

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОКТУВАННЯ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І НАНОПРИСТРОЇВ

УДК 534.647

Артеменко О.О., студентка

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

СЕЙСМОГРАФЫ

Принцип действия сейсмических датчиков – сейсмометров, образующих систему сейсмографа, в которую входят такие узлы: сейсмометр, преобразователь его механического сигнала в электрическое напряжение и регистратор - накопитель информации, основан сразу на первом и третьем законе Ньютона - свойстве масс к инерции и к тяготению. Главным элементом устройства любого сейсмометра является масса, имеющая некий подвес к основанию прибора. В идеале масса не должна иметь каких либо механических или электромагнитных связей с корпусом. Однако это пока нереализуемо в условиях притяжения Земли. Различают вертикальные и горизонтальные сейсмометры. В первых, масса имеет возможность перемещения только в вертикальной плоскости и обычно вывешена с помощью пружины для противодействия силе притяжения Земле. В горизонтальных сейсмометрах масса имеет степень свободы только в горизонтальной плоскости. Положение равновесия массы сохраняется как с помощью гораздо более слабой пружины подвеса и, возвращающей силой притяжения Земли, которая сильно ослаблена реакцией почти вертикально расположенной осью подвеса и действует в почти горизонтальной плоскости перемещения массы.

Во второй половине XX века наступила эра электронных сейсмографов. На маятники сейсмометров в электронных сейсмографах помещаются параметрические преобразователи. Свое название они получили от термина - параметр. В качестве переменного параметра может служить емкость воздушного конденсатора, индуктивное сопротивление высокочастотного трансформатора, сопротивление фоторезистора, проводимость фотодиода под лучом светодиода, датчик Холла и т.д. Среди критериев выбора главным есть простота устройства, линейность, малый уровень собственного шума, экономичность в электропитании. Главными преимуществами электронных сейсмографов состоят в том, что а) спад частотной характеристики в сторону низких частот происходит в зависимости от частоты сигнала f не как f^3 , а как f^2 - т.е. намного медленнее, б) есть возможность использовать электрический выход сейсмографа в современных самописцах, а, главное, в применении цифровой техники измерения, накопления и обработки информации.

Науч. руководитель: Литвиненко П.Л., доцент, к.т.н.

УДК 629.7.054.07

*Беднарский Д.И., студент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*

СИСТЕМЫ МЭМС ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В БЛА И МЛА

Новые технологии ведения боевых действий базируются в значительной мере на идеях создания единой информационной, управляющей и ударной среды, всеобъемлющая и своевременная информация, а также управление рассматриваются в качестве ведущего компонента достижения успеха.

Конфликты на Ближнем Востоке, на Балканах, в Ираке продемонстрировали действенность новых технологий ведения боевых действий и обозначили новые направления их развития и совершенствования с учетом новых достижений в создании интеллектуального оружия различного назначения.

Одним из типов такого оружия, вызывающего особый интерес в последнее время, стали беспилотные летательные аппараты (БЛА) (по американской терминологии – unmanned air vehicle (UAV)). Известные проекты БЛА разработаны или разрабатываются в большинстве своем для целей разведки или целеуказания оружию, хотя в концептуальном плане просматриваются различные варианты целевого применения, в том числе в качестве ударных средств.

Очевидно, что содержание решаемых задач будет зависеть от уровня оснащения электронной "начинкой" и "интеллектом", при этом в качестве важного отличительного свойства БЛА рассматривается способность маневрирования в районе цели и выхода в оптимальную для выполнения задания точку с использованием текущей информации об обстановке, что недоступно, как правило, другим типам аппаратов.

Технологическая выполнимость МЛА является следствием успехов в нескольких микротехнологиях, включая быстрое развитие миниатюрных электромеханических систем, известных как MEMS. Эти системы объединяют электронные микрокомпоненты с сопоставимыми по размерам механическими элементами различной сложности, что позволяет порой достичь уникальных функциональных возможностей (например, объединить в единую конструкцию датчик, процессор и механический привод). В настоящее время такие устройства производятся промышленным способом.

В работе рассматриваются варианты систем МЭМС преобразователей в БПЛА и МЛА, необходимость их разработки и миниатюризации, способы снижения их стоимости и возможности применения на примерах известных разработок и проектов.

Наук. керівник: Гераїмчук М. Д., проф, д.т.н., зав. каф. ПТМ

УДК 681.2.089

*Бесхмельніцин В.М., студент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

СТЕНД ДЛЯ ГРАДУЮВАННЯ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ

На сьогоднішній день акселерометри використовують в багатьох галузях промисловості, навігації, транспорту тощо. Тому для забезпечення достатньої точності вимірювання необхідно вдосконалювати засоби для градуювання акселерометрів.

Основні вимоги, що пред'являється до засобів повірки та градуювання, можливість експериментально визначити з необхідною точністю в необхідному діапазоні всі метрологічні характеристики акселерометрів. При цьому, як правило, найбільш високі вимоги пред'являються до засобів, за допомогою яких визначають статичні характеристики. Функції впливу в більшості випадків з такою високою точністю не визначають.

Принципи побудови засобів повірки та градуювання акселерометра визначаються трьома обставинами:

1. Забезпеченням потрібного діапазону і необхідною точністю визначення статичних та динамічних характеристик акселерометра.
2. Можливістю звести до мінімуму похибка передачі розміру одиниці.
3. Зручність застосування і обробки результатів вимірювання.

Використання поворотної платформи дозволяє проградувати акселерометр в діапазоні від 0 до величини прискорення земного тяжіння ($9,8 \text{ м/с}^2$). В цьому випадку точність градуювання буде залежати від достовірності значення прискорення земного тяжіння у місці установки платформи, похибкою відліку кутів та горизонтальність встановлення платформи.

За допомогою прецизійного датчику нахилу та п'єзоприводів можна зменшити похибку градуювання до прийнятної.

Використання сучасної комп'ютерної техніки дозволяє збільшити точність градуювання та звести до мінімуму вплив оператора на процес градуювання.

Стенд дає можливість градувати аналогові та цифрові акселерометри. Акселерометри приєднані до персонального комп'ютера. Розроблене програмне забезпечення обробляє та зберігає дані отриманні в процесі градуювання.

Ключові слова: акселерометр, поворотна платформа, градуювання.

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

УДК 624.072.3

Бичук Р.В., студент

Національний технічний університет України "КПІ"

ВПЛИВ ВІБРАЦІЙ НА СИСТЕМУ УДАРО- І ВІБРОЗАХИСТУ

Згідно вимог до стійкості навігаційного комплексу (НК), резонанс повинен бути відсутнім на діапазоні частот 0-40 Гц. Для забезпечення відсутності резонансу НК, призначена система ударо- і віброзахисту з сухим тертям, на якій розташовано НК. Система має раціональний монтаж амортизаторів і вони розташовані в одній горизонтальній площині.

Мета даної роботи - провести моделювання рівняння руху системи ударо- і віброзахисту на ЕОМ для визначення впливу вібрацій на точність системи.

В ході моделювання рівняння руху системи ударо- і віброзахисту на ЕОМ було отримано, що при співпаданні центру ваги і центру жорсткості (раціональний монтаж), система має три власні частоти коливань по одній в кожній площині (таблиця 1), а при неспівпаданні – шість власних частот коливань (по дві в кожній площині). На основі рівняння руху системи, побудовано амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) системи ударо- і віброзахисту (рис.1), в якій центр мас НК співпадає з центром жорсткості системи, зображено у вигляді кривої 1. У випадку, коли центр мас НК не співпадає з центром жорсткості системи, характеристика матиме вигляд кривої 2 (рис.1).

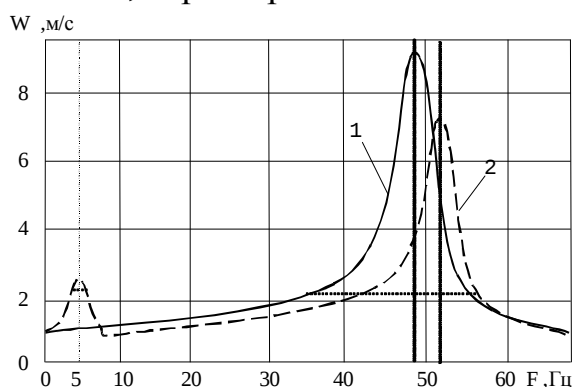


Рис.1. АЧХ системи ударо- і віброзахисту

Таблиця 1.

Власні частоти системи ударо- і віброзахисту

X	Y	Z
Нераціональний монтаж		
$\pm 49,93i$	$\pm 51,82i$	$\pm 47,7i$
$\pm 3,62i$	$\pm 5,4i$	0
Раціональний монтаж		
50,06i	51,74i	47,54i
0	0	0

В результаті досліджень, зроблено наступні висновки:

1. Як видно з графіків на рис.1, з'являється друга резонансна частота. Вона зростає при зростанні відстані між центром мас НК і центром жорсткості системи.

2. При резонансі (співпаданні частоти власних коливань системи з частотою вимушених коливань) демпфер сухого тертя обмежує коливання НК (рис. 1) при прискоренні руху НК, рівному $\approx 2,5g$.

Наук. керівник: Киричук Ю.В., доцент, к.т.н.

УДК 681.121

Вовк Н.В., Коробко І.В.

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

НАТУРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ВИТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

В роботі запропоновано метод дослідження впливу зміни геометричних параметрів та температури вимірюваного середовища на похибку швидкісного витратоміру природного газу з розвантаженням ротором та на величину перепад тиску, що виникає перед турбіною і за нею.

Для проведення вказаних досліджень запропоновано метод натурного моделювання, з використанням комп'ютерних технологій. Інформація, отримана за допомогою численних розрахунків, дозволяє не тільки осмислити і зрозуміти фізичні ефекти, що спостерігаються на експериментальних установках, але і замінити фізичний або натурний експеримент програмним як більш дешевшим. Для проведення досліджень пропонується обрати сучасний, універсальний програмний комплекс – Fluent, призначений для розв'язання задач механіки рідин і газів. Fluent має широкий діапазон можливостей: високу схожимість результатів, ефективне і точне розв'язання задач в широкому діапазоні вхідних параметрів.

Мінімізація похибки витратоміра може забезпечити значний економічний ефект. Дослідження перепаду тиску дає можливість визначити умови розвантаження турбіни у певній моделі витратоміра. Розвантаження турбіни спрямоване на досягнення технічного результату, збільшення ресурсу роботи, розширення діапазону вимірювань, підвищення точності вимірювань, зниження витрат тиску, тобто підвищення метрологічних показників.

Запропоновано, за допомогою програмного комплексу Fluent, дослідження впливу на перепад тиску у вимірювальній камері конструктивних параметрів (лопатей турбіни, їх кількості, діаметру маточини, довжини лопатей, кута нахилу лопатей) та зміну витрати і температури вимірюваного середовища.

Зміна геометричних параметрів турбіни призводить до зміни моменту опору. А саме, такі його складові: момент в'язкого тертя між ротором і потоком (тертя по поверхні ротора, тертя по одному торцю маточини, тертя об поверхню турбіни), момент тертя у підшипниках. Ротор вважається гідродинамічно врівноваженим, якщо рівнодіюча всіх сил, прикладених до ротора, дорівнює нулю. Від зміни витрати та температури вимірюваного середовища також змінюються моменти, що діють на чутливий елемент – турбіну.

Науковий керівник: доц. Коробко І.В.

УДК 681.121

Волинська Я.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ТА КІЛЬКОСТІ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ

Нафта – одна із найважливіших і найцінніших корисних копалин у всьому світі. Найголовнішою властивістю нафти, яка принесли їй світову славу виняткових енергоносіїв, є її здатність виділяти при згорянні значну кількість тепла. Нафта і її похідні володіють найвищою серед усіх видів палив теплотою згорання.

На сьогоднішній день гостро стоїть питання про вимірювання витрат нафти та нафтопродуктів. В останні роки найбільш динамічно розвивається технологія вимірювання витрат рідини в потоці ультразвуком. Цей метод вимірювання вважається найточнішим і найнадійнішим, особливо для труб діаметром більше 150 мм. Витратоміри такого типу використовують переважно для вимірювання витрат забруднених, агресивних рідин та рідин, що швидко кристалізуються, а також потоків, в яких можливі великі зміни (пульсації) витрат і, навіть, зміни напрямку руху.

Переваги ультразвукових витратомірів і лічильників:

- не створюють перешкод в потоці, який вимірюється;
- безконтактність вимірювань;
- працездатність приладу за наявності в потоці механічних включень, в тому числі піску та ін.;
- працездатність при гідроударах, температурних і механічних деформаціях;
- тривалий строк служби (25 років і більше);
- працездатність при вібрації, ударах, трясінні, навіть з великими прискореннями і амплітудами;
- застосування в трубах великого діаметру;
- мінімальні експлуатаційні витрати.

Враховуючи фізико – хімічні властивості нафти(щільність, в'язкість, зміна в'язкості при зміні температур та ін.), метод вимірювання витрат за допомогою ультразвукових витратомірів є оптимальним. Досить важливим показником, який характеризує даний витратомір є точність вимірювання(0,2-0,5%). Це дозволяє широко використовувати витратоміри такого типу в промисловості, при транспортуванні нафти.

Ключові слова: витрати, ультразвуковий витратомір, нафта.

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

УДК 681.121

Волинська Я.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАФТИ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ВИТРАТ ТА КІЛЬКОСТІ

В зв'язку з постійним ростом цін на енергоносії, сировинні ресурси і з ціллю раціоналізації їх використання промислові підприємства зобов'язані приділяти увагу обліку енергоресурсів, які виробляються і використовуються.

Важливою задачею нафтодобування є контроль складу і витрат рідини, яку добувають із нафтових свердловин. Складність вимірювання нафти полягає в неоднорідності добувної сировини: в її складі міститься не тільки нафта, а й пластові води, гази, різноманітні механічні домішки. В такому випадку при виборі методу і засобів вимірювання витрат та кількості видобутої сировини слід враховувати її багатофазність.

Різні фізико-хімічні властивості вимірюваних речовин сприяють появі, розробці та впровадженню в практику численних методів і засобів вимірювання їх витрат та кількості. Важливими властивостями нафти є її густина і в'язкість. Відповідно до значення густини нафти поділяють на легкі, середні і важкі. При видобутку нафти важливо знати її в'язкість. У легкій нафті в'язкість менша, ніж у важкій. Велике значення має знання поверхневого натягу нафти. Такі властивості зумовлюють використання при вимірюванні витрат та кількості засобів, які не перешкоджають потоку рідини, а також піддаються мінімальному впливу потоку.

Нафта є діелектриком і має високий питомий опір. Така властивість нафти виключає використання електромагнітних витратомірів.

Важливим показником для нафти є температура кипіння, що залежить від будови вуглеводнів, які входять до її складу. Компоненти нафти переходять у газоподібний стан при різній температурі, при цьому розрізняють декілька температурних фракцій. В трубопроводах можуть з'являтися бульбашки газів, які впливають на точність вимірювання витрат та кількості нафти.

Вибір витратоміра повинен бути обґрунтований, виходячи з аналізу властивостей вимірюваної рідини. Точні вимірювання кількості і рівня речовин лежать в основі обліку і планування продукції, визначають раціональні режими транспортування і розподілу нафти і нафтопродуктів, необхідних для подальшого розвитку хімічної і паливної промисловості.

Ключові слова: нафта, витратомір, густина, в'язкість.

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

УДК 621.317

*Гура Є.В., Коваль А.В., аспіранти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОХИБОК ОЦІНКИ СТАНУ ГІРОГРАВІМЕТРА ЗА МЕТОДОМ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ТА ФІЛЬТРУ КАЛМАНА

Вирішено проблему усунення похибок гіроскопічного гравіметра (ГГ) авіаційної гравіметричної системи (АГС) з цифровою обробкою інформації шляхом алгоритмічної компенсації похибок, використовуючи метод найменших квадратів (МНК) і фільтрації Калмана (ФК).

1. Розроблено алгоритми оцінки стану ГГ за умов орієнтації його осі чутливості на північ і на південь за МНК і ФК. Пряме цифрове моделювання і результати експериментальних досліджень алгоритмів оцінки цілком підтвердили формули похибок, одержаних аналітично. Порівняльне цифрове моделювання МНК і ФК показало адекватність алгоритмів. Виявлено, що похибки оцінки стану ГГ у разі північної та південної орієнтації зумовлені такими основними чинниками: $\Delta \hat{R}_1^N$, $\Delta \hat{R}_1^S$ – нелінійними викривленнями траєкторії руху гіроскопа через апроксимацію $\sin \alpha \approx \alpha$; $\Delta \hat{R}_2^N$, $\Delta \hat{R}_2^S$ – нерівністю нуля показника затухання прецесійних коливань через дію на гіроскоп моментів типу в'язкого тертя; $\Delta \hat{R}_3^N$, $\Delta \hat{R}_3^S$ – неізохронністю прецесійних коливань; $\Delta \hat{R}_4^N$, $\Delta \hat{R}_4^S$ – розбігом колової частоти прецесійних коливань, яку використовують в алгоритмах оцінки, з частотою прецесійних коливань ГГ; $\Delta \hat{R}_5^N$, $\Delta \hat{R}_5^S$ – перешкодами, що викривлюють закон руху.

2. Проведено аналіз похибок оцінки.

3. Запропоновано і досліджено ГГ нового типу, який відрізняється від відомих тим, що дає змогу підвищити точність вимірювань і швидкодію більш ніж у два рази за рахунок застосування автоматичної компенсації похибок за розробленими алгоритмами оцінки стану ГГ.

4. Встановлено, що час спостереження інформації, потрібний для приглушування похибок оцінки, має бути не меншим, ніж $3T_0$.

Ключові слова: гіроскопічний гравіметр, авіаційна гравіметрична система.

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

УДК 681.121

*Дорошко О.М., Коробко І.В.,
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ
ГОСТРОТИ КАНТА ДІАФРГМИ ВИТРАТОМІРІВ
ПЕРЕМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ**

На сьогоднішній день вимірювання витрати є дуже актуальною проблемою і направлено на розв'язання задач енергозбереження, і ефективного використання енергетичних ресурсів.

Одним із методів вимірювання витрат та кількості газу є метод змінного перепаду тиску, який набув широкого використання.

При цьому методі витрата визначається за виразом

$$Q = \alpha \cdot S_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}, \quad (1)$$

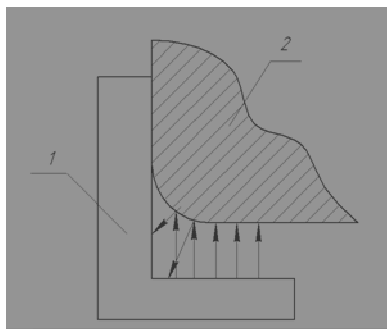
де S_0 – площа отвору діафрагми; ΔP – різниця тисків; ρ – густина вимірювального середовища; α – коефіцієнт витрати, який розраховується за виразом:

$$\alpha = \alpha_u \cdot K_B \cdot K_{\Pi} \cdot K_{\Psi}, \quad (2)$$

де K_{Π} – коефіцієнт, що враховує гостроту кромки діафрагми, тобто залежить від r_k (радіуса заокруглення кромки); K_{Ψ} – коефіцієнт, що враховує жорсткість трубопроводу; K_B – коефіцієнт, що враховує в'язкість вимірювального середовища; α_u – вихідний коефіцієнт витрати.

Як видно з виразу (2), на точність вимірювань витрати впливає значення гостроти кванта діафрагми.

В доповіді запропоновано, для вимірювання гостроти канта діафрагми, оптичний метод. Що дає можливість мінімізувати похибку при вимірюванні, що забезпечить економічний ефект.



Запропонована схема роботи показана на рисунку 1, де: 1 – пристрій, 2 – діафрагма. Основа метода полягає в тому, що на діафрагму(в область з кантом) буде направлено рівномірний потік світла і в залежності від кількості отриманого його на світлоприймачі, шляхом обрахунків, ми отримаємо гостроту канта.

За допомогою цього пристрою ми зможемо прямо в місці розміщення діафрагми зробити вимірювання, проаналізувати їх та визначити необхідні поправки на витратомірі, що підвищить його метрологічні характеристики.

Науковий керівник: доц. Коробко І.В.

УДК 531.639

Драчук И.Д., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

В условиях современного производства в таких отраслях, как общее машиностроение, авиационная, аэрокосмическая и медицинская промышленность, требования к точности и скорости измерений непрерывно повышаются. По этой причине возрастает роль измерительных средств, точность которых должна быть на порядок выше, чем допустимая погрешность. В соответствии с этими тенденциями в последние годы наблюдается стремительное развитие конструкций и технических возможностей координатно-измерительных машин (КИМ).

Несмотря на разнообразие моделей КИМ, их можно сгруппировать по типам исполнения:

1. 3D-портальные
2. Стоечные
3. Шарнирно-сочлененные типа «рука»
4. Шестиосевые на основе платформы Стюарта
5. Фото и рентгенографические
6. Лазерные дальномеры с объемным сканированием.

Непременные требования ко всем измерительным машинам это точность и быстрота измерений, адаптируемость к условиям реального производства, простота в обучении персонала и эксплуатации КИМ. Одними из самых точных, ввиду хорошей сбалансированности конструкции и традиционной кинематики, являются установки портального типа.

КИМ пригодны для контроля деталей с разнообразными поверхностями. С их применением повышается точность и достоверность результатов измерения. Использование принципов оперативного и диалогового программирования дало возможность упростить применение КИМ как универсального средства контроля в единичном и мелкосерийном производствах.

КИМ значительно упрощает метрологическую подготовку производства нового изделия, так как отпадает необходимость создания значительного количества средств специальной измерительной оснастки. Протокол с результатами контроля, выдаваемый КИМ, повышает ответственность изготовителей за качество обработки.

Научный руководитель: Литвиненко П.Л., доцент, к.т.н.

УДК 681.121.89

Дяченко В.П., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

КОНТРОЛЬ РАСХОДА И УРОВНЯ ТОПЛИВА ТС С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКОВ С CAN-ИНТЕРФЕЙСОМ

На сегодняшний день, предлагается несколько вариантов решения проблемы учета количества топлива, расходуемого транспортным средством (ТС). Контроль как уровня топлива в баке, так и расхода топлива, технологически можно осуществить с помощью штатных датчиков ТС, либо альтернативных датчиков.

Опыт использования штатных датчиков уровня (ДУ) показал что, точно и качественно они показывают лишь колебания уровня топлива. Отличить заправку/слив, от колебания уровня из-за наклона ТС, с помощью таких датчиков невозможно. Высокая пульсация топлива в системе увеличивает погрешность подсчета до 5%.

Эффективным решением проблемы, является использование датчика с CAN-интерфейсом, подключаемого к бортовому компьютеру (БК) ТС. CAN-расходомеры предназначены для преобразования текущего мгновенного расхода топлива транспортного средства, считанного с шины CAN, в импульсный сигнал. Такие датчики являются довольно точными и практичными:

- Напряжение питания – 9..30 В;
- Ток потребления – до 20 мА;
- Интерфейс получения данных – CAN (SAE J1939/71);
- Относительная погрешность – $\pm 0,5 \%$;
- Температура рабочей среды – от -40 до +55 °С.

Протокол CAN, разработан фирмой Robert Bosch и активно используется уже более 20 лет. Отличается высокой помехоустойчивостью, которая достигается благодаря подавлению синфазных помех дифференциальным приемопередатчиком. Шина реализует одновременный обмен данными между всеми подключёнными узлами. Это свойство можно использовать при проектировании других датчиков с CAN-интерфейсом, измеряя иные параметры: обороты двигателя, температуру, развесовки по осям.

Преимуществом таких датчиков является низкая себестоимость и широкая доступность микроконтроллеров с интегрированным CAN-модулем (Infineon, Atmel, Motorola, Microchip, ST Micro) на рынке, что предоставляет множество вариантов элементной базы для реализации комплексных схем контроля вышеописанных параметров.

Ключевые слова: расходомер, CAN-интерфейс, CAN шина.

Науч. руководитель: Нечай С.А., к.т.н., доцент

УДК 621.396.931

Дяченко В.П., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОМОЩИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Одной из проблем на транспорте, на сегодняшний день, является несоответствие движения транспортных средств (ТС) их графику, а также отсутствие средств связи, для информирования в внештатных ситуациях.

Одним из средств, способствующих повышению эффективности и безопасности автоперевозок, является использование систем мониторинга или спутниковой навигации ТС.

Основными составляющими данной системы являются:

- бортовое оборудование, устанавливаемое на ТС;
- спутниковая система позиционирования;
- системы связи (спутниковая, сотовая, УКВ-радиосвязь);
- диспетчерский центр.

С помощью бортового оборудования, установленного на мобильном объекте, данные о местонахождении и ТС передаются по каналам связи в диспетчерский центр. Там полученная информация привязывается к электронной карте местности, накапливается и обрабатывается, проводится анализ текущей ситуации и, в случае необходимости, происходит оповещение соответствующего диспетчера для принятия необходимых решений.

Системы мониторинга принципиально разделяются на автономные (могут организовываться на одном или нескольких ПК, при этом доступ извне к базе данных не предусмотрен) и центры общего доступа (предоставляют доступ к базе данных извне, например, через сеть интернет).

Возможны различные виды доступа к системе: от использования стандартного Web-браузера, для получения информации о состоянии контролируемых объектов и фрагментов карты с нанесением их местоположения, до информирования о месте положения ТС, рассылкой на телефон в виде SMS.

Создание транспортной информационной системы является актуальной задачей, а её разработка и внедрение позволит улучшить техническое состояние ТС, качество дорог и экологическую ситуацию.

Ключевые слова: системы мониторинга, спутниковая навигация, системы связи, электронные карты местности.

Науч. руководитель: Нечай С.А., к.т.н., доцент

УДК 622.673.6

Казаков О.В., студент

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

О ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НАТЯЖЕНИЯ КАНАТОВ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ СТАНОВКИ

Актуальность создания электронной системы, которая отслеживала бы равномерность натяжения канатов, обусловлена требованиями пункта 4.12.22 НПАОП 10.0-1.01-05 «Правил безопасности в угольных шахтах» о необходимости контроля относительной перегрузки канатов шахтной многоканатной подъемной установки.

При эксплуатации многоканатных подъёмных установок часто происходит разбаланс канатов вследствие разной степени их удлинения. При этом нагрузка на канаты распределяется неравномерно и те из канатов, удлинение которых меньше, подвержены действию большей части нагрузки. Это приводит к неравномерному износу футеровки подъемных шкивов, а при движении сосуда на этапе ускорения или торможения происходит перегруз этих канатов. Создаётся аварийная ситуация, сопровождающаяся обрывом и падением подъемных сосудов, разрушением стволов, а на людских подъемах - травмированием и гибелью людей.

В работе проанализированы известные в настоящее время способы и методы контроля натяжения канатов, описаны их достоинства и недостатки.

В результате анализа имеющихся публикаций установлено, что в настоящее время не создано ни одной автоматизированной системы, обеспечивающей контроль натяжения канатов.

Обосновывается целесообразность применения метода контроля натяжения каната по величине его удлинения.

Уточнена математическая модель каната как винтовой цилиндрической пружины. Определены зависимости удлинения нескольких типов распространённых в угольных шахтах канатов от величины нагрузки и конструктивных особенностей каната. Сформирована база данных удлинений канатов.

Разработаны рекомендации по выбору нескольких типов индуктивных датчиков линейных перемещений и датчиков Холла для электронной системы контроля натяжения канатов.

Ключевые слова: канат, контроль, перегрузка, натяжение, датчик, подъемная установка.

Науч. руководитель: Винниченко Н.Г., доцент, к.т.н.

УДК 681.51

Коваленко В.А., студентка

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕМС-ТЕХНОЛОГІЇ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Попри достатню кількість проблем, що вирішуються під час створення приладів МЕМС, вони є надзвичайно привабливими для замовників через велику кількість переваг над традиційними приладами механотроніки. Значну роль тут відіграють низька маса конструкції, її малі розміри та енергоспоживання. Тому зважаючи на надзвичайно швидкий рівень росту технологій, можна з впевненістю сказати, що сама галузь МЕМС має значні перспективи розвитку та розширення на тривалий період.

В докладі проведено аналіз МЕМС-технологій, принцип їх дії та структуру.

Для виготовлення сучасних МЕМС використовується широка гама матеріалів: різноманітні метали у чистому вигляді та у сплавах, неметали, мінеральні сполуки та органічні матеріали. Звичайно, намагаються використовувати якомога меншу кількість різнорідних матеріалів, аби покращити технологічність МЕМС та знизити собівартість продукції.

Загалом МЕМС можна розглядати як пристрій, що містить функціональні модулі: *виконавчий механізм* – мікрорушій для приведення у рух необхідних механізмів, *чутливий елемент*, чи сенсор що реагує на зміну певної фізичної величини і перетворює її до відповідного виду; *керований механізм* – завершальна ланка ланцюга керування; *пристрої передавання енергії* – для передавання енергії від однієї ланки до іншої ланки; *пристрої керування* - для приведення у дію відповідних актюаторів, часто з урахуванням інформації від сенсорів та відповідно до закладених принципів побудови МЕМС.

Проблеми проектування мікоелектро-механічних систем. Основними проблемами залишається розробка нових ефективних технологій формування об'ємних структур з різних матеріалів. Істотними постають і питання проектування окремих елементів конструкції МЕМС та усієї системи

загалом. Щоб оцінити поведінку майбутньої конструкції у різних умовах експлуатації та вплив різноманітних навантажень, потрібно створювати складні математичні моделі для урахування багатьох чинників, що впливають на роботу МЕМС.

Науковий керівник: *Гераймчук М.Д., докт. техн. наук, проф., завідувачий кафедри ПТМ*

УДК 681.51

Коваленко В.А., студентка
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», м. Киев, Украина
БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Вычислительные сети предприятий в нашей стране развиваются все более быстрыми темпами. Поэтому обычно перед компанией со временем встают 2 основные проблемы: модернизация существующей сети в сторону увеличения мощности всех ее компонент (рабочих станций, активного и сетевого оборудования) и реорганизация обработки информации. Кроме того, потребность в передаче данных с высокой скоростью и без потери качества выходит на первый план. Решение этой проблемы требует, помимо закупки активного сетевого оборудования, организацию линий связи, что и обеспечивают беспроводные сети передачи данных.

Беспроводные сети передачи данных – это системы, позволяющие организовать передачу информации без использования кабельной проводки. В качестве среды передачи в таких сетях выступают радиоволны диапазона 2400, 3500 или 5000 МГц. Беспроводной доступ дает возможность развертывания компьютерной сети там, где прокладка традиционной кабельной системы невозможна или нежелательна. Беспроводные сети передачи данных позволяют объединить в единую информационную систему разрозненные локальные сети и компьютеры для обеспечения доступа всех пользователей этих сетей к единым информационным ресурсам без прокладки дополнительных проводных линий связи.

Преимущества беспроводных сетей передачи данных: возможная альтернатива использования арендованных линий; экономичность; объединение в сеть компьютеров там, где прокладка кабеля часто невозможна технически.

Технологии и устройства, используемые при построении беспроводных сетей:

- сотовая связь с коммутацией каналов;
- пакетная радиосвязь;
- использование космических спутников (спутниковая связь);
- использование беспроводных мостов для соединения ЛВС;
- с использованием радиоинтерфейса;
- пейджинговая радиосвязь;
- с использованием лазерного оборудования;
- с использованием оптического оборудования и т.д.

Научный руководитель: Гераимчук М.Д., д.т.н, проф., заведующий кафедры
ПТМ

УДК 621.3.049.76

Козько К.С., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

АРХІТЕКТУРА БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Використання бездротових сенсорних мереж вимагає об'єднання сенсорів, обчислювальних потужностей та засобів зв'язку у єдиний пристрій малих розмірів. Взаємозв'язок між пристроями у таких мережах відбувається за допомогою мережевих протоколів та апаратних засобів, які дозволяють знаходити оптимальні шляхи та режими зв'язку.

На відміну від традиційних бездротових пристроїв, сенсорні бездротові модулі не потребують прямого зв'язку з базовою станцією великої потужності, а можуть обмінюватися даними лише між локальними аналогічними вузлами. Такі розподілені мережі рівноправних елементів надають можливості для розповсюдження даних між тисячами крихітних вбудованих пристроїв. При цьому якість мережі буде зростати при збільшенні щільності мережі.

Головною складністю розробки бездротових сенсорних систем є жорстка обмеженість ресурсів одного вузла. Вбудовані процесори з невеликою кількістю пам'яті мають забезпечувати комплексні розподілені спеціалізовані мережеві можливості.

Найбільш складним для виконання обмеженням ресурсів є споживання енергії. При зменшенні фізичних розмірів зменшується ємність, а, відповідно, енергія, яка може бути збережена. Енергетичні обмеження, в свою чергу, створюють обмеження на обчислювальні можливості та зберігання даних, що призводить до необхідності створення нової архітектури. Широкий спектр запланованих застосувань робить складним розробку єдиного протоколу і мікросхем, що є ефективними для всіх застосувань. Платформа бездротової сенсорної мережі має забезпечувати підтримку набору протоколів, специфічних для застосувань, що суттєво зменшує розмір вузла, його вартість та споживання енергії для їх цільового призначення.

З метою забезпечення необхідності позитивного використання, кожна передача має виконуватися у точно заплановані строки. Батьківські вузли будуть знаходитися у стані сну більшість часу і прокидатимуться тільки для прийому чи передачі даних. Якщо точний графік не виконується, передача не відбудеться.

Основними параметрами, за якими оцінюється бездротова сенсорна мережа є час життя, покриття, вартість і простота розміщення, час відповіді, точність у часі, безпека і ефективна частота дискретизації, причому більшість з цих параметрів є взаємозалежними.

Наук. керівник: Гераїмчук М.Д., проф, д.т.н., зав. каф. ПТМ

УДК 531.383

Кондратюк Ж.М., магістрант

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ НА ЕОМ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО РІВНЯННЯ РУХУ БАЛІСТИЧНОГО ГРАВІМЕТРА

Дослідження роботи балістичного гравіметра (БГ) у різних динамічних режимах здійснювалось на ЕОМ. Математичну модель приладу описує диференційне рівняння руху, що має вигляд

$$\ddot{x} + 2\xi\omega_0\dot{x} + (\omega_0^2 + \nu_1 w_b \sin \alpha t)x = 0,625w_a \sin \alpha t.$$

1. Дослідження диференційного рівняння руху БГ на ЕОМ показали, що найнебезпечнішим щодо можливості виникнення резонансу є тільки випадок рівності частот збурюючої дії ω та власних коливань приладу ω_0 , оскільки при малому демпфіруванні $\xi = 0.15$ можливий резонанс приладу. Для інших співвідношень частот ω і ω_0 ($2\omega = \omega_0$, $\omega = 2\omega_0$) резонанс не виникає навіть при дуже малому демпфіруванні і найрізноманітнішому співвідношенні амплітуд збурюючих прискорень ($w_a = 1, 3, 10$ та 15 і $w_b = 1, 3, 10$ та 15 м/с^2).

Встановлено, що у разі співвідношення частот $\omega = 2\omega_0$, $\omega = 3\omega_0$ і малого демпфірування БГ здійснює складні коливання (биття) - наслідок складання власних коливань з частотою ω_0 і вимушених коливань з частотою ω . Зі зростанням відносного коефіцієнта затухання ξ при $\omega = \omega_0$ резонанс усувається вже при $\xi = 0.45$, а при $\omega = 2\omega_0$, $\omega = 3\omega_0$ биття перетворюється на усталені коливання, що відбуваються з частотою збурення ω .

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

2. Проведене дослідження впливу амплітуд збурень на роботу БГ підтвердило те, що горизонтальні перехресні прискорення не впливають на роботу БГ і амплітуди коливань приладу прямо пропорційні збурюючому прискоренню по осі чутливості. Амплітуди вимушених коливань приладу найбільші, коли частоти власних коливань приладу дорівнюють частоті збурюючого впливу. Отже, найнебезпечнішим відносно втрати точності є тільки випадок головного резонансу.

3. Моделювання на ЕОМ впливу на БГ параметрів збурень, а також власних параметрів підтвердило основну перевагу БГ над відомими гравіметрами – його високу точність (середнє квадратичне значення похибки становить $0,01 \text{ мГл}$).

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

УДК 531.383

*Кондратюк Ж.М., магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

БАЛІСТИЧНИЙ МЕТОД З НЕКЛАСИЧНОЮ СХЕМОЮ ВИМІРЮВАННЯ ПРИСКОРЕННЯ

В літературі існують відомості про нещодавно розроблені і впровадженні в практику абсолютної гравіметрії методи з інформаційним надлишком, котрий може бути реалізований як в одному кидку (багаторівневі методи), так і в сукупності декількох кидків. Некласичні методи дозволяють вивчити деталі процесу вимірювання прискорень за допомогою балістичного приладу.

Суть багаторівневих методів заключається в тому, що прилад з симетричним або несиметричним рухом пробного тіла забезпечує вимірювання його положення з фіксацією моментів часу 500, 250 або 440 раз за час польоту тіла. Кількість вимірювальних інтервалів визначається можливостями електронно-обчислювальної машини (ЕОМ), яка виконує підбір параметрів руху пробного тіла методом найменших квадратів (МНК). Розв'язок системи рівнянь, яка містить величину прискорення вільного падіння, початковий шлях і швидкість, можна одержати за проміжок часу в 3 с – для 45 точок або за 30 с – для 440 точок.

Використання інформаційного надлишку, що реалізується в сукупності кидків, засноване на варійованих параметрах балістичного гравіметра, таких як, довжина вимірювальних інтервалів, висота кидання пробного тіла при несиметричному русі. Визначаючою умовою роботи є математична модель залежності показників гравіметра від варійованого параметра і збурюючого фактора. Аналіз кінцевої залежності дозволяє перевірити вірність моделі, врахувати та рандомізувати деякі систематичні похибки.

При побудові моделі динаміки руху тестової маси досліджувалось питання про обрання базової формули для опису зміни величини g відповідно до висоти розташування тестової маси з подальшою поправкою на рельєф. Показано, що при ускладненні системи необхідно підвищувати стабільність та точність кожного елемента окремо для збереження загальної точності вимірювань, що тягне за собою збільшення кількості локальних контролюючих, регулюючих та коректуючих систем та пристроїв.

Виходом з такої ситуації може стати компроміс між вимогами до точності приладу та ціною даного приладу. Якщо порівняно проста система здатна забезпечити більшість основних вимог до точності, то не варто вести пошук ускладнених варіантів розв'язку задачі, а зупинитись на даному схемному рішенні.

Ключові слова: балістичний метод, прискорення вільного падіння.

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

УДК 004.652.5:681.2

Коршак В.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ПРУЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВАГОВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Тензорезисторні датчики широко використовуються у багатьох галузях. Похибка такого датчика складається з похибок його складових елементів. Зменшивши похибку пружного чутливого елементу можна досягти значення похибки датчика 0,01-0,005%. Такого результату можна досягти шляхом правильного вибору матеріалу чутливого елементу. Матеріал можна вибрати проаналізувавши, як деформується чутливий елемент при навантаженні.

З цією метою, розроблено лабораторну установку на базі силувиміральної машини МОС 5. Максимальна сила розтягу/стиску машини становить 50000 Н. Машина працює під керуванням персонального комп'ютера, що дає змогу суттєво підвищити якість дослідів. Лабораторну установку було модернізовано шляхом інтегрування блоку ICPDAS 7016 з 24 бітним аналогово-цифровим перетворювачем. Це дозволило збільшити точність датчика. Також був замінений лічильник виміру деформації на інкрементальний енкодер MOZ-30, точність якого у 50 разів вища за замінений. Розташування MOZ-30 біля двигуна дозволило збільшити точність визначення деформації, яка досягла 1мкм. Для аналізу та обробки даних використовувався програмний комплекс Labview 7. Лабораторна установка дозволяє чітко визначити параметри матеріалу та їх вплив на деформацію пружного елемента як при разовому навантаженні, так і при циклічних та довгострокових навантаженнях. На основі цих даних можна підібрати найбільш підходящий матеріал. Проаналізувавши декілька видів сталей та сплавів, з яких виготовляються чутливі елементи, був вибраний матеріал, в якого найменші петля гістерезису та повзучість.

Ключові слова: сило вимірвальна машина, чутливий елемент, параметри матеріалів.

Наук. керівник: Згуровська Л.П.

УДК 621.3.089.6

Котляров К.П., студент

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

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОВЕРКА СТРЕЛОЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Современные экономические условия работы предприятий, требуют от них внедрения инновационных и новаторских подходов и методов в своей работе. Одной из актуальных проблем является построение автоматизированных систем контроля и диагностики, которые повышают производительность, качество и надежность выпускаемой продукции. Особенно эти тенденции характерны для приборостроительной отрасли.

Рассмотрена одна из возможных схем построения автоматизированной системы поверки (АСП) стрелочных измерительных приборов. В ее состав входят: оптический планшетный сканер, считывающий показания шкалы прибора; технологическая маска-фиксатор, обеспечивающая надежную фиксацию прибора непосредственно над областью считывания; персональный компьютер и устройство калиброванных сигналов.

Автоматизация процесса поверки заключается в автоматическом считывании показаний прибора, их обработке и вынесении решения о том попадают ли они в диапазон погрешности $\pm\Delta$ от проверяемой отметки, где Δ – максимально допустимое угловое отклонение от проверяемой отметки, при котором погрешность показания равна классу точности прибора. Основной проблемой является обучение компьютера правильно трактовать полученные данные.

Эта задача решена путем использования «обученной» искусственной нейронной сети (ИНС). ИНС – это огромный распределенный параллельный процессор (программная либо аппаратная реализация), состоящий из элементарных единиц обработки информации, накапливающих экспериментальные знания и предоставляющих их для последующей обработки. Обучение ИНС осуществляется путем подачи на ее вход оцифрованных изображений шкал прибора, до тех пор, пока сеть не научится правильно классифицировать эти изображения.

Время, затрачиваемое обученной сетью на классификацию данных одной шкалы и вынесение решения, составляет менее одной секунды.

Ключевые слова: поверка, автоматизированная система, искусственная нейронная сеть

Науч. руководитель: Дубинец В.И., доцент, к.т.н.

УДК 681.586.773

Котляров К.П., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КЛАССИФИКАЦИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Пьезоэлектрические акселерометры (ПА) являются одними из наилучших сенсоров для измерений параметров механических колебаний и ударов и практически полностью вытеснили преобразователи, работающие на других физических принципах.

Это подтверждают свойства, которыми обладают ПА:

- широкий рабочий частотный диапазон;
- линейная характеристика в широком динамическом диапазоне;
- высокая стойкость в отношении воздействия окружающей среды и сохранение высокой точности даже в неблагоприятных эксплуатационных условиях;

- выходной электрический сигнал, пропорциональный ускорению механических колебаний, может быть преобразован электрическим образом в сигнал, пропорциональный виброскорости или виброперемещению;

- малые габаритные размеры и отсутствие движущихся деталей.

На сегодняшний день возможная классификация существующих ПА довольно обширна. К примеру по количеству элементов ПА классифицируют на многоэлементные и монолитные, по виду используемого пьезоэффекта на резонансные и с прямым пьезоэффектом, по виду волн - на ПА с объемными и поверхностными акустическими волнами, по типу пьезоэлектрического материала на пьезокерамические и монокристаллические.

Рассмотрены возможные конструкции и особенности монолитных (мономорфных) ПА, в которых пьезоэлемент, инерционная масса, упругий элемент и основание состоят из одного монолитного пьезоэлектрического блока, и многоэлементных (полиморфных) ПА, состоящих из нескольких пьезоэлементов, инерционных масс, упругих элементов. Приведены их характеристики, преимущества и недостатки, особенности крепления ПА.

Представлен обзор конструкций ПА предлагаемых отечественными производителями и такими как «Endevco», «Briel & Kjaer» (Дания), «Kistler Instrumente AG» (Швейцария).

Ключевые слова: пьезоэлектрический акселерометр, пьезоэлемент

Науч. руководитель: Дубинец В.И., доцент, к.т.н.

УДК 621.317

Краснощок О.В., студент

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

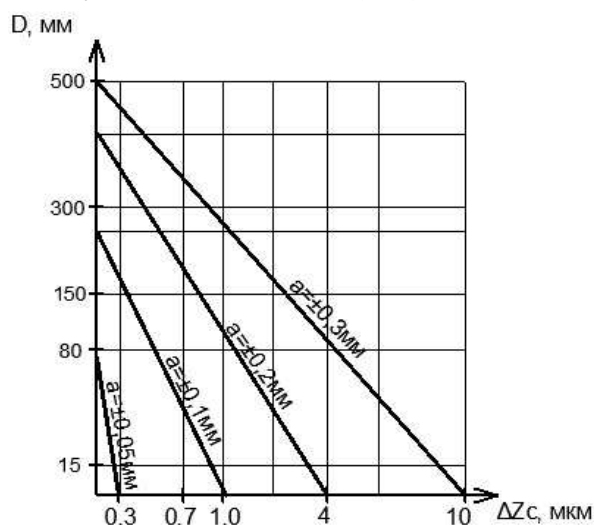
ВПЛИВ ЗМІЩЕННЯ СОПЛА ДВИГУНА НА ПОХИБКИ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОГО ВИТРАТОМІРА

Мета: отримати аналітичний вираз похибки, що виникає при зміщенні осі контрольованого сопла двигуна відносно осі термоанемометричного витратоміра (ТАВ).

У процесі експлуатації ТАВ під впливом вібрацій, можливе відтискування контрольованого сопла двигуна, у результаті чого воно зміщується відносно осі вимірювального сопла ежектора. Таке зміщення призводить до зміни площі витікання з вимірювального сопла. Додаткова площа при зміщенні сопла двигуна має наступний вигляд:

$$f_c = 2\pi Rr - Rr \int_0^{2\pi} \sqrt{1 - \left(\frac{a + r \sin \varphi}{R} \right)^2} d\varphi, \quad (1)$$

де R – радіус сопла двигуна (мм); $D=2R$ – діаметр перерізу сопла двигуна (мм); r – радіус вимірювального сопла (мм); a – зміщення сопла двигуна відносно осі (мм).



Розклавши підінтегральний вираз у степеневий ряд і відкинувши всі члени, починаючи з третього, після інтегрування отримаємо:

$$f_c = \frac{\pi r}{2\pi} (2a^2 + r^2), \quad (2)$$

Додаткова площа витікання f_c вміщує і додаткову похідну площу f_R , спричинену кривизною поверхні контрольованого сопла. Тому похибка, спричинена зміщенням осі сопла, визначається різницею $f_c - f_R$:

$$\Delta Z_c = \frac{1}{2D} (2a^2 + r^2) - \frac{D}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} - E \right). \quad (3)$$

На рис. 1 показано залежність похибок ТАВ $\Delta Z_c(D)$ для різних значень a і D ; значення a змінювалось від $\pm 0,05$ до $\pm 0,3$ мм, а діаметри D контрольованих сопел двигуна – від 15 до 500 мм.

Висновок: отримано аналітичний вираз (3) для розрахунку описаних похибок ТАВ та номограму, для їх визначення. (рис.1).

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

УДК 681.587.2

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

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИХ ПРИВОДІВ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Мета: висвітлення перспектив використання частотно-регульованих приводів у приладобудуванні.

Електронний перетворювач частоти дозволяє регулювати швидкість та обертовий момент двигуна. Такі перетворювачі розроблені з використанням останніх досягнень керуючої мікропроцесорної техніки, силових напівпровідникових елементів (IGBT) та програмного забезпечення.

У наш час стали поширеними системи частотного керування швидкістю обертання трифазного асинхронного електродвигуна, які дозволяють створити електропривід, що відповідає всім сучасним вимогам і, одночасно, забезпечує енергозбереження.

Основним недоліком асинхронного електродвигуна з коротко замкнутим ротором є постійна частота обертання ротору, практично незалежна від навантаження. Але переважна більшість механізмів працює у режимах зі змінним навантаженням. Розглянемо характерний приклад: для регулювання продуктивності роботи насосів, найбільш розповсюдженим є метод зменшення надлишкової потужності при дроселюванні витрати за допомогою заслонок, що є неефективним.

Використання частотно регульованого приводу дозволяє точно керувати швидкістю і моментом електродвигуна по заданих параметрах у точній відповідності з характером навантаження. Це, у свою чергу, дозволяє виконувати точне регулювання процесу у найбільш економічному режимі. Пристрій частотного регулювання забезпечує підтримання такої швидкості обертання ротора насоса, яка достатня для створення необхідного напору при заданій величині водозабору, шляхом зменшення продуктивності насосного агрегату. Енергія, що споживається електродвигуном від мережі, витрачається: при дросельному регулюванні – як на водопостачання, так і на подолання гідравлічного опору, який створює регулююча заслонка, а при частотному регулюванні – лише на водопостачання.

Висновок: в роботі показано, що ЧРП має безперечні перспективи для використання у приладобудуванні, перерахуємо деякі з них: економія електроенергії 20-60%; зниження пускових струмів двигуна; економія ресурсів до 15%; відсутність гідравлічних ударів у системі; можливість точної настройки режиму роботи; екологічність.

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

УДК 551.508.5

*Лысый Александр Михайлович, студент-бакалавр.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОРСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА

В наши дни стали актуальными проблемы гидрометеорологических измерений на море, так как все больше происходит освоение прибрежного и континентального шельфа, в процессе которого расширяется строительство и эксплуатация буровых платформ, портов, морских трубопроводов, идет развитие мореплавания и хозяйств аквакультуры, возрастают требования к обеспечению безопасности морских границ и комплексному управлению прибрежной зоной. Для решения этих задач становится необходимым наличие полной информации об атмосферных процессах над морем, прежде всего связанных с движением воздушных масс. Измерения характеристик ветра на море имеют ряд существенных особенностей, которые вызывают дополнительные инструментальные, динамические и специфические методические погрешности измерения скорости и направления ветра. Ветроизмерительные датчики находятся в условиях воздействия повышенной влажности и содержания морских солей в атмосфере, способствующих возникновению и развитию коррозии и обледенения в условиях низких температур, что приводит к дополнительным инструментальным погрешностям, а кроме того измерения параметров ветра выполняют на подвижных объектах.

В результате возникают погрешности измерений ветра: динамические и методические. В соответствии с этим необходимо определить оптимальные для этих условий тип и конструкцию датчика. Сегодня для таких измерений используются датчики, построенные на различных физических принципах.

Проведен анализ датчиков различных фирм (VAISALA, ARANDA, SiR Sensor, Гидрометприбор, Trotec и др.) позволил выбрать оптимальные варианты построения морских средств измерения характеристик ветра. Сравнение ранее сделанных измерений показало, что сегодня чашечный и флюгерный датчики скорости и направления ветра наиболее полно соответствуют использованию в морских условиях.

Руководитель: Дубинець Владислав Иванович, доцент

УДК 535.3

Оксютенко О., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ МЕМС- ДАТЧИКА

Розглянуто систему МЕМС-датчика, що сьогодні надзвичайно широко застосовується — від авіації і автомобільної електроніки до цифрових апаратів.

Прискорення є швидкість зміни швидкості, а швидкість – параметр зміни положення за час. Вимірюючи прискорення руху, можна шляхом його інтегрування обчислювати швидкість. Інтегруванням швидкості можна визначати поточне місце (координати) розташування літального апарату або судна.

Прискорення є векторною величиною, яка має не лише чисельне значення, але і напрям. Отже, система датчиків, що визначає прискорення, повинна вимірювати і його величину, і його напрям. Акселерометр вимірює величину. Інформацію про напрям дають гіроскопи, що забезпечують опорну систему координат для акселерометрів.

У колишніх системах інерціальної навігації опорна система координат забезпечувалася установкою акселерометрів і гіроскопів на стабілізованій платформі в кардановому підвісі. Такий підвіс ізолював платформу від поворотів літального апарату або судна. Це дозволяло утримувати акселерометри в незмінній орієнтації відносно Землі при русі об'єкту.

У сучасних системах інерціальної навігації застосовуються комп'ютери, що стежать за орієнтацією акселерометрів. Такі системи називаються бесплатформенними. Вихідні дані поступають безпосередньо на комп'ютер, який обчислює миттєвий напрям акселерометрів в опорній системі координат і відповідні сигнали, що корегують.

Найважливішими параметрами даної системи є добротність та частота власних коливань.

Досліджено вплив температури на частоту власних коливань акселерометрів та виявлено залежність цих параметрів, проведено порівняльний аналіз існуючих аналогів пристрою, розроблено принципова схема пристрою та його конструкції.

Ключові слова: гіроскоп, акселерометр, добротність, частота власних коливань

Наук. керівник: Гераїмчук М.Д., к.т.н., професор

УДК 621.317

*Останчук А.А., аспірантка, Кондратюк Ж.М., студентка
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"*

БАЛІСТИЧНИЙ ГРАВІМЕТР З СИСТЕМОЮ ВІДЕО ЗОБРАЖЕННЯ

Проаналізувавши характеристики цифрових засобів формування відео зображень, можна зробити висновок, що ці засоби можуть повністю замінити ручні засоби вимірювань у багатьох науково-технічних та виробничих задачах, де потрібно проводити вимірювання механічних величин. Окрім того, ці апаратні засоби забезпечують такі переваги: значно більша площа зразків, що може бути досліджена; забезпечується автоматизація процесу досліджень; розширюються функціональні можливості і підвищується оперативність засобів вимірювань геометричних характеристик БЛГ.

Запропоновано використовувати для абсолютних вимірювань гравітаційного прискорення балістичний гравіметр з системою відео зображення. Це забезпечує удосконалення гравіметричної системи з високоточним виставленням осі чутливості гравіметра: підвищення точності виставлення у тривимірному просторі осі чутливості гравіметра, документування виміряної інформації у реальному часі, підвищення швидкодії.

Гравіметрична система з високоточним виставленням осі

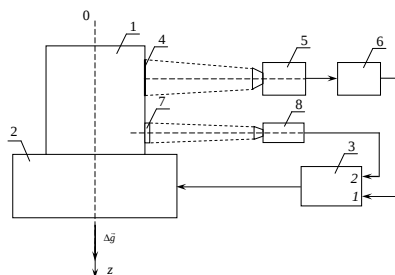


Рисунок. Балістичний гравіметр з системою відео зображення

якої співпадає з напрямком осі чутливості гравіметра 1. Гравіметр 1 встановлено на платформі 2, до входу керування якої підключено цифрову ЕОМ 3. Мітка 4 оптично пов'язана із входом відеокамери 5. Вихід відеокамери 5 підключено до входу процесора 6 лінійної апроксимації мітки. Вихід процесора 6 з'єднано з першим входом цифрової ЕОМ 3, другий вхід якої пов'язаний з виходом фотоелектричного автоколیمатора 8. Вхід фотоелектричного автоколیمатора 8, в свою чергу, оптично пов'язаний зі світло відбиваючим елементом 7, який закріплено на корпусі гравіметра 1 (рисунок).

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

УДК 621.317

*Остапчук А.А., аспірантка
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”*

АНАЛІЗ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНТЕРФЕРОМЕТРА, ОПИСАНИХ МАТРИЦЯМИ ДЖОНСА

Поляризаційні властивості оптичного пристрою можуть бути розраховані за методом Джонса, який є найпростішим і, в той же час, найбільш широко використовуваний в подібних випадках. Властивості інтерферометра описуються матрицею Джонса (МД). Існування власних значень матриці, дозволяє знайти такі значення азимута поляризації, при яких він не змінюється після проходження через прилад. У відомій літературі подібні задачі не ставились і не вирішувались. Проведені дослідження показали, що розрахунок поляризаційних властивостей інтерферометра найкраще проводити за допомогою методу Джонса, найкоротшому алгебраїчному методу розрахунку, який дозволяє визначити стан, в якому буде знаходитись повністю поляризоване світло після проходження через ряд ідеальних поляризаторів, фазових пластинок та інших оптичних пристроїв.

Метою роботи було дослідження поляризаційних властивостей різних елементів, що входять до складу оптичного приладу, на основі побудови для кожного з них власної матриці Джонса. В цьому методі кожному шару багат шарової тонкоплівкової системи, що утворюють світлоділільникове покриття, ставимо у відповідність матрицю:

$$M(t) = \begin{vmatrix} \cos \beta_k & -\frac{i}{p_k} \cdot \sin \beta_k \\ i \cdot p_k \cdot \sin \beta_k & \cos \beta_k \end{vmatrix},$$

де $\beta_k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda_0} - n_k \cdot t_k \cdot \cos \theta_k$; n_k - показник заломлення для k -го шару; i_k - геометрична товщина k -го шару; θ_k - кут заломлення світла; λ_0 - довжина хвилі падаючого світла; $p_{ks} = n_k \cdot \cos \theta_k$ - приведений показник заломлення для світла, поляризованого перпендикулярно площині падіння променя; $p_{kp} = \frac{n_k}{\cos \theta_k}$ - приведений показник заломлення для світла, поляризованого в площині падіння променя.

В результаті проведеної роботи знайдено МД окремо для складових елементів інтерферометра і проведено за ними розрахунок його поляризаційних властивостей. Це дозволило вивести загальні закономірності зміни поляризації в оптичних приладах.

Ключові слова: гравіметр, інтерферометр, метод Джонса

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

УДК 681.121.4

*Паламарчук Д.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

КОМПЕНСУЮЧІ ПРИСТРОЇ ТУРБІННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ТА ВИТРАТОМІРІВ

Значення витратомірів та лічильників кількості рідини, газу та пари дуже велике, оскільки без них неможливо забезпечити ефективне управління, оптимізацію та автоматизацію виробництва в багатьох сферах промисловості. Необхідність їх застосування та використання пов'язані з максимальною економією ресурсів. В зв'язку з цим до даних приладів ставляться високі вимоги точності та надійності, адже зниження похибки на 1% дає величезний економічний ефект.

На сьогоднішній день дуже поширеними являються турбінні витратоміри та лічильники. Вони оптимально поєднують в собі ряд експлуатаційних, метрологічних, економічних переваг та можливість виміру витрат речовин різного стану, таких, як рідини і газу. Але незважаючи на свою поширеність вони володіють рядом недоліків, що вимагають вирішення.

Однією з основних проблем є зношування опор та гідродинамічне врівноваження чутливого елемента. Вирішення даної проблеми полягає у повній або частковій компенсації осьового зусилля, шляхом розвантаження упорного підшипника, геометричного профілювання чутливого елемента та вимірювальної камери.

В літературних та патентних джерелах досить широко описані нові конструктивні способи усунення недоліків приладу, що є дуже перспективними, але не набувають широкого впровадження через відсутність більш детальних результатів дослідження з ряду причин, таких, наприклад, як відсутність фінансування та ін.

Гостро постає необхідність розвитку систем дослідження моделей лічильників за допомогою математичних методів, з використанням комп'ютерного моделювання.

Комп'ютерне моделювання при вирішенні задач дослідження і конструювання дозволяє суттєво економити матеріальні та часові ресурси.

Методи комп'ютерного моделювання дають змогу використовувати їх для вирішення широкого кола конструкторських задач та постійно вдосконалюються.

Ключові слова: турбінний витратомір, турбінний лічильник.

Наук. керівник: Кузьменко П.К., асистент

УДК 621.825.5

Пахалюк Р.І., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАПОБІЖНИХ ТА НАВАНТАЖУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ В ПРИЛАДАХ

На даний час широко поширені наступні запобіжні та навантажуючі пристрої: гідродинамічні муфти, муфти зі зв'язком через поле, електромагнітні муфти з феромагнітним заповнювачем, фрикційні муфти та ін.

Головними елементом будь-якої гідромуфти є: колесо відцентрового насоса, пов'язане з ведучим валом, колесо реактивної турбіни, пов'язане з ведомим валом, робоча рідина. Основними перевагами даних муфт є: незалежне обертання ведомого і ведучого валів, плавний рух з місця і плавний розгін, безшумність передачі. До недоліків можна віднести складність конструкції, висока вартість, великі втрати потужності, великий маховий момент, непостійність переданого моменту, необхідність теплового захисту.

Муфти зі зв'язком через поле складаються з індуктора та якоря. При обертанні індуктора його магнітне поле перетинає якор і індуктує в ньому струми, взаємодія яких з його магнітним полем створює обертовий момент. Достоїнством даних муфт є можливість дистанційного управління, відсутність поверхонь тертя, висока надійність. Недоліки цих муфт є необхідність наявності джерела живлення, мала швидкодія, великі габарити по відношенню до фрикційних.

Принцип дії муфт з феромагнітним заповнювачем базується на властивості сумішей з рухомими феромагнітними частками змінювати свою структуру в магнітному полі. Феропорошковим муфтам притаманні такі переваги: лінійна залежність моменту від струму збудження, можливість жорсткого сполучення напівмуфт і наявність ковзання між ними. До недоліків можна віднести: старіння наповнювача, неможливість застосовувати муфти при великих швидкостях, необхідність джерела живлення.

Принцип дії фрикційних муфт базується на використанні сил тертя, що виникають між поверхнями контакту. Переваги цих муфт: простота конструкції, малі габарити та ін. Недоліком фрикційних муфт є залежність коефіцієнта тертя від факторів, які в даний час іноді важко передбачити і врахувати, нестабільність моменту в часі.

Для усунення недоліків перерахованих муфт вище доцільно використовувати фрикційно-кулькові муфти, які вирішують усі ці проблеми.

Наук. керівник: Матяш І.Х., доц., к.т.н.

УДК 681.121

*Півторак С.А., Коваль Я.В., студенти
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИТРАТОМІРА

Для визначення місця оптимального розташування ультразвукового витратоміра на непрямолінійній газовій магістралі необхідно мати інформацію про структуру потоку у газовій магістралі. Для дослідження цього процесу в рамках натурного експерименту витрачається багато часу та ресурсів, тому використовують альтернативний спосіб – моделювання за допомогою CFD (Computational Fluid Dynamics) технологій з використанням середовища FLUENT 6.1.

Змоделюємо конфігурацію трубопроводу з коліном 90° , по якому проходить природний газ, та, виконавши необхідну кількість ітерацій, отримаємо вектори швидкості потоку на досліджуваній ділянці (рис.1). З рисунку видно, що після проходження потоку через коліно швидкість потоку змінюється, виникають мертві зони, що призводить до збільшення похибки вимірювань ультразвуковим витратоміром.

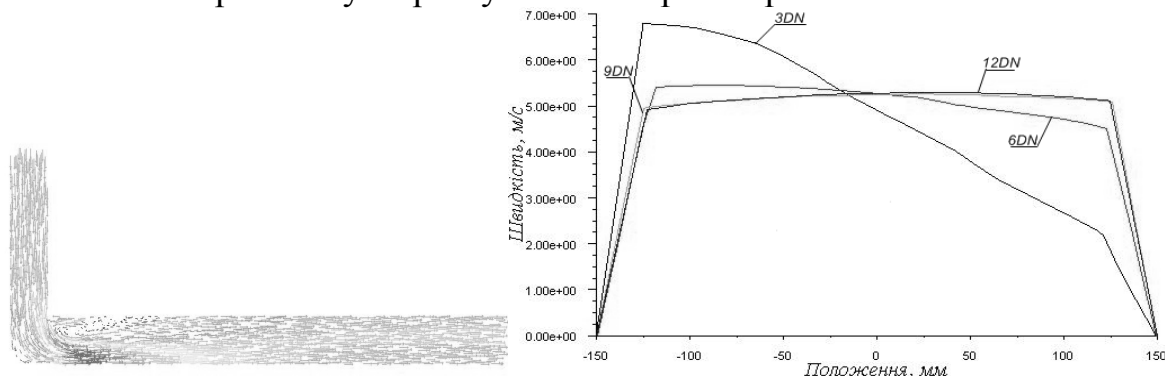


Рис.1. Вектори швидкості потоку
в трубопроводі

Рис.2. Графіки розподілу швидкостей
вздовж ультразвукових променів

На рис.2 представлені графіки розподілу швидкостей вздовж ліній, які імітують ультразвукові промені. Як видно з графіку, на відстані 3DN (DN – діаметр умовного проходу витратоміра) від коліна, розподіл швидкостей в каналі акустичного зондування потоку дуже нерівномірний, що призводить до великих похибок. На відстані 6DN епюра швидкості поліпшується, але не достатньо. А ось на відстанях 9DN та 12 DN графік розподілу швидкості вирівнявся.

Таким чином, чисельне моделювання допомагає на етапі проектування визначитися з необхідною довжиною прямої ділянки трубопроводу перед витратоміром задля поліпшення його метрологічних характеристик.

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

УДК 681.2

*Пономарьов А.Ю., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**СТРУКТУРНІ І ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ ТИСКУ**

Об'єднання сенсорів з мікропроцесорами призвело до появи інтелектуальних датчиків тиску (ІДТ), що відрізняються від традиційних більш високою точністю і розвинутими функціональними можливостями. Інтеграція в мережеві комунікації перетворює ІДТ в дистанційно керовані інтелектуальні мережеві вузли, які якісно покращують експлуатаційні характеристики систем моніторингу, діагностики і управління.

Можливо побудова різних моделей ІДТ, що відрізняються як фізичними принципами побудови чутливих елементів (ЧЭ) і схемами прецизійної аналогової обробки сигналів ЧЭ, так і особливостями реалізованих на мікропроцесорах методів і алгоритмів прецензійних перетворень цифрованих аналогових сигналів, типами мережевих інтерфейсів, архітектурними та схемотехнічними рішеннями.

Тому конкурентоспроможні ІДТ можуть бути створені тільки в рамках системного підходу, зміст якого відображає чотирьохрівнева піраміда, представлена у доповіді.

Розглянуто методи реалізації вибраних математичних методів і формул, які синтезують мікропроцесорні алгоритми, що відображають особливості мікропроцесорної обробки інформації в проєктований ІДТ:

- закладені в його архітектуру схемотехнічні рішення, що роблять вплив на реалізацію обчислювальних процесів;
- обмеження на набір арифметико-логічних операцій, наприклад, відсутність операції поділу;
- скорочені формати оброблюваних даних;
- представлення та обробку чисел з фіксованою крапкою в цілочисельній арифметиці;
- введення масштабних коефіцієнтів для забезпечення високоточних обчислень, дані яких відрізняються на кілька порядків;
- використання для обробки в мікропроцесорі даних, сформованих АЦП, найчастіше у вигляді 10 -, 12 -, 14-розрядних чисел.

Ключові слова: датчик тиску, методи обробки сигналу.

Наук. керівник: Кашперський В.С., доцент, к.т.н.

УДК 681.7

Пономарьов А.Ю., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ. ОСНОВНІ ВИДИ НАНОЛІТОГРАФІЇ

В даний час всі комп'ютерні чіпи виробляються методом фотолітографії - світлочутливий матеріал мікросхем, прикритий трафаретом, піддається інтенсивній обробці ультрафіолетових світлом. У ході фотохімічної реакції речовина на неприкритих ділянках змінює свої фізичні властивості, в тому числі і електропровідність.

В основі нової методики, що отримала назву нанолітографія, лежить використання екстремально коротких променів ультрафіолету з довжиною хвилі лише 13,5 нанометрів. Керівник дослідження професор Ахмед Хассанен каже, що за допомогою цієї технології можна створювати на кремнієвої підкладці елементи в десять разів менше, ніж дозволяють сучасні способи виробництва.

Нанолітографія використовується як спосіб масового виготовлення інтегральних схем з використанням в літографічному обладнанні джерела екстремального ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 13,5 нм і проекційної оптичної системи на основі відображають багат шарових MoSi дзеркал. У такий спосіб передбачається досягнення розмірів елементів інтегральних схем 30 нанометрів і менше.

Мабуть, нанолітографія є однією з найбільш перспективних методик маніпулювання наноструктурами за характерними розмірами порядку сотень і навіть десятків нанометрів. Техніки нанолітографії прийнято поділяти на два великих класи: «спадаючої» (або техніки, які передбачають перехід від великого до дрібного), в яких за допомогою літографічного процесу копіюється структура, заздалегідь створена на масці, і «наростаючої» (передбачають зворотний перехід: від дрібного до великому), в яких елементарні компоненти формують якусь геометричну структуру через процес самозбірки. У кожного з цих підходів є як переваги, так і недоліки; зокрема, перший варіант забезпечує кращий контроль над зразком (тому що в якості «проміжної» ланки використовується так звана маска), а методика самозбірки - більш низьку вартість нанолітографічного виробництва

Ключові слова: нанолітографія, атомна літографія, нанотехнології.

Наук. керівник: Кашиперський В.С., доцент, к.т.н.

УДК 004.896(043.3)

Проценко С.В., студент

*Національний технічний університет України
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

СИСТЕМА ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SOLIDWORKS В РАМКАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ

С каждым днем приборов для измерения тех или иных величин становится все больше, область их применения расширяется, а конструкция усложняется и требует более систематического подхода к процессу ее разработки. На сегодняшний день трудно представить себе инженера-конструктора не владеющего тем или иным пакетом предназначенным для компьютерного проектирования. Тем более, что последние позволяют решить все необходимые задачи, которые ставятся перед разработчиком. Наибольшей популярностью пользуются системы трехмерного проектирования такие как SolidWorks, Autodesk Inventor и КОМПАС. Остановимся на SolidWorks и рассмотрим подробнее назначение и возможности данной системы.

SolidWorks представляет собой инструментальную программную среду, предназначенную для автоматизации проектирования сложных изделий приборо и машиностроения. В отличии от Catia SW был изначально сориентирован на персональные ЭВМ и на Windows среду, что делает программный продукт более доступным для широкого круга лиц.

Создание трехмерных моделей сложных деталей и сборок позволяет избежать многих неприятных явлений еще на этапе проектирования, что значительно влияет на экономию ресурсов предприятия. Важной является возможность проверки интерференции деталей или узлов, работающих в сборке, например две антенны, вращающиеся на одной платформе.

Также упрощено вычисление масово-геометрических характеристик (площади поверхности, объема детали, ее массы, расположение центров тяжести, моментов инерции относительно основных осей).

В заключение стоит упомянуть, что SolidWorks позволяет создать основную конструкторскую документацию в соответствии с ГОСТ.

*Научн. руководитель: Безвесильная Е.Н., д.т.н., профессор, Заслуженный
деятель Украины*

УДК 621.317

Проценко С.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДНА УСТАНОВКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРАВІМЕТРА ГАЛ-С

Дослідження характеристик гравіметра ГАЛ-С проводиться на установці, що складається з наступних приладів(рис. 1): генератора механічних коливань 1 (вібростенда) ГМК-1 із вбудованими в нього двома індукційними перетворювачами електричного сигналу в механічний сигнал прискорення, підсилювача 3 змінного струму з регульованими входним опором та ємністю, трьох вольтметрів 4, осцилографа 5, генератора змінної напруги 6. Гравіметр ГАЛ-С 2 розташований на вібростенді 1.

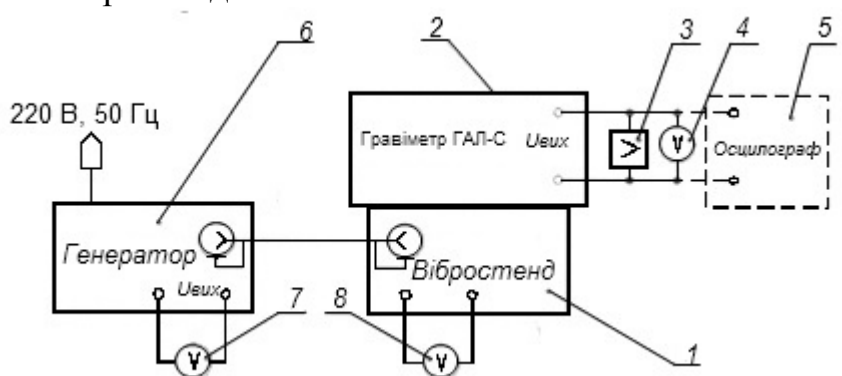


Рис. 1 Принципова схема дослідної установки експериментальних досліджень гравіметра

1 – генератор механічних коливань(вібростенд) ГМК – 1 із вбудованими в нього індукційними перетворювачами, 2 – гравіметр ГАЛ-С, 3 – підсилювач, 4 – вольтметр для реєстрації напруги індукційного перетворювача.

Основною частиною експериментальної установки є вібростенд ГМК – 1.

На верхньому кінці стрижня знаходиться робочий столик, на якому розміщено гірогравіметр ГАЛ-С, що досліджується.

Досліджуємий гірогравіметр ГАЛ-С закріплений на робочому столику вібростенда.

Амплітуда вібраційних коливань гірогравіметра пропорційна напрузі $U_{па}$, що знімається при лабораторних дослідженнях з вольтметра 4 та реєструється осцилографом 5.

У лабораторних дослідженнях вольтметром 7 реєструється вихідна напруга генератора, що подається на обмотки збудження індукційних перетворювачів вібростенда.

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

УДК 681.12

Рак А.Н., студент

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

УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОЙ ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РАСХОДОМЕРОВ

Поверка электромагнитных расходомеров (ЭМР) остается актуальной задачей расходомерии. Суть имитационного метода заключается в электрическом моделировании напряжения на электродах первичного преобразователя ЭМР, являющегося, как известно, носителем информации о величине расхода. Центральным узлом системы моделирования является преобразователь магнитного поля (ПМП) индуктора ЭМР, представляющий собой печатную катушку индуктивности, в импульсы ЭДС:

$$E = W \cdot S \cdot \frac{dB}{dt},$$

где W и S , соответственно, число витков и площадь контура ПМП, B

– индукция магнитного поля индуктора. Преобразование импульсов E в напряжение U , повторяющее напряжение на электродах ЭМР, осуществляет интеллектуальный прибор, структурная схема которого представлена на рис.1.

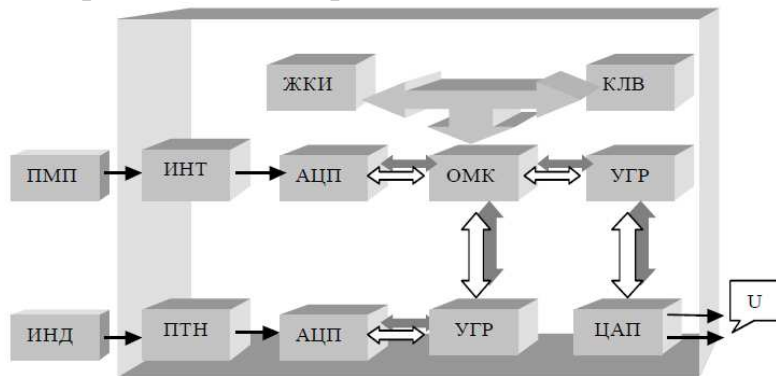


Рис. 1

Кроме поверки ЭМР в целом прибор рассчитан также на:

- поверку первичного преобразователя расхода, цель которой – определение его градуировочного коэффициента K_p : $K_p = \frac{U}{I \cdot Q}$,

где U – напряжение на электродах ЭМР, I – ток индуктора, Q – расход;

- поверку измерительного устройства ЭМР, в ходе которой формируются информационные выходные сигналы: $U = K_p \cdot I \cdot Q$ по задаваемому значению Q при известных (вводимых с клавиатуры) значениях K_p и I .

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

УДК 681.12

Рак А.Н., студент

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

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МЕТОДА ПОВЕРКИ ЭМ РАСХОДОМЕРОВ

Поверка электромагнитных расходомеров (ЭМР) больших диаметров остается сложной задачей расходомерии. Метод имитационного моделирования – в отличие от традиционного проливного метода поверки ЭМР – является более экономичным и производительным. Суть имитационного метода заключается в электрическом моделировании напряжения на электродах первичного преобразователя ЭМР, являющегося, как известно, носителем информации о величине расхода.

Имитационные установки основаны на аналоговом моделировании некоторых узлов прибора и расчетах с использованием эмпирических коэффициентов, полученных в результате статистических испытаний эталонных образцов. Они применимы только к приборам, которые хорошо изучены и имеют устоявшуюся технологию.

Такие установки дешевы в изготовлении. Имитационные средства поверки электромагнитных расходомеров наиболее полно отвечают совокупным требованиям, предъявляемым к метрологическому обеспечению теплосчетчиков бытового назначения, и обладает явными преимуществами по сравнению с проливными расходомерными стендами.

- Возможность моделирования потока жидкости при различных числах Рейнольдса, на проливных установках это выполнить крайне сложно, т.к. для этого необходимо использовать жидкости с различной плотностью и вязкостью.
- Возможность одновременного моделирования потоков с различными значениями расхода и для расходомеров с различными диаметрами каналов. Такая необходимость часто возникает для определения разностей расхода теплоносителя в подающем и обратном каналах, или сходимости расхода жидкости по всем каналам.
- Возможность исследования приборов на месте их эксплуатации, что исключает проблему транспортировки габаритного оборудования.
- Высокая точность средств исследования и поверки (пределы погрешностей не превышают 0,2-0,3%).
- Высокая производительность метрологических средств, полная автоматизация обработки результатов исследований, протоколирования и ведения архива.

Низкая востребованность имитационного метода объясняется только недостаточной информированностью о его возможностях. Развитие имитационных методов исследования должно опережать разработку электромагнитных расходомеров и теплосчетчиков.

Научный руководитель: Гришанова И.А., к.т.н., доцент

УДК 681.122.

Ряба А.В., студент

*Национальный технический университет Украины
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Основними чинниками, які обмежують точність та достовірність обліку природного газу, є характерні властивості методів вимірювань. Удосконалення повірочної схеми та її впровадження в практику вимагає розроблення методологій передачі та звірень одиниць вимірювання, створення нових високоточних еталонних і технічних засобів вимірювання витрати газу, методів їх градування та повірки.

Метод, що базується на геометричному зносі ультразвукової хвилі (з променем перпендикулярним до потоку), обумовленим рухом потоку речовини. Метод застосовується для вимірювання в трубопроводах великих діаметрів і при великих швидкостях потоків.

Метод, що базується на доплерівському зсуві частоти ультразвукового сигналу, відбитого від частинок вимірюваного потоку. Доплерівський метод найширше застосовується для вимірювання локальних швидкостей, а в області вимірювання витрати має обмежені можливості.

Метод змінного перепаду тисків може застосовуватися тільки за наявності вимірювання абсолютного тиску та температури і розрахунку за цими вимірюваннями густини газового середовища в робочих умовах. Його перевагою проста реалізація первинного перетворювача витрати і можливість дуже швидкого вимірювання перепаду тисків та абсолютного тиску, особливо під час застосування тензорезисторних перетворювачів тиску.

Безконтактний метод вимірювання витрати газу, заснований на оптичних явищах, дозволяє зменшити складову похибки, яка обумовлена взаємовпливом газового середовища та вимірювального датчика, розширити діапазон вимірюваних витрат. Задача вдосконалення оптичного методу шляхом підвищення його чутливості вимагає свого рішення в силу можливості реалізації на його основі безконтактних пристроїв вимірювання витрати газу, які працюють у діапазоні діаметрів трубопроводів до 1400 мм та водночас забезпечують похибку вимірювання не більш $\pm 0,5\%$.

Безконтактний оптико-тепловий метод вимірювання витрати природного газу. Баується на використанні теорії атомної будови матерії при дослідженні оптичних властивостей газових середовищ з різними показниками заломлення.

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

УДК 681.122.

Ряба А.В., студент

*Национальный технический университет Украины
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

УЛЬТРАЗВУКОВІ ЛІЧИЛЬНИКИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Для вимірювання витрат забруднених, агресивних і таких, що швидко кристалізуються, рідин та пульп, а також потоків, в яких можливі великі зміни (пульсації) витрат і навіть зміни напрямку руху, коли не можуть бути застосовані інші види витратомірів, використовуються витратоміри акустичні, найчастіше ультразвукові, тобто такі, що працюють в ультразвуковому діапазоні частот.

Ультразвукові витратоміри базуються на вимірюванні, що залежить від витрати того чи іншого акустичного ефекту, що відбувається при переході ультразвукових коливань через потік рідини або газу.

В наш час використовують два різновиди ультразвукових витратомірів:

-витратоміри, що базуються на переміщенні ультразвукових коливань (УЗК) середовищем, яке рухає.

-витратоміри, що базуються на ефекті Доплера.

Приведена похибка ультразвукових витратомірів лежить в широких межах від 0,1 до 2,5%, але в середньому може бути оцінена цифрами 0,5 - 1%.

За числом акустичних каналів ультразвукові витратоміри діляться на однопроменеві або одноканальні, двопроменеві або двоканальні і багатопроменеві або багатоканальні.

Залежно від того чи збігається напрям поширення ультразвукових коливань з віссю труби або ж складає з нею кут α , перетворювачі витрати можуть бути осьові або кутові.

Далі розрізняють перетворювачі без заломлення та з заломленням ультразвукової хвилі.

Нарешті зустрічається ділення перетворювачів на контактні і неконтактні залежно від того чи стикається п'єзоелемент або його мембрана з рідиною чи ні.

Ультразвукові витратоміри (УЗВ) мають ряд важливих переваг:

- дозволяють вимірювати з високою точністю в широкому динамічному діапазоні;

- не створюють витрати натиску за рахунок відсутності елементів приладу у вимірювальному каналі;

- володіють підвищеною надійністю за рахунок відсутності рухливих елементів;

- низьке енергоспоживання.

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

УДК 681.122.9

Степанович С.М., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

На сьогоднішній день існує багато типів витратомірів газу. Вибір того чи іншого проводиться в залежності від властивостей вимірюваної речовини, типу обладнання та системи трубопроводів. Більшість витратомірів працюють в обмеженому низькому діапазоні чисел Рейнольдса, а також для роботи їм необхідна наявність значних прямих ділянок труб для рівномірного, симетричного відносно осі, поля швидкостей.

В якості основних промислових приладів для вимірювання витрат рідини, газу та пару використовують витратоміри змінного перепаду тиску зі звужуючими пристроями (ЗП). Такі прилади є досить універсальними, оскільки їх можна використовувати в трубах з діаметром від 50 до 1600 мм. Крім того, існують спеціальні ЗП, які можуть застосовуватись для малих Re . Проте ці витратоміри мають і ряд недоліків, таких як: затуплення та забруднення кромки діафрагми в процесі експлуатації, що призводить до значного збільшення похибки; втрата тиску в трубопроводі; складність і висока трудомісткість регламентних робіт.

Тому з'явилась необхідність розвитку та впровадження нових методів виміру об'ємної витрати в трубопроводах великих діаметрів, незалежних від параметрів контрольованого та оточуючого середовища, що забезпечують високу точність і зручність в експлуатації, менші початкові і експлуатаційні витрати, ніж витратоміри із ЗП. Одним із таких перспективних напрямів є використання методів і засобів оптоелектроніки. Висока точність і широкий діапазон вимірів швидкості (до 0,05 % у діапазоні від 10^{-3} до 10^3 м/с), перешкодостійкість, відсутність контакту з контрольованим середовищем і інші переваги обумовлюють велику перспективність вживання лазерних доплерівських анемометрів (ЛДА), зокрема в якості засобів метрологічного забезпечення перевірки інших витратомірів.

Не зважаючи на те, що перші результати по виміру швидкості ЛДА були отримані в 60-х роках, розвиток цих методів довгий час стримувався малою надійністю. На сьогодні у зв'язку з розвитком твердотілої техніки та технології і достатньої статистики по дослідженню потоків існують умови для розробки і впровадження промислових зразків систем комерційного обліку об'ємної витрати природного газу і рідких середовищ.

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

УДК 621.38.2.049.77

Теплюк І.І., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЮ ВІД ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ

Перевантаження виникають внаслідок надмірного навантаження салону автомобілю, його багажників або нерівномірного розподілу вантажу.

Аналізується ефективність контролю при мінімальному числі датчиків, які потрібно розташувати у спеціально визначених (рекомендованих) точках автомобілю.

Система контролю працює у двох основних режимах:

1. автомобіль не рухається (здійснюється допусковий контроль його навантаження і розподілу ваги);
2. автомобіль рухається, стає можливим перерозподіл центрів ваги (здійснюється допусковий контроль у динаміці руху).

Підсистема реєстрації вимірювальних параметрів включає:

- датчики тиску у шинах автомобілю (4 контрольовані точки);
- датчики Холла (2-6 контрольованих точок).

Компактні датчики тиску SP30 на сьогодні є єдиними серійними датчиками, що дозволяють здійснювати надійний контроль від 100 до 450 кПа з точністю ± 7 кПа.

Комп'ютерна вимірювальна система побудована на ВІС родини MSC1211 (прецезійні АЦП і ЦАП на одному кристалі з ядром 8051 і Flash-пам'яттю), що забезпечує високу обчислювальну потужність для обробки сигналів у режимах допускового контролю.

До складу підсистеми виводу включено: матричний графічний ЖК-індикатор типу FDCG12864H (компанії Fordata) розміром 128x64 пікселя, 9-ти клавішна клавіатура, що організована у матрицю розміром 3x3, три сигнальних світлодіода та п'єзоелектричний звуковипромінювач.

Графічний індикатор відображає параметри режиму навантаження, а також інформацію про стан вантажу під час руху. Режим допускового контролю супроводжується при необхідності звуковими сигналами.

Ключові слова: автомобільні датчики, автомобільна електроніка, вимірювальні мікросистеми на ВІС.

Наук. керівник: Андреева О.В., доцент, к.т.н.

УДК 621.317.385

Ткаченко М.П., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Интенсивное развитие автоматизированных систем учета потребления электроэнергии, введение многотарифности и предоплаты выдвинули задачу создания качественно новых приборов для измерения электроэнергии, совместимых с другими элементами систем учета и обладающих более высокой точностью.

Индукционные электросчетчики имеют в ряде случаев недостаточную точность и ограниченные функциональные возможности, что проявляется уже при создании простейших двухтарифных систем или организации дистанционного сбора показаний счетчиков.

Вышеозначенным требованиям отвечают электромеханические и электронные счетчики. Для обеспечения высокой надежности все электрорадиоэлементы используются в оптимальных электрических и тепловых режимах.

В настоящее время можно выделить следующие тенденции в развитии электронных счетчиков:

1. Применение специализированных микропроцессоров, что позволяет, с одной стороны, повысить класс точности и надежность счетчиков, а с другой стороны, без увеличения аппаратных затрат существенно увеличить функциональные возможности счетчиков например: фиксировать максимумы потребления мощности, организовать «электронный архив», обеспечить алгоритм предоплаты.

2. Создание модульных блоков питания, в том числе с литиевыми источниками тока, обеспечивающих сохранение информации суммирующими устройствами в обесточенном состоянии.

3. Создание модулей связи, обеспечивающих передачу измерительной информации по силовому кабелю, что позволит наиболее эффективно решить проблему дистанционного сбора показаний счетчиков.

4. Создание технических средств, позволяющих внедрить наиболее эффективную систему расчетов за пользование электроэнергией с предоплатой и льготным кредитованием.

Ключевые слова: электросчетчик, тарифность, дистанционный сбор, система учета,

Науч. руководитель: Литвиненко П.Л., доцент, к.т.н.

УДК 531.383

Ткаченко С.С., аспірантка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ КАЛІБРУВАННЯ

Для зменшення похибки та збільшення точності вимірювання кутів за допомогою вимірювача кута застосовуються багаторазові вимірювання. Похибка вимірювання представлена у вигляді систематичної і випадкової складових. Це дозволяє оцінити зменшення похибки при збільшенні кількості приймачів вимірювань. Використання різних методик, наприклад, методу калібрування, дозволяє додатково підвищити точність вимірювань. Сутність методу полягає у тому, що контрольовану призму встановлюють послідовно зі зсувом на її кутовий крок відносно лімба вимірювача кута у діапазоні $0...2\pi$, вимірюють в у будь-якому з положень кути призми і знаходять середнє значення однойменних кутів, виміряних у різних положеннях. Таким чином визначаються усереднені значення кутів, виміряних на різних ділянках лімба. Отримують:

$$\int_0^{\varphi} f(\Delta\varphi)d\varphi + \int_{\varphi}^{2\varphi} f(\Delta\varphi)d\varphi + \dots + \int_{(n-1)\varphi}^{2\pi} f(\Delta\varphi)d\varphi = \int_0^{2\pi} f(\Delta\varphi)d\varphi = 0,$$

де φ – кутовий крок міри; n - кількість перестановок призми; $\Delta\varphi$ - функція похибки вимірювача кута.

З наведеного виразу видно, що систематична складова похибки при вимірюваннях одного і того ж кута на всіх ділянках лімба вимірювача кута в діапазоні $0...2\pi$ дорівнює нулю. Ця обставина дозволяє суттєво підвищити точність вимірювань.

Метод калібрування дозволяє виключити грубі промахи при вимірюваннях, суб'єктивні помилки оператора, неточності виставки призми. За допомогою методу калібрування стає можливим провести вимірювання з підвищеною точністю як плоских кутів контрольованої призми (міри), так і оцінити похибку вимірювача кута. Раніше цей метод застосовувався при унікальних кутомірних роботах і дослідженнях, однак не отримав широкого розповсюдження через високу трудомісткість і низьку ймовірність вимірювань. Поява кутомірних приладів з потужними обчислювальними засобами і повною автоматизацією процесу вимірювання і документування інформації знову привернула увагу до методу калібрування. Автоматичне знімання інформації та її комп'ютерна обробка відкривають додаткові можливості щодо підвищення точності і контролю достовірності вимірювань.

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

УДК 531.383

Ткаченко С.С., аспірантка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВПЛИВ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТУ НА ПОХИБКУ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ

При вимірюванні плоских кутів за допомогою вимірювача кута може виникнути похибка від неточності встановлення контрольованої деталі, що характеризується її ексцентриситетом і відхиленнями у вертикальному напрямку вгору або вниз відносно оптичної осі автоколіматора. При проведенні вимірювань дуже важливо знати числові значення складових похибки, обумовлені неточністю встановлення призми, і звертати увагу на ті з них, які вносять найбільший вклад у загальну похибку вимірювання. Це дасть змогу підвищити точність вимірювань і зменшити час, тому що відпаде необхідність контролю параметрів встановлення призми.

На рис. 1 наведена призма В з геометричним центром А і гранями 1, 2, 3, ..., яка встановлена на предметному столі С вимірювача кута з ексцентриситетом $OA=10$ мм відносно центру обертання 0 предметного столу С. Через непаралельність випромінювання автоколіматора переміщення по його об'єктиву центру випромінювання від граней призми у вимірювальному положенні призводить до похибки.

При малих відхиленнях похибка може бути представлена у вигляді:

$$\Delta\varphi(n\alpha) = \theta\ell[\cos\alpha_0 - \cos(\alpha_0 + n\alpha)]$$

де n – номер кута призми ($n=0,1,2,\dots$ – ціле додатне число); α – кутовий крок; ℓ – ексцентриситет OA ; α_0 – кут між перпендикуляром до оптичної осі автоколіматора і напрямком ексцентриситету (рис. 1). На рис. 2 наведені криві похибки.

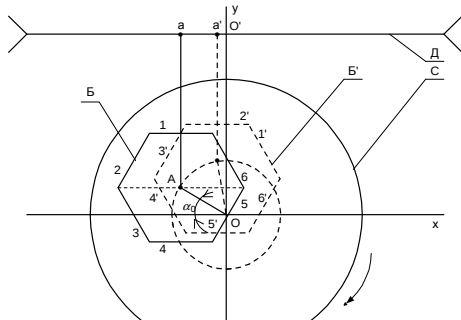


Рис. 1. Оцінка похибки, зумовленої ексцентриситетом

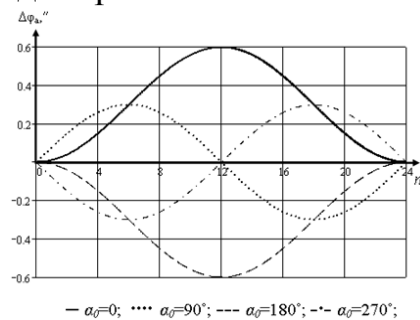


Рис. 2. Похибка вимірювання кутів при ексцентриситеті

З рис. 2 видно, що, в залежності від кута α_0 , максимальне відхилення похибки може змінитися в 2 рази. Це особливо важливе для практики, тому що один і той же ексцентриситет може призвести до різних похибок вимірювання кутів.

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

УДК 62-229.323

Токова Л.М., студент

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ В СЕРЕДОВИЩІ LabVIEW

Різання являє собою складний процес взаємодії ріжучого інструменту і оброблюваної деталі. Продуктивність процесу різання залежить від багатьох параметрів, які необхідно контролювати і підтримувати оптимальними на протязі всього часу експлуатації. Серед них сили різання, температура, вібрації та ін. Ці параметри залежать від багатьох факторів і зарання їх передбачити не можна. Проблема автоматизації при дослідженні процесів різання заключається в необхідності запису інформації від декількох датчиків одночасно, як мінімум, це дві складові сили різання, осьова сила P_z та крутний момент $M_{кр}$. Це вимагає використання багатоканальної вимірювальної системи. Крім того, процес різання є швидкодіючим, а виходить, для запису таких сигналів потрібні швидкодіючі аналого-цифрові перетворювачі (АЦП).

Вирішенням проблеми дослідження нестаціонарних процесів різання при свердлінні, стала розроблена мною автоматизована вимірювальна системареєстрації параметрів різання, яка складається з універсального динамометра УДМ-600, балансуючої напівмостової схеми, модуля збору даних I-7016, інтерфейсного перетворювача I-7561 USB to RS-232/422/485 Converter фірми ICP DAS, та ПК з програмним середовищем LabVIEW.

Дослідження процесу різання полягало в проведенні серії експериментів зі зміною глибини, швидкості різання й подачі. Відповідно реєстрація даних з АЦП проводилась за допомогою програми написаної в середовищі LabVIEW (рис.2). Спостереження процесу різання на екрані комп'ютера відбувалось в реальному часі, а після закінчення експерименту існує можливість запису на жорсткий диск не тільки результатів, але й налаштування каналів.

Експериментально також було визначено температурну похибку дрейфу нуля для модифікованої мостової УДМ, та показано зменшення як адаптивної так і мультиплікативної складової похибки в порівнянні з напів-мостовими схемами.

Ключові слова: АЦП, УДМ, автоматизована вимірювальна система, температурна похибка, температурний дрейф нуля, мостові та напів-мостові схеми.

Наук. керівник: Кашиперський В.С., доцент, к.т.н.

УДК 62-229.5

Токова Н.М., студент

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ СЕНСОРНИМИ МЕРЕЖАМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Система екологічного моніторингу відіграє досить значну роль для оцінки навколишнього середовища. Тому актуальними являються прилади, які б характеризувалися швидкодією, простотою обслуговування, надійністю роботи та невисокою вартістю. Основною тенденцією розвитку аналітичного в приладобудування являється розробка так званих «інтелектуальних» портативних аналітичних приладів, побудованих на базі твердотільних сенсорів та сучасних обчислювальних засобів.

Важливим фактором являється споживання енергії в сенсорних системах екологічного моніторингу. Проводитимуться дослідження та оптимізація цього параметру.

Система екологічного моніторингу повинна накопичувати, систематизувати і аналізувати інформацію:

- про стан навколишнього середовища;
- про причини спостережуваних і вірогідних змін стану;
- про допустимість змін і навантажень на середовище в цілому;
- про існуючі резерви біосфери.

Таким чином, в систему екологічного моніторингу входять спостереження за станом елементів біосфери і спостереження за джерелами і чинниками антропогенної дії.

Розвиток сенсорних мереж зв'язаний з наступним витком розвитку телекомунікаційної інфраструктури, а також, як показує проведений економічний аналіз, з меншими затратами на їх розробку і використання. Поєднання сенсорних мереж з системами мобільної бездротової передачі дозволяє зменшити затрати на апаратні засоби, які використовуються у провідникових мережах.

Ключові слова: екологічний моніторинг, сенсорні мережі, бездротові мережі.

Наук. керівник: Гераїмчук М.Д., к.т.н., професор

УДК 681.2-79

*Христенко Д.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МЕМС ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ФІЗИЧНИХ ВЕЛЕЧИН

Двадцять перше сторіччя характеризується швидкими темпами розвитку мікроелектромеханічних систем (МЕМС), які належать до науково-прикладних областей, розміщених на стику наук. МЕМС об'єднує в собі досягнення механіки, мікроелектроніки, оптики, електротехніки та інших науково-прикладних областей. Інтегральні пристрої цього типу мають ряд переваг у порівнянні з макропристроями: вони надійніші, дешевші, легші; інтеграція наукових областей носить синергетичний характер; їх виготовляють за груповою технологією тощо.

Мікроелектромеханічні системи – це інтегровані мікропроцесорні системи, які комбінують електричні системи обробки даних та механічні компоненти чутливих елементів фізичних величин, актюаторів, виготовлені за технологіями, сумісними з технологіями інтегральних схем з розмірами від мікрометрів до декількох міліметрів, що надає можливість розробки ефективних систем контролю і моніторингу навколишнього середовища.

Однак розробка даного виду МЕМС перетворювачів, які функціонують за фізичними принципами різної природи (електростатичні, електромагнітні, термічні, п'єзоелектричні, гідравлічні), пов'язана з труднощами її дослідження і описом взаємного впливу складових мікросистеми та формалізацією функціонування як окремих елементів, так і цілого інтегрального пристрою.

Використання в процесі аналізу та синтезу МЕМС методів, моделей, засобів, алгоритмів і підходів з різних наукових областей вимагає вирішення задачі пов'язаної з забезпеченням єдиної точності вихідних результатів, що обумовлює розробку методів та засобів ІТАС МЕМС з можливістю активного контролю точності вихідних результатів.

В докладі розглядаються методи моделювання і проектування МЕМС перетворювачів фізичних велечин, які спираються на метод аналогій та теорію фізичних процесів, що використовують для формалізації задач аналізу та синтезу на схемотехнічному рівні, рівняння в частинних похідних і чисельні методи – на компонентному.

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

УДК 621.317

Шавурський Ю.О., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

НОВИЙ ВИСОКОТОЧНИЙ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИЙ ВИТРАТОМІР

Новий високоточний витратомір моторного палива з цифровою обробкою вимірювальної інформації працює таким чином.

Потік (2) моторного палива, витрату Q якого потрібно вимірювати, протікає по трубці (1) через нагрівач (3), перший (5), другий (6) і третій (7) перетворювачі. Нагрівач (3) за рахунок надходження енергії від джерела (4) енергії підігріває потік (2) моторного палива та створює в ньому температурне поле.

Величина температури в цьому полі зменшується із збільшенням відстані від нагрівача (3). Причому, температура нагрівача (3), що фіксується першим термоперетворювачем (5), обернено пропорційна витратам моторного палива. Зменшення температури в температурному полі, що фіксуються другим (6) і (7) термоперетворювачами, також обернено пропорційні величині витрат моторного палива. Вказані значення температур також залежать від фізико-хімічних властивостей (густина, теплопровідність та кінематична в'язкість) моторного палива,

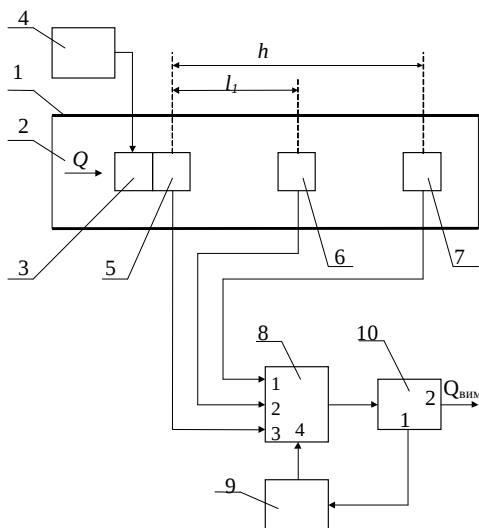


Рис. 1. Блок - схема приладу

що протікає в трубці. Значення температурного поля на нагрівачі (3) та в потоці (2) моторного палива, що зафіксовані першим (5), другим (6) і третім (7) термоперетворювачами, надходять в нейропроцесор (8). Нейропроцесор (8) виконує обробку часових послідовностей цих значень з метою компенсації динамічних похибок. Ці похибки виникли внаслідок інерційності першого (5), другого (6) і третього (7) термоперетворювачів при зміні величини поточних витрат моторного палива. Значення температури в потоці (2) моторного палива з урахуванням компенсації динамічних похибок надходять з

винаходу нейропроцесора (8) на вхід ЕОМ (10). ЕОМ (10) перераховує ці значення у поточну величину витрат моторного палива та видає результат вимірювань витрат $Q_{\text{вн}}$ на свій другий вихід, що є виходом всього витратоміру-винаходу. Для перерахунку використовуються залежності.

В ЕОМ (10) оператором може вводитися додаткова інформація про поточний вид моторного палива та його фізико-хімічні властивості. В залежності від цього, ЕОМ (10) корегує параметри алгоритмів перерахунку значень температури у поточну величину витрат моторного палива. В результаті, забезпечується більш точний перерахунок і, як наслідок, підвищується точність витратоміру-винаходу.

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

УДК 531.768

Шидловський В.В., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЄМНІСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПЕРЕМІЩЕННЯ МІКРОСИСТЕМНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

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 елементу 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%).

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

УДК 681.123

*Шиманський О.В., студент
Приладобудівний факультет НТУУ «КПІ»*

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Сипкі матеріали використовуються в широкому спектрі промислових виробництв. Враховуючи значне зростання вартості сипких матеріалів, особливо продукції сільського господарства, виникає гостра необхідність точної роботи з витратними матеріалами. Тому визначення метрологічних параметрів сипких матеріалів, їх властивостей у різних умовах використання є досить актуальним.

У доповіді розглянуті пристрої для дослідження сипких матеріалів: стенд для дослідження поведінки сипкого матеріалу на обертальному диску, який розміщений горизонтально; лабораторний пристрій призначений для визначення сили тертя при переміщенні сипкого матеріалу по похилій поверхні. Перший представляє собою конструкцію, що складається з диска, жорстко закріпленого на валу електродвигуна. Двигун, в свою чергу, має можливість плавно змінювати швидкість обертання вала. Кутова швидкість обертання ротора двигуна фіксується тахогенератором. Над диском розташовується відеокамера, за допомогою якої проводимо спостереження за процесом взаємодії. Приведена конструкція має можливість установки різних профілів диска, з відмінною шорсткістю поверхні або ж мали радіальні лопаті. Такі диски використовуються у витратомірах сипких речовин. Тож стенд дає можливість змоделювати в лабораторних умовах поведінку сипкого матеріалу в умовах близьких до тих, що є у витратомірах.

Основою другого лабораторного пристрою є похила плита з можливістю зміни та визначення кута нахилу в одній площині. На платформу кріпиться лоток, по якому буде відбуватися рух досліджуваних сипких матеріалів. Закріплення лотка відбувається через стійки відповідної форми та розмірів, на яких наклеєні тензорезистори, які формують електричну вимірювальну схему. Вихід цієї схеми здійснюється через двоканальний аналого-цифровий перетворювач, підключений до комп'ютера. Обробка вимірювальної інформації буде здійснюватися за допомогою оригінального програмного забезпечення безпосередньо на комп'ютері. Для докладного вивчення впливу різних факторів на сили тертя будуть розглянуті сипкі матеріали з різноманітними основними параметрами, такі як пшениця, пшоно та ін.

Ключові слова: сипкі матеріали, параметри, дослідження, стенди.

Науковий керівник: Нікітін О.К., к.т.н., доцент

УДК 681.3

Юрко Ю.М., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ BLU-RAY

Необходимость увеличения емкости сменных носителей прежде всего обусловлена все возрастающим объемом информации. Естественно, что емкость дисковых накопителей ПК неограничена, а это, в свою очередь, вызывает потребность в архивировании огромных объемов информации на надежные носители с высокой скоростью доступа.

В отличие от классического способа считывания данных с диска, технология Blu-Ray использует так называемый «голубой» лазер, а точнее его цвет - сине-фиолетовый. Он работает с длиной волны 405 нанометров, что даёт ему возможность сузить дорожку записи в 2 раза, а уменьшение защитного слоя диска в шесть раз (с 0,6 до 0,1 мм) позволило разместить на одном диске ещё больше данных, а также их более качественную запись и считывание. На стандартный диск формата Blu-Ray можно записать до 25 Гб данных. Также имеются двухслойные диски, в два раза более, которые поддерживают объём записываемой информации до 50 Гб. Кроме этого, формат Blu-Ray может легко усовершенствоваться и позволит поддержку мультислойных дисков, ёмкость которых будет ограничиваться 100 или даже 200 Гб.

Помимо более высокой вместимости Blu-Ray обеспечивает лучшую защиту. За это отвечает технология BD+, предусматривающая возможность изменения шифрования диска в любой момент. Blu-Ray поддерживает диски однократной и многократной записи: BD и BD-RE соответственно.

Способ защиты дисков Blu-Ray-полимер «Durabis». Покрытие, наносимое на поверхность дисков, противостоит накоплению грязи и царапинам.

Подводя итог, необходимо отметить, что технология Blu-Ray только выходит на рынок, и в ближайшее время ждать демократичных цен не стоит. Впрочем, прогнозы на распространение в народе нового формата звучат существенно лучше – потребность в носителях большой емкости сильно ощутима.

В докладе рассмотрены перспективы развития технологии Blu-Ray, преимущества и особенности ее использования.

Ключевые слова: дисковые накопители, технология Blu-Ray, технология BD+.

Научный руководитель: Матяш И.Х., доцент, к.т.н.

УДК 004.355.085.22

Юрко Ю.М., студент

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна*

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Архивные накопители применяются в инфраструктуре информационной системы предприятия, когда необходимо длительное, надежное хранение данных.

Первое и самое важное требование к электронному архиву — исключение физической возможности удалить или изменить данные как по неосторожности, так и по злему умыслу. Иначе говоря, информационный носитель должен обеспечивать однократную запись при многократном чтении (True Write Once Read Many, True WORM). Как следствие, защита данных от удаления должна быть не программной, а аппаратной. Кроме того, к ключевым требованиям относятся долговечность хранения и высокая емкость носителя. Этим требованиям отвечают накопители информации ЭЛАР HCM. Они относятся к устройствам сохранения данных, основанный на оптическом принципе сохранения информации.



Рис.1 Архивный накопитель ЭЛАР HCM BD/DVD

Ниже перечислены некоторые области возможного применения ЭЛАР "Архивный сервер" для хранения данных разных форматов:

- Системы управления документами и их хранением;
- цифровые снимки формата DICOM, полученные с медицинского оборудования. Хранение историй пациентов;
- звуковые/видео архивы;
- архивы безопасности/видеонаблюдение;
- архивы баз знаний, литературы и научных работ научных и образовательных учреждений;
- технические документы: проектно-сметная документация.

Ключевые слова: архивные накопители, хранение информации.

Научный руководитель: Матяш И.Х., доцент, к.т.н.

УДК 681.269.83

Яковенко В.А., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА ВАГОЗВАЖУВАЛЬНИЙ ПРИБАД

Чутливий елемент приладу – тензодатчик. В процесі зважування можливий вплив побічних вібрацій. Оскільки діапазон зважування коливається від 5 г до 20 кг, то при впливі вібрації на таку масу, можливі відповідні досить сильні коливання пружної балки тензодатчика. Вібрації можуть відбуватись вздовж та навколо осей X, Y, Z - це показує досить складну картину можливих коливань чутливого елемента. Відповідно підвищується можливість входу чутливого елемента в резонанс.

Для основних розрахунків візьмемо найбільш небезпечні вібрації вздовж осі Z, яка перпендикулярна до чутливого елемента і проходить вздовж осі чутливості. Скористаємось формулами, які представлені у підручнику Тимошенко С.П. «Коливання в інженерній справі». Для нашого випадку знаходимо власну частоту балки:

$$\Omega_0 = \sqrt{\frac{6EI}{M + \frac{33M_0}{35}} \times L^3} \quad (1)$$

де, I - момент інерції поперечного розрізу балки; E – модуль Юнга; L – довжина балки, M і M₀ – маса неробочої частини балки і робочої частини.

В динамічному режимі балка виконує поперечні коливання, які викликають в матеріалі балки деформацію згину. Вихідною величиною системи є відносна деформація, яка перетворюється в електричний сигнал. Опираючись на Тимошенко С.П. «Коливання в інженерній справі» виводимо формулу відносної деформації балки:

$$\varepsilon(x) = \pm \frac{h}{2} \times \frac{\partial^2 y(x)}{\partial x^2} \quad (2)$$

За результатами розрахунків по побудували графік залежності деформації ε від частоти Ω , який у свою чергу є амплітудо-частотною характеристикою пружної системи (рис.1). Розрахунок проводився без навантаження на чутливий елемент.

Ключові слова: тензодатчик, вібрації, частота.

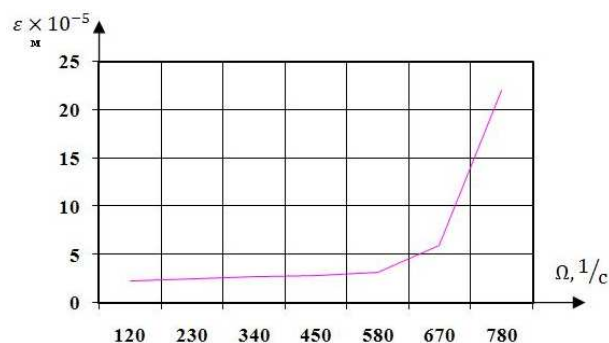


Рис.1 Графік залежності деформацій від частоти.

Наук. керівник: Нечай С.О., доцент, к.т.н.

УДК 681.269.83

Яковенко В.А., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА
ВАГОЗВАЖУВАЛЬНИЙ ПРИЛАД**

Чутливий елемент ваг – тензодатчик, який складається з чотирьох тензорезисторів, елементів захисту ПНФ та пружної балки. Діапазон температур, при яких працюватимуть ваги коливається від -25°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Явище, яке необхідно дослідити – це термодинамічні процеси, завдяки якому відбувається нерівномірне розподілення температури по внутрішніх елементах ваг та чутливого елемента. Такий вплив змінює робочі характеристики, що може вплинути на точність зважування. Також, підвищена або низька температура впливає на роботу електричних схем. Тому виникає необхідність дослідити протікання термодинамічних процесів та їх вплив.

В цьому випадку користуємося законами теплопередачі і термодинаміки. При передачі теплоти від стінки до внутрішнього середовища в основному переважає конвективний теплообмін (рис.1).

Розглянемо одношарову плоску стінку товщиною δ і теплопровідністю λ . Температура гарячого середовища - $t'_{ж}$, холодного середовища - $t''_{ж}$. Кількість теплоти, переданої від гарячого середовища до стінки за законом Ньютона-Ріхмана має вигляд:
$$Q = (t'_{ж} - t''_{ж}) \times F \times K \quad (1)$$

де $K = 1/(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2})$ - коефіцієнт теплопередачі або
 $R_0 = \frac{1}{K} = 1/(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2})$ - повне термічний опір теплопередачі через одношарову плоску стінку; $\frac{1}{\alpha_1}$, $\frac{1}{\alpha_2}$ - термічні опору тепловіддачі поверхонь стінки; $\frac{\delta}{\lambda}$ - термічний опір стінки.

Комп'ютерне моделювання процесів теплопередачі підтвердило нерівномірність розподілу температури на внутрішніх елементах ваг.

Ключові слова: ваги, тензодатчик, температура, теплопередача.

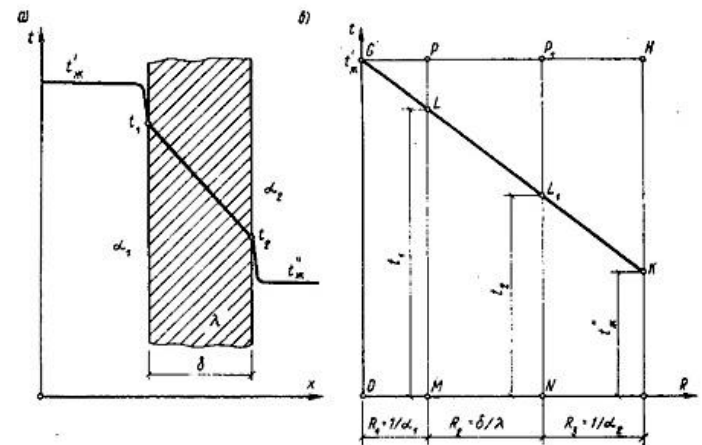


Рис. 1 Схема теплопередачі між двома середовищами через плоску стінку

Наук. керівник: Нечай С.О., доцент, к.т.н.

УДК 681.121

Яременко М.В.

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.

ВИХРОВИЙ ЛІЧИЛЬНИК ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Використання вихрових методів для вимірювання витрати приваблює дослідників як універсальністю процесів вихроутворення – єдиних для будь якого середовища – рідини, газу і пара, так і тісним зв'язком з гідро-, аеродинамічними властивостями потоків.

Вихрові витратоміри базуються на явищі утворення зриву вихрів. Коли потік не може слідувати формі нерухомого тіла обтікання, він розділяється на поверхні перешкод, створюючи за тілом сильно турбулізовану область у вигляді неперервної серії вихрів, що зносяться потоком. Кожен вихор спочатку виростає на поверхні перешкоди, а потім відділяючись, зривається з неї. Через неможливість розвитку двох вихорів одночасно, вони зриваються по чергово, утворюючи вихрову «доріжку Ван-Кармана». Частота зриву вихрів прямо пропорційна швидкості, а, отже, і об'ємній витраті:

$$f = Sh \cdot \frac{V}{d},$$

де f – частота зриву вихрів;

Sh – число Струхала;

V – швидкість потоку;

d – характерний розмір (діаметр) тіла обтікання.

Вимірювану кількість газу визначають за допомогою інформаційно-вимірювальних комплексів, до складу яких зазвичай для даного випадку входять:

- вихровий перетворювач витрати газу;
- прямі ділянки трубопроводу, розміщені до і після вихрового перетворювача витрати, а також струменевипрямляч або турбулізатор потоку;
- засоби вимірювання параметрів газу – тиску і температури;
- засоби автоматичної обробки і реєстрації інформації для обчислення витрати і кількості газу у відповідності з ГОСТ 2939.

Перевагами вихрових лічильників є відсутність будь-яких рухомих елементів всередині трубопроводу, достатньо хороша точність та лінійність в широкому діапазоні вимірювань, частотний вихідний сигнал, несприйнятливості до стрибків тиску, витрати, пневмоударів. До недоліків слід віднести неможливість точних вимірювань при малих витратах і необхідність великих прямих ділянок до і після приладу. Вихрові лічильники широко використовуються в газових котельнях, технологічних установках (печі і т.д.), газорозподільних станціях, пунктах, вузлах обліку газу.

Науковий керівник: доц. Коробко І.В.