеження по низьких кутах нахилу.

Розроблено алгоритм і програму імітаційного моделювання ОПП, яка розраховує положення і швидкості руху кожного з шести актуаторів для відпрацювання заданої траєкторії в координатах азимут-кут місця.

При розрахунках використовуються алгоритми переносу і обертання системи координат в просторі (афінні

перетворення).

Висновок. Результати моделювання дозволяють визначити оптимальні параметри конструкції ОПП, алгоритми роботи і параметри системи керування актуаторами для відпрацювання заданих траєкторій супроводу КА.

Ключові слова: моделювання, рефлектор антени, гексапод.

УДК 681.128.82

ЗАСТОСУВАННЯ СИГНАЛЬНИХ РЕФЛЕКТОРІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ РОЗДІЛУ ФАЗ В РІДИНАХ

Мельничук С.І., Кокоць Р.В., Івано-Франківський ПВНЗ „Галицька академія”, м. Івано-Франківськ, Україна

Сучасні засоби вимірювання рівня розділу фаз в рідинах ґрунтуються на контактних методах (візуальні, гідростатичні, механічні, емнісні), оскільки безконтактні методи (ультразвукові) не дозволяють вимірювати рівень розділу фаз в рідинах.

Одним із варіантів вирішення цієї задачі, при реалізації безконтактного методу, є застосування сигнального рефлектора – фазорозділювача [Заявка на патент № а200911894 дата подання 20.11.2009 року], що забезпечує високий коефіцієнт відбивання вимірювальних сигналів (ВС).

Сигнальний рефлектор розташовується на лінії розділу фаз контрольованих рідин і забезпечує ефективне відлуння, що дозволяє визначити рівень розділу рідин, величина якого буде пропорційна величині зміни часових інтервалів між

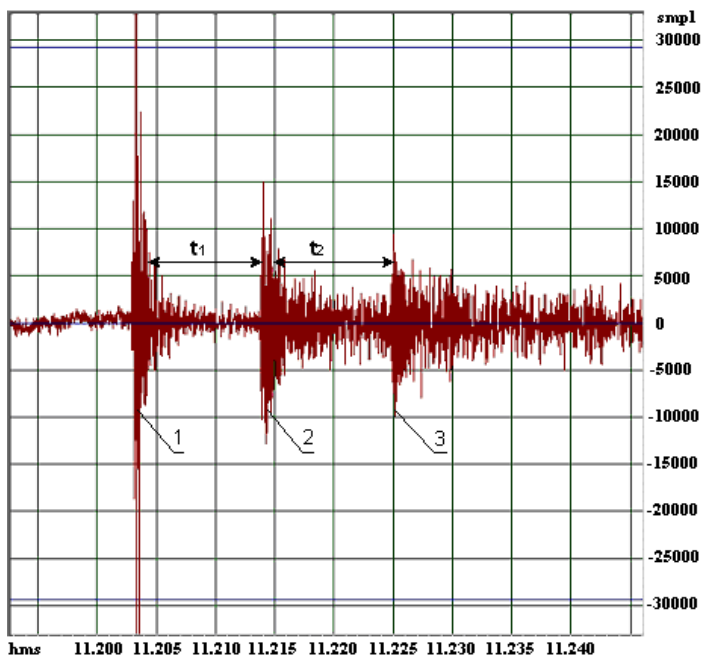


Рис. 1 Часова діаграма поширення ВС

посилкою ВС та отриманими відлуннями відбитого від поверхні рідини та поверхні рефлектора – фазорозділювача сигналу. Часова діаграма поширення ВС наведена на рис.1. Поширюючись замірною ділянкою ВС 1 фіксується реєстратором, після чого досягає поверхні середовища і формує перше відлуння 2, яке через проміжок часу t_1 також фіксується реєстратором, далі частково послаблений акустичний імпульс проходить через верхню фазу середовища і досягає поверхні сигнального рефлектора – фазо-розділювача, який забезпечує його відбивання, формування наступного відлуння 3, яке через t_2 знову фіксується реєстратором. Далі проводиться ідентифікація ВС і фіксація часових інтервалів між ними, що дозволяє отримати значення рівня рідини та положення границі розділу рідин з різною густиною.

Ключові слова: рівень, границя розділу рідин, сигнальний рефлектор – фазорозділювач.

УДК 681.121.04

ПРОЕКТУВАННЯ ЗАМІРНИХ ДІЛЬНИЦЬ ВУЗЛІВ ОБЛІКУ ГАЗУ НА ОСНОВІ ВИРОВОГО ЕНТРОПІЙНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Рудак С.М., Мельничук С.І., ПВНЗ «Галицька академія», м. Івано-Франківськ, Україна

Формування класичної схеми трубопроводної об'язки замірних діляниць вузлів обліку газу на основі вихрового ентропійного перетворювача, виходячи з уже існуючих, основаних переважно на витратомірах змінного перепаду тиску, що реалізовані на об'єктах ВАТ «Укрнафта», характеризуються набором місцевих опорів: колін, груп колін, засувок, кранів, трійників, заглушених трійників і т.д., вплив яких на певних довжинах прямолінійних ділянок L трубопроводів зумовлює появу додаткових (переважно гармонійних) складових шумового сигналу, що спотворює вимірювальну інформацію.

Для мінімізації такого впливу проведено низку експериментальних досліджень з використанням вимірювального перетворювача з турбулізатором конусної форми, при яких відстань від місцевого опору до замірної ділянки за потоком газу обиралась дискретно (із закругленням до більшого цілого кратного $5D$) на основі послідовного поділу відрізка навпіл, що дозволило сформувати множину довжин $L = \{100D, 50D, 25D, 15D\}$. Для максимізації неконтрольованих збурень обрано місцевий опір невизначеного типу, в склад якого увійшли коліна, заглушений трійник і кран. Вимірювання проведено у лабораторних умовах при температурі вимірюваного середовища $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$, робочому тиску 114,0 мм водяного стовпа, середовище – повітря, на базі стаціонарної дзвонової установки ІВФ «Темпо» (м. Івано-Франківськ), границі основної відносної похибки якої $\pm 0,13\%$, з рівномірним кроком в діапазоні витрат вимірювального середовища від 0 до $10 \text{ м}^3/\text{год}$, та вибірок розміром n (від 4096 до 44100 відліків), за якими обчислювались оцінки ентропії \hat{H}_i (рис. 1а) та СКВ (рис. 1б).

В результаті досліджень встановлено, що адекватність вимірювання витрати газу, незалежно від наявності місцевого опору, забезпечується проектуванням прямолінійної ділянки трубопроводу до перетворювача $L \geq 25D$.

Ключові слова: витрата, перетворювач, оцінки ентропії, замірна діляниця.

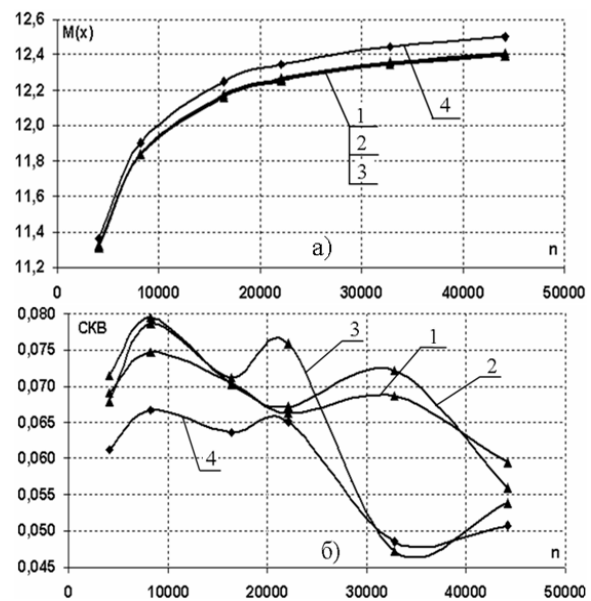


Рис. 1. Математичні сподівання \hat{H}_i а) та СКВ б) фрагментів сигналів для витрати середовища $3,93 \text{ м}^3/\text{год}$ при довжинах прямих ділянок трубопроводів
1 – 100D; 2 – 50D; 3 – 25D; 4 – 15D

УДК 22.343

ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

¹⁾Гераїмчук М.Д., ²⁾Неводовський П.В., ³⁾Куреньов Ю.П., ¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, ²⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м. Київ, Україна, ³⁾Інститут землевпорядкування та інформаційних технологій при НАУ, м. Київ, Україна

Поляризаційні методи вимірювання фізичних величин в різних галузях застосування частіше всього базуються на вимірюванні кута повороту площини поляризації лінійно-поляризаційного випромінювання (ЛПВ), якщо дослідження проводять в лінійно-поляризованому випромінюванні, або азимуту великої осі еліпса поляризації, різниці фаз між ортогональними складовими еліптично-поляризованого випромінювання (ЕПВ) і еліптичності, якщо дослідження проводять в ЕПВ.

Прилади першої групи, що працюють в ЛПВ і базуються на вимірюванні кута повороту вектора ЛПВ, відносяться до поляриметрів, сахариметрів, спектрополяриметрів.

Прилади другої групи, що працюють в ЕПВ і базуються на вимірюванні еліптичних параметрів випромінювання (азимута великої осі еліпса поляризації χ , різниці фаз між ортогональними складовими δ , і еліптичності $tg\gamma$), відносяться до еліпсометрів.

Метод еліпсометрії значно складніший за метод поляриметрії і тому має більш обмежене застосування.

Найбільш широке застосування поляризаційних методів спостерігається при вимірюванні довжини (товщини), куту повороту і напруги у матеріалі, що виникає при деформаціях. За кутом повороту площини поляризації контролюють кути скручування конструкцій, аналізують речовини (тверді, рідкі, аерозолі та інш.) і т. п.

Метод еліпсометрії застосовується у вимірах товщин тонких плівок, при дослідженні шерохватих і матових поверхонь та при вимірах параметрів тонких діелектричних плівок.

Поляризаційні параметри: кут χ , фазовий зсув δ , еліптичність $tg\gamma$ є аргументами шуканих фізичних величин, між якими існують в явних або неявних видах той чи інший функціональний зв'язок типу:

$$t = f(\chi, \delta, tg\gamma)$$

$$n = \varphi(\chi, \delta, tg\gamma)$$

$$\dots\dots\dots$$

$$c = \Psi(\chi, \delta, tg\gamma)$$

де t, n, N, \dots - шукані величини, наприклад товщина плівки, показник оптичного заломлення, концентрація та інші.

Застосування еліпсометричного та поляризаційного методів в усьому світі набувають нового розвитку. Підставою для цього є глибока фундаментальна

база цього методу, яка була створена за двохсотрічну історію і особливо за останні п'ять десятиріч минулого століття. Але раніш розвиток досліджень методом еліпсометрії стримувався застосуванням складного і громіздкого математичного апарату. З появою комп'ютерної техніки на столі інженера-проектувальника приладів, вченого-розробника та вченого дослідника - методи поляризації, які дещо втратили свою активність за останні 20 років, особливо в Україні, чекають відновлення на новому рівні.

Ключові слова: поляризаційні методи, вимірювання фізичних величин.

УДК 681.586

БИМОРФНЫЙ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

Шарапов В.М., Плосконос Н.Ю., Романенко Д.Е., Куницкая Л.Г., Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина

Для измерения параметров вибрации применяются различные типы преобразователей. Наиболее интересными и перспективными с точки зрения возможности реализации, простоты конструкции и электрической схемы, точности и стабильности представляются пьезоэлектрические преобразователи.

Целью работы является расширение рабочего диапазона частот биморфного пьезоэлектрического акселерометра.

Эта цель в данной работе достигается тем, что пьезоэлемент акселерометра включается в интегрирующую цепь вместо емкостного элемента.

Схема предлагаемого акселерометра показана на рис.1. В качестве чувствительного элемента в акселерометре используется доменно-диссипативный пьезотрансформатор.

Как известно, при равенстве площадей электродов и при одинаковом воздействии на пьезоэлемент, на электродах образуются одинаковые заряды. Между тем, емкость между электродами зависит от их расположения друг относительно друга. Так, емкость $C_{4,9}$ между электродами 4 и 9 значительно меньше емкости $C_{5,9}$, что приводит к тому, что напряжение на электродах 4-9 $U_{4,9}$ значительно больше напряжения $U_{5,9}$.

При воздействии ускорения a , на электродах пьезоэлемента генерируется электрический заряд, который зависит от площади электродов. Подключение резистора 6 создает интегрирующую цепочку (резистор 6 и емкость между электродами 5 и 9). При этом, регулируя сопротивление, мы управляем частотой среза, тем самым устанавливая необходимый рабочий диапазон частот. Би-

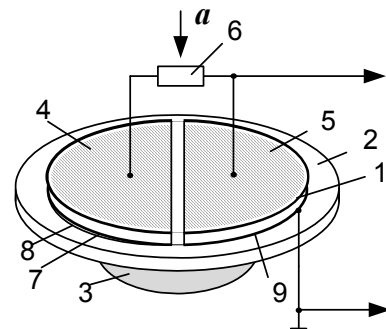


Рис. 1. Биморфный пьезоэлектрический акселерометр
 a – вектор ускорения;
1 – пьезоэлемент, 2 – металлическая пластина, 3 – инерционная масса, 4, 5, 7, 9 – электроды пьезоэлемента, 6 – резистор, 8 – изоляционный слой

морфный пьезоэлектрический акселерометр при данной схеме подключения имеет линейную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) в диапазоне до 100 кГц и обладает высокой чувствительностью.

Ключевые слова: акселерометр, датчик вибрации, линеаризация АЧХ.

УДК 681. 785.6

ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФРАКРАСНЫХ ВЛАГОМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ-ИМИТАТОРОВ ВЛАЖНОСТИ ВЕЩЕСТВ

Бушинский В.О., Воронов С.О., Панкратов В.И., Родионов В.Н., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Особенностью большинства влагомеров, в том числе инфракрасных, является наличие значительной дополнительной погрешности, связанной с влиянием свойств контролируемого материала. Поэтому, наряду с основной погрешностью измерения, возникает необходимость нормировать вторую характеристику - погрешность воспроизведения номинальной градуировочной характеристики. Проверка последней позволяет определить исправность и пригодность влагомера к эксплуатации.

Наиболее корректно определять погрешность воспроизведения номинальной градуировочной характеристики с помощью стандартных образцов – имитаторов влажности вещества (СОИВ). К ним предъявляются определенные метрологические требования, в том числе возможность проверки градуировочной характеристики в трех точках. Существующие имитаторы влажности обеспечивают проверку только в одной точке.

В работе проведен поиск и анализ веществ для создания СОИВ, изготовленных различными способами: непосредственно из контролируемого вещества; из цветных оптических стекол; стеклянных кассет с жидкостью; светофильтров в виде пленок, нанесенных на стеклянную подложку и желатина, нанесенного на стекло или целлулоид.

Показано, что наиболее удовлетворяет поставленным требованиям к СОИВ образец, изготовленный на основе желатина. Воспроизводимость показаний влажности которого при длительной эксплуатации не превышает 0,15%. Он прост в изготовлении, удобен в эксплуатации и имеет невысокую стоимость. Испытания таких СОИВ на промышленных предприятиях в составе влагомеров показали хорошие результаты.

Ключевые слова: метрология, инфракрасный влагомер, стандартный образец, имитатор влажности.

УДК 621.396.001

ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Долішня Н.Б., Піндус Н.М., Чеховський С.А., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

При обробці великих масивів експериментальних даних впливає, що більшість результатів вимірювання представляють собою вибірку з деякої генеральної сукупності, яка, як правило, містить аномальні спостереження.

У випадку статистичної обробки набору даних використовують критерії, за допомогою яких встановлюється закон розподілу спостережень і за відповідним алгоритмом обробки результатів експерименту проводять видалення аномальних результатів. Але, оскільки дуже часто не має достатньої інформації про якість вимірювання або ж ця інформація не є надійною, то в ході вимірювального експерименту обов'язковим є виконання таких трьох послідовних етапів:

1. **Перевірка нормальності закону розподілу**, оскільки в основі більшості процедур математичної статистики лежить саме такий закон розподілу. В числі найбільш застосовуваних в метрологічній практиці критеріїв згоди, які використовуються для перевірки нормальності, варто відзначити критерій Пірсона, критерій Колмогорова, складений критерій, критерій Мизеса-Смирнова ω^2 та ін. У практиці перевірки гіпотез про відповідність закону розподілу рекомендують застосовувати хоча б два методи перевірки для підвищення вірогідності прийняття рішення;

2. **Перевірка на наявність промахів**, оскільки результати спостереження, які різко відрізняються від інших спотворюють кінцевий результат вимірювання. До критеріїв перевірки на наявність промахів відносять критерій Ірвіна, Шовене, варіаційного розмаху, Граббса та ін.;

3. **Перевірка відтворюваності дослідів** за допомогою критеріїв Фішера та Бартлетта здійснюється для того, щоб підтвердити відсутність часової залежності та відносну стабільність зовнішніх умов при проведенні вимірювального експерименту.

Використання кожного із критеріїв повинне бути попередньо обґрунтоване. Необхідно вивчити поведінку вибраного критерію залежно від умов його застосування, а також в залежності від поставленої перед дослідником задачі підібрати критерій згоди, однорідності та розсіювання, зваживши особливості їх застосування.

Ключові слова: обробка результатів, аномальні результати спостереження, перевірка нормальності, статистичні критерії.

УДК 620.184

ПЕРСПЕКТИВИ ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ У ВИХОРОВІЙ ВИТРАТОМЕТРІЇ

Остапів В.В., Бербець Т.О., Мазурик І.З., Пеца Я.В., Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

При переміщенні тіла в рідині чи газі позаду нього починають утворюватися вихорові формації, почергово з правої та лівої сторони, які отримали назву доріжки Кармана. Візуалізація доріжки Кармана може бути здійснена різними методами, одним із найстаріших є метод введення в потік забарвленої речовини, наприклад диму.

Сучасні програмні засоби обробки зображень дозволяють здійснювати аналіз знімків течії і зображень, згенерованих з використанням програмного забезпечення для чисельного моделювання, в тому числі вимірювання відстаней та кутових розмірів складних об'єктів, розрахунок піксельної статистики, тощо.

Із використанням програми ImageJ, спеціалізованого інструменту аналізу зображень у медичній, біологічній та аерокосмічній галузях, проводилось вимірювання відстаней між сусідніми вихорами на знімках картин течії, наведених в альбомі течій рідин та газів, а також на картинах візуалізації потоку, отриманих в результаті чисельного моделювання у програмному пакеті SolidWorks та FloWorks. За результатами вимірювань було визначено частоту вихороутворення та проаналізовано кореляцію її з розрахунковими даними.

Ключові слова: вихорова витратометрія, аналіз зображень, ImageJ

УДК 620.179

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ВИХОРОВІЙ ВИТРАТОМЕТРІЇ

Чеховський С.А., Остапів В.В., Бербець Т.О., Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ, Україна

Розглядається моделювання роботи вихорового витратоміра ІРВІС К-300 із використанням програмного пакету SolidWorks 2007 та чисельного вирішувача CosmosFloWorks. В якості граничних умов для моделювання встановлювалось значення об'ємної витрати, виміряної еталонним роторним лічильником, умови на стінках - adiabatic wall.

При моделюванні розв'язується двомірна нестационарна задача і розглядається умовна площина, розміщена горизонтально на осі протічного тракту витратоміра. Оскільки розглядається внутрішня задача, рух потоку відбувається виключно вздовж осі протічного тракту.

Частота утворення вихорів розраховувалася як відношення швидкості v_x потоку позаду тіла обтікання до відстані між ядрами сусідніх вихорів, з метою знаходження координат центрів яких було здійснено математичний опис ізоліній як кривих другого порядку.

Криві другого порядку визначаються рівняннями другого степеня відносно декартових прямокутних координат, прив'язка до яких здійснюється вирішувачем FloWorks автоматично в процесі розрахунку, що дозволяє отримати значення інформативних параметрів (тиск, температура, швидкість руху, тощо) в кожній точці розрахункової сітки.

З урахуванням напрямленої по осі протічного тракту складової швидкості v_x визначається частота утворення вихорів згідно віртуальної моделі потоку.

Ключові слова: витратометрія, вихоровий витратомір, чисельне моделювання CosmosFloworks.

УДК 621.3

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Приходченко Б. В., Тарасюк В.П., Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк, Украина

Управление технологическими процессами очистки сточных вод приходится осуществлять в условиях информационной неопределенности связанной со сложностью протекания биохимического процесса очистки сточных вод. При данных обстоятельствах применение традиционных методов управления не является достаточно эффективным. В основу построения информационно-измерительной системы управления процессом очистки сточных вод положен глубинный анализ самого технологического процесса очистки сточных вод, а точнее его биологического этапа.

Для поддержания заданного эксплуатационного режима информационно-измерительная система должна иметь в своем составе достаточно сложный механизм принятия решения, что делается возможным только с использованием стратегического подхода к преодолению локальных неопределенностей в задаче управления технологическим процессом.

Для преодоления неопределенностей, максимально точного прогнозирования параметров и выработки управляющих воздействий в данном технологическом процессе предлагается использовать комбинированный подход, объединяющий в себе результаты работы контрольно-измерительных приборов (кислородомеры, уровнемеры, мутномеры), теорию искусственных нейронных сетей и элементы нечеткой логики.

Обучающая выборка для нейронной сети представлена в таблице.

Показания кислородомера, %	Показания уровнемера, м	Данные гидробиологического анализа после обработки нейронной сетью	Выходные данные
90	0,3	1	0
70	0,5	0	0,85
50	0,7	0,9	0,9
20	1	0,7	1

Используя такой подход, можно существенно повысить степень автоматизации процесса, обеспечить качественное, максимально обоснованное и своевременное формирование управляющих сигналов. Создание информационно-измерительной системы позволит также снизить нагрузку и затраты на обслуживающий персонал, оптимизировать затраты на электроэнергию и продлить срок жизни активного ила.

Ключевые слова: очистка сточных вод, активный ил, система контроля, нейронные сети, нечеткая логика.

УДК 620.1.08

МЕТОД І ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ МЕХАНІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПОВІТРЯНИХ ПЕРЕХОДІВ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ ПРИ ПРОПУСКУ ДІАГНОСТИЧНИХ ПОРШНІВ

¹⁾Лохман І.В., ¹⁾Банахевич Ю.В., ²⁾Романов С.В., ¹⁾ДК «Укртрансгаз» НАК «Нафтогаз України», м. Київ, Україна, ²⁾Асоціація «Надійність машин та споруд», м.Київ, Україна

Актуальність і важливість проблеми контролю технічного стану магістральних газопроводів (МГ) на ділянках повітряних переходів обумовлена рядом чинників, основними з яких можна вважати наступні:

- значна кількість повітряних переходів МГ газотранспортної системи України;
- переважна більшість МГ знаходиться в експлуатації більше 30-40 років;
- надмірний консерватизм національної нормативно-технічної документації, яка регламентує цілісність конструкції МГ;
- певні обмеження по наявності вхідних даних для оцінки технічного стану конструкцій МГ.

Запропонований авторами комплексний системний підхід, який включає методи комп'ютерного математичного моделювання, аналітичних розрахунків, геодезичної зйомки, натурної тензо і термометрії, методи неруйнівного контролю, дозволяє з високою точністю здійснювати оцінку та прогнозування механічної поведінки діючих МГ за різних умов експлуатації, у тому числі при позапроектних навантаженнях, наприклад, під час проведення внутрішньотрубної діагностики шляхом пропуску діагностичних поршнів.

Наведено приклади практичного застосування розробленого методу на конкретних ділянках МГ, проведено порівняльний аналіз результатів теоретичних досліджень та даних натурних обстежень об'єктів контролю: тіла труби, несучих вантів та вітрових розтяжок, пілонів та опор. Розроблено методика та автоматизовану систему натурної тензо-термометрії для контролю механічних напружень металу трубопроводу.

Отримані дані були прийняті за основу при розробці технічних рекомендацій та експертних висновків щодо поточного технічного стану МГ, а також можли-

вості та умов пропуску засобів внутрішньотрубної діагностики на ділянках повітряних переходів.

Ключові слова: системний підхід, автоматизована система, магістральний газопровід, повітряний перехід.

УДК 681.327

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТНЫХ СУБД В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

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

Из всех типов СУБД, наиболее эффективно задачи автоматизированного формирования решаются с помощью объектных СУБД (ОСУБД). Были исследованы ОСУБД IBM Lotus Notes/Domino, Jasmine, ObjectStore, Cache, Cerebrum, db4objects, Objectivity 5.0, ONTOS DB 2.5, Versant, Release 5, Gemstone 5.0, POET 5.0, O2 5.0, Itasca 5.0, UniSQL 3.2 и ODB–Jupiter 2.1.

Основные преимущества ОСУБД следующие: объекты можно сохранить и использовать непосредственно, не раскладывая их по таблицам; типы данных определяются разработчиком и не ограничены набором predefined типов; данные и методы объекта помещаются в хранилище как единое целое; возможность инкапсуляции данных и методов. ОСУБД как бы расширяет виртуальную память операционной системы: когда прикладная программа обращается к объекту, то ищет его по адресу в оперативной памяти. Нужная страница оперативной памяти может быть вытеснена в виртуальную память (область хранения неиспользуемых страниц оперативной памяти на диске). Если объекта с таким адресом в виртуальной памяти не существует, то операционная система генерирует ошибку. СУБД эту ошибку перехватывает и извлекает объект из базы данных.

Таким образом, объекты, а значит и хранящиеся в них модели, сами по себе не активны, поскольку их методы могут быть активизированы только будучи загруженными в оперативную память прикладных программ. Такие информационные технологии (ИТ) не позволяют решить проблему динамического подключения алгоритмов, поскольку перечень классов объектов, содержащихся в объектной БД определяется перечнем классов, на которые имеются ссылки в исходных текстах прикладных программ. Также не решена проблема непосредственного обмена данными между моделями, хранящимися в БД.

В результате не может эффективно решаться проблема автоматизированного формирования структур конечно–элементных моделей (КЭМ) конструкций сложных технических объектов (СТО) [1], поскольку синтез структур КЭМ СТО требует использования ИТ, основанной на принципе динамического выбора классов алгоритмов.

Ключевые слова: объект, базы данных, модели.

Литература:

1. Зинченко В. П., Борисов В.В., Конотоп Д.И. Анализ средств и методов информационных технологий синтеза структур конечно–элементных моделей // Інформаційні системи, механіка та керування. –К.: НТУУ "КПІ", 2009. – Вып. № 3. –С.112–120.

УДК 681.317

**МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ПОХИБКИ
ТЕНЗОРЕЗИСТИВНИХ ВИМІРЮВАЧІВ ТИСКУ В УМОВАХ
НЕСТАЦІОНАРНИХ ТЕРМОВПЛИВІВ**

Тихан М.О., Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

У численних сучасних технічних системах вимірювання тиску супроводжується істотними і нестационарними термовпливами. Тому вельми актуальною є проблема створення ефективних методів зменшення залежності результатів вимірювань від температури.

У роботі пропонуються три методи зменшення залежності результатів вимірювань тиску від температури нестационарного характеру.

В усіх пропонованих методах виходиться з того, що первинною і найбільш суттєвою складовою температурної похибки вимірювача тиску є так звана термомеханічна складова, котра породжена термомеханічними процесами у пружних перетворювачах і корпусі вимірювача.

Метод сумісного вимірювання.

Метод базується на тому, що одночасно з вимірюванням тиску відбувається вимірювання температури на внутрішній і контактуючій з середовищем поверхнях мембрани. За результатами вимірювання температур розраховуються термонапруження у мембрані, які і є причиною температурної похибки вимірювача. Далі, виходячи з цієї складової, в автоматичному режимі відбувається коригування результату вимірювання тиску.

Метод термопружних компенсацій.

Метод базується на тому, що при певній геометричній формі та параметрах пружних елементів вимірювача і корпусу вдається суттєво зменшити термонапруження у цих елементах, що призводить до зменшення термомеханічної складової температурної похибки вимірювача. Таким чином, зменшення відбувається на конструктивному рівні.

Метод перехідної термопружної характеристики.

Це теоретико-експериментальний метод, який виходить з того, що вимірювач тиску, як деяка механічна система, розглядається як термопружний перетворювач. Тоді, подіявши на нього ударом одиначної температури ми отримуємо перехідну, так звану термопружну, характеристику. Далі, виходячи з теореми Дюамеля можна отримати вихідний “температурний” сигнал вимірювача при будь-якому характері температури середовища. Далі, виходячи

з цього сигналу, в автоматичному режимі відбувається коригування результату вимірювання тиску.

При цьому, перехідна термопружна характеристика отримується експериментально.

Ключові слова: термопружна характеристика, тиск, температура.

УДК: 681.327+656.34-523

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Миронова Е.В., Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина.

В докладе приведены результаты исследования средств и методов обработки экспериментальных данных, которые изложены в [1], где основное внимание уделяется построению моделей процессов и их оценке, а не статистической теории. Данные были взяты из таких экспериментов: исследование шарнирных моментов рулей высоты и направления, где объектом испытаний являлась модель хвостового оперения самолета; влияния имитаторов льда на аэродинамические характеристики самолета и шарнирные моменты элерона и интерцепторов, где объектом испытаний является механизированная модель правой консольной части крыла [2, 3].

В качестве средств обработки данных была использована программная система Statistica [4, 5].

В результате проведенных исследований сделан вывод о том, что для обеспечения качественной обработки необходимо применять предложенные методы, а как средство - программную систему Statistica. Независимо от целей экспериментирования и последующего анализа наиболее подходящим инструментом является статистика.

Ключевые слова: эксперимент, данные, обработка, анализ, статистика, программная среда, методы, модели, гипотезы.

Литература

1. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. - М.: Мир, 1973. - 975 с.
2. Зинченко В.П. Інформаційна технологія проектних досліджень складних технічних об'єктів // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2000. - № 4. – С. 32 - 42.
3. Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Сарыбога А.В., Миронова К.В. и др. Исследование шарнирных моментов рулей высоты и направления// VII Міждунар. наук. - техн. конф. “Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаціоно-космічної техніки”. Зб.допов. Част. 2. - К.: НТУУ “КПІ”, 2009. – С. 265 - 271.
4. Зинченко В.П., Зинченко Н.П. Математичне моделювання первинних джерел інформації з застосуванням програмної системи STATISTICA // Вісник НАУ. - № 4(15), 2002. – С. 132 –143.
5. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Statistica - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информац. - издат. дом “Филинь”, 1998. – 608 с.

УДК: 519.6; 681.327+656.34-523

ПРИЛАДИ ТА ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОВНІШНІХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НЕСУЧІ ПОВЕРХНІ ЛІТАКА

Бондар Ю.І., Зінченко В.П., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

У доповіді розглянуті проблеми розвитку приладів та інженерних технологій (ІТ) визначення зовнішніх навантажень на крило дозвукового літака [1, 2], де вирішують задачі у режимі реального часу на основі даних експериментальних досліджень (ЕД). Задача поліпшення ЕД літака є задачею побудови ІТ як нових засобів обробки даних, об’єднаних у технологічну систему процесів (збору, передачі, обробки, зберігання, подання інформації) та управління [3, 4].

Запропонований алгоритм [5] визначення поперечних та повздовжніх характеристик, де початковими даними є аеродинамічні характеристики моделі літака з горизонтальним оперінням та без нього. Також розроблений алгоритм обчислення аеродинамічних характеристик загальної компоновки [6], де аеродинамічні характеристики апроксимуються аналітичними та сплайн функціями, перераховуються по заданим параметрам (наприклад, по натуральним значенням чисел Рейнольдса, Маха) та документуються.

Ключові слова: експеримент, обробка, аналіз, програмне забезпечення, методи, моделі, інформація.

Література

1. Зінченко В.П. Інформаційна технологія проектних досліджень складних технічних об’єктів //Наукові вісті НТУУ “КПІ”, 2000. № 4. - С. 32- 42.
2. Зінченко В.П. Алгоритмы и результаты исследований качества потока в аэродинамических трубах малых скоростей //Проблемы управления и информатики, 2004. - № 1. - С. 78 - 89.
3. Бондарь Ю.И., Зинченко В.П. Комплекс программ расчета нагрузок на крыло сложной пространственной конфигурации с учетом эффектов статической аэроупругости // VII Міжнарод. наук. – техн. конф. “Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаціоно-космічної техніки”. Зб.допов. Част. 2. - К.: НТУУ “КПІ”, 2009. – С. 132 - 138.
4. Зинченко В.П. Исследование и реализация алгоритма адаптивного управления экспериментом //Проблемы управления и информатики, 2001. - № 3. - С. 58 - 69.
5. Бондарь Ю.И., Демчук С.П., Никитин В.М. Создание методики проведения дренажного эксперимента с обработкой результатов в режиме реального времени. - К.: АНТК им. О.К. Антонова, 1988. - 40 с.
6. Бондарь Ю.И., Демчук С.П., Никитин В.М. Создание программного обеспечения для обработки дренажного эксперимента. - К.: АНТК им. О.К. Антонова, 1989. - 140 с.

УДК: 681.3:681.5.08:629.7.067.5

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЯ ОБЛЕДЕНЕННЯ САМОЛІТА

¹⁾Зинченко В.П., ¹⁾Зинченко С.В., ²⁾Шиков М.В., ¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна,
²⁾Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, г. Київ, Україна

В доповіді приведені результати дослідження систем контролю обледене-

ния самолета [1] и предложена концепция такой системы.

Известно, что обледенение самолета происходит при полете в атмосфере, содержащей переохлажденные капли воды. Наибольшая вероятность обледенения существует при полетах в диапазоне температур от 0 до -15 °С, но зафиксированы случаи обледенения при температуре воздуха от -50 °С и ниже [2]. Опасность обледенения заключается в ухудшении аэродинамических характеристик самолета и увеличении его массы самолета, что может привести к невыполнению полетного задания [3]. В настоящее время все самолеты, как правило, оборудованы устройствами для защиты от обледенения. Однако существует актуальная проблема повышения эффективности пообледенительных средств.

Предложена концепция системы контроля обледенения самолета, реализованная на промышленных модулях стандарта РС-104 [4]. Информация в аналоговом виде, полученная с датчиков, установленных за бортом самолета, обрабатываются системной платой Athena II [5]. Для передачи информации на приборную доску пилота от комплексной противообледенительной системы самолета используется бортовой интерфейс MilStd1553b.

Ключевые слова: система, обледенение, контроль, стандарт РС-104, программа, интерфейс MilStd1553b, обработка, самолет.

Литература

1. Мещерякова Т.П. Проектирование систем защиты самолетов и вертолетов: Учебное пособие для вузов. - М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.
2. Тенишев Р.Х., Строганов Б.А., Савин С.В. и др. Противообледенительные системы летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1967. – 390 с.
3. Трунов О.К. Обледенение самолетов и средства борьбы с ним. - М.: Машиностроение, 1965. – 247 с.
4. Зинченко В.П., Зинченко С.В. Об оптимальном программном управлении технологическими модулями Prometheus // XXXIII Междунар. симпозиум “Вопросы оптимизации вычислений”. - НАН Украины: ИК им. В.М. Глушкова. - пгт. Кацевели, 2007. – С. 90 - 91.
5. Зинченко В.П., Зинченко С.В. Алгоритмы и базовые программные модули для управления технологическими модулями Prometheus // УСиМ, 2007. - № 5. – С. 52 – 60.

УДК 681.2

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ «ПРИБОРЫ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ»

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

В 2010 году исполняется пятьдесят лет введения в систему высшего технического образования СССР специальности «Приборы точной механики» (ПТМ). Наименование специальности было сформировано Министерством высшего и среднего специального образования. Там же были разработаны новые базовые учебные планы. Подготовка инженеров-механиков по данной специальности началась во многих технических вузах страны. Были созданы одноименные выпускающие кафедры в ведущих вузах, в частности, в ЛИТМО

(г.Ленинград), ППИ (г. Пенза). В Україні підготовка спеціалістів по спеціальності ПТМ почалась в КПІ (г. Київ) в 1962 році. В подальшому к підготовці спеціалістів по приборам точної механіки підключились ЛПИ (г. Львів), СПИ (г. Севастополь), НКСИ (г. Николаев). І так же як в РСФСР були створені випускаючі кафедри ПТМ.

Однак, незважаючи на достатньо велику кількість вузів і кафедр, які беруть участь в підготовці спеціалістів по приборам точної механіки нам відомо тільки одне навчальне посібник (Богданов Ю.М. «Прибори точної механіки», 1960) і монографія (Френці Е. Конструювання приборів точної механіки, 1964), в назві яких входить словосполучення ПТМ. Ні один провідний вуз не підготував підручник з назвою, що містить ПТМ.

Перша спроба привести назву спеціальності до змісту підготовки інженерів була здійснена більше 15 років тому, коли кафедри ПТМ були перейменовані в кафедри приборостроєння, а спеціальність ПТМ в приборостроєння. Цей процес був підтриманий навчально-методичним об'єднанням МВССО країни.

З введенням багаторівневої системи підготовки в Україні було узаконено напрямлення підготовки спеціалістів «ПРИБОРОСТРОЄННЯ», і повернена спеціальність ПТМ.

На сьогоднішній день в світовій практиці, в тому числі в країнах колишнього СРСР, немає спеціальностей і кафедр в назві яких входило б словосполучення ПТМ або «точна механіка». Це стосується і до Санкт-Петербурзького Державного Університету інформаційних технологій, точної механіки і оптики (колишній ЛІТМО) в назві якого присутній розглядається термінологічна конструкція.

З метою підвищення структурного і предметного відповідності змісту державного стандарту освіти підготовки розробників приборів до назви спеціальності, цілеспрямовано переглянути назву спеціальності «Прибори точної механіки» в системі МОН України.

Ключові слова: прибори точної механіки, спеціальність, прибор, термінологія.

УДК 681.123

ВЛАСТИВОСТІ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

*Сігодзінський А.В., Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

В даний час немає єдиної термінології у визначенні фізико-механічних властивостей і параметрів сипких матеріалів. У різних галузях народного господарства, а часто і в одній, існують паралельні назви властивостей сипких матеріалів. В технічній літературі поряд з назвою „сипкий матеріал” використовують в якості синонімів назви „сипка речовина”, „насіпний матеріал”, „насіпний ва-

нтаж”, „сипкий і кусковий вантаж” та інші. Це перешкоджає створенню досить обґрунтованих стандартних методів визначення фізико-механічних властивостей і параметрів сипких матеріалів.

Вибір конструкцій окремих елементів бункерних установок і визначення їх параметрів залежать від властивостей тих сипких матеріалів, для яких призначена спроектована установка. Характерними властивостями сипких матеріалів є: гранулометричний склад, вологість, насипна густина (об’ємна вага), рухливість і зв’язність частинок, злежуваність, опір переміщенню щодо твердих поверхонь, липкість, абразивність, корозійність, вибухонебезпечність, самозаймистість, гігроскопічність, крихкість, отруйність і шкідливість для здоров’я обслуговуючого персоналу.

З урахуванням проведених досліджень [1] слід зробити висновок, що більш за все на інформативність процесу витоків сипких матеріалів з бункерів впливає гранулометричний склад, насипна густина, вологість, кути природного укосу сипких матеріалів. Для того, щоб біля вихідного отвору бункера не створювались застійні місця треба враховувати значення кутів природного укосу сипких матеріалів, для яких буде використовуватись бункер.

Гранулометричним складом сипкого матеріалу називається кількісний розподіл складових частинок по їх величині. Насипною густиною або об’ємною вагою сипкого матеріалу називається маса одиниці займаного їм об’єму. Волога, що міститься в сипких матеріалах, ділиться на наступні різновиди: „конституційна”, „гігроскопічна”, „зовнішня” волога. Кут природного укосу, що утворений площиною природного укосу сипкого матеріалу з горизонтальною площиною, називається кутом природного укосу. Величина кута природного укосу залежить від рухливості частинок сипкого матеріалу: чим більшою рухливістю володіють сипкі матеріали, тим менше кут природного укосу.

З урахуванням вище сказаного були розроблені методики для визначення насипної густини сипких матеріалів, розмірів частинок сипких матеріалів, кутів природного укосу сипких матеріалів.

Ключові слова: сипкий матеріал, виток, витрати, бункер.

Література:

1. Корнева Ю.О., Сігодзінський А.В., Зайцев В.М., Нікітін О.К. Інформативність процесу витоків сипких речовин // Вісник НТУУ“КПІ”. Серія "Приладобудування". - 2010. - Вип.38.

УДК 531.768

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЄМНІСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПЕРЕМІЩЕННЯ МІКРОСИСТЕМНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Дубінець В.І., Шидловський В.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Розвиток науки і техніки, поява нових технологій посилюють вимоги, які

пред’являються до характеристик і розмірів вимірювальних приладів і систем. Мікросистемна техніка сьогодні є одним із міждисциплінарних науково-технічних напрямів, що найбільш динамічно розвивається і визначає нову революцію в області систем, що реалізуються на мікрорівні. Аналіз існуючого обладнання дає можливість визначити напрямки досліджень для покращення характеристик мікросистемних акселерометрів та їх чутливих елементів.

Для вимірювання переміщення чутливого елемента в мікроакселерометрах використовуються різні типи ємнісних перетворювачів, що мають ряд недоліків: низький вихідний сигнал та залежність від температури.

Вимогу мінімізації похибки мікросистемного акселерометра від температурних змін можна реалізувати кількома способами:

- 1 - вибором відповідних значень температурних коефіцієнтів,
- 2 - вибором товщини шару металізації,
- 3 - одночасним застосуванням першого і другого способів.

На основі проведеного аналізу, визначена оригінальна схема ємнісного перетворювача переміщення та отримані теоретичні співвідношення для розрахунків мікроелектронних перетворювачів, що дає новий ефективний інструмент проектування. Запропоновані співвідношення між величинами, що впливають на похибку, і їх температурними коефіцієнтами у випадку застосування скляних кришок для напилювання електродів, забезпечують лінійність статичної характеристики у всьому діапазоні вимірювань, максимально зменшують залежність крутості статичної характеристики і нульового сигналу перетворювача від частоти напруги генератора і зведення до мінімуму помилки від нестабільності джерел живлення.

Таким чином, проведений аналіз існуючих схем побудови мікросистемних акселерометрів з використанням ємнісного перетворювача переміщень, дозволяє забезпечити більшу точність (1%) у порівнянні з прототипом (2%).

Ключові слова: мікросистемний акселерометр, ємнісний перетворювач переміщення, похибки, лінійність статичної характеристики.

УДК 531.781

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТОВ СИЛ

Зайцев В.Н., Корнева Ю.А., Коваль Я.В., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Анализируются конструктивные отличия преобразователей моментов сил используемых:

- 1) при экспериментальных исследованиях энергетических установок и двигателей вращательного движения с целью совершенствования их конструкций и оптимизации параметров;
- 2) при прочностных испытаниях конструкций;

3) при построении информационных систем (массовых расходомеров сипучих сред, турбинных расходомеров жидкости и др.);

4) в технологических процессах с целью контроля и ограничения нагрузок.

Совершенствование измерительной аппаратуры для измерения крутящего момента произошедшее за последние десятилетие потребовало соответствующего метрологического обеспечения.

В докладе рассмотрена действующая в Украине поверочная схема измерения крутящего момента согласно ГОСТ 8.541-86 и оснащение метрологических подразделений стендовой аппаратурой обеспечивающей передачу единицы момента сил.

Особое внимание в докладе получил анализ методики поверки МИ 2593-2000 моментомерных ключей. Доказана целесообразность разработки для метрологических подразделений специализированной стендовой аппаратуры для поверки моментных ключей.

Обоснована конструкция образцовой моментной задающей рычажной машины с применением тензорезисторного датчика силы S –образного типа категории точности 00. Проведен анализ точности задания момента для аттестации цифровых моментомерных ключей.

Ключевые слова : метрологическое обеспечение, момент сил, измерение.

УДК 681.123

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДИСКРЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВИТРАТОМІРА

Корнева Ю.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Основним конструктивним елементом витратомірів, побудованих на принципі Коріоліса, є диск з радіальними перегородками. При взаємодії диска з потоком сипкого матеріалу виникає момент сили інерції Коріоліса, пропорційний масовим витратам сипкого матеріалу. На відміну від таких середовищ як рідини та газу, для яких існують уніфіковані методики розрахунку силових взаємодій з конструктивними елементами установок, для розрахунку таких взаємодій з сипкими матеріалами не має єдиної теорії.

Відомі теоретичні дослідження взаємодії сипкого матеріалу з дисковим вимірювальним перетворювачем витратоміра обмежувалися описом руху однієї частинки сипкого матеріалу. Закономірності руху однієї частки можна перенести на рух всього потоку сипкого матеріалу за відсутності пошарового руху матеріалу. Однак таке спрощення руху досить грубим і не враховує сил взаємодії часток сипкого матеріалу між собою.

Метод моделювання руху та силових взаємодій сипких матеріалів, при якому кожна частка розглядалася як окремий динамічний об'єкт, був сформульований в 70-ті роки минулого сторіччя і отримав назву метод дискретних елеме-

нтів. Розвиток методу невідривно поєднаний з розвитком обчислюваної техніки, адже побудова адекватних моделей з багатьох часток вимагає здійснення великої кількості обчислень.

При безпосередньому контакті часток сипких матеріалів між собою та поверхнями обладнання виникають контактні взаємодії, які містять такі складові як пружна реакція, тертя, дисипація. При аналізі цих взаємодій прийнято розглядати частинки сипкого матеріалу як ідеальні кулі, поверхня яких при контакті можуть перекиватися.

Для моделювання роботи витратоміру методом дискретних елементів було використано програмне середовище Itasca. 3D-модель дискового вимірювального перетворювача витратоміра була створена в програмному пакеті САТІА V5. Вихідний файл моделі був збережений в форматі stl, який містить координати елементарних трикутників, що формують поверхні моделі. Після експорту моделі перетворювача в середовище Itasca, були задані її нормальна та зсувна жорсткості, обертова швидкість. За допомогою вбудованих функцій був згенерований масив часток з заданими діаметром та жорсткостями.

В процесі моделювання роботи витратоміра спостерігалися швидкості часток та контактні сили, що виникали при взаємодії часток сипкого матеріалу з поверхнями вимірювального перетворювача.

Ключові слова: витратомір, сипкі речовини, сила Коріоліса, метод дискретних елементів

УДК 531.383

ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ГРАВИМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

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

Визначення параметрів гравітаційного поля, зокрема аномалії прискорення сили тяжіння, має важливе значення для вирішення великого кола наукових та народногосподарських задач. Постійно зростаючі вимоги до підвищення точності гравіметричних вимірювань спонукають розробників гравіметричних засобів шукати шляхи вирішення вказаної проблеми. Роботи по вирішенню цієї проблеми проводяться у декількох напрямках.

Одним з шляхів є удосконалення існуючих приладів та створення засобів вимірювань на нових фізичних принципах. Але слід зазначити, що точність результатів вимірювань у багатьох випадках обмежується не технічними характеристиками існуючих типів гравіметрів, а неоптимальними умовами проведення вимірювань та обробки отриманих результатів. Це отримує особливе значення при проведенні вимірювань на рухомій основі, тому що прилад не здатен розрі-

знити між собою прискорення сили тяжіння та інерційні (кінематичні) збурюючі прискорення.

Тому інший шлях, якому зараз приділяють дуже велику увагу, є розробка та удосконалення математичних моделей, методів та алгоритмів обробки виміральної інформації. Позитивний результат дає оптимізація та розробка нових методик проведення вимірювань.

При обробці результатів кінематична складова прискорення вираховується із загального сигналу. Для її визначення гравіметричні системи оснащують високоточними супутниковими засобами навігації. При виконанні аерогравіметричних зйомок також використовують радіолокаційні та лазерні висотоміри. При цьому здійснюється постійне диференціювання пройденого шляху у часі, і подальшим диференціюванням знаходиться прискорення. Крім того вводяться поправки на прискорення Кориоліса та на доцентрове прискорення.

При використанні у якості чутливого елемента гравіметричної системи гравіметра з динамічним настроюванням з'являється можливість деякі з таких збурень усунути апаратними методами, шляхом застосування системи з двох гравіметрів. При цьому два ідентичних гравіметри встановлюються на спільній платформі з паралельним розташуванням осей чутливості. Єдина відмінність при цьому полягає у напрямку обертання їх роторів. Отриманий сигнал з кожного гравіметра поступає до сумуючого пристрою де і відбувається компенсація тих сигналів збурень, які надходять у протифазі. До них відносяться зокрема сигнали від кутових швидкостей та прискорень, що діють на чутливий елемент.

Ключові слова: гравіметричні вимірювання, гравіметр, точність, обробка результатів вимірювань.

УДК 621.825.5

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ФРИКЦІЙНО-КУЛЬКОВИХ МУФТ

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

В основу конструкцій фрикційно-кулькових муфт покладений фрикційно-кульковий вузол (ФКВ). Фрикційно-кульковий вузол складається із нажимного, опорного та жолобчастого дисків, між якими знаходяться кульки і мають контакт у чотирьох точках з поверхнями дисків. В залежності від величини кутів поверхонь дисків, які контактують з кульками буде залежати робота фрикційно-кулькового вузла та величина переданого моменту.

Для розрахунку фрикційно-кулькових муфт розроблена методика. Розрахунок фрикційно-кулькових муфт проводять в такій послідовності:

1. Задаються величиною моменту, передаваного фрикційно-кульковою муфтою $M_{\phi, К.М}$, діаметром кульок $d_{ш}$, радіусом сліду дотику кульок до нажимного диску r_A , матеріалами кульок, дисків та сепаратора $[\sigma]$.

2. В залежності від вимог стабільності передаваного моменту задаються кутами нахилу нажимного диску - α_1 , опорного - α_2 і жолобчастого - α_3 :

а) при точності моменту від 2% до 6% необхідно застосовувати фрикційно-кулькову муфту без сепаратора з кутами:

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \frac{1}{4}\pi, \quad \text{а} \quad 0 < \alpha_1 < \frac{1}{4}\pi; \quad \alpha_1 = \alpha_3 = \frac{1}{4}\pi, \quad \text{а} \quad \frac{1}{4}\pi < \alpha_2 < \frac{1}{2}\pi; \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{4}\pi, \quad \text{а} \quad \frac{1}{4}\pi < \alpha_3 < \frac{1}{2}\pi;$$

б) при застосуванні сепаратора, момент муфти підвищується в 2-5 разів, при цьому момент змінюється від 6% до 12%. Значення кутів при розрахунку муфти із сепаратором необхідно вибирати наступні:

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \frac{1}{4}\pi, \quad \text{а} \quad 0 < \alpha_1 < \frac{1}{3}\pi; \quad \alpha_1 = \alpha_3 = \frac{1}{4}\pi, \quad \text{а} \quad \frac{1}{6}\pi < \alpha_2 < \frac{1}{2}\pi; \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{4}\pi, \quad \text{а} \quad \frac{1}{6}\pi < \alpha_3 < \frac{1}{2}\pi.$$

3. Визначають необхідне зусилля пружини P . При попередньому розрахунку моментом тертя M_{Π} в упорному підшипнику нехтуємо.

4. Момент фрикційно-кулькової муфти визначають по формулі $M_{\phi.к.м} = M_{\phi.к.в} + M_{\Pi}$. Якщо відхилення моменту $M_{\phi.к.м}$ виходить за межі допустимої величини то, змінюючи r_A , добиваються необхідного значення $M_{\phi.к.м}$.

5. Проводять розрахунок пружини по одержаному зусиллю P .

6. Визначають зусилля притискування кульки до поверхонь дотику N_A, N_B, N_C, N_D .

7. Визначають максимальне контактне напруження в місцях дотику кульки σ_{MAX} . Якщо контактне напруження перевищує допустиме, то змінюючи діаметр кульок та кути нахилу поверхонь дисків, проводять перерахунок.

8. Розраховують зусилля в місці з'єднання опорного та жолобчастого дисків Q .

9. Визначають діаметр штифта d , знаючи зусилля Q .

Ключові слова: фрикційно-кулькова муфта, диск, сепаратор.

Література

1. Матяш И.Ф. и др. Фрикционно-шариковая предохранительная муфта. Авт. свидетельство (30.09.80 Бюл. №36)
2. Матяш И.Ф. и др. Фрикционно-шариковая предохранительная муфта. Авт. свидетельство №182980 (15.05.81 Бюл. №18)

УДК 681.51

АРХІТЕКТУРА СУЧАСНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

¹⁾Гераймчук М.Д., ²⁾Шевчук Б.М., ¹⁾Токова Н.М., ¹⁾Національний технічний університет

України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, ²⁾Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ, Україна

Побудова безпроводових сенсорних мереж (Wireless Sensor Network – WSN) ґрунтується використанні передових технологій в трьох різних дослідницьких галузях: сенсорне сприйняття, комунікації і комп’ютерна обробка. Є три визначних архітектури побудови WSN:

- 1) mesh–архітектура мережі, яка являє собою динамічну повнодоступну вузлову структуру з самоорганізацією (типу “багатоточка – багатоточка”), що складається з нерівноправних вузлів, з’єднання між якими і керування цими з’єднаннями відбувається як розподіленими, так і централізованим способом. Як правило, всі вузли мережі взаємодіють через виділені точки доступу;
- 2) ad hoc–архітектура, в якій використовується так звана багатоланкова (multihop) передача за участю проміжних сусідніх вузлів. Ad hoc– архітектура WSN утворює епізодичні мережі, які представляють собою безпроводове об’єднання із самоорганізацією довільних абонентів (терміналів)–ретрансляторів при відсутності визначеної мереженої інфраструктури;
- 3) гібридна безпроводова архітектура, яка епізодично використовує можливості обох архітектур.

При побудові сенсорних мереж важливими компонентом є знання специфіки збору, обробки та передачі даних у конкретній галузі (екомоніторинг, телемедицина (добовий кардіомоніторинг, спортивна медицина, тощо) відеомоніторинг, моніторинг промислового виробництва, інтелектуальний дім та ін.).

Окрім того, на розробку механізмів передачі даних, забезпечення крипостійкості та завадостійкості даних дуже впливає специфіка збору та інтерпретації даних. З метою побудови простих, ефективних та придатних для широкого використання WSN доцільно організувати обробку, кодування та передачу пакетів даних безпосередньо в місцях зародження інформаційних потоків в квазіреальному масштабі часу, тобто з попереднім накопиченням необхідних вибірок даних і наступною передачею крипостійких та завадостійких пакетів даних з мінімальною тривалістю або оперативною обробкою та кодуванням і передачею відповідних пакетів даних з мінімальною затримкою після введення даних.

Для організації моніторингу високошвидкісних подій (відеомоніторинг, моніторинг височастотних процесів у реальному часі) необхідно використовувати ширококутові та над ширококутові засоби зв’язку (Wi-Fi-, WiMAX-, UWB-мережі).

Ключові слова: сенсорні мережі, контроль забруднення навколишнього середовища.

УДК 621.317

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СТАНУ ВИМІРЮВАЧІВ ЛІНІЙНИХ ПРИСКОРЕНЬ НА

ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

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

Ідентифікацію стану чутливого елемента (ЧЕ) у вимірювачі лінійних прискорень (ВЛП) виконаємо на основі обробки даних α_j^* , $j = \overline{(n-k+1), n}$, що надходять від датчика кутового положення (ДК) цього ЧЕ. Рух ЧЕ, який спостерігається за допомогою ДК є сумою корисної складової α_{II} , яку вважаємо постійною на інтервалі спостереження та яка пропорційна прискоренню, що вимірюється, і змінної складової α_1 , яка визначається розв’язком нелінійного диференційного рівняння

$$\ddot{\alpha}_1 + 2\xi_1\dot{\alpha}_1 + \omega_0 \sin \alpha_1 = 0, \tag{1}$$

де ω_0 - колова частота прецесійних коливань ЧЕ, ξ_1 - параметр згасання.

У разі малих коливань ЧЕ $\sin(\alpha_1) \approx \alpha_1$, а розв’язок рівняння (1) має вигляд $\alpha_1(t) = Ae^{-\xi_1 t} \sin(\omega t + \varphi)$, де $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \xi_1^2}$, A, φ - амплітуда і початкова фаза прецесійних коливань ЧЕ. Якщо $\xi_1 \rightarrow 0$, то $\alpha_1(t) = \alpha_c \sin \omega t + \alpha_s \cos \omega t$, де $\alpha_c = A \cos \varphi$, $\alpha_s = A \sin \varphi$. Вектор стану ЧЕ, який потрібно ідентифікувати, дорівнює: $Z_\alpha = (\alpha_{II}, \alpha_c, \alpha_s)^T$. Розв’язок задачі ідентифікації на основі методу максимальної правдоподібності має вигляд:

$$\hat{\alpha}_{II} = \sum_{j=n-k+1}^n \alpha_j l_{aII,j}, \quad \hat{\alpha}_c = \sum_{j=n-k+1}^n \alpha_j l_{aC,j}, \quad \hat{\alpha}_s = \sum_{j=n-k+1}^n \alpha_j l_{aS,j}.$$

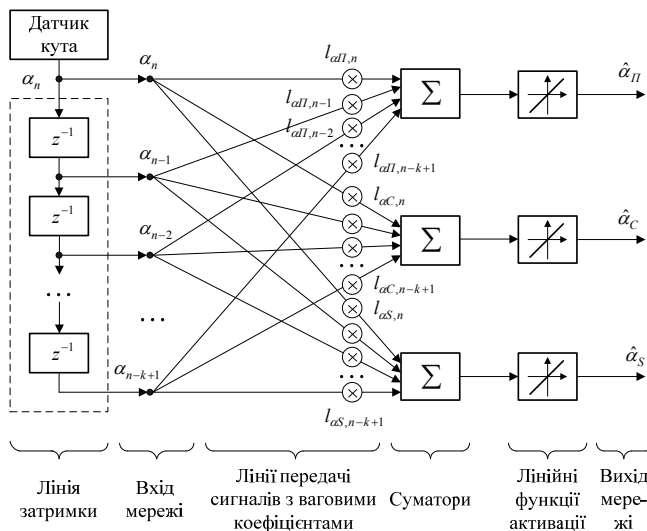


Рис. 1. Структурна схема оцінки вектора стану ВЛП

Використаємо постійні коефіцієнти $l_{aII,j}$, $l_{aC,j}$, $l_{aS,j}$. Використаємо штучну нейронну мережу, що складається з лінійної затримки та трьох адаптивних лінійних нейронів (рис. 1).

Отримано співвідношення, що визначають завершення процедури навчання штучної нейронної мережі та гарантують теоретично обчислену точність оцінок вектора стану ВЛП.

$$\alpha_{\text{нп}} - \hat{\alpha}_{\text{нп}}(q) < \frac{\sqrt{\Psi_{\Delta\alpha}(1,1)}}{3}, \quad \alpha_{\text{нс}} - \hat{\alpha}_{\text{нс}}(q) < \frac{\sqrt{\Psi_{\Delta\alpha}(2,2)}}{3}, \quad \alpha_{\text{нс}} - \hat{\alpha}_{\text{нс}}(q) < \frac{\sqrt{\Psi_{\Delta\alpha}(3,3)}}{3},$$

де $\Psi_{\Delta\alpha}(\cdot)$ – елементи кореляційної матриці $\Psi_{\Delta\alpha}$ похибок ДК.

Ключові слова: нейронні мережі, лінійні нейрони.

УДК 621.317

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕЦИЗІЙНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

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

В процесі досліджень, проведених у лабораторії наукових досліджень та вимірювальних перетворювачів кафедри приладобудування НТУУ “КПІ”, було отримано наступні результати:

- розроблено методи оптимізації цільової функції прецизійної складної НС за допомогою методів прямого і модифікованого перебору, методом покоординатного спуску, методом градієнта;
- розроблено метод параметричної оптимізації складних прецизійних НС;
- розроблено метод ідентифікації динамічних характеристик прецизійної НС по засобу взаємної кореляційної функції;
- досліджено методи адаптивної ідентифікації прецизійної НС;
- розроблено методіку для знаходження екстремуму цільової функції (за допомогою методу Гауса), яка полягає на використанні ідеї по координатного переміщення робочої точки;
- вивчено процес рішення оптимізаційної задачі для цільової функції двох змінних $Q(x_1, x_2)$, отримано залежності обчислювальних витрат на пошук екстремуму від параметрів алгоритму пошуку;
- досліджено процес рішення оптимізаційної задачі, за допомогою методу знаходження екстремуму для цільової функції двох змінних $Q(x_1, x_2)$;
- оцінено ефективність методу прямого і модифікованого перебору, методом по координатного спуску, методом градієнта шляхом порівняння обчислювальних витрат на пошук рішення при використанні цих методів;
- досліджено особливості основних методів параметричної оптимізації;
- вирішено задачу параметричної оптимізації для конкретних чисельних прикладів;
- досліджено точність засобу ідентифікації, оснований на взаємній кореляційній функції входу і виходу об'єкта управління;
- досліджено умови збіжності алгоритмів адаптивної ідентифікації.

Вирішення визначених вище проблем забезпечує вирішення загальної важливої наукової проблеми підвищення точності та швидкодії вимірювання механічних величин сучасних прецизійних складних НС рухомих об'єктів.

Ключові слова: ідентифікація, оптимізація, цільова функція

УДК 621.317

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОПЕРЕДНЬОЇ ВИСТАВКИ НАВІГАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НС

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

Від точності попередньої виставки навігаційних елементів (акселерометрів, гравіметрів та інших) прецизійних НС сучасних рухомих об’єктів великим чином залежить точність вимірювань механічних параметрів НС.

Аналіз досліджень та публікацій в галузі високоточних кутових вимірювань показав, що точність та швидкодія відомих засобів для вимірювань кута не є достатніми (0,8”). З аналізу літератури видно, що існують методи дослідження похибок вимірювачів кута з візуальним наведенням та відліком для неавтоматизованих та пів автоматизованих вимірювачів кута. Проте, з появою нового автоматизованого вимірювача кута з потужними обчислювальними засобами, виникає необхідність розробки нового методу дослідження похибок цього вимірювача кута.

Розроблено новий метод дослідження похибок вимірювання кутів навігаційних елементів НС за допомогою нового автоматизованого вимірювача кута з кільцевим лазером.

Розроблено нову програму обробки результатів експериментів по дослідженню похибок нового вимірювача кутів.

Експериментально досліджено систематичні та випадкові складові похибки вимірювання кутів нового вимірювача кута за новим методом. Отримано графічні залежності для систематичної та випадкової похибок вимірювання. Обґрунтовано, що систематична складова не перевищує 0,3”, випадкова - 0,1”.

Показано перспективи використання нового вимірювача кута у гравіметричних та навігаційних вимірюваннях. Запропоновано новий спосіб вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння, нову гравіметричну систему з високоточним виставленням осі чутливості гравіметра, новий спосіб попередньої наземної виставки акселерометрів НС.

Ключові слова: кути, похибки, навігаційні елементи

УДК 621.3.044:536.53(088.8)

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ДЛЯ КОМП’ЮТЕРНОГО ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ

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

Розроблено оригінальну методику визначення необхідної точності вимірю-

вання температури при термічному аналізі сплавів різноманітних металічних систем, що базується на аналізі рівноважних діаграм стану. Встановлено, що для систем Fe-C і Al-Si абсолютна похибка вимірювання повинна бути не більшою, ніж 2,0 град. при роздільній здатності не гіршій, ніж 0,3 град. Частота дискретизації при реєстрації термограми визначається частотним складом термограм на ділянках з максимальним прискоренням зміни температури і, як визначено, повинна бути не меншою, ніж 3,0 Гц. Частоту дискретизації можна довести до 20-30 Гц. При цьому бажаним є одночасне застосування цифрового фільтра для частот вище 0,7 Гц

Запропоновано метод послідовних наближень для підвищення точності визначення концентрації основних легуючих компонентів у чавунах та розроблено алгоритм, що його реалізує.

Показано, що оптимальною геометричною формою пробовідбірників, що застосовуються в системах аналізу якості ливарних розплавів на основі термічного аналізу, є циліндр з співвідношенням висоти і діаметра $G = \frac{h}{d} = 4-5$. В цьому

випадку час охолодження проби металу фактично залежить тільки від його діаметра d і, практично, не залежить від висоти h . Тому невеликі коливання маси досліджуваного металу, що завжди мають місце при заповненні пробовідбірника, не впливають на хід процесу кристалізації і результати аналізу.

За допомогою розрахунків показано, що при використанні пробовідбірника, який заповнюється розплавом ззовні, бажано перед заливкою здійснювати його попередній розігрів.

Для підвищення збіжності показань ХА термопарі запропоновано використовувати спеціальний прилад – калібратор. Процес калібрування термопарі зводиться до розігріву пробовідбірника, з установленим у ньому калібратором, у ванні розплавленого металу до температури вище точки плавлення реперних речовин, а потім вільного охолодження системи в повітрі при безупинній реєстрації т.е.р.с. термопарі, що калібрується.

Розроблено методику оцінки інерційних властивостей термопарі сумісно з елементами її захисту, на основі якої обрана така конструкція первинного перетворювача, що його інерція не впливає на загальну похибку.

Ключові слова: термічний аналіз, частота дискретизації, чутливість, роздільна здатність.

УДК 539.4

РЕЄСТРАЦІЯ РЕЛАКСАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В МАТЕРІАЛІ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК В УМОВАХ БЛИЗЬКИХ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ

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

Якості виготовлення гальмівних колодок, як одного з основних елементів

системи безпеки водіїв та пасажирів дорожніх транспортних засобів, приділяється значна увага. Окрім перевірки міцності з'єднання накладки з металевою основою, що проводиться шляхом випробування колодки на зсув, контролюються також деформаційні характеристики матеріалу накладки, а саме, визначається його стисність при кімнатній та підвищених температурах (200°C – для барабанних колодок, 400°C – для дискових) [1].

Певним недоліком цього стандарту, на наш погляд, є те, що в ньому не враховуються в'язко-пружні процеси, які відбуваються в матеріалі накладок при дії зовнішніх навантажень в умовах впливу різних середовищ, в тому числі агресивних.

Матеріал безазбестових гальмівних накладок є складним багатофазним композитом з реологічними властивостями. При стискуванні навіть за короткий проміжок часу НДС накладки може суттєво змінюватися за рахунок повзучості та релаксації напружень. А стабільність в'язко-пружних характеристик матеріалу накладок при впливі зовнішніх факторів є також одним з показників його якості і, відповідно, надійності роботи гальмівної системи.

Нами була розроблена методика вимірювання релаксації напружень, яка полягає в поєднанні стандартного методу визначення стисності матеріалу гальмівних накладок [1] з вимірюванням зміни напружень у місці контакту. Деформаційні характеристики матеріалу визначали за допомогою універсальної випробувальної машини TIRAtest – 2151. Недоліком її вимірювальної системи є відсутність периферійних засобів надійного запису динамічних процесів з достатньою швидкістю. Використання механічних систем запису внаслідок їх суттєвої інерції не дозволяє якісно записувати початкові ділянки кривих релаксації. Було запропоновано записувати ці криві за допомогою вбудованої веб – камери 1.3 мрх ноутбука ASUS. Швидкість запису складала 384 Kbps. Дискретність запису значення стискної сили дорівнювала 0.1с. Зміну навантажень у зразку фіксували веб-камерою протягом 300 с, а потім це виконували візуально.

В роботі розглянуто вплив на швидкість релаксації напружень води, соляного розчину, оливи та гальмівної рідини при кімнатній та підвищених температурах в матеріалі накладок гальмівних колодок кількох виробників.

Ключові слова: гальмівні накладки, релаксація напружень.

Література

1. ДСТУ ГОСТ ИСО 6310:2006 "Транспорт дорожній. Накладки гальмівні. Метод визначення стисності".