

СЕКЦІЯ 4

ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

УДК 621.45.34

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ

Коник А.В., Гераимчук М.Д., Згуровская Л.П. Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г.Киев, Украина

Вступив в новое тысячелетие у производителей приборов точной механики возникла масса проблем. В годы экономических реформ резко снизились темпы роста уровня технической и технологической оснащенности предприятий. Конструкторский состав за последние несколько лет значительно сократился. На предприятиях понимают, что заказчики придут, если работы будут выполняться качественно, в срок, с минимальными затратами и на современном научно-техническом уровне. Добиться повышения уровня производства можно при условии предоставления сотрудникам рабочих мест, оснащенных современной компьютерной техникой и новыми информационными технологиями. Решением проблемы может быть только качественная реорганизация рабочего процесса.

В работе рассматривается возможность использования компьютерных сетей в системах автоматизированного проектирования приборов точной механики. Основной задачей, является создание единой информационной среды. Это достигается внедрением на производстве интегрированных комплексных решений, а именно:

- оборудование рабочих мест современной компьютерной техникой;
- объединение всего парка вычислительной техники в единую информационно-вычислительную сеть, основанную на структурированной кабельной системе;
- внедрение и развитие систем автоматизированного проектирования изделий, разработки и выпуска конструкторской документации;
- внедрение системы хранения, обработки и корректировки конструкторской документации на электронных носителях.

Использование компьютерной сети дает ряд преимуществ, таких как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, позволяет создать электронный архив, решить вопросы электронной подписи, обмена электронной документацией с предприятиями-смежниками, возможность мгновенного получения любой информации из любой точки земного шара, а так же обмен информацией между компьютерами разных фирм производителей работающих

под разным программным обеспечением. Это дает возможность увязать отдельные задачи в единый комплекс.

Ключевые слова: САПР, автоматизация производства, компьютерная сеть, единое информационное пространство.

УДК 621.317

БАГАТОПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

*Івахів О., Когут Р., Марець Б. Національний університет "Львівська політехніка",
м.Львів, Україна*

Останніми роками щоразу впевненіше нагадує про себе міждисциплінарна наука -мехатроніка, яка поєднує в собі дві функційні частини, а саме: механічну (здебільшого це прецизійний виконавчий електромеханічний вузол) та інформаційно-вимірювальну структуру, покликану спілкуватися з об'єктом вимірювання через сукупність своїх сенсорів та формувати за вимірювальною інформацією відповідні стимулюючі дії на виконавчий механізм. Якщо потреби вимірювального експерименту апріорно точно визначені для кожного з етапів роботи об'єкта, тоді в засобах з часовим розділенням каналів та регулярним опитуванням джерел вимірювальної інформації набір програм опитування чітко означений, кожна з програм здебільшого орієнтована на задоволення частотних властивостей сукупності джерел об'єкта вимірювання, такт підсистеми інформаційного забезпечення визначається за теоремою Найквіста-Котельнікова. При підсистема інформаційно ефективна лише при співпадінні реального стану об'єкта з апріорно очікуваним. Відомо, що навіть при таких умовах вимірювальна інформація є надмірною, хоча й при певних частотних властивостях сукупності аналогових джерел регулярне обслуговування може бути ефективнішим від адаптивного. Тому набувають поширення програмовані системи, які в межах кожної з програм працюють як звичайні регулярні, а перехід до іншої програми здійснюється за таймером чи за зовнішніми командами. Такі засоби при точно відомих моментах зміни етапів роботи об'єкта дещо зменшують семантичну надмірність сукупності джерел, оптимізуючи формати програм опитування. При апріорній невизначеності моментів зміни цих етапів ефективність таких підсистем зменшується, а тому доцільне адаптивне формування команд на зміну програм опитування за результатами аналізу поточної ситуації. Наприклад, відслідковуючи поточну поведінку об'єкта вимірювання за значенням суми квадратів похибок дискретизування сукупності джерел або суми квадратів відхилень реальної кількості проявів активності джерела від встановленої поточною програмою опитування. Тоді з певною довірчою ймовірністю на підставі порівняння одержаної оцінки з вибраним пороговим значенням формувати висновок щодо

відповідності поточної програми опитування реальній ситуації на об'єкті. Одержано методику розрахунку основних параметрів пропонованої структури такої підсистеми, яка забезпечує кращу ефективність обслуговування об'єкта вимірювання.

Ключові слова: адаптування, багатопрограмний, система, теорія.

УДК 681.51

МОЖЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН В СИСТЕМІ OrCAD 9.2

*Гераймчук М.Д., Згуровська Л.П., Мойсеєнков А.В. Національний технічний університет
України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

На сьогоднішній день в Україні набувають широкого розповсюдження системи автоматизованого проектування засобів вимірювання механічних величин з використанням комп'ютерної техніки. Ці засоби складаються, як з механічних, так і з електричних компонентів. В роботі розглядаються можливості використання пакетів проектування електронних схем OrCAD та P-CAD, які дозволяють графічно вводити принципіальні схеми, розробляти **печатні** плати, моделювати аналогові, цифрові та аналогово-цифрові прилади, проектувати логічні інтегральні схеми з елементами програмування.

Програма OrCAD 9.2 – це одна з нових систем проектування апаратури, реалізована у середовищі Windows. Проектування в системі відбувається наступним чином: спочатку прилад або пристрій описується за допомогою графічного редактора OrCAD Capture або Pspice Schematics. Для моделювання аналогових, цифрових та аналогово-цифрових пристроїв запускаються програми PSpice та Pspice Optimizer з редактора OrCAD Capture. Pspice Schematics призначено для передачі даних до програми моделювання Pspice і оптимізації параметрів Pspice Optimizer. Моделювання пристроїв відбувається у програмі Pspice. Програма розраховує різноманітні характеристики електронних компонентів. Необхідно зазначити, що OrCAD включає в себе ряд допоміжних програм: програму відображення результатів Probe (відображення результатів у вигляді графіків, обчислення параметрів сигналів, частотних характеристик та ін.); програму розрахунку параметрів моделей аналогових компонентів Model Editor; програму вхідних сигналів Stimulus Editor, за допомогою якої створюються аналогові та цифрові сигнали для подальшого використання при підключенні зовнішніх збуджень до побудованої схеми. Також додається програма параметричної оптимізації PSpice Optimizer.

Проектування завершується розробкою **печатної** плати за допомогою OrCAD Layout з використанням програми SPECTRA (програма автоматичного розміщення компонентів та трасировки провідників).

Проведені дослідження системи, а також порівняння її якостей з іншими системами дозволила зробити висновок про перспективність використання

OrCAD 9.2 для розробки інтелектуальної системи проектування засобів вимірювання механічних величин .

Ключеві слова: проектування , засоби вимірювання механічних величин.

УДК 681.2

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ ТЕОРІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

*Підгорний О.В., Трембовецька Р.В. Черкаський державний технологічний університет,
м. Черкаси, Україна*

В процесі проектування інформаційно-вимірювальних комплексів після одержання математичної моделі розв'язується задача пошуку екстремуму, яка має вторинний характер. Процедура її одержання в більшості випадків є або надто приблизною, або евристичною. Разом з тим, не можна не помічати, що аналітичний вираз для математичної моделі не завжди є необхідним. Тому змістовною є синтетична процедура, за якою математична модель є “чорним ящиком” із відомим входом і розрахованим виходом. Якщо вихід є вектором, то вона оптимальна, і в ролі “чорного ящика” використовується штучна нейронна мережа, яка будується за такими принципами:

- паралельності обробки інформації, що є більш оптимальним способом роботи з даними;
- здатності до розв'язання багатьох задач, аналогічні до яких розв'язує людина;
- самоорганізації, в результаті якої штучна нейронна мережа самостійно вчиться розв'язувати задачі, на складність яких нині принципових обмежень не відомо;
- здатності до навчання, що дає змогу мережі вчитись, а користувачу – її надалі використовувати;
- здатності до узагальнення, що дозволяє використовувати нейронну мережу як асоціативну пам'ять.

Відомо, що композиція генетичних алгоритмів і штучних нейронних мереж дає змогу розв'язувати багато задач сучасного проектування, причому порядок їх використання залежить від специфіки задачі.

Висока складність представлення початкових даних, а потім і інтерпретація результатів, а також формування структури нейронної мережі і визначення методів роботи генетичного алгоритму ускладнюють використання еволюційних методів. Разом з тим, висока кваліфікація розробника, як системного аналітика, дає змогу розв'язувати чи не всі існуючі задачі і особливо ті, що мають надмірну складність і комбінаторну структуру.

Авторами розробляється програмна система в середовищі MatLab, що дозволяє розв'язувати вказані вище задачі методами еволюційного моделювання на базі теорії штучних нейронних мереж.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальний комплекс, штучна нейронна мережа, генетичний алгоритм.

УДК 389.14

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ФАКТОРНОГО ВЛИЯНИЯ ПРИ ДВУХПАРАМЕТРОВОМ КОНТРОЛЕ ВЛАЖНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Качанов М.П. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» г. Харьков, Украина.

Постановка проблемы. Использование высокочастотных резонансных измерительных преобразователей для контроля влажности сыпучего химического сырья на предприятиях фармацевтической промышленности сталкивается с проблемой увеличения ошибки контроля первого рода из-за изменения плотности сырья (до $\pm 10\%$ от среднего значения).

Цель исследований – оценка количества информации, полученной с помощью резонансного преобразователя влажности при дестабилизирующем влиянии фактора плотности сырья и определение условий снижения такого влияния на точность контроля влажности.

Метод решения и практические результаты. Используя результаты эксперимента при одновременном измерении выходного напряжения U преобразователя (резонансная частота $f_0 = 6,0$ МГц) и плотности ρ контролируемого сырья, при n калиброванных значениях относительной влажности W , были рассчитаны коэффициенты парной корреляции R_{UW} между напряжением преобразователя и влажностью для двух процедур контроля.

1. Без стабилизации веса P пробы (объем пробы $V = \text{const}$; вес $P = (4000 \pm 400)$ г).

2. С стабилизацией веса пробы ($V = \text{var}$; $P = (4000 \pm 80)$ г).

Количество ожидаемой измерительной информации рассчитывалось по формуле

$$I = \log_2 \sqrt{1 + \frac{\sigma_U^2}{\sigma_{\Delta U}^2}}, \quad (1)$$

в которой отношение дисперсии σ_U^2 выходного напряжения преобразователя к дисперсии $\sigma_{\Delta U}^2$ ошибки вычислялись через квадрат коэффициентов корреляции R_{UW}^2 с коррекцией на число n калиброванных проб:

$$\frac{\sigma_U^2}{\sigma_{\Delta U}^2} = \frac{(n-2)}{(1-R_{UW}^2) \cdot (n-1)}. \quad (2)$$

Таблица 1. Результаты информационного анализа

Вес пробы	Модель регрессии	R_{UW}	I (бит)
Не стабилизирован	$U = -0,077 \cdot W + 24,36$ (МВ)	-0,41	$\log_2 1,45 = 0,536$
Стабилизирован	$U = -0,132 \cdot W + 25,93$ (МВ)	-0,96	$\log_2 3,57 = 1,836$

Выводы. Снижение абсолютного отклонения веса от его среднего значения в 5 раз повышает количество измерительной информации, а следовательно и точность контроля, более чем в 3 раза.

Ключевые слова: измерительная информация, однофакторная линейная регрессия.

УДК 004.652.5:681.2

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕКТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Гераимчук М.Д., Згуровская Л.П., Коновка А.М. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Компьютерное проектирование становится самым распространенным методом разработки новых технических устройств. В особенности целесообразно применять компьютерное проектирование при разработке дорогостоящих и технологически сложных приборов и систем, в том числе векторных преобразователей механических величин.

Характерной особенностью современных приборов и систем точной механики является существенное повышение сложности их структуры, связанное с повсеместным внедрением встроенных микропроцессорных систем и систем компьютерной обработки информации. Для исследования и разработки вышеуказанных объектов, сочетающих в себе непрерывные и дискретные аспекты поведения, требуется создание новых интеллектуальных систем проектирования.

На сегодняшний день перспективным направлением компьютерного проектирования является объектно-ориентированное проектирование (ООП). Развитие ООП применительно к гибридным системам, к которым можно отнести векторные преобразователи механических величин, рассматривается как расширение языка проектирования сложных вычислительных систем – Unified Modeling Language (UML).

Целью данной работы является исследование и анализ существующих систем компьютерного моделирования для создания интеллектуальной системы проектирования векторных преобразователей механических величин. В работе рассматриваются следующие вопросы:

- графические среды для построения моделей из отдельных компонентов;
- реализация гибридных систем в пакете Model Vision Studium, описанных на языке Modelica;

- рассмотрение унифицированного языка UML, как средства проектирования моделей векторных преобразователей механических величин;
- использование методов эвристики для принятия решений об обоснованности выделения той или иной абстракции;
- выбора структуры эффективного процесса разработки (концептуализация, анализ, проектирование, эволюция сопровождение);
- объектно-ориентированного анализа и проектирования.

Ключевые слова: объектно-ориентированное проектирование, векторные преобразователи.

УДК 534.232.4

ДОМЕННО-УГЛОВОЙ ДИССИПАТИВНЫЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

*Мусиенко М.П., Шарапов В.М., Балковская Ю.Ю., Кисиль Т.Ю. Государственный
технологический университет, г. Черкассы, Украина*

Пьезокерамические преобразователи (ПП) широко применяются в гидро- и электроакустике, ультразвуковой дефектоскопии, измерительной и испытательной технике и др. Между тем, рабочий частотный диапазон ПП невелик и ограничен сверху резонансной частотой, поэтому его расширение возможно, например, путем подавления этого резонанса.

Авторами разработан ряд методов линеаризации амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) пьезоэлектрических преобразователей. Наиболее широкое применение для этой цели получила электромеханическая отрицательная обратная связь (ООС), которая может быть введена с помощью дополнительных электродов на пьезоэлементе или с помощью дополнительных пьезоэлементов, расположенных планарно или компланарно с основным пьезоэлементом. Линеаризация АЧХ достигается также за счет использования в цепи ООС пьезотрансформаторов, электрического демпфирования колебательной системы добавочными резисторами, встречного включения дополнительных пьезоэлементов, использования пьезоэлементов различной толщины и т.д.

Авторами разработан новый способ линеаризации АЧХ, основанный на увеличении собственного сопротивления пьезоэлемента преобразователя (внутреннего трения). Для преобразователей механических величин это достигается тем, что электроды на пьезоэлементе располагают таким образом, чтобы вектор напряженности электрического поля выходного сигнала $\vec{E}$ создавал с вектором поляризации $\vec{P}$ угол α , причем $0 < \alpha \leq 90^\circ$, что и дало название этому преобразователю.

Причина изменения собственного сопротивления, очевидно, связана с влиянием упорядоченной доменной структуры поляризованной пьезокерамики

на движение носителей заряда. Например, активное сопротивление потерь вдоль вектора поляризации оказалось в несколько раз меньше той же величины, измеренной перпендикулярно вектору поляризации.

Этот эффект может быть использован в двух типах преобразователей: в преобразователях механических величин на прямом пьезоэффекте и преобразователях электрического напряжения одного уровня в напряжение другого уровня – пьезотрансформаторах. В последнем случае линеаризация АЧХ достигается также, когда вектор напряженности электрического поля возбуждающего напряжения составляет угол α с вектором поляризации.

По результатам разработки получено более 10 патентов Украины.

Ключевые слова: пьезокерамические преобразователи, линеаризация АЧХ.

УДК 536.532

КОНТРОЛЬ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*Цигика В.В., Курітник І.П., Турияниця І.І. Ужгородський національний університет,
м. Ужгород, Україна*

Розглянуто спосіб для перевірки термоелектричних перетворювачів (ТП) шляхом тестового нагріву змінним електричним струмом при одночасному вимірюванні постійної термо-е.р.с. компенсаційним методом. Область можливого застосування – контроль термопар в умовах експлуатації (метод «in situ»), що є актуальним для випадків, коли демонтаж сенсорів з об'єкта ускладнений або неможливий. Наприклад, це стосується атомних електростанцій, де сенсори піддаються дії радіоактивного опромінення.

Для тестового нагріву ТП застосовують зрівноважений міст змінного струму. В суміжні плечі мостової схеми включено диференціальну термопару, складену із зразкового і тестованого ТП і опорів, а в протилежні їм плечі – конденсатори C_1 та C_2 . Умова зрівноваженості моста $C_1 R_d = C_2 R_m$, де R_d – електроопір диференціальної термопари, R_m – електроопір змінного резистора. (Конструкція тестованого і зразкового ТП повинна бути ідентична). Величину струму в плечах моста регулюють, наприклад, шляхом зміни ємностей C_1 та C_2 , які також відіграють роль роздільних конденсаторів, що розділяють вимірне коло постійного струму від кола змінного струму, значення якого не повинно перевищувати допустиму для даного діаметру термоелектричну величину. Нагрів легко регулюється в широкому діапазоні температур. При необхідності ΔT може складати 100 °С і більше. Але при цьому слід враховувати можливу температурну залежність коефіцієнта термо-е.р.с. $\alpha(\Delta T)$, тому оптимальне значення ΔT складає 20–30 °С.

Процес перевірки ТП полягає у вимірюванні термо-е.р.с. U_1 до пропускання змінного струму через диференціальне включення термопар та U_2

після досягнення усталеного режиму нагріву електрострумом. Величину $\Delta U = U_1 - U_2$ порівнюють з пороговим значенням і роблять висновок про придатність ТП. Порогове значення різниці термо-е.р.с. встановлюють для конкретного типу ТП та умов експлуатації емпірично.

Показано, що запропонований простий спосіб дозволяє ефективно тестувати термоелектричні перетворювачі без їх демонтажу з об'єкту завдяки використанню найбільш чутливих і точних методів вимірювання – компенсаційного і мостового. Пристрій для тестування не містить складних елементів і приладів і може бути компактно виготовлений у переносному варіанті на базі стандартного потенціометра постійного струму.

Ключові слова: термоелектричний перетворювач, термопара, контроль.

УДК 621.454; 2.048(201); 536.56

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЕМ РН ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ

*Фатеев Д.Н., Якуба С.В., Резцов А.А., Покатаев В.Н. ГКБ „Южное”,
г. Днепропетровск, Украина*

При транспортировании космических аппаратов в составе РН должен обеспечиваться достаточно жесткий температурно-влажностный режим головного обтекателя (ГО), где они располагаются.

Температура окружающей среды при транспортировании, в зависимости от времени года, погодных условий и т.д., лежит в пределах от минус 30°C до 40°C. Регулируемая с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$, температура лежит в пределах от 10°C до 40°C при расходе газа через ГО в пределах 1500 ± 300 кг/час. В докладе рассматривается система управления термостатированием (СУТС), обеспечивающая расход газа через ГО с помощью баллонной системы высокого давления. Поддержание температуры в заданных пределах обеспечивается регулированием мощности трубчатых электронагревателей (ТЭН).

В докладе рассматриваются различные законы регулирования П, ПД, ПИД и USWO, алгоритмы их реализации законов управления. Оценивается эксплуатационная надежность и стоимость различных вариантов аппаратных средств СУТС для непрерывного и дискретного управления ТЭН с использованием релейных и семисторных элементов. Проводится анализ операционной системы и программного обеспечения СУТС. В качестве операционной системы рассмотрены Windows-NT и QNX.

Помимо задач управления, система осуществляет измерение температуры, давления, влажности, расхода, проводит хранение и отображение информации. Питание системы осуществляется напряжением 380/220В частоты 50 Гц, регулируемая мощность ТЭН до 70кВт.

Ключевые слова: система управления, термостатирование

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ MECHANICAL DESKTOP POWER PACK ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТОВ ПРИБОРОВ

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

Чтобы определить степень прочности и долговечности деталей при разных нагрузках, необходимо знать напряжения и деформации, которые в них возникают. Для расчета деформаций и напряжений разработаны различные вычислительные методы, в том числе метод конечных элементов. Суть метода состоит в аппроксимации сплошной среды с бесконечным числом степеней свободы совокупностью простых элементов, имеющих конечное число степеней свободы и связанных между собой в узловых точках. Метод конечных элементов (МКЭ) предусматривает следующие основные этапы:

- разбиение рассматриваемой области (тела) на конечные элементы;
- аппроксимацию зависимых переменных кусочно-полиномиальными функциями с неизвестными параметрами для каждого конечного элемента;
- подстановку аппроксимирующих функций в определяющие уравнения и их решение, вычисление значений параметров, полностью определяющих искомые функции внутри элемента через их значения в узловых точках.

С математической точки зрения МКЭ представляет собой обобщение метода Рэлея-Ритца-Галеркина, обеспечивающего минимизацию функционала потенциальной энергии путем отыскания линейной комбинации пробных функций.

Интегрированная CAE/CAD-система Mechanical Desktop Power Pack (MDT) обеспечивает выполнение прочностных расчетов 2D и 3D объектов на основе МКЭ. Все этапы расчета на прочность производятся в MDT при поддержке понятного для неспециалистов в области прочностного анализа оконного интерфейса и сопровождаются подробными пояснениями. При расчете типы нагрузок, опор и материал, конструктор задает, путем выбора интересующего варианта из списка. Графические возможности визуализации результатов в виде изолиний и изообластей при поддержке современной технологии Open GL позволяют использовать их для подготовки отчетных материалов.

Прочностной анализ элементов приборов в системе MDT внедрен в учебный процесс кафедры приборостроения Национального технического университета Украины “КПИ”.

Ключевые слова: Прочностной анализ, метод конечных элементов, CAE/CAD-система.

СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРІНГУ ДЛЯ НЕВЕЛИКИХ ПРИМІЩЕНЬ

*Гераймчук М.Д., Бабец В.В., Васильченко Л.П. Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут" м. Київ, Україна*

Однією з невід'ємних сторін розвитку суспільства є його антропогенний вплив на природу, який в багатьох випадках має негативний характер. Виключення в майбутньому всіляких негативних наслідків природо-використання і максимально можливе виправлення уже існуючих, раціональне використання природних ресурсів, прогноз та скорочення економічного, соціального та інших. збитків, виникаючих внаслідок взаємодії екологічної та економічної систем, потребує широкого застосування даних про навколишнє середовище в різних сферах життєдіяльності людини.

Для рішення приведених задач необхідний:

- постійний контроль змін стану навколишнього середовища та максимально можливе попередження погіршення його якості;
- прогноз зміни стану навколишнього середовища та всіх пов'язаних з ним наслідків.

Приведені заходи складають основу екологічного моніторингу, який передбачає спостереження за змінами стану середовища, прогнозування розвитку цих змін, виробку відповідних дій.

Організація екологічного моніторингу повинна вирішувати як локальні задачі спостереження за станом окремих екосистем або їх фрагментів, так і задачі загального характеру. Екологічний моніторинг може проводитися на різних рівнях: глобальному, національному, регіональному, локальному.

В роботі розглядається можливість створення систем екологічного моніторингу на локальному рівні для невеликих приміщень. Система призначена для встановлення як в приміщеннях житлових будинків так і промислових підприємств та застосовується для контролю метеорологічних параметрів: температури, вологості, тиску та концентрації газів небезпечних для життя людини. Основними вимогами розробки подібних систем екологічного моніторингу являється висока швидкість і вірогідність отримуваної інформації.

Дослідження показали, що розробка даних систем екологічного моніторингу для невеликих приміщень можлива на основі однокомпонентних перетворювачів концентрації газів.

Ключові слова: система, моніторинг, система екологічного моніторингу.

СТРОБОСКОПІЧНИЙ ПРИСТРІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

*Поведа Р.А., Ізотов Ю.В. Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет,
м. Кам'янець-Подільський, Україна*

Розроблено пристрій стробоскопічної візуалізації текстової інформації, прототипом якого можна вважати матрицю світловипромінюючих елементів (електронне табло). Проте, на відміну від останнього, пристрій стробоскопічної візуалізації текстової інформації містить значно меншу кількість світловипромінюючих елементів, а тому простіший, дешевший та надійніший, порівняно з прототипом.

Принцип дії пристрою аналогічний до розгортки в електронно-променевій трубі з тією відмінністю, що розгортка зображення відбувається по усіх стрічках відразу.

Пристрій складається з двигуна, що обертає зі швидкістю, не меншою ніж $\nu = \frac{24}{\kappa}$ [об/с] (де κ = кількість світловипромінюючих лінійок, які здійснюють розгортку); штанги, на якій закріплено лінійки світловипромінюючих елементів; мікроконтролера, що здійснює розгортку потрібної інформації; схеми керування двигуном та схеми живлення.

Оскільки надійність роботи пристрою залежить від надійності здійснення механічної розгортки, то особлива увага була звернена на уникнення електромеханічної комутації. У авторському варіанті пристрою використані безконтактний електродвигун з магнітокерованим колектором на датчиках Холла та безконтактна схема живлення мікроконтролера через повітряний високочастотний трансформатор. Оскільки світлова енергія кожного світловипромінюючого елемента буде розподілена по дузі довжиною $L = \frac{2\pi r}{\kappa}$, то постає проблема забезпечення достатньої яскравості зображення. Нами в якості світловипромінюючих елементів були використані сучасні надяскраві світлодіоди світністю 1500 кд.

Потрібна текстова інформація записується у флеш-пам'ять мікроконтролера за допомогою персонального комп'ютера через стандартний порт RS-232, після чого пристрій може працювати автономно як завгодно довго.

Крім вище згаданих переваг пристрій стробоскопічної візуалізації текстової інформації володіє цікавим ефектом – текст прозорий та ніби “висить” у повітрі на деякій відстані завдяки тому, що око людини не помічає штанг, які швидко обертаються. Це додатково привертає увагу до інформації, яку виводить пристрій.

Рекомендована сфера застосування – презентації, реклама та скрізь, де потрібно виводити на широкий загал інформаційні текстові повідомлення.

Ключові слова: візуалізація інформації, мікроконтролери.

ДІАГНОСТИКА ПРИВОДУ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ*Рубаненко О., Антонюк Ю. ВДТУ, м. Вінниця, Україна*

Часові характеристики належать до основних характеристик високовольтних вимикачів, які забезпечують їх працездатність.

Серед багатьох вузлів і механізмів повітряних вимикачів 110-750 кВ, які впливають на ці характеристики, чинне місце належить котушкам вимикання та увімкнення. Вони отримують живлення від джерела оперативної постійної напруги електричних станцій та підстанцій.

В перший момент подачі імпульсу на котушку електромагнітна сила повинна здолати суму протидіючих сил пружини і тертя. По мірі втягування якоря повітряний проміжок δ зменшується від початкового значення δ_1 до кінцевого δ_2 , а протидіюча пружина розтягується і її момент $M_{\text{п}}$ зростає за прямолінійним законом. Електромагнітний момент $M_{\text{е}}$ теж зростає, але за квадратичним законом.

Наявність опору та індуктивність котушки уповільнюють зростання імпульсу форсувального струму.

Рух якоря починається не одразу після подачі напруги на котушку, а через деякий проміжок часу $t_{\text{поч}}$, коли струм в реле досягне значення $I_{\text{рух}}$.

Переміщення якоря соленоїда від початкового положення в кінцеве, коли відкриваються відповідні клапани (місцевого пневматичного вимкнення, пусковий, увімкнення, дуттєвий тощо) потребує деякого часу $t_{\text{рух}}$. Таким чином, час спрацювання електромагніта вимикача $t_{\text{спЕМ}}$ складається із часу зростання струму в котушці до значення $I_{\text{спрац.}}$ і часу руху якоря.

При зростанні опору в колах котушок живлення ($r_{\text{дод}}$) помітне зростання часу $t_{\text{поч}}$ та ширини імпульсу форсування. Таке зростання призводить до зростання часу спрацювання вимикача і при деякому опорі вимикач перестає задовольняти вимогам норм випробувань.

Якщо цей опір з'являється лише під час роботи вимикача (в контактних з'єднаннях кіл живлення), то складається помилкове враження про необхідність додаткового зменшення часу спрацювання звичайними заходами. При цьому не усувається причина пошкодження. Після введення вимикача в експлуатацію це призведе до подальшого розвитку пошкодження.

Проведенні дослідження свідчать про те, що використовуючи сучасні мікропроцесорні прилади осцилографування контактів вимикача і струму котушок, ми окрім звичайних параметрів спрацювання отримуємо інформацію про стан кіл живлення.

Ключові слова: високовольтний вимикач, мікропроцесорні прилади осцилографування контактів вимикача і струму котушок.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАНОМЕТРИЧЕСКОЙ ОДНОВИТКОВОЙ ПРУЖИНЫ С ЭКСЦЕНТРИЧНЫМ КАНАЛОМ

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

Одновитковая пружина с эксцентричным каналом (трубка Нагаткина) представляет собой толстостенную кривую трубку с круглым каналом, расположенным эксцентрично относительно наружного контура поперечного сечения. Под действием давления, подаваемого в канал, трубка изменяет свою кривизну и происходит перемещение ее свободного конца.

В основном манометрическая пружина с эксцентричным каналом применяется для измерения высоких давлений порядка десятков, сотен и тысяч мегапаскалей.

Измеряемое давление в канале создает распределенную нагрузку по всей длине трубки. Т.к. трубка симметрична относительно продольного сечения, то суммарная нагрузка, перпендикулярная этому сечению будет равна нулю, т.е. расчет является плоской задачей.

Поскольку канал имеет изогнутую форму, то длины образующих внутреннего и внешнего контуров разные, следовательно, на трубку в радиальном направлении будет действовать некоторая результирующая распределенная нагрузка q . Давление в канале трубки также создает силу $N_I = P\pi r_2^2$, приложенную к концу трубки и нормальную к ее поперечному сечению, где P – измеряемое давление, r_2 – радиус канала. Т.к. канал эксцентричен, то сила N_I будет создавать изгибающий момент M_I , приложенный к свободному концу пружины.

При расчете продольной силы $N(\alpha)$, поперечной силы $Q(\alpha)$ и изгибающего момента $M(\alpha)$, действующих на пружину, как функций центрального угла дуги пружины, приходим к следующим результатам: продольная сила постоянна по всей длине пружины и равна силе N_I ; поперечная сила настолько мала, что ей можно пренебречь; изгибающий момент в любом поперечном сечении стержня можно найти из зависимости: $M(\alpha) = -N_I \cdot r_H (1 - \cos(\alpha)) - M_I$, где r_H – радиус нейтрального слоя трубки.

Таким образом, зная все силовые факторы, воздействующие на одновитковую пружину, можно рассчитать перемещение ее свободного конца:

$$w = \frac{1}{ES} (N_I r_H \sin(\alpha) - N_I r_H \alpha - M_I \alpha) + \frac{1}{EF} N_I \alpha.$$

Для пружины с радиусом кривизны $R_0 = 50$ мм, радиусом наружного контура поперечного сечения $r_1 = 10$ мм, радиусом канала $r_2 = 4$ мм получена жесткость $C = 72.9$ МПа/мм.

Ключевые слова: расчет, давление, упругий элемент, перемещение.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ЗВУКУ

Піндус Н.М., Ващишак С.П., Бербець Т.О., Кропивницька В.Б. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Удосконалення конструкції випромінювача звуку динамічного типу з метою зменшення температури звукової котушки (ЗК) включає введення додаткового охолодження шляхом нанесення отворів на поверхні центруючої шайби, симетричного отвору в керні і на дисковій частині керна, профілювання радіатора і паперу, зміщення витків котушки і використання резистивної плівки. Дослідження реконструйованого гучномовця підтвердили зміну температурного поля. Температура суттєво зменшилась через процеси теплообміну: інтенсивній конвекції повітря через отвори в керні і обдування ЗК холодними потоками повітря в наслідок руху шайби центруючої. Швидкість руху потоків повітря залежить від частоти переміщення шайби центруючої і ЗК. Тому при роботі гучномовця (ГМ) на низьких частотах температура ЗК значно понижується, що автоматично підвищує коефіцієнт корисної дії і розширює діапазон робочих частот ГМ.

Дослідження нелінійності амплітудно-частотної характеристики і коефіцієнта корисної дії проведено методами математичного моделювання. Для цього розроблено теплові моделі випромінювачів звуку, на основі яких складені схеми заміщення теплових контактів і потоків електричними аналогами, де кондуктивні, конвективні та потоки випромінювання замінюються на резистори.

Для підтвердження результатів моделювання проведені експериментальні дослідження для визначення теплових режимів роботи випромінювачів звуку динамічного типу. За результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що математично розрахований випромінювач звуку адекватний отриманому експериментальним чином з різницею в 5%.

Розроблена методика проведення експерименту, суть якої полягає в аналізі теплового поля гучномовця, яке впливає на звуковий тиск, коефіцієнт корисної дії та діаграму направленості. За такою методикою проведено експериментальні дослідження. В ході експерименту виявлено розміщення теплових зон ГМ. З метою перевірки отриманих при математичному моделюванні теоретичних досліджень експериментальними даними проведені вимірювання величини повного електричного опору в частотному діапазоні від 100 до 5000 Гц.

Ключові слова: динамічний випромінювач звуку, температурне поле, теплова модель.

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВАГОВИХ ПРИСТРОЇВ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТИСКУ ДЗВОНОВИХ ВИТРАТОВИМІРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

*Середюк О.Є., Мельниченко Л.Д., Середюк Д.О. Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Дзвоніві витратовимірювальні установки відносяться до еталонних засобів відтворення та вимірювання витрат і об'ємів газу, які застосовуються для градування та вивірювання витратомірів і лічильників. Одним із найважливіших вузлів, що визначають стабільність відтворюваних витрат, а значить і контрольних об'ємів газу, є спеціальні пристрої стабілізації тиску під дзвоном установки, серед яких найбільшого поширення набули пристрої вагового типу. Вони забезпечують компенсацію зменшення ваги дзвона при зростанні глибини його занурення у рідину шляхом пропорційного довантаження дзвона локальними важками $1, 2, \dots, n$ вагою $P_1, P_2, \dots, P_n$, що знаходяться на барабані радіуса r (див. рис. 1).

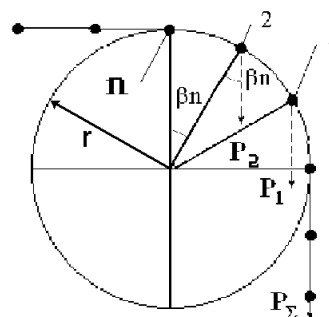


Рисунок 1 Схема довантаження дзвона

Однак донині відсутні теоретичні дослідження, які би встановлювали з метрологічного аспекту необхідні співвідношення між масою m_i кожної важки і розмірами барабана.

Виходячи з фізичних основ довантаження дзвона, яке записується згідно формування локального обертового моменту i -тою важкою $\Delta F_i = m \cdot g \cdot r \cdot \sin \beta_i$ отриманий наступний вираз для

розрахунку дії змінного від кута повороту барабана

довантаження ΔF всіма локальними n важками, які одночасно знаходяться

на барабані

$$\Delta F = \frac{m}{n} \cdot g \cdot r \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \left[\sin \beta_n + \sin \left(\beta_n + \frac{i\pi}{2 \cdot n} \right) - \sin \frac{i\pi}{2 \cdot n} \right] \quad (1)$$

де β_i - кут повороту i -тої важки на поверхні барабана, який змінюється в межах від 0 до $\pi/(2 \cdot n)$; m – маса n важок, які розміщені на барабані.

Запропонований алгоритм описує взаємозв'язок вище вказаних параметрів m, n, r, β із значенням діючого довантажуючого зусилля і практично забезпечує розрахунок оптимального співвідношення між цими параметрами згідно вибраного критерію оптимізації, наприклад, формування мінімального відхилення амплітуди пульсації довантажуючої сили від теоретично заданої. Отриманий вираз (1) надає можливість розраховувати похибку δ від пульсацій довантаження дзвона за формулою $\delta = (\Delta F - \Delta F_T) \cdot 100 / (p \cdot S)$, %, в якій ΔF_T , ΔF - теоретично необхідне і амплітуда розрахованого довантаження дзвона при повороті барабана на кут β_n , p – тиск повітря під дзвоном; S – площа внутрішньої поверхні дзвона.

Ключові слова: дзвонова установка, витрата газу стабілізація тиску, локальні важки.