

УДК 4.414.2

*О.Л. Куц магістрант кафедри приладобудування
В.І. Дубінець к.т.н., доц., доцент кафедри приладобудування
Національний технічний університет України «КПІ»*

Аналіз існуючих конструкцій інтегральних акселерометрів

MEMS акселерометри широко застосовуються в автомобілебудуванні, авіакосмічних апаратах, високоточній зброї. Акселерометри з малим діапазоном вимірювання використовуються як нахиломіри для вимірювання кутів нахилу наприклад платформи. Один з найважливіших елементів конструкції MEMS акселерометрів – пружні підвіси, форма і розміри яких визначають такий важливий параметр як чутливість.

Основні схеми побудови конструкцій MEMS акселерометрів:

- ЧЕ - маса виконує функцію рухомої обкладинки конденсатора;
- обкладинки (штирі) закріплені на ЧЕ (ADXL50) і переміщуються поступально під впливом вимірювальної сили F . Ємність між одними обкладинками збільшується, а між іншими обкладинками зменшується.

Остання схема отримала назву зустрічно-штирьова схема ємнісного перетворювача або «гребінчаста» структура. Ємнісні пристрої мають декілька переваг: високу чутливість та відсутність шумів на відміну від тензорезистивних, резистивних та індуктивних елементів, а також відсутність самонагрівання, низький дрейф струму, низьку чутливість до температури, а також низьке розсіювання потужності. Більше того, додаткові конденсатори можуть бути вбудовані та використані для реалізації електростатичного зворотного зв'язку та самотестування «self-test».

Недоліком ємнісного мікродавача є значне ускладнення вимірювальної електроніки, необхідність зменшення паразитної ємності, зміщення балок в залежності від прикладеного навантаження спричиняє нелінійність залежності ємності від прискорення. Сучасні технології дозволяють виготовлення перетворювачів, початковий зазор у яких може бути доведений до 1..10 мкм. Для розрахунку ЧЕ був вибраний монокристалічний кремній, марки КЕФ-4,5(100), який володіє необхідними механічними властивостями. Технологія обробки кремнієвих пластин досить розвинена і дозволяє отримувати необхідні форми і розміри елементів конструкції. Аналіз пружних підвісів проводився методом комп'ютерного моделювання в середовищі ANSYS. Проведено аналіз статичного напружено-деформованого стану підвісів різної конфігурації при розвороті ЧЕ без урахування зовнішніх механічних збурень.

В.І. Дубінець к.т.н., доц., доцент кафедри приладобудування

УДК 681.121

Булiк I.I. магістрант

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна

Аналіз чинників впливу на точність вимірювання ультразвукових витратомірів

Сучасна вимірювальна практика висуває все більш високі вимоги до точності, надійності, швидкодії та функціональності витратомірів. В останні роки все більшої популярності набувають ультразвукові витратоміри, які можуть вимірювати широку номенклатуру речовин з самими різними характеристиками, густиною та температурою рідин. Внаслідок цього суттєво спрощується система обліку, побудована на ньому. Данні витратоміри мають високу точність і просту конструкцію, що робить їх досить надійними.

Існує ряд чинників які впливають на точність вимірювання в ультразвукових витратомірах. Розглянемо деякі з них:

1. Товщина стінок трубопроводу. Похибка вимірювання витрати в значній мірі залежить від визначення товщини стінок. Тільки для труб діаметром більше 200 мм похибка вимірювання витрати вже не залежить від товщини стінки і становить менше 1%. Для невеликих розмірів діаметрів труби цей вплив досить вагомий і похибки можуть бути достатньо великими.
2. Різниця часу проходження ультразвукових коливань. Похибка при вимірюванні Δt залежить від швидкості потоку. Припускаючи, тактовою частотою 100 МГц і десять тисяч значень різниці часу проходження ультразвуку, невизначеність буде становити 0,05 нс та диференційна затримка часу 0,05 нс, що дає загальну цифру в 0,1 нс.
3. Шорсткість трубопроводу. Особливо важливо враховувати шорсткість трубопроводу у вимірюванні шляхом введення поправочного коефіцієнту.
4. Відхилення від округлості поперечного перерізу витратомірної ділянки, еліптичне спотворення перетину трубопроводу. Похибка у вимірі округлості труби впливає на вимірювання об'ємної витрати, яка зменшується зі збільшенням діаметра труб. Залежати вона буде не стільки від виникнення еліпсності, скільки від значного спотворення характеру розподілу швидкостей в порівнянні з трубою круглого перерізу. Цей фактор відобразиться на зміні поправочного коефіцієнта k , який використовується при знаходженні витрати і враховує різницю розподілення швидкостей по перерізу від розподілення по довжинні каналу вимірювання потоку.

Науковий керівник: Коробко I.B., к.т.н., доцент

УДК 531.317

Поліщук С.О., студент, Безвсільна О.М., д.т.н., проф.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Біологічні нейронні мережі

Нейронні мережі – це один з напрямів досліджень у галузі штучного інтелекту, засновані на спробах відтворити нервову систему людини. А саме: здатність нервової системи вчитись і виправляти помилки, що повинне дозволити змодельовати роботу людського мозку.

Біологічний нейрон – це спеціальна клітина, яка структурно складається з ядра, тіла клітини і відростків. Одним з ключових завдань нейрона є передача електрохімічного імпульсу по всій нейронній мережі через доступні зв'язки з іншими нейронами. Притому, кожен зв'язок характеризується деякою величиною, сили синаптичного зв'язку. Ця величина визначає: що станеться з електрохімічним імпульсом при передачі його іншому нейрону: або він посилиться, або він ослабиться, або залишиться незмінним.

Біологічна нейронна мережа має високий ступінь зв'язності: на один нейрон може припадати кілька тисяч зв'язків з іншими нейронами. Але, це приблизне значення і в кожному конкретному випадку воно різне. Передача імпульсів від одного нейрона до іншого породжує певне збудження всієї нейронної мережі. Величина цього збудження визначає реакцію нейронної мережі на якісь вхідні сигнали. Можна навести таку спрощену модель біологічної нейронної мережі, зображену на рис.1:

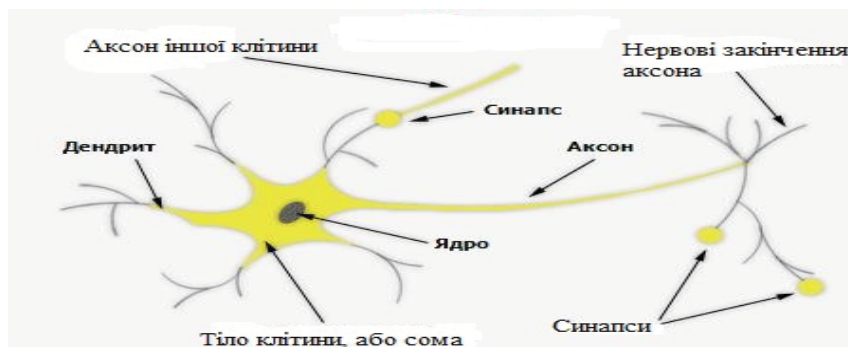


Рис.1. Спрощена модель біологічної нейронної мережі

Кожен нейрон складається з тіла клітини, що містить ядро. Від тіла клітини відгалужується безліч коротких волокон, які називаються дендритами. Довгі дендрити називаються аксонами. Аксони розтягуються на великі відстані, набагато перевищуючі ті, що показано у масштабі рис.1. Зазвичай, аксони мають довжину 1 см (що перевищує у 100 разів діаметр тіла клітини), але можуть досягати і 1 метра.

Наук. Керівник: Безвсільна О.М., професор, д. т. н.

УДК 621.317

Ткачук А.Г., аспірант; Безвесільна О.М., д.т.н., професор
Житомирський державний технологічний університет;

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”

Вплив механічного кріплення до основи авіаційного гравіметра на його точність

Для визначення характеристик гравітаційного поля Землі найзручніше використовувати авіаційну гравіметричну систему (АГС), чутливим елементом якої є гравіметр.

Необхідно приділяти значну увагу вибору способу кріплення гравіметра до гіростабілізованої платформи чи іншої основи, на якій його встановлено. Це кріплення, зазвичай, має вигляд пружного зв'язку (рис.1, а). Неправильність вибору способу кріплення впливає, головним чином, на частотну характеристику гравіметра (поява резонансів) та кінцеву точність. Похибки такого типу є незначними на частотах до 200 Гц, однак, із збільшенням частоти, вони стають непередбачуваними. Існує графік залежності способів кріплення від величини частоти коливань основи (рис. 1, б) .

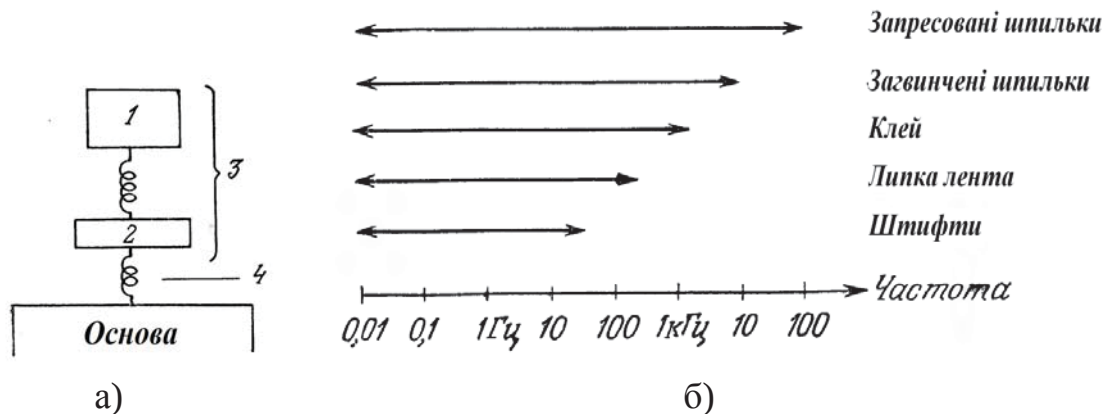


Рис. 1. а) механічна модель гравіметра: 1– чутливий елемент; 2 – основа; 3 – гравіметр; 4 – спосіб кріплення; б) способи кріплення, які використовуються у залежності від робочого діапазону частот коливань основи

Існує загальне правило, яке стосується будь-якого способу кріплення – це максимально близький до ідеального стан поверхні основи. Тому необхідно уникати попадання будь-яких дрібних елементів на шліфовану поверхню основи. Також шар змазки суттєво покращує сполучення гравіметра із основою.

Користуючись графіком на рис. 1, б необхідно обрати такий спосіб кріплення авіаційного гравіметра до основи, який задовольняв би умови, у який проводяться гравіметричні дослідження.

Науковий керівник: Безвесільна О.М., д.т.н., професор

УДК 681.586.773

Цимбал Н.В., студентка

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут»

Датчики температури на поверхневих акустичних хвилях

Одна із потенціальних переваг термодатчиків на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) – можливість забезпечити конструктивними засобами хороший тепловий контакт між контролюючим об'єктом і тильною стороною підложки з ПАХ - структурою. Це вигідно відрізняє їх від датчиків на об'ємних акустичних хвилях (ОАХ), низька швидкодія яких являється наслідком поганої теплопередачі на п'єзоелемент. Як показують експерименти, виграш ПАХ - датчиків в порівнянні з датчиками на ОАХ при контролі температури поверхонь твердих тіл при порівнянних розмірах складає 20:01. Приклад реалізації термодатчика на ПАХ приведений на рис.1. Датчик конструктивно містить кварцеву підложку з ПАХ - перетворювачами, що контактують з контрольним об'єктом своєю нижньою поверхнею. ПАХ - перетворювач знаходиться в герметичному, заповненому гелієм об'ємі; з'єднання з електронною схемою здійснюється через гермовводи.

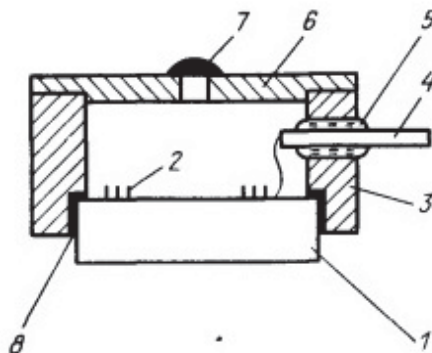


Рис.1. Термодатчик на ПАХ:

1 – кварцева підложка; 2 – ВШП; 3 – корпус; 4 – гермоввід;
5 – кераміка; 6 – посріблена кришка; 7 – герметичне ущільнення; 8 –
епоксидний клей

Прямий тепловий контакт підложки з контролюючим об'єктом вносить і від'ємний момент – з'являється паразитна чутливість датчика до силової взаємодії контактуючих поверхонь. Зняти цей ефект вдається за рахунок використання проміжних тонких слоїв мастил з гарною теплопровідністю.

Ці датчики використовують в якості інструмента неруйнівного контролю стану поверхонь і приповерхневих слоїв матеріалів і конструктивних елементів.

Науковий керівник: Киричук Ю.В, к-т техн. наук, доцент

УДК681.121

*Хильченко Т.В., Храмцов Д.І., магістранти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна*

Дослідження впливу розподілу швидкості потоку в магістралях з поперечним перерізом різної просторової конфігурації

Розвиток світової економіки ґрунтується на впровадженні останніх досягнень науки та техніки у промисловості, розробці та серійному виробництві вимірювальних приладів і систем з досконалими метрологічними характеристиками. Роль лічильників ще більше зростає з необхідністю максимальної економії ресурсів країни. Зниження похибки хоча б на 1% може забезпечити багатомільйонний економічний ефект. Засоби вимірювання (ЗВ) побудовані на різних фізичних явищах та методах. Одним з основних чинників, які істотно впливають на паспортні характеристики приладів є гідродинамічна картина течії в трубопроводі.

Швидкості по живому перерізу потоку різні і їх визначення є досить складним завданням. Практичні розрахунки здійснюються за інтегральними показниками і виконуються для всього об'єкту в цілому без уточнення мікроструктури. Серед таких показників середня швидкість потоку по поперечному перерізі різної геометричної конфігурації, є головним показником при визначенні витрати рідин і газів.

У ЗВ витрати нерідко зустрічаються задачі знаходження параметрів потоку в каналах різного за формою перерізу – квадратного, прямокутного, еліптичного, трикутного, трапецеїдального і т.п.

Проведені дослідження дали змогу оцінити зміну розподілу швидкостей через еліптичний, прямокутний і трикутний перерізи і ступінь впливу на точність вимірювання (пунктиром показано ідеальний розподіл):

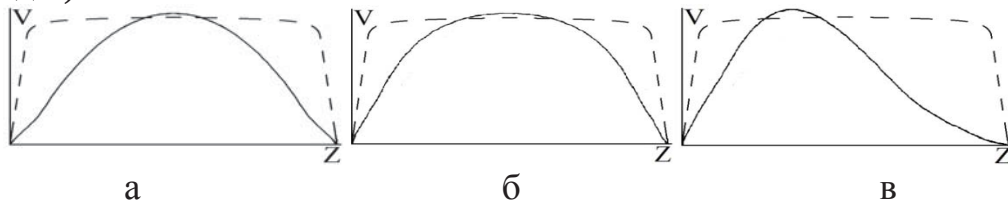


Рис.1. Розподіл середньої швидкості в: а – еліптичному; б – прямокутному; в – трикутному перерізі

Як видно з рисунків, для витратомірів, в яких середня швидкість відіграє особливо важливе значення, краще використовувати прямокутний вимірювальний канал, адже в цьому випадку реальний розподіл швидкості найбільш наближений до ідеального розподілу.

Науковий керівник: Коробко І.В, доцент, к.т.н..

УДК 539.3

*Храмцов Д.І., Хильченко Т.В., магістранти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Дослідження чутливих елементів мікроелектромеханічних акселерометрів за допомогою програмного пакету ANSYS

Чутливий елемент (ЧЕ) є первинним вимірювальним перетворювачем, який безпосередньо сприймає вимірювану фізичну величину, в даному випадку прискорення, і перетворює її у вихідний сигнал. Механічна система ЧЕ складається з підставки у вигляді рамки, всередині якої знаходиться маса. Маса кріпиться до рамки за допомогою підвісу, що складається з пружних балок. Прискорене переміщення рамки викликає зсув інерційної маси і деформацію пружних балок, що використовується для одержання корисного сигналу.

У роботі проводиться дослідження двома реалізованими в прикладному інженерному САЕ-пакеті ANSYS методами вирішення пов'язаних задач: прямого методу рішення (Direct Coupled-Field Analyses) і ітераційного методу, що базується на процесі послідовної передачі збурень між фізично різними розрахунковими областями через відповідні граничні умови та умови стикування (ANSYS Multi-Field Solver).

Визначено, що методика «Direct Coupled-Field Analyses» менш вимоглива до ресурсів ЕОМ, що за інших рівних умов дозволяє вирішувати завдання зі значно більшим ступенем дискретизації моделі по порівнянні з «ANSYS Multi-Field Solver». Основним мінусом прямого методу рішення є обмежена кількість заздалегідь визначених розробниками пакета ANSYS фізично різних взаємодій, в той час як метод «ANSYS Multi-Field Solver» в цьому відношенні є більш універсальним.

Представлена математична модель мікроелектромеханічного акселерометра, проведені дослідження статичного деформованого стану пружних підвісів і чутливого елемента мікроакселерометра.

Вирішені наступні завдання: створена математична модель статичного деформування ЧЕ мікроакселерометра, що дозволяють вплив геометричних параметрів на робочі характеристики мікроелектромеханічних пристроїв; розроблені алгоритми чисельної реалізації запропонованої математичної моделі мікроакселерометра.

Науковий керівник: Дубінець В.І., доцент, к.т.н.

УДК 621.317

*Ховрічев І.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., професор
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна*

Ємнісний перетворювач

Ємнісні вимірювальні перетворювачі використовуються для перетворення лінійних або кутових переміщень, тисків, вібрацій, прискорень, рівнів рідини в електричний сигнал. ЄП застосовують для контролю швидко змінних процесів, пульсуючих тисків, вібрацій, а також у випадках, коли потрібне мінімальне навантаження переміщуваних деталей або мають бути відсутні механічні впливи. В авіаційній техніці широко використовуються ємнісні паливоміри.

ЄП являє собою конденсатор, що складається з двох чи більше пластин, відокремлених одна від одної шаром повітря чи іншим діелектриком.

Основними перевагами ЄП є: висока чутливість, невелика маса та габарити, мале значення зворотної дії. Проте існують і деякі недоліки, такі як: високий внутрішній опір, що робить його малопотужним, а головне, дуже сприйнятливим до впливу завад-наводок. Також слід відмітити відносно невисоку стабільність крутості характеристики в зв'язку зі змінною геометричних розмірів ЄП при дії температури, а діелектричної проникненості — при дії вологості. Значний вплив паразитних ємностей, зокрема ємності екранованого проводу (екранування обов'язкове в зв'язку з великим впливом завад-наводок), який з'єднує ЄП із іншими елементами схеми. Такі ЄП мають необхідність роботи на порівняно високій частоті (від одиниць кілогерц і вище), яка змушує застосовувати спеціальне джерело живлення ЄП, стабілізоване за напругою й частотою. Для зняття сигналу з ЄП потрібно мати високочутливий вторинний перетворювач з великим вхідним опором.

Практично ЄП — це конденсатор змінної ємності, керований вхідною величиною (звичайно переміщенням).

Ємність будь-якого конденсатора у фарадах залежить від трьох основних параметрів: площі S , відстані δ між пластинами і діелектричної проникності середовища ϵ між пластинами конденсатора.

$$C = \epsilon * S / \delta.$$

Із наведеної формули бачимо, що зміни ємності можна досягти, змінивши значення однієї з величин ϵ , S або δ .

Як правило, використовують мостову або резонансну схему включення ЄП.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Безвесільна О.М.

УДК 621.317

Ховрічев І.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., професор
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна
Загальний огляд ємнісного акселерометра

Акселерометри - датчики лінійних прискорень, призначені для вимірювання прискорення рухомого об'єкту і перетворення прискорення в електричний сигнал.

Акселерометр має велику область застосування: в приладобудуванні, в машинобудуванні, аерокосмічній галузі.

Актуальним є створення нових видів акселерометрів з оптимальним відношенням ціни та якості.

В останні роки технологічний рівень мікромеханічних акселерометрів значно зріс: нові компоненти, підвищення загального рівня інтеграції, поліпшення характеристик із додаванням нових функцій. Нові інтегральні акселерометри, як правило, створюються на одному кристалі. Це означає розміщення на одному кристалі як сенсорних елементів, так і пристроїв перетворення. Останнім часом найбільш точними, досконалими, технологічними є мікромеханічні акселерометри або МЕМС-акселерометри. В основу останніх покладено ємнісний акселерометр.

Ємнісні акселерометри отримали широке поширення, завдяки їх високим чутливості та точності вимірювань, стабільності вимірювання, низькій температурній чутливості, малому споживанні потужності, низькими шумовими властивостями, низькій ціні. Проте ємнісні акселерометри мають чутливість до забруднень і присутності поблизу пластинок різних матеріалів, чутливість до впливу "паразитних" ємностей мереж, малу вихідну потужність.

Конструкція акселерометра містить дві або більше пластин, одні з яких нерухомо закріплені, інші є рухомими. При дії прискорення переміщується рухома пластина ЄА, що призводить до зміни ємності конденсатора і, відповідно, вихідної напруги.

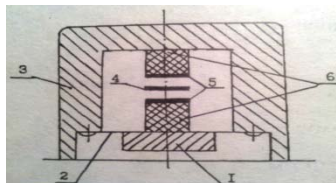


Рис.1 Ємнісний акселерометр

На рисунку показаний ємнісний акселерометр, до складу якого входять: 1 – маска, 2 – мембрана, 3 - корпус, 4 – рухома обкладинка, 5 – нерухомі обкладинки, 6 – діелектрик

УДК 681.2.084

Фурт О.С., студент

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

Застосування тензокалібраторів в метрологічному забезпеченні вимірювання деформацій

В даний час найчастіше для експериментальних дослідження міцності складних конструкцій використовуються тензорезисторні перетворювачі. Для зменшення впливів з'єднувальних проводів і забезпечення підвищення точності перетворення, застосовуються спеціальні схеми включення тензорезисторів. Загальна схема перетворення сигналів складається з тензорезисторів, калібраторів і зовнішньої електронної апаратури. Нами розглядається апаратура для вимірювання ($\Delta R/R$) сигналів тензорезисторів.

Діапазон зміни опору тензорезистора не перевищує кількох десятків відсотка і менше опору проводів, що з'єднують датчик з вимірювальною апаратурою. Вимірювання деформації за допомогою тензорезистивних перетворювачів - одне з найскладніших вимірювань. Складність визначається малим діапазоном зміни опору під впливом деформації.

Сучасний стан тензокалібраторів розглядається на прикладі трьох приладів. А саме: 1550A Vishay, BN100A HBM і K3607 HBM.

Калібратор 1550A Vishay застосовується для імітації вихідних сигналів чверть мостових, півмостових і повномостових тензодатчиків опором 120 Ом в діапазоні деформацій ± 99900 мкм/м з кроком 100 мкм/м. Застосування цих резисторів забезпечує рівень точності 0,025% при перетворенні вихідних сигналів $\pm 49,95$ мВ/В з кроком 0,05 мВ/В.

Калібратор BN100A HBM слугує для імітації з високою точністю вихідних сигналів повномостових тензодатчиків опором 350 Ом. Регульований калібрувальний сигнал з трьома піддіапазонами від -100 мВ/В до +100 мВ/В з кроком 0,1 мВ/В, клас точності 0,0005.

Калібратор K3607 HBM призначений для імітації 30 калібрувальних сигналів повномостових тензодатчиків опором 350 Ом в діапазоні 0,05 мВ/В - 10 мВ/В. З'єднання за схемою "зірка" забезпечує абсолютну стабільність нульової точки. Калібратор використовується для вагової електроніки і має клас точності 0,025.

Дані тензокалібратори мають великі габарити і масу, в них збиткова кількість точок зміни опорів. Нами пропонується використати, для інтегрованого в корпус приладу, калібратор одного зразкового опору, який включений в ланцюг опорного живлення. Еталонні сигнали на опорі імітуються зразковим індуктивним дільником на змінному струмі. Аналіз функції похибок від кількості еталонних точок показує достатність 4-х та 5-ти точок для забезпечення відносних похибок $\delta=0,02\%$ та $\delta=0,01\%$ перетворення сигналів тензорезисторів.

Науковий керівник: Зайцев В. М., старший викладач

УДК 621.317

Горбачов А. А., студент
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут, м.Київ, Україна
Зварювання нанопроводів світлом

Нову технологію планується застосовувати в областях, де необхідно отримати дуже тонку мережу контактів чи електродів із вихідного матеріалу, який псується при найменшому дотику або нагріванні.

Було розроблено новий спосіб зварювання металевих нанопроводів. Ця технологія доступна завдяки властивостям квазічастинок, що виникають в електронному газі в момент, коли на метал діє світлова хвиля. При хаотичному положенні нанопроводів найбільш сильні хвилі квазічастинок (плазмонів) виникають в тих місцях, де вони потрібні. Верхній провід виступає в ролі антени, що направляє хвилю до нижнього провода, до місця контакту (рис. 1).

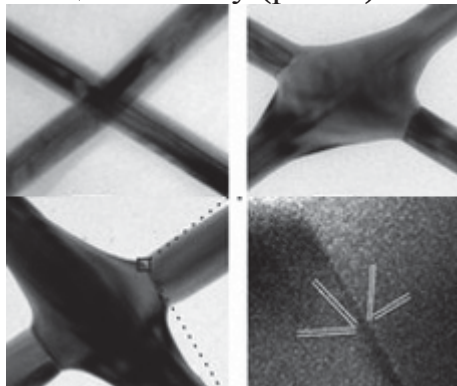


Рис. 1 – Вузли перетину проводів

Зварювання продовжується до тих пір, поки проводи не з'єднаються один з одним. Після цього зварювання припиняється самостійно.

Даний метод також дозволяє кріпити нанопровідки до підкладки.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 621.311.2

Гераїмчук М.Д., *професор, д.т.н., зав.каф., Кравченко С.С.,
Шувалов Р.В., студенти*

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут"*

Зменшення впливу вітряних установок перетворення енергії вітру в електрику на зовнішнє середовище

Сучасна економіка України характеризується низькою ефективністю використання енергетичних джерел, недостатністю модернізації енергоустановок і впровадження енергозберігаючих технологій, а також використання нетрадиційних технологій. Однак, незважаючи на те, що Україна має значний потенціал для розвитку відновлюваних джерел енергії, частка їх у балансі країни становить близько 1 %.

Одним із перспективних напрямків розвитку відновлюваних джерел енергії є вітрова енергетика. Вітрова енергетика належить до найбільш відомих і давніх видів енергії. У районах з інтенсивним рухом повітря її використання дає можливість забезпечити електричною енергією невеликі райони. Європа до 2020 року планує збільшити використання вітрової енергетики до 14–18 % в загальному балансі споживаної електричної енергії. Стимування розвитку вітрової енергетики пов'язано з їхніми недоліками. До недоліків систем використання вітрової енергії відносять її порівняно високу ціну, а також великі шуми і вібрації, які виникають під час роботи вітрових установок, що впливає на зовнішнє середовище, його забруднює, представляє небезпеку для птиць. Для зменшення розглянутих недоліків, особливо зменшення шумового забруднення, в даній роботі пропонуються нові технічні рішення. Запропоноване технічне рішення на відміну від вітряків не має відкритих гвинтів і характеризується підвищеним ККД. Проблема високої собівартості планується вирішити шляхом використання недорогих матеріалів. Для компенсації вихідної енергії (при зменшенні розмірів) пропонується використовувати додаткові системи магнітної взаємодії. Очікується, що запропоновані рішення допоможуть країні стати більш незалежною, здешевити електроенергію. Планується можливість використання генератора у дачних будиночках та у промисловому виробництві.

Ключеві слова: перетворювачі енергії, вітрова енергетика, перетворювачі кінетичної енергії вітру в електричну

УДК681.121

Мищеряков В. Ю., студент

Национальный Технический Университет Украины

«Киевский Политехнический Институт», г. Киев, Украина

Математическая модель турбинного расходомера

Одним из видов современного и отвечающего требованиям надежности оборудования для учета нефтепродуктов являются турбинные счетчики. Их неоспоримым достоинством является то, что, несмотря на сравнительную простоту исполнения, они могут обеспечивать высокую степень точности измерений. Кроме того, современные производители по требованию заказчика могут обеспечить нижний предел рабочей температуры измеряемой среды таких счетчиков -50°C и ниже.

Принцип работы турбинных счетчиков заключается в том, что скорость вращения чувствительного элемента турбинного преобразователя расхода бесконтактно преобразуется в электрический сигнал с частотой, пропорциональной скорости вращения и, соответственно, объемному расходу измеряемого потока [1].

Основной характеристикой, описывающей работу турбинных преобразователей расхода, является дифференциальное уравнение вращательного движения чувствительного элемента:

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_d - \sum M_c ;$$

где J – момент инерции чувствительного элемента с учетом присоединенной массы потока;

ω – угловая скорость вращения чувствительного элемента;

M_d – движущий момент потока измеряемой среды;

$\sum M_c$ – сумма моментов сопротивления.

Решением уравнения относительно ω является характеристика преобразования, которую в общем виде можно записать так:

$$\omega = f(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m);$$

где $x_1, \dots, x_n$ — геометрические характеристики турбинного преобразователя;

$y_1, \dots, y_m$ – свойства измеряемой среды.

Ключевые слова: турбинный расходомер, математическая модель.

Литература:

1. Под. ред. Кремлевского П.П. Расходомеры и счетчики количества. М.: Машиностроение, 2004. – 409 с., ил.

Научный руководитель: Писарец А. В., к.т.н., доцент

УДК 621.311.2

*Гераїмчук М.Д., професор, д.т.н., зав.каф., Шевченко Д.В., студент
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"*

Мемс перетворювачі механічних коливань і вібрацій в електричну енергію

Найбільш поширені методи перетворення механічних коливань на електричну енергію базуються на використанні п'єзоелектричних, електромагнітних і електростатичних (ємнісних) перетворювачів. Серед даних перетворювачів, незважаючи на окремі недоліки: вплив температури, деполяризація електродів, наявність механічних обмежувачів руху чутливого елемента, найбільш часто використовують п'єзоелектричні. Вони характеризуються високим вихідним сигналом від 2 до 10 В, відсутністю додаткових джерел напруги і можливістю використовувати при виготовленні МЕМС технологій. Принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів механічної енергії на електричну оснований на виникненні на електродах п'єзоелемента електричного сигналу внаслідок його деформації під дією на нього зовнішніх сил. П'єзоперетворювачі виготовляються із цирконат-титанату свинцю (ЦТС), титанат вісмуту й інших матеріалів. Ці мікроперетворювачі і побудовані на них системи можуть використовуватись для живлення різних об'єктів. Наприклад, для освітлення дороги вночі, магазинів, у метро. Так, подібна система використовується для живлення ескалатора в метро в Гонконгу. Для перетворення енергії руху пішоходів в основному використовують п'єзоелектричні перетворювачі. Цікавим є перетворення руху молоді на танцювальних майданах в електричну енергію. У Греції організовано перший нічний еко-клуб, у якому використовується енергія руху танцівників як джерело електричної енергії. Ця система дає змогу забезпечити 60 % необхідної електричної енергії. Представляє інтерес також використання нано- і мікротехнологій при розробленні перетворювачів механічної енергії на електричну. Фірма Innowattech розробила систему, яка перетворює рух транспорту на електроенергію. Для цього фірма використовує нові п'єзоматеріали, які перетворюють енергію вібрацій і тиску транспорту на електричну. Для отримання електричної енергії п'єзоперетворювачі встановлювались в асфальтове дорожнє покриття. Дослідження п'єзоелектричної технології і перетворювачів, які вмонтовувались в бітум, показали, що 500 вантажівок, які проходять 1 км дороги зі швидкістю 72 км/год, дають змогу отримувати 200 кВт/час, що достатньо для електрифікації 300 родин. За даними фірм, з 1 км даної дороги, яка обладнана подібною системою, при русі 600 автомобілів за годину, можна отримувати до 500 кВт за годину електричної енергії. Цієї енергії достатньо для живлення 600–800 житлових будинків.

Ключові слова: МЕМС перетворювачі енергії, п'єзо-електричні перетворювачі, плівкові перетворювачі енергії.

УДК 681.121

*Журба В.Л., Коваленко В.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Мінімізація впливу магнітного поля на вимірювальний перетворювач витрати

Точність обліку енергетичних ресурсів залежить від багатьох факторів: геометричної досконалості форми чутливих елементів (ЧЕ) вимірювальних перетворювачів витрати (ВПВ), встановлення лічильників згідно технічних вимог до їх експлуатації, мінімізації впливу зовнішніх чинників на витратомір та ін.

При експлуатації ВПВ в житлово-комунальному господарстві гостро стоїть проблема мінімізації несанкціонованого впливу на роботу засобів вимірювання витрати паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та води в тому числі від дії зовнішнього магнітного поля. Особливо це стосується засобів виміру, в конструкції яких, передача вихідної вимірюваної інформації здійснюється завдяки системи магнітного валу, яка надзвичайно чутлива до магнітного поля високої інтенсивності. В наслідок чого, втрачається слушність виміру кількості ПЕР з низькою відповідністю реальним результатам. -

Вирішення проблеми точного вимірювання можливе шляхом екранування елементів конструкції приладу, використанням релейно силової дії та сигнально-інформаційно попереджувального захисту.

Для вирішення даної проблеми запропоновано релейну схему, яка передбачає разом з лічильником встановлювати клапан-запобіжник, що регулює проходження природного газу по магістралі в районі лічильника.

Принцип дії даних клапанів полягає в тому, що в їх конструкції є металева кулька, яка під дією магнітного поля переміщується в напрямку її дії. В цей час пластинка опускається, чим повністю або частково перекриває подачу вимірюваного середовища по трубопроводу до споживача. За допомогою цього конструктивного рішення можна мінімізувати зовнішній вплив магнітного поля на витратомір .

Даний клапан-запобіжник має невеликі габаритні розміри та монтується разом з лічильником. Він може використовуватись для вимірювання як сталих так і змінних потоків ПЕР та води і конструктивно є одним цілим з ВПВ. Також особливістю даної системи є те, що відновити подачу води чи газу зможе тільки працівник відповідної організації.

Ключові слова: магнітне поле, енергетичні ресурси, вимірювальний перетворювач витрати.

Науковий керівник Коробко І.В., к.т.н., доцент

УДК 621.317

Коротченко Н.П., студентка, Безвесільна О.М., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут, м.Київ, Україна

Опис експериментальної установки

Експериментальна установка для градуювання оптичного акселерометра (ОА) представлена на (рис.1).

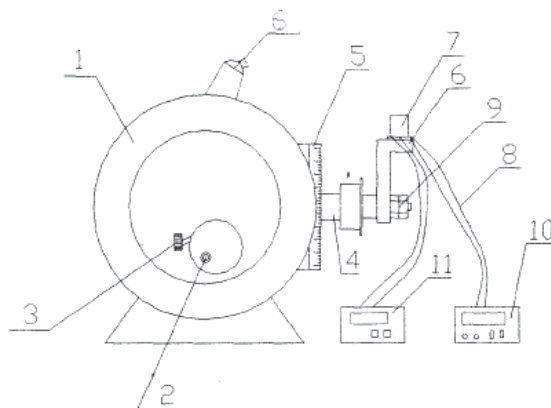


Рис. 1. Експериментальна установка для градуювання оптичного акселерометра

На рис. 1 позначено:

1 - корпус; 2 - поворотна ручка (для грубого регулювання); 3 - поворотна ручка (для точного регулювання); 4 - вал; 5 - відлікова шкала; 6 - кронштейн; 8 - приєднувальні проводи; 9 - прижимні гайки; 10 - вольтметр; 11 - джерело живлення.

Градування ОА відбувається при нахилі його відносно положення рівноваги на деякий кут. Градування приладу відбувається за допомогою поворотної ручки 2 експериментальної установки (рис. 1). При цьому повертається вал 4, кронштейн 6, а також закріплений на кронштейні ОА 7. ОА живиться напругою 12В від джерела живлення 11.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 621.317

*Горбачов А. А., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., професор
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут, м.Київ, Україна*

Опис установки для досліджень та градування ємнісного акселерометра

Принципова схема установки для дослідження ємнісного акселерометра (ЄА) представлена на (рис.1).

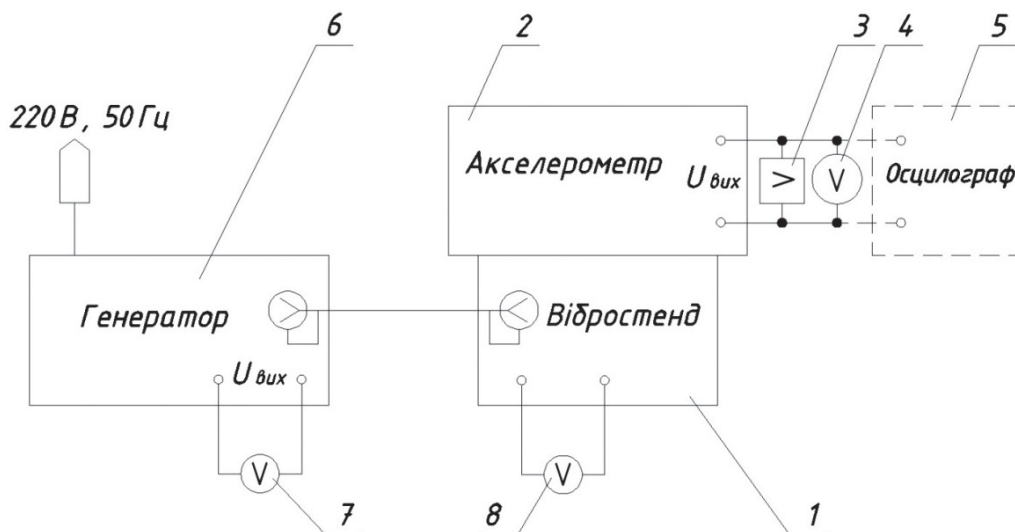


Рис. 1 - Принципова схема дослідної установки

На рис. 1 зображено вібростенд 1, на якому розташовано ємнісний акселерометр 2. Вихідний сигнал акселерометра подається на підсилювач 3, та реєструється за допомогою паралельно підключених вольтметра 4 та осцилографа 5. Вібростенд (генератор механічних коливань ГМК-1) соленоїдного типу здійснює коливання з заданою частотою та передаються на жорстко закріплений на ньому акселерометр. До генератора 6, який живить вібростенд та до самого вібростенда підключено вольтметри 7 та 8 для реєстрації напруги.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК521.317

Петров Р.П., студент, Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт» г. Киев, Украина

Основные разновидности материалов наносенсоров

Наносенсор, чувствительный элемент которого имел покрытие из многослойных углеродных нанотрубок, обработанных посредством кислородной плазмы и полианилина, был разработан для определения аммиака. В результате указанной обработки на поверхности углеродных нанотрубок были образованы окислительные функциональные группы. В отличие от устройства с чувствительным элементом, содержащим покрытие с необработанными углеродными нанотрубками, чувствительность измерений наносенсора была в три раза выше. Выходной сигнал устройства линейно зависел от концентрации аммиака в диапазоне (0-0,01%). Более того, наличие в составе композиционного материала покрытия полианилина приводило к повышению селективности измерений в присутствии паров воды.

Для определения аммиака при нормальной температуре был изготовлен наносенсор, чувствительный элемент которого имел тонкослойное покрытие из однослойных углеродных нанотрубок и полипиррола. Воздействие аммиака с концентрацией $1 \cdot 10^{-3}\%$ вызывало изменение выходного сигнала устройства на 26%, а с концентрацией 0,08% - на 27,6%. Время установления показаний равнялось 22 с, а возврата показаний к начальной величине - 38 с. Чувствительность измерений зависела от толщины покрытия чувствительного элемента, а также содержания в нем углеродных нанотрубок.

Наносенсор с чувствительным элементом, содержащим покрытие из однослойных углеродных нанотрубок и поли-т-аминобензол-сульфоновой кислоты, был создан для определения аммиака и диоксида азота в воздухе. В устройстве использовался кондуктометрический измерительный преобразователь. При нормальной температуре наносенсор характеризовался высокой чувствительностью измерений, названных химических соединений, коротким временем установления показаний и возврата их к начальному значению. Предел обнаружения аммиака соответствовал концентрации $1 \cdot 10^{-5}\%$, а диоксида азота - $2 \cdot 10^{-6}\%$. Наряду с этим, на результаты измерений влияла и относительная влажность воздуха.

Науч. руководитель: Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.

УДК521.317

*Петров Р.П., студент, Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт» г. Киев, Украина*

Чувствительный элемент наносенсора

Наносенсор, чувствительный элемент которого имел покрытие из многослойных углеродных нанотрубок, обработанных с помощью плазмы, а также полиимида, был предложен для определения относительной влажности газообразной среды. В состав устройства входил кондуктометрический измерительный преобразователь. Электрическое сопротивление чувствительного элемента линейно возрастало с увеличением влажности анализируемой среды.

Наносенсор с чувствительным элементом, содержащим покрытие из многослойных углеродных нанотрубок и полиэтиленimina, был применен для определения паров летучих органических соединений. Устройство было оснащено измерительным преобразователем поверхностных акустических волн вида «линия задержки». В качестве пьезоэлектрического материала использовался кварц. Резонансная частота акустических волн составляла 69,4 МГц. По сравнению с наносенсором, чувствительный элемент которого имел покрытие только из полиэтиленimina, чувствительность измерений была выше более чем в два раза (11,9 кГц/% вместо 5,1 кГц/%), а время установления показаний - меньше в 6 раз.

Наносенсоры с чувствительными элементами, содержащими тонкослойное покрытие из многослойных углеродных нанотрубок с модифицированной поверхностью и полиметилметакрилата, были разработаны для определения паров дихлорметана, хлороформа, ацетона, метанола, этилацетата, толуола и гексана. В устройствах использовались кондуктометрические измерительные преобразователи. Принцип действия наносенсоров основывался на объемном расширении («набухании») покрытия чувствительного элемента при полярном взаимодействии с парами органических соединений. Устройства обладали непродолжительным временем установления показаний и высокой чувствительностью измерений. Так, контакт с парами дихлорметана, хлороформа и ацетона сопровождался повышением электрического сопротивления их чувствительных элементов в 100-110 раз.

Науч. руководитель: Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.

УДК 621.77

Шевчук П.Т., студент.

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

Особливості побудови ЧЕ мікромеханічних акселерометрів

Мікромеханічний акселерометр (ММА) широко застосовуються в автомобілебудуванні, авіації, космічних апаратах. Виготовляються ММА за трьома типами: п'єзоплівочні, об'ємні та поверхневі. П'єзоплівочні виготовляє компанія Atochem Sensors (USA), датчики моделі АСН - 01. Прикладом об'ємного датчика може служити НАС - 201/3 компанії Lucas Nova Sensor (USA). Компанія Analog Device (USA) виготовляє сімейство поверхневих акселерометрів ADXLxxx, саме вони знайшли більш широке застосування в промисловості.

ЧЕ акселерометрів діляться на осьові і маятникові. Конструкція ЧЕ акселерометрів маятникового типу компанії Analog Device. Маятник асиметрично підвішений на двох пружних балках. Принцип дії ЧЕ заснований на несиметричному підвісі рухомої рамки, завдяки чому здійснюється реєстрація сили прискорення, спрямованої перпендикулярно площині ЧЕ. Конструкція ЧЕ ММА характеризується наступними значеннями параметрів: розмір прапорця акселерометра 5×3 мм; зазор між флажком і ємнісним датчиком дорівнює $9,5 \pm 1$ мкм; ЧЕ має чотири симетричних упора по кутах маятника висотою 10 ± 1 мкм; розрахункова жорсткість пружних перемичок маятника забезпечує торкання упорів при дії лінійного прискорення величиною 2 g; датчик витримує удар величиною до 125 g. Чіп розміщується в герметичному стандартному металоскляному корпусі. Зниження тиску в корпусі дозволяє зменшити вплив газового демпфірування на чутливий елемент і добитися необхідних частотних властивостей мікроакселерометра.

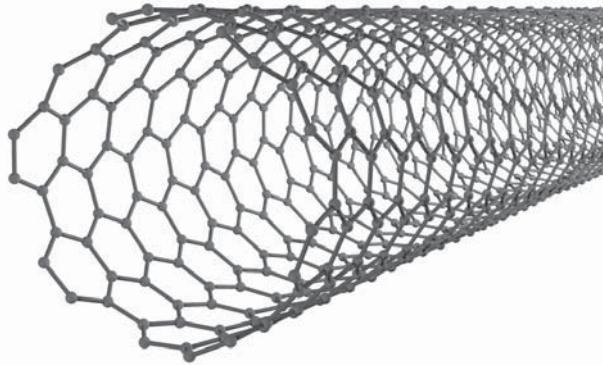
В деякі моделі акселерометрів компанії Analog Device розробники ввели негативний зворотний зв'язок до положення маси датчиків, щоб зменшити вплив температури навколишнього середовища, знизити нелінійність перехідної характеристики акселерометра. Для цього напруга з виходу передпідсилювача подається на рухливі обкладки датчика. Ця напруга створює електростатичні сили між рухомою і нерухомою обкладками, які прагнуть встановити масу в початковий стан. Для того щоб знизити вимоги до стабільності джерела живлення і зробити можливим живлення акселерометрів прямо відбатарей, їх вихідну напругу роблять пропорційною добутку прискорення на напругу живлення. Конструкція і рівень технології виробництва цих мікросхем дозволяє отримати масу інерційного грузика - 0,1 мкг; ємність кожної частини диференціального конденсатора - 0,1 пФ; мінімальне виявлення відхилення ємності - 10-18 Ф; відстань між обкладками конденсатора - 1,3 мкм; мінімальне виявлення відхилення рухливих обкладок конденсатора - 0,2 ангстрема.

Наук.керівник: Дубінець В.І., доцент, к.т.н

УДК 521.317

*Горовенко А.О., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Отримання нанотрубок



Найбільш широкий метод одержання вуглецевих нанотрубок використовують термічне розпорошення графітового електроду в плазмі дугового розряду, що горить в атмосфері.

Цей метод, який лежить також в основі найбільш ефективної технології виробництва фулеренів, дозволяє отримати нанотрубки в кількості, достатній для дослідження їх фізико-механічних властивостей. У дуговому розряді постійного струму з графітовими електродами при напрузі 15-20 В, струмі в кілька десятків ампер, між електродною відстані в декілька міліметрів відбувається інтенсивне термічне розпорошення матеріалу анода. Продукти розпилення містять, поряд з частинками графіту, також деяку кількість фулеренів, що осідають на стінках охолодженої розрядної камери, а також на поверхні катода, більш холодного, у порівнянні з анодом.

Розглядаючи цей катодний осад за допомогою електронного мікроскопа виявили, що в ньому містяться протяжні циліндричні трубки довжиною понад мікрон і діаметром у кілька нанометрів, поверхня яких освічена графітовими шарами. Трубки мають куполоподібні наконечники, що містять, подібно до фулеренів, шести і п'ятикутники.

Наук.керівник: Безвесільна ОМ., професор, д.т.н.

УДК 621.317

*Пономаренко В.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Перетворення сигналів при вимірюванні витрати біопалива термоанемометричним витратоміром

У відомій літературі по витратомірам відсутні пояснення фізичних основ перетворення сигналів при вимірюванні витрати термоанемометричним витратоміром (ТАВ). Відсутня навіть формула для вимірювання витрат. Тому задача даної роботи – викласти фізичні основи перетворень сигналів при вимірюванні витрати і отримати формулу для вимірювання витрати біопалива.

Принцип дії ТАВ полягає у наступному. Якщо термоелектричний перетворювач розмістити у потоці біопалива, то рівняння теплового балансу можна записати у вигляді

$$I^2 R_2 = \alpha S(T_2 - T_1),$$

де I – електричний струм;

R_1, R_2 – опір термоперетворювача при початковій температурі T_1 та температурі T_2 у процесі вимірювань;

α – коефіцієнт тепловіддачі;

Коефіцієнт тепловіддачі α є функцією швидкості потоку біопалива. Таким чином, температура T_2 біопалива при вимірюваннях, за умов, коли не змінюється початкова температура T_1 та підведена до перетворювача потужність $I^2 R_2$, є функцією швидкості V біопалива: $T_2 = f(V)$.

Чутливий елемент нагрівається протікаючм по ньому електричним струмом I до температури (залежно від матеріалу термоперетворювача та умов використання ТАВ).

Одночасно він охолоджується потоком біопалива. Можливі декілька варіантів побудови схеми вимірювань ТАВ.

Якщо підтримувати постійною температуру термоперетворювача T_2 , змінюючи силу струму I , то функцією швидкості V біопалива буде сила струму:

$$I = f(V).$$

У якості чутливого елемента термоанемометра можливо використати тепловий перетворювач будь-якого типу

- термопари;
- терморезистори;
- термістори;
- позистори та критезистори.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК681.1

*Єжов Д. Ю., студент, Журба В. Л., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна*

Перспективи систем енергозабезпечення України

Обмеженість енергетичних ресурсів на планеті змушують замислитися над їх економним використанням та точним обліком для моніторингу їх кількості. Проблема реєстрації витрати вирішується якісними лічильниками, яких на ринку достатньо, як відчизняних так і закордонного виробництва. В Україні гостро стоїть проблема з магістралями доставки енергоносіїв, наприклад тепломагістралей в аварійному стані навіть в Києві 47%. Перспектива екстенсивного розвитку енергоспоживання не доцільна, потрібно скорочувати витрати енергоресурсів та використовувати відновлювані джерела енергетики.

Подальший розвиток української системи енергозабезпечення полягає в трансформації існуючих енергомереж. На інтенсивний розвиток економіки безпосередньо впливає енергетична незалежність та повноцінна робота енергетичної інфраструктури країни.

Вартість енергоресурсів зростає з кожним днем і тенденції зниження не передбачається. Тому існує два варіанта розвитку енергозабезпечення країни у майбутньому:

- модернізація існуючих енергосистем – централізованих мереж енергозабезпечення, що працюють на вуглицевому паливі;
- впровадження концепції нової енергетики, яка буде заснована на відновлювальних джерелах енергії та децентралізованої інтелектуальної архітектури міської інфраструктури.

Сучасні технічні рішення побудовані на “розумних” мережах, спираються на новітні розробки. Відповідно до нової концепції споживачі енергії одночасно можуть бути і її виробниками, як у Данії яка робить ставку на відновлювані джерела енергії. Лише використання енергозберігаючих ламп, а не ламп розжарювання, які вже заборонені в європейських країнах, дасть змогу зекономити на освітленні близько 40% коштів, ще більше ефективності дає використання ламп з вмонтованим датчиком руху, наприклад в під’їзді близько 80% часу лампи освітлюють пусті приміщення.

Науковий керівник: Гераїмчук М.Д., д.т.н., професор

УДК 621.317

*Пономаренко В.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф.,
Національний технічний університет України «КПІ»*

Перспективні нанотехнології

Нанотехнології – це технології, що оперують величинами, порядку нанометра. Це мізерно мала величина, співмірна з розмірами атомів. На частку США нині припадає приблизно третина всіх світових інвестицій у нанотехнології. Інші головні гравці на цьому полі – Європейський Союз (приблизно 15%) і Японія (20%). Дослідження в цій сфері активно ведуться також у країнах колишнього СРСР, Австралії, Канаді, Китаї, Південній Кореї, Ізраїлі, Сінгапурі і Тайвані. Якщо в 2000 році сумарні витрати країн світу на подібні дослідження становили приблизно \$ 800 млн., то у 2001 році вони збільшилися вдвічі. На думку експертів, щоб нанотехнології стали реальністю, щорічно необхідно витратити не менше \$ 1 трлн.

За прогнозами Національної Ініціативи в Області Нанотехнологій США розвиток нанотехнологій через 10-15 років дозволить створити нову галузь економіки з обігом у \$ 15 млрд. і приблизно 2 млн. робочих місць. Ряд нанотехнологій використовується на практиці – приміром, при виготовленні цифрових відеодисків (DVD).

У галузі медицини можливе створення роботів-лікарів, які здатні “жити” всередині людського організму, усуваючи всі виникаючі ушкодження, або запобігаючи їх виникненню. Теоретично нанотехнології здатні забезпечити людині фізичне безсмертя, за рахунок того, що наномедицина зможе нескінченно регенерувати відмираючі клітини. За прогнозами журналу Scientific American вже в найближчому майбутньому з’являться медичні пристрої, розміром з поштову марку. Їх досить буде накласти на рану. Це пристрій самостійно проведе аналіз крові, визначить, які медикаменти необхідно використовувати і впорсне їх у кров.

Очікується, що вже в 2025 році з’являться перші роботи, створені на основі нанотехнологій. Теоретично можливо, що вони будуть здатні конструювати з готових атомів будь-який предмет. Нанотехнології спроможні зробити революцію в сільському господарстві. Молекулярні роботи здатні будуть створювати їжу, замінивши сільськогосподарські рослини і тварин. Приміром, теоретично можливо виробляти молоко прямо з трави, минаючи проміжну ланку - корову. Нанотехнології здатні також стабілізувати екологічну обстановку. Нові види промисловості не вироблятимуть відходів, що отруюють планету, а нанороботи зможуть знищувати наслідки старих забруднень.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 621.311.61

*Єжов Д. Ю., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Портативна електрична станція для екстремального спорту

Великі масогабаритні показники та відносно мала ємність акумуляторних батарей створює багато незручностей у активному спорті, такому як спортивний та гірський туризм, рафтинг, сплав по річках, коли необхідно користуватись електронними приладами. Відсутність заряду камери або фотоапарату не несе в собі ніякої незручності, окрім моральної, тоді як розряджений навігатор або супутниковий телефон загрожує розірванням зв'язком в екстремальній ситуації.

Рішенням такої проблеми могла би стати портативна електрична станція. Але головна проблема в активному спорті – це вага. Чим менша вага спорядження, тим краще. Бензинові та дизельні генератори - важкі, потребують носити з собою паливе, а їх ККД всього 25-35%. Генератори підводного типу нормально працюють тільки в швидких річках і актуальні лише для рафтингу.

Оптимальним рішенням, на мою думку, може бути мініатюрний турбінний паровий генератор. Він не залежить від пального, характеру течії, орієнтовна вага лише 3-5 кг, що до трьох разів менше ніж бензиновий, а потужність при 1500 об/хв близько 150-200 Вт. Принцип дій заснований на розкручуванні лопатей турбіни паром, який в свою чергу нагрівається в пароутворюючій ємності від вогнища та безпосередньо подається до турбіни. Після відпрацювання пар охолоджується до рідкого стану у трубці охолодження, що занурена у водойму, та знову подається у пароутворюючу ємність. Вода з системи може зливатися, для зменшення ваги при перевезенні.

Слід зазначити, що воду, перед наповненням системи, необхідно відфільтрувати, інакше великі домішки можуть пошкодити внутрішнє покриття та лопаті турбіни. Трубки між секціями повинні бути достатньо гнучкими та термостійкими.

Як бачимо, мініатюрний турбінний паровий генератор є оптимальним варіантом електрозабезпечення в активних видах спорту.

Науковий керівник: Гришанова І. А., к.т.н., доцент

УДК 681.586.773

*Цимбал Н.В., студентка,
Національний технічний університет України «КПІ»,*
**Практические применения пьезорезонансных датчиков
температуры**

Многолетний опыт разработки и применения кварцевых термодатчиков дает возможность просуммировать наиболее существенные особенности этих приборов и выявить рациональные области их применения.

1. Кварцевые термодатчики - преобразователи обладают повышенной точностью измерений температуры в диапазоне от -250 до +250°. По точности, воспроизводимости, стабильности и разрешающей способности они превосходят платиновые, термисторные и термопарные преобразователи температуры.

2. Частотный выходной сигнал практически сводит к нулю погрешности от влияния линий связи датчика с устройством обработки информации и обеспечивает высокую точность измерений в условиях действия промышленных электромагнитных помех.

3. Измерительная аппаратура на основе кварцевых термодатчиков удобна в эксплуатации, полностью автоматизирована. Аппаратурными средствами успешно решены проблемы взаимозаменяемости датчиков.

4. Преимущества кварцевой термометрии проявляются при измерениях постоянных и медленноменяющихся температур. В области контроля процессов с временем установления не более нескольких секунд применения кварцевой термометрии следует считать мало оправданным из-за значительной тепловой инерционности.

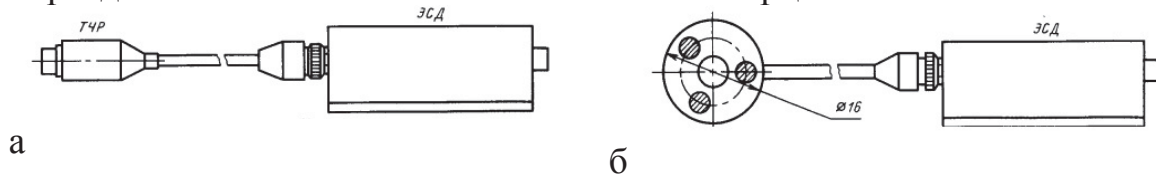


Рис. 1.

Отечественные датчики типа ПТКИ-01,02,03 (рис.1а) предназначены соответственно для контроля температуры воздуха, поверхностей и материалов. Датчики выполнены в виде двух узлов – термочувствительного резонатора и электронного преобразователя.

Преобразователь ПТКИ-02, используемый для контроля температуры поверхности, снабжен магнитным прихватом (рис.1б), обеспечивающим надежный тепловой контакт поверхностей ТЧР и измеряемого узла. Преобразователь ПТКИ-03 предназначен для контроля температуры материалов, устанавливается внутри контролируемого конструктивного элемента.

Научный руководитель: Киричук Ю.В., к-т техн. наук, доцент

УДК 004.896-02

*Дяченко В.П., студент; Безвесільна О.М., д.т.н., професор
Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”*

Роботизована система маніпулювання деталями

Вибірка окремих деталей з невідсортованої купи є однією з класичних проблем робототехніки. Основними етапами роботи системи є розпізнавання деталей з отриманого зображення, визначення відносних координат та планування руху робота-маніпулятора.

Основною проблемою дослідження є безпомилкове розпізнавання об'єктів. На даний момент, більшість досліджень зосереджена на визначенні об'єктів із зображень, аналізуючи сукупність точок. Це потребує пристроїв з високою розподільною здатністю і значні обчислювальні потужності. В роботі запропоновано метод розпізнавання промислових деталей, оснований на апроксимації їх форм за допомогою комбінації примітивів, таких як циліндр, сфера, куб.

Створена система (Рис. 1) складається з камери, закріпленої над деталями, промислового робота та блоку обробки даних. Метод ідентифікації полягає у зберіганні шаблону деталі з одного або більше конкретних примітивів та подальшому порівняння його із поточним зображенням для виявлення співпадіння.



Рис. 1. Схема створеної роботизованої системи маніпулювання

Метою даної роботи є створення роботизованої системи для точного розпізнавання промислових деталей з відомими геометричними параметрами з невідсортованої купи та їхнім подальшим маніпулюванням, а також дослідження впливу зовнішніх факторів на точність розпізнавання.

Наукова новизна та практична цінність роботи полягає у наступному:

- створено роботизовану систему маніпулювання деталями;
- застосовано новий метод ідентифікації об'єктів;
- досліджено залежність похибки розпізнавання від геометричної спорідненості об'єктів;

Науковий керівник: Безвесільна О.М., д.т.н., професор

УДК 681.2-2

Писанецький М.О, студент

НТУУ «Київський політехнічний інститут»

Стенд для градування силівимірювального перетворювача

Багатокомпонентні вимірювальні перетворювачі силової дії, які серійно виготовлялися в другій половині двадцятого століття, морально і технічно застаріли. Стандартне рішення при створенні таких вимірників - застосування декількох однокомпонентних тензорезисторних силівимірювальних перетворювачів з наступним аналоговим підсумовуванням їх вихідних сигналів на рівні повних або напівмостових ланцюгів. Поряд з такими недоліками як складність конструкції і градування, низька надійність, такі проектні рішення мають обмеження по метрологічним характеристикам - істотна нелінійність перетворення і взаємна чутливість каналів.

Проаналізовано інформативні пружні конструкції у вигляді призматичних, циліндричних і трубчастих стержнів при навантаженні їх просторовою системою сил і моментів. Для побудови сучасних багатокомпонентних вимірювачів силових впливів пропонується використовувати монолітні пружні чутливі елементи з довільним розташуванням тензорезисторів, організації необхідної кількості цифрових каналів, цифрової обробки сигналів по кожному каналу і алгоритмічному підсумовуванню цифрових сигналів сукупних вимірювань для вибраної кількості компонентів силового впливу. Основним критерієм побудови системи рівнянь сукупних вимірювань є інваріантність показань по кожному з вимірюваних параметрів від інтенсивності силового впливу за іншими координатами.

Наведено приклад вирішення трьох основних завдань створення п'ятикомпонентного перетворювача - трьох ортогональних проекцій зусилля і двох проекцій моментних впливів на осі, що належать певній системі координат. При вирішенні завдання аналізу побудована невироджена система рівнянь, коефіцієнти якої визначаються при вирішенні задачі синтезу – ідентифікації.

В доповіді розглянуто стенд для градування багатокомпонентного силівимірювального перетворювача. Задання силової дії реалізується гравітаційною дією на пружне тіло (еталонної маси заданої форми), яка орієнтується по відношенню до перетворювача при обертанні його в полі Землі.

Зайцев В.М. ст.викладач

УДК 621.317

Коротченко Н.П., студентка, Безвесільна О.М., д.т.н., професор
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна

Розрахунок кута відхилення інерційної маси оптичного акселерометра

Чутливий елемент оптичного акселерометра (ОА) має вид консольно закріплених волоконно-оптичних балок, на яких розташована інерційна маса (рис.1).



Рис. 1. Чутливий елемент ОА

Переміщення інерційної маси буде описуватись наступним диференціальним рівнянням пружної струни:

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{M(x)}{E \times I}.$$

Згинаючий момент $M(x)$ у перетині x будемо розраховувати, як результат дії зовнішніх сил:

$$M(x) = -P \times x,$$

де $P = m \times a$.

Перший інтеграл від $d^2 w$ буде являти собою залежність кута відхилення балки від положення рівноваги від прискорення. Другий інтеграл – залежність величини лінійного відхилення інерційної маси від прискорення:

$$\theta(a) = \frac{m \times (L + \frac{L}{2})^2 \times a}{2 \times E \times I},$$
$$w(a) = \frac{m \times (L + \frac{L}{2})^2 \times a}{2 \times E \times I}.$$

У формулах:

$E = 7.75 \times 10^{10}$ Н/м² – Модуль Юнга для кварцу.

$J = \pi d^4 / 64$ – момент інерції циліндричної балки ($d = 200 \cdot 10^{-6}$ м).

$L = 12 \cdot 10^{-3}$ м – довжина робочої частини балки.

$l = 6 \cdot 10^{-3}$ м – висота інерційної маси.

$m = 272 \cdot 10^{-6}$ кг – інерційна маса.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 521.317

Горовенко А.О, студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Струнний гравіметр

Вирмірювання g у польоті необхідно здійснювати за допомогою гравіметра з великим динамічним діапазоном вимірювань. Цим умовам, зокрема задовольняє струнний гравіметр, зображений на рис. 1.

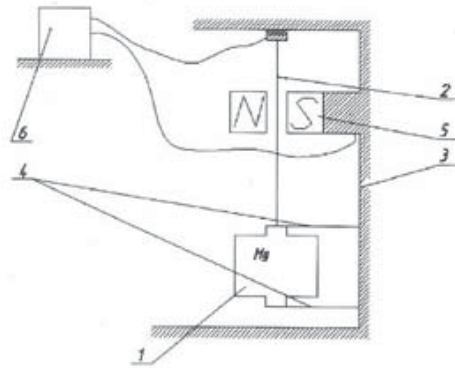


Рис 1. Принципова схема СГ

Вантаж -1 вагою Mg , підвішений до рамки 3 за допомогою гнучкої нерозтяжної струни 2, виготовленої з матеріалу з малим електричним опором. Верхній кінець струни електрично ізолюваний від рами. Горизонтальному переміщенню вантажу запобігають дві тонких стрічкових пружини, поперечна жорсткість яких дуже мала.

В ідеальному струнному гравіметрі, коли можна нехтувати натягом обмежуючих пружин 4, струну вважаємо ідеально гнучкою, а амплітуду поперечних коливань нескінченно малою, частота f поперечних коливань буде рівна :

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho S}} = K \sqrt{g},$$

де $K = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho S}}$, l – робоча довжина струни; ρ – питома густина матеріалу струни; S – площа поперечного перерізу струни.

Вважаючи, що параметри струнного гравіметра залишаються незмінними, і змірявши на початковій точці при довідковому значенні g_n частоту коливань f_n , визначаємо K , а потім, вимірюючи на пунктах спостережень частоту f_i , обчислюємо поточне значення g_i .

При кінцевій амплітуді коливань струни A частота f_i коливань визначається виразом:

$$f(l + \mu A^2) = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho S}},$$

Наук.керівник: Безвесільна ОМ., професор, д.т.н.