

Секція 13

**МЕТРОЛОГІЯ, ІНФОРМАЦІЙНО-
ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА**

Коваленко В.В., викладач, Васильєв О.С. студент гр. МЕ-12-1/9

(Державний ВНЗ «Дніпродзержинський енергетичний технікум», м. Дніпродзержинськ, Україна)

СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМІРЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ СТРУМУ І НАПРУГИ

Структура вимірювального каналу та прогрес цифрових вимірювальних технологій.

Прогрес галузі електронних вимірювальних пристроїв призвів до створення високовольтних, з кращими метрологічними характеристиками, ніж у аналогових первісних датчиків струму та напруги, в роботі яких використовуються оптичні явища, що призвело до зменшення похибок при вимірюванні [1].

Принцип роботи електронних вимірювальних трансформаторів струму та напруги, який базується на оптичних явищах. Принцип роботи датчиків струму та напруги в даних пристроях базується на зміні стану поляризації світлового потоку: у першому випадку - при дії на нього магнітного поля, в другому - при дії на нього електричного поля, яке створюється напругою між двома електродами [1, 2].



Рисунок 1 – Схема електронних вимірювальних трансформаторів струму та напруги

Переваги електронних вимірювальних трансформаторів струму та напруги.

- Масштабне перетворення і вимірювання як змінного, так і постійного та імпульсного струмів.
- Висока точність при вимірюваннях (0,1 - 0,2%). Сумісність зі вторинними цифровими системами вимірювання.
- Можливість інтеграції в вимірювальні та інформаційні системи.

Застосування електронно-оптичних вимірювальних трансформаторів в енергетиці.

Дані трансформатори проєктовані для цифрового представлення результатів вимірювань вихідних електричних величин - миттєвих значень струмів та напруг безпосередньо в точці обліку, тому виключається необхідність проміжного аналогового перетворювача. Всі інші електроенергетичні величини, які необхідні для управління виробництвом, розподілу та комерційного обліку електроенергії одночасно обчислюються на персональному комп'ютері, який під'єднано до даного вимірювального трансформатору

[2]. Таким чином змінюється структура вимірювального каналу та похибки при вимірюванні.

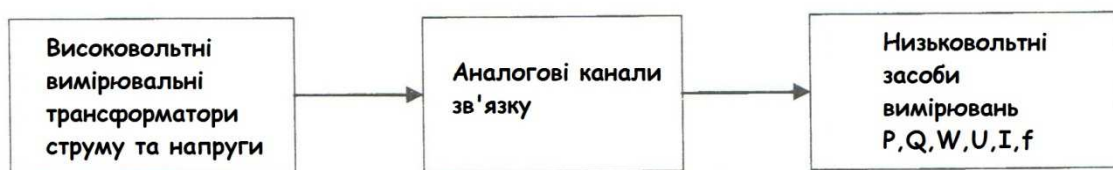


Рисунок 2 – Структура вимірювального каналу при застосуванні електромагнітних вимірювальних трансформаторів

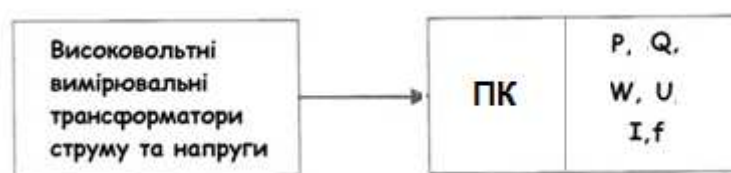


Рисунок 3 – Структура вимірювального каналу при застосуванні електронних вимірювальних трансформаторів

Міжнародний стандарт SEC 61850 на проект "Розумні мережі". Оптичні трансформатори створюються на базі міжнародного стандарту SEC61850. Метою стандарту є забезпечення у межах однієї підстанції функціональної сумісності інтелектуальних електронних пристроїв різних виробників. Це дає можливість запровадження систем, які мають назву "Розумна мережа", використовуються інформаційні та комунікаційні технології для автоматичного збору інформації про виробництво та споживання електроенергії [3].

Тенденції розвитку електронних вимірювальних трансформаторів та їх запровадження в Україні. Перехід до оптичних вимірювальних трансформаторів та їх серійне виробництво розпочалося близько 10 років тому в Європі. Але найбільших успіхів у виробництві оптичних трансформаторів досягла канадська компанія NxTPhaseT&D, яка займається створенням комбінованих оптичних трансформаторів. Зараз є всі передумови для переходу до таких вимірювальних пристроїв і в Україні, що призведе до змін в структурі вимірювального каналу [3].

Висновки. Оптико-електронні перетворювачі струму та напруги починають впроваджуватись на електроенергетичних об'єктах. Вони є якісно новим видом обладнання для вимірів в енергетиці. Їх використання дозволяє зробити перехід в високовольтних вимірювання струмів та напруг від аналогових вимірювань до цифрових. Крім того виникає можливість при реконструкції діючих електричних підстанцій високої напруги впровадження новітніх типів вимірювальних систем.

Перелік посилань

1. Цифрові технології в електроенергетиці та нові засоби їх метрологічного забезпечення / Давидов А.А., Давидов А.С., Павленко Ю.Ф., Попенака А.Н. // Український метрологічний журнал. -2012. - №1.-С.18-24.
2. Оптические трансформаторы : первый опыт / Власов М.А., Сердцев А.А. // Энергоэксперт. –2007. – №1. –С.46-49.
3. Leading the way with Digital Instrument Transformers [електронний ресурс]/ режим доступу: <http://www.nxtphase.com/>

Чорний С.І. старший викладач, Головка В.С. студент гр. МВ-11-1

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ПОХИБОК ПРИ ВИМІРЮВАННІ ТЕМПЕРАТУРИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

В техніці відомий напрямок розробок для вимірювання температури електрообладнання з використанням світло водно-оптичних систем [1, 2]. Відомі також методичні підходи для оцінки похибок вимірювання [3, 4]. Однак для ряду запропонованих пристроїв таких як [1, 2] вони потребують значного доопрацювання.

В даній роботі поставлена задача аналізу особливостей формування похибок вимірювання та їх визначення узагальнюючої функціональної схеми пристрою для контролю температури електрообладнання.

Так процес вимірювання температури електрообладнання за допомогою пристрою можна представити узагальнюючою схемою (рис. 1).

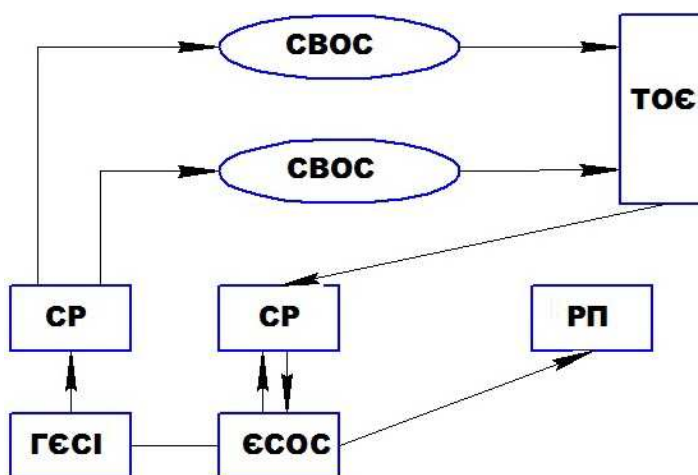


Рисунок 1 – Узагальнююча схема вимірювання температури:

СВОС – світло водно-оптичні системи; ТОЕ – термооптичні елементи; СР – світло водно-оптичні роз'єднувачі; ГЕСІ – генератор електричних та світлових імпульсів; ЕСОС – електрична система обробки сигналів; РП – реєструючий пристрій

Елементи узагальнюючої схеми мають наступні особливості: ГЕСІ – формують електричні та світлові імпульси, ЕСОС, РП – обробляють електричні імпульси давачами сигналів, що відповідають стану температури в СВОС та ТОЕ. Роз'єднувачі СР дозволяють використовувати комплект ГЕСУ, ЕСОС, РП для обробки сигналів не з одного, а з багатьох об'єктів.

Вимірювальним сигналам відповідають загальновідомі похибки вимірювань [3, 4]. Адитивна Δ_a – абсолютна похибка, яка не залежить від значення вимірювальної величини. Результат вимірювання $A = A_x \pm \Delta_a$, де A_x – результат спостережень. Адитивні похибки характерні для електричних приладів. В нашому випадку вони будуть присутні в ГЕСІ, ЕСОС, РП.

Мультиплікативна Δ_m – абсолютна похибка, яка залежить від значення вимірювальної величини A_x , $\Delta_m = \delta_x A_x$, де δ_x – коефіцієнт пропорційності. Мультиплікативна похибка зумовлена похибками перетворення вимірювальних перетворювачів. Вимірювальні перетворювачі мають місце СВОС, ТОЕ та СР.

Похибка квантування $\Delta_{KE} = X_{KE} - X = n_x \cdot q - X$, де X_{KE} – квантовий рівень, якому відповідає номер n_x – крок квантування. Похибка квантування присутня ГЕСІ та ЕСОС.

Присутність електронних кіл та світло водно-оптичних елементів потребує представлення похибок вимірювання в одних одиницях розрахунку. Такими одиницями можуть бути відносні одиниці (δ).

Аналіз функціональної схеми пристрою для вимірювання температури,приведеної на малюнку,визначає,що в практиці вимірювань може поставати задача визначити результуючої сумарної похибки з урахуванням кореляційних зв'язків між її складових. Тоді результуюча похибка може визначатися за формулою [3]:

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2 + 2 \sum_{i \neq j}^n r_{i,j} \delta_i \delta_j},$$

де $r_{i,j}$ - коефіцієнт кореляції між і-ю та j-ю складовою похибки.

Формула може бути використана,як для електронних так і для волоконна оптичних складових пристроїв для вимірювання температури електрообладнання.

Особливість пристрою для контролю температури електрообладнання є те, що у ньому переносний комплект елементів СР, ГЕСІ, ЕСОС, РП може бути використаним для багатьох об'єктів СВОС та ТОЕ. Це дозволяє суттєво зменшити загальну похибку за рахунок зменшення похибки переносного комплекту елементів.

За результатами дослідження можна зробити висновки:

1. Розрахунок узагальнюючих похибок доцільно робити у відносних одиницях.
2. Зменшення похибок переносного комплекту на основі електричних елементів дозволяє зменшити похибки узагальнюючої схеми вимірювань.
3. Подальші дослідження доцільно проводити шляхом виведення формул для розрахунку похибок світлооптичних елементів.

Перелік посилань

1. Патент 61488,Україна; МПК G01J5/G01K7/16.Пристрій для вимірювання температури електрообладнання/ С.І.Чорний, А.С.Довгань, В.В.Пікалова (Україна)-бс. Опубл.15.06.2006; Бюл. №6.
2. Патент 102286 Україна, МКВ Gu01uj5(08;Gu01u k 7/16; Gu05u1) 23/00. Пристрій для контролю температури електрообладнання/ С.І.Чорний; Є.Ю.Єгоров, К.В.Ткачук. Державний ВНЗ “НГУ”- №201109056: заява 19.07.2011; опубл. 21.01.2013, Бюл.№2.-Зс.: Кресл.
3. Дорожовець М. Оцінювання результатів вимірювання: навчальний посібник: [для студ. вищ. навч. закл.] - Львів: видавництво національного університету “Львівська політехніка”, 2007.-624с.
4. Вимірювання температури: теорія та практика /Я.Т.Луцик [та ін.]- Львів: 2006.-560с.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ТРАПЕЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА КАНАЛА ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА МАГНИТНОЙ ФАЗЫ

Оценка погрешности численного интегрирования методом трапеций сводится [1] к мажорантной оценке остаточного члена, который, для случая равномерной сетки, может быть вычислен как:

$$R \leq \frac{(b-a)}{12} \cdot h^2 \cdot \max_{[a,b]} |f''(x)|, \quad (1)$$

где a – нижний предел интегрирования; b – верхний предел интегрирования; h – шаг разбиения интервала интегрирования; $f(x)$ – подинтегральная функция.

Таким образом, погрешность численного интегрирования зависит от конкретного вида интегрируемой функции.

Форма интегрируемого сигнала на выходе канала измерения количества магнитной фазы зависит от ряда факторов, среди которых: диаметр проката, скорость его движения, химический состав стали, и т.д. Импульсы (рис.1) могут иметь различную форму, при равенстве их площадей.

Экспериментальные исследования формы сигналов для всего сортамента профилей не проводились. Однако, для приблизительной оценки порядка возможной погрешности, реальный сигнал может быть заменен функцией вида:

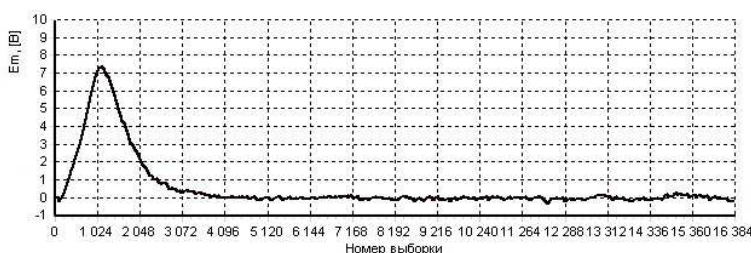


Рисунок 1 – Выходной сигнал канала измерения количества магнитной фазы, соответствующий арматурному прокату кл. А500, диаметром 22 мм

$$f(x) = a \cdot x^b \cdot e^{-c \cdot x},$$

где a , b и c – постоянные положительные коэффициенты.

В частности, выходной импульс положительной полярности, соответствующий арматурному прокату класса А500, диаметром 22 мм (рис.1), достаточно хорошо описывается функцией:

$$f(x) = 4,1 \cdot 10^{-10} \cdot x^4 \cdot e^{-0,004 \cdot x}. \quad (2)$$

График данной функции, построенный с помощью программного пакета Mathcad, на интервале $x = [0, 16383]$, приведен на рисунке 2.

Как следует из формулы (1), величина погрешности численного интегрирования пропорциональна модулю максимального значения второй производной от подинтегральной функции на интервале интегрирования. Результат численного

дифференцирования функции (2), выполненного с помощью программного пакета Mathcad, приведен на рисунке 3.



Рисунок 2 – График функции использованной для замены реального выходного сигнала канала измерения количества магнитной фазы

Учитывая, что максимальное значение площади ограниченной импульсом на выходе канала измерения количества магнитной фазы не превышает значения 250 единиц [2], приведенное значение погрешности численного интегрирования не превышает значения:

$$\gamma_{\text{инт}} \leq \frac{R}{250} \cdot 100\% = \frac{0,068}{250} \cdot 100\% = 0,027 \text{ \%}.$$

Принимая во внимание априорно завышенный [1] результат приблизительной оценки погрешности численного интегрирования методом трапеций, а также тот факт, что суммарная приведенная инструментальная погрешность канала измерения магнитной фазы составляет не менее 1,0 %, могут быть сделаны следующие выводы:

1. Данный метод численного интегрирования может быть применен для обработки выходного сигнала канала измерения количества магнитной фазы;
2. Влиянием данной погрешности, при дальнейшей оценке погрешности всей системы, можно пренебречь.

Перечень ссылок

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учеб. пособие / Н. Н. Калиткин. — 2-е изд., исправленное. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 586 с.: ил.
2. Исследование взаимосвязи показаний системы электромагнитного контроля процесса термоупрочнения с механическими свойствами проката на МС 250-5; Отчет о НИР / Национальный горный университет / НГУ / №ГР 0105U007001. – Днепропетровск, 2005. – 66 с.

Исходя из результатов дифференцирования можно сделать вывод, что максимальное значение модуля второй производной не превышает значения $\max_{[a,b]} |f''(x)| \leq 5 \cdot 10^{-5}$.

Подставляя численные значения в формулу (1), получим:

$$R \leq \frac{16383}{12} \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 0,068.$$

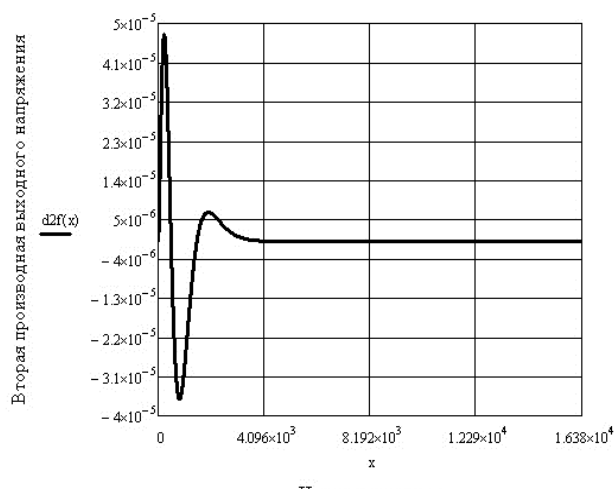


Рисунок 3 – График второй производной функции использованной для замены реального выходного сигнала канала измерения количества магнитной фазы.

Ларионов Ю.И. студент гр. МВ-11-1

Научный руководитель: Белан В.Т., доцент кафедры метрологии и информационно-измерительных технологий

(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепропетровск, Украина)

КВАЛИМЕТРИЯ КАК ЧАСТЬ МЕТРОЛОГИИ

Улучшение качества – одна из важнейших экономических и политических задач на современном этапе развития общественного производства. Эффективным рычагом решения этой задачи может стать внедрение методов объективной оценки качества.

Совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением, называют качеством.

Квалиметрия – новая научная область, изучающая и разрабатывающая принципы и методы количественной оценки качества.

Экспертную оценку качеству продукции может дать один специалист, однако в целях повышения достоверности оценки предпочтение отдается групповому методу оценивания. Для обеспечения эффективности оценок должна тщательно подбираться и аттестоваться экспертная комиссия.

Численность экспертов в группе. На практике же число экспертов в группе рекомендуется не менее 7 и не более 20 человек. Слишком малое число экспертов резко увеличивает недостоверность групповой оценки, слишком большое – не повышая, практически, эффективность этой оценки, приводит к ненужным дебатам.

Для определения значений показателей качества могут быть использованы инструментальные и экспертные методы.

Инструментальные методы применяются в ограниченных случаях, когда показатели качества представляют собой физические величины и существуют измерительные инструменты, обладающие нормированными метрологическими характеристиками.

Экспертные методы оценивания показателей качества применяют тогда, когда использование технических средств измерения, невозможно или экономически не оправдано. Экспертные методы используют, например, для оценивания эргономических и эстетических показателей, в спорте, в гуманитарных областях наук. Используются все виды измерительных шкал, вплоть до шкалы отношений.

Обостряющаяся конкуренция товаропроизводителей, зарождение и все более широкое распространение потребительского движения в развитых странах привели к возвышению роли качества продукции и услуг для определения рейтинга страны в мировой иерархии.

Квалиметрия – научная область, объединяющая методы количественной оценки качества и различных объектов.

Перечень ссылок

1. Азгальдов Г. Г. О квалиметрии: учеб. для вузов / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман, А. В. Гличев. – М.: Стандартиздат, 1973. – 460с.
2. Басовский Л. Е. Управление качеством: учеб. для вузов / Л. Е. Басовский, В. В. Протасов. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 212 с.
3. Гиссин В. И. Управление качеством продукции: учеб. пособие / В. И. Гиссин. Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 256 с.
4. Литвак Б. Г. Управленческие решения: учеб. для вузов / Б. Г. Литвак. М.: ЭКМОС, 1998. – 163 с.

Мирна А.Л. студентка групи МВ-11-1

Науковий керівник: Глухова Н.В., доцент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальних технологій

(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ, Україна)

ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Електровимірювальні прилади – це такі технічні засоби, які виробляють сигнали вимірювальної інформації у формі, що доступна для безпосереднього сприйняття спостерігачем.

Електровимірювальні прилади можна класифікувати:

- а) за родом вимірювальної величини;
- б) за фізичним принципом дії вимірювального механізму;
- в) за родом струму;
- г) за класом точності;
- д) за типом відлікового пристрою;
- е) за виконанням залежно від умов експлуатації;
- є) за стійкістю до механічних впливів.

Амперметр – прилад, яким вимірюють величину електричного струму.

Вольтметр – прилад для вимірювання напруги між двома точками електричного кола.

Омметр – вимірювальний прилад безпосереднього відліку для визначення електричних активних (омічних) опорів.

Частотомір – прилад для виміру частоти періодичних процесів (коливань).

Ватметр – прилад для вимірювання активної потужності електричного струму.

Фазометр – прилад для виміру фаз періодичних електричних коливань тощо.

За фізичним принципом дії розрізняють такі системи електровимірювальних приладів:

- а) магнітоелектрична;
- б) електромагнітна;
- в) електродинамічна;
- г) феродинамічна (з механічною протидіючою силою, без механічної протидіючої сили);
- д) індукційна (з механічною протидіючою силою, без механічної протидіючої сили);
- е) електростатична;
- є) тощо.

Системи електровимірювальних приладів

Прилади магнітоелектричної системи з рухомим магнітом є приладами низьких класів точності. Електровимірювальні прилади з рухомою рамкою мають високу точність і застосовуються при більш точних вимірюваннях. Магнітоелектричні прилади застосовують для вимірювання постійних струмів та напруг. Вони також можуть використовуватися для вимірювання опорів як гальванометри.

Амперметри і вольтметри магнітоелектричної системи мають високий клас точності (до 0,1) і порівняно малі внутрішні втрати енергії.

Недоліком приладів цієї системи можна вважати: непридатність до роботи в полях змінного струму, чутливість до перевантажень і залежність від температури оточення.

Електровимірювальний прилад електромагнітної системи має нерухому котушку і розташовану на осі феромагнітну пластинку. Прилади електромагнітної системи можуть безпосередньо вимірювати значні струми (до 300 А) та напруги (до 600 В).

Основними перевагами приладів електромагнітної системи можна вважати:

- а) простоту, надійність, дешевизну;

- б) спроможність використання в колах постійного та змінного струму;
- в) високу переважувальну здатність.

До недоліків приладів електромагнітної системи відносять:

- а) невисоку точність;
- б) невисоку чутливість;
- в) велике власне споживання електроенергії (0,5... 15 Вт);
- г) обмежений частотний діапазон вимірювальних величин;
- д) нерівномірність шкали;
- е) чутливість до впливу зовнішніх магнітних полів.

Прилади електродинамічної системи.

Прилади електродинамічної системи мають вимірювальний механізм, що складається з двох котушок: нерухомої і рухомої.

Електродинамічні прилади можна використовувати як амперметри, вольтметри та ватметри у колах постійного та змінного струмів.

Переваги приладів електродинамічної системи: а) можливість проводити вимірювання у колах постійного струму і змінного струму; б) достатня точність.

Недоліки приладів електродинамічної системи:

- а) нерівномірність шкали амперметрів і вольтметрів цієї системи;
- б) чутливість до зовнішніх магнітних полів;
- в) велика чутливість до переважень;
- г) висока ціна цих приладів.

Для електротехнічних виробів, в тому числі і електромеханічних приладів встановлено 5 класів захисту:

Клас 0 - електроприлади на номінальну напругу більшу 42 В, в яких всі частини досяжні для дотику, відокремлені основною ізоляцією від частин, що знаходяться під напругою, та в яких відсутні пристрій для заземлення.

Клас 01 - електроприлади на номінальну напругу більшу 42 В, в яких присутній пристрій для заземлення, розташований з зовнішнього боку приладу.

Клас I - в пристрій для заземлення, розташований всередині приладу.

Клас II - електроприлади на номінальну напругу більше 42 В, в яких всі частини досяжні для дотику, відокремлені подвійною або посиленою ізоляцією від частин, що знаходяться під напругою і відсутній пристрій для заземлення.

Клас III - електроприлади на номінальну напругу до 42 В, у яких немає ні внутрішніх, ні зовнішніх частин, які працюють при більш високій напрузі.

Висновки. Удосконалення методів і засобів вимірювань відбувається безперервно. Їх успішне освоєння та використання на виробництві потребує глибоких знань основ технічних вимірювань, знайомства з сучасними зразками вимірювальних приладів і інструментів.

Перелік посилань

1. Гурій А.М. Порозознюк Н.І. Електричні і радіотехнічні вимірювання: Посіб. для пед. працівників та учнів проф. - техн. навч. зал. - К.: Навч. Книга, 2002.– 150 с.
2. Клюев А.С, Пин Л.М., Коломиец Е.И. Настройка средств измерений и систем технологического контроля: Справочное пособие. - М.: Энергоиздат, 1990.– 276 с.

Перекопский Е.В., ст. гр. МВ-10-1

Научный руководитель: Корсун В. И., д.т.н. профессор кафедры МИИТ

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина)

ЦИФРОВОЙ ПОТОЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ

Основная идея цифрового поточного измерителя заключается в расширении функциональных возможностей устройства, а именно возможность измерения влажности материалов и изделий на потоке.

Прибор относится к контрольно-измерительной технике, а именно к устройствам для измерения влажности твердых, сыпучих и газообразных веществ, и может быть применен в строительной, горнодобывающей, деревообрабатывающей и пищевой отраслях промышленности.

Данное устройство обеспечивает повышение точности результатов измерения интегральной влажности оптически непрозрачных объектов с компенсацией мультипликативной составляющей погрешности измерения и цифровым представлением результата измерения.

Указанный технический результат достигается тем, что цифровой поточный измеритель влажности, содержащий интегратор, подключенный входом к коммутатору, а выходом к компаратору, ключ, соединяющий генератор со счетчиком импульсов, снабжен измерительным преобразователем, представляющим собой конденсаторный датчик, включенным во времязадающую цепь генератора, логическим устройством для управления работой интегратора и счетчика, подключенным первым входом к первому бесконтактному переключателю, вторым входом ко второму бесконтактному переключателю, установленным на торцах измерительного преобразователя, третьим входом к компаратору, а выходом к управляющим входам ключа и коммутатора, к первому и третьему входу которого подключены источники напряжения, а второй и четвертый его входы соединены с землей.

Цифровой поточный измеритель влажности, основан на принципе работы АЦП с двухтактным интегрированием и использует один измерительный конденсатор с образцом и без него, что позволяет компенсировать мультипликативную составляющую погрешности, обусловленную изменением параметров измерительного конденсатора, и производить измерения влажности с представлением результатов в цифровой форме без дополнительных аналого-цифровых преобразований. Это позволяет повысить точность измерения влажности оптически непрозрачных материалов.

На рис. 1 изображена блок-схема цифрового поточного измерителя влажности. Цифровой поточный измеритель влажности содержит измерительный преобразователь 1, представляющий собой конденсаторный датчик, включенный во времязадающую цепь генератора 2, являющегося автоколебательным мультивибратором, соединенного ключом 3 со счетчиком импульсов 4. Частота импульсов генератора 2 зависит от емкости измерительного преобразователя 1, пропорционально связанной с диэлектрической проницаемостью образца, которая в свою очередь зависит от влажности. Бесконтактные переключатели 5 и 6, установленные на торцах измерительного преобразователя 1 по направлению движения образца, служат для определения положения образца относительно измерительного преобразователя 1. Измеритель влажности содержит логическое устройство 7, подключенное первым входом к первому бесконтактному переключателю 5, вторым входом ко второму бесконтактному переключателю 6, третьим входом к компаратору 8, представляющему собой триггер Шмитта с нулевым порогом срабатывания. Выход логического устройства 7 подключен к управляющим входам ключа

3 и коммутатора 9, срабатывающим от фронтов и срезов импульсов, поступающих на их входы. К первому и третьему входу коммутатора 9 подключены источники напряжения 10 и 11, второй и четвертый его входы соединены с землей, а к выходу – интегратор 12, подключенный к компаратору 8.

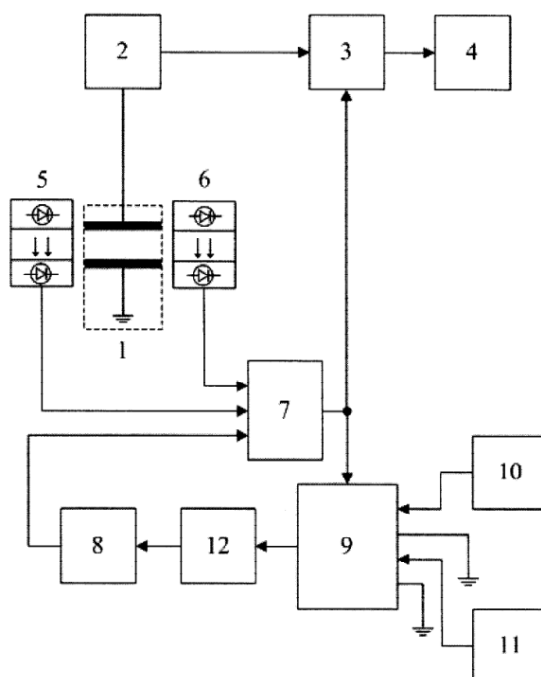


Рисунок 1 – Блок-схема цифрового поточного измерителя влажности

Результат измерения влажности может быть непосредственно введен в ЭВМ без дополнительного аналого-цифрового преобразования.

Применение данного цифрового поточного измерителя влажности позволяет повысить точность измерения влажности оптически непрозрачных материалов.

Выводы. Таким образом, данный цифровой поточный измеритель влажности является более точным в сравнении с другими измерителями с компенсацией мультипликативной составляющей погрешности измерения и цифровым представлением результата измерения.

Перечень ссылок

1. Патент № 2397483 (РФ) Цифровой поточный измеритель влажности / Шилин А.Н., Макартичан С.В. – Оpubл. 20.08.10 – БИ № 23.
2. Берлинер М. А. Измерения влажности. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1973. 400 с.

Прокуда Э.Ю., аспирантка кафедры МИИТ

Научный руководитель: Корсун В.И., д.т.н., проф., заведующий кафедрой метрологии и информационно-измерительных технологий

(Государственный ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепрпетровск, Украина)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТОВ

В последнее время экспертные методы оценивания стали чаще использоваться из-за стремительного развития науки и техники. Для анализа причин возникновения проблемы необходимо сформировать экспертную группу. Состав экспертной группы необходимо формировать из высококвалифицированных специалистов в исследуемой области с набором необходимых знаний и умений. Однако, подбор экспертов является главной проблемой практики применения экспертных исследований.

Ранее в работе [1] был проведен анализ формирования состава экспертной группы. Основываясь на ней, рассмотрим конкретный пример формирования экспертной группы для оценивания базовых элементов карьерных автосамосвалов.

Выбор состава экспертной группы необходимо рассматривать с помощью многоэтапного процесса:

Этап 1. Определение экспертной области, а также цели экспертного оценивания.

Этап 2. Выбор количества экспертов в состав рабочей группы.

Этап 3. Составление списка возможных кандидатов в эксперты.

Этап 4. Формирование предварительного списка экспертной рабочей группы и оценивание уровня их компетентности.

Этап 5. Составление окончательного списка экспертной рабочей группы и оценивание уровня их компетентности.

В данной работе предложена программа оценивания уровня компетентности экспертов (Этап 4) из которых будет сформирована рабочая группа для исследования оценки состояния базовых элементов карьерных автосамосвалов. Для проведения необходимого оценивания сформируем критерии, по которым будет происходить оценка уровней компетентности экспертов, а также весовые коэффициенты каждого из них.

1. Область исследования. Для продуктивной работы группы эксперты должны специализироваться на конкретной исследуемой области или смежной с ней. Предложенные области: Диагностика автомобилей; Автомобили и автомобильный транспорт; Управление на транспорте; Машиностроение.

2. Стаж работы и уровень профессиональной подготовки. В данный критерий входят:

2.1. Стаж работы. Квалификация эксперта прямопропорциональна его стажу.

2.2. Ученая степень. Предложенные варианты: доктор технических наук, кандидат технических наук, магистр, специалист, бакалавр.

2.3. Должность: профессор, доцент, преподаватель, инженер, научный сотрудник.

2.4. Знания и умения. В программе предложены 10 конкретных знаний и умений [2], которыми должен обладать оцениваемый эксперт.

3. Источник обоснования мнения эксперта. В данную категорию относятся следующие критерии: проведенный теоретический анализ; производственный опыт; синтез печатных работ (как и отечественных, так и зарубежных); интуиция [3].

4. Личные качества. К основным требуемым личным качествам экспертов отнесем: стремление к получению новых знаний, к повышению квалификации, к профессиональному росту; умение мгновенно оценивать сложившуюся ситуацию и находить эффективные решения проблемы; умение своевременно реализовывать

принятые ранее решения; способность работы в коллективе (коммуникабельность); стрессоустойчивость; дисциплинированность и организованность; объективность; обладание логическим мышлением; аналитический склад ума; креативность.

5. Опыт работы экспертом. Желательно, чтобы оцениваемый эксперт уже имел опыт работы в этой сфере деятельности.

6. Наличие публикаций, как и в отечественных, так и в зарубежных высокорейтинговых изданиях.

7. Участие в симпозиумах, конференциях, семинарах. Высококвалифицированный специалист должен участвовать в различных симпозиумах, конференциях и семинарах, причем не только отраслевых, но еще и международных.

8. Наличие патентов, изобретений. Количество патентов, изобретений и внедрений, повышает уровень компетентности эксперта.

По каждому критерию автором данного материала разработана своя шкала оценивания эксперта и весовые коэффициенты. В таблице 1 предложен общий вариант оценивания уровня их компетентности (табл. 1).

Таблица 1

Сформированные критерии оценки и их весовые коэффициенты

№	Критерий	Весовой коэффициент
1	Область исследования	0,08
2	Стаж и уровень подготовки	0,3
3	Источник обоснования	0,12
4	Личные качества	0,08
5	Опыт экспертом	0,12
6	Публикации	0,1
7	Участие в симпозиумах	0,1
8	Патенты, внедрения	0,1

Выводы: в статье выполнен анализ формирования экспертной группы для оценки состояния базовых элементов карьерных автосамосвалов. Рассмотрен многоэтапный процесс формирования экспертной группы. Представлена программа оценивания уровня компетентности экспертов.

Перечень ссылок

1. Прокуда Э.Ю. Анализ формирования состава экспертной группы. Всеукраинская научно-практическая конференция «Информационные технологии. Безопасность и связь».
2. Сборник материалов конференции. ГВУЗ «НГУ» БИТ, 2014. – 67-68 с.
3. Горбашко Е.А. Управление качеством. – Спб.: Питер. 2008. – 384 с.
4. Орлов А.И. Экспертные оценки. Учебное пособие. – М.: 2002. – 548 с.

Радочина Н.М. студентка групи МВ-10-1

Науковий керівник: Корсун В.І., д.т.н., професор кафедри метрології та інформаційно-вимірювальних технологій
(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ, Україна)

ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Вимірювання температури може здійснюватися різними методами. Кожен метод має свої особливості: зумовлені як принципом, так і застосовуваними засобами і схемами їх підключення. Крім того, при вимірюванні температури слід враховувати взаємодію між термоперетворювачем і вимірюваним середовищем [1].

Всі типи термометрів прийнято розбивати на два класи: залежно від методики вимірювання див. табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація засобів вимірювання температури

Вимірювання температури	
Контактні термометри	Безконтактні термометри
Термометри розширення	пірометри
Манометричні термометри	радіометри
Термоелектричні термометри (термопари)	тепловізори
термометри опору	

Контактні термоперетворювачі знаходяться в безпосередньому контакті з середовищем, температуру якої вони вимірюють. Часто власна температура контактного термоперетворювача (або його частини) навіть у статичному режимі відрізняється від температури вимірюваного середовища. Ця відмінність визначається особливостями теплообміну між термоперетворювачем і вимірюваним середовищем, конструктивними і теплофізичними характеристиками самого термоперетворювача і окремих частин його арматури, а також умовами теплообміну термоперетворювача з навколишнім середовищем.

Прилади, засновані на безконтактних методах вимірювання, використовують енергію випромінювання нагрітих тіл без безпосереднього контакту з об'єктом вимірювання. Ці прилади характеризуються широким діапазоном вимірювання, зручністю розширення меж в області високих температур і обмеженою точністю [2].

Контактні прилади та методи за принципом дії поділяються на:

а) термометри розширення, принцип дії яких заснований на залежності об'ємного розширення рідини і лінійних розмірів твердих тіл від температури;

б) манометричні термометри, принцип дії яких заснований на зміні тиску робочої (термометричної) речовини залежно від температури;

в) термоелектричні термометри (термопари), принцип дії яких заснований на використанні залежності термоелектрорушійної сили від температури;

г) термометри опору, принцип дії яких заснований на залежності електричного опору чутливого елемента (провідника або напівпровідника) від температури.

Безконтактні методи, в основі яких лежить реєстрація власного теплового або оптичного випромінювання, можна представити наступними напрямками:

а) пірометрія – вимірювання температури самосвітних об'єктів: полум'я, плазми, астрофізичних об'єктів;

б) радіометрія – вимірювання температури за власним тепловому випромінюванню тіл. Для невисоких і кімнатних температур це випромінювання знаходиться в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль;

в) теплота – радіометричне вимір температури з просторовим дозволом і з перетворенням температурного поля в телевізійне зображення, іноді з кольоровим контрастом. Дозволяє вимірювати градієнти температури, температуру середовища в замкнутих об'ємах, наприклад, температуру рідин в резервуарах і трубах.

Розглянемо і порівняємо термометри розширення.

Термометрами розширення називаються прилади, в яких для вимірювання температури використовується властивість теплового розширення речовини: рідини, газу або твердого тіла. Визначення температури термометрами розширення, як і всякого іншого термометра, вимагає безпосереднього контакту з об'єктом вимірювання. Це перші прилади, які були винайдені для вимірювання температури.

До термометрів розширення відносяться: скляні рідинні термометри, дилатометричні термометри (металеві), біметалеві термометри.

Рідинні термометри завдяки своїй простоті у застосуванні широко використовуються в народному господарстві. В якості термометричної рідини рідинних термометрів в більшості випадків використовується хімічно чиста ртуть. Вона не змочує скло, легко виходить у чистому вигляді, перебуває в рідкому стані в широкому діапазоні температур (від $-38,84$ до $+356,58^{\circ}\text{C}$). Крім ртуті використовуються: толуол, етиловий спирт, керосин, пентан та інші. Випускаються термометри для вимірювання температур від -100° до $+600^{\circ}\text{C}$. Ціна розподілу скляних термометрів знаходиться в межах $(0,01... 10)^{\circ}\text{C}$ і визначається призначенням термометра і видом застосовуваної термометричної рідини. Гранична похибка залежить від ціни ділення і діапазону вимірювання і знаходиться в межах від $0,3$ до 4°C (вона може перевищувати ціну поділки).

Дилатометричні термометри. Термометри даного типу хоча і мають ряд переваг: простота пристрою, висока чутливість, але застосовуються дуже рідко. Діапазон виміру термометрів від -30 до $+1000^{\circ}\text{C}$, похибка $1,5-2,5\%$. Вони володіють високою надійністю і використовуються в якості первинних вимірювальних перетворювачів в системах автоматичного регулювання температури.

Біметалеві термометри. Завдяки підбору спеціальних сплавів вдається створити біметалічний термометр з робочим діапазоном температур від -100 до $+600^{\circ}\text{C}$. Найбільше поширення біметалеві термометри отримали для роботи при кімнатній температурі - як для безпосереднього її виміру, так і для автоматичного регулювання (в цьому випадку чутливий елемент приводить в дію систему управління контактами реле). Основна похибка біметалевих термометрів складає $1-3\%$ діапазону вимірювання, градувальна характеристика близька до лінійної.

Висновок. Розглянувши термометри розширення, які застосовуються для виміру температури, можна зробити висновок: вони мають свої властивості, переваги та недоліки. Відрізняються своєю конструкцією, методом застосування, ціною і точністю. Використання цих термометрів різноманітне, як у побуті так і на підприємстві.

Перелік посилань

1. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам / Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. - 2-е изд., доп. - Л. : Энергоатомиздат, 1985. - 324 с..
2. Байда Л.И., Добротворский Н.С., Душин Е.М. и пр., Электрические измерения: Учебник для вузов, Под ред. Фремке А.В. и Душина Е.М.- 5-е изд., перераб. и доп.-Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980.-392 с., ил.

УДК658.56: 536.662

Руденко А.О. студентка гр. МВ-10-1

Науковий керівник: Корсун В.І., д.т.н., проф., завідувач кафедри метрології та інформаційно-вимірювальних технологій

(Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, м. Дніпропетровськ, Україна)

СИСТЕМА ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЯК ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Найбільшою сферою використання природного газу (ПГ) як енергоносія є промислове та комунально-побутове господарство. В умовах неперервного зростання обсягів споживання ПГ та підвищення світових цін на нього щораз актуальнішими стають вимоги до якості газу [1, 2]. Однак, незважаючи на високу енергетичну та хімічну цінність ПГ, сьогодні в Україні не вироблений систематизований підхід до оцінювання його якості. Однак, оцінити якість природного газу можна фізико-хімічними показниками, а також за допомогою хроматографів, гігрометрів, газоаналізаторів. Параметри, за якими оцінюється якість природного газу, встановлені ГОСТ 5542-87 [3].

Якість природного газу – це відповідність значень його фізико-хімічних показників встановленим нормативними документами [4].

За фізико-хімічними показниками природні гази повинні відповідати вимогам та нормам, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати вимірювань фізико-хімічних показників природного газу

Найменування показника	Норма за ГОСТ 5542-87
1.Теплота згорання нижча, МДж/ м ³ ккал/м ³ , при 20°С, 101,325 кПа не менше	31,8 (7600)
2. Межа значень числа Воббе (вищого), МДж/м ³ (ккал/м ³)	41.2-54.5 (9850-13000)
3. Вміст сірководню, г/м ³ , не більше	0,02
4. Вміст меркаптанової сірки, г/м ³ , не більше	0,036
5. Об'ємна доля кисню, %, не більше	1,0
6. Вміст механічних домішок в 1м ³ , г, не більше	0,001
7. Інтенсивність запаху газу, бали, не менше	3

Теплота згорання – це кількість тепла, що виділяється при повному згоранні 1 м³ газу. Вимірюється теплота згорання в ккал/м³, кДж/м³ газу. Теплота згорання при якій враховується витрачений тепло на конденсацію водяної пари, що знаходяться в димових газах – називається вищою, і навпаки, нижчої – при якій це тепло в розрахунок не береться. У розрахунках в основному користуються нижчою теплотою згорання палива, з причини високої температури відхідних газів в паливоживельних пристроях в порівнянні з температурою, при якій здійснюється конденсація водяної пари.

Число Воббе газоподібного палива (вища) – це відношення об'ємної (відповідно, вищої) теплоти згорання до кореню квадратного з відносної щільності газоподібного палива (тобто з відношення його щільності до щільності повітря при стандартних умовах) [5]:

$$W_{ог} = \frac{Q_B^p}{\sqrt{\rho_{г} / \rho_{в}}}, \text{ МДж/м}^3.$$

Газова хроматографія – різновид хроматографії, метод поділу летючих компонентів, при якому рухомою фазою служить інертний газ (газ-носії), що протікає через нерухому фазу з великою поверхнею [2]. В якості рухомої фази використовують

водень, гелій, азот, аргон, вуглекислий газ. Газ-носії не реагують з нерухою фазою і поділюваними речовинами.

Розрізняють газо- твердофазного і газо- рідинну хроматографію. У першому випадку нерухою фазою є твердий носій (вугілля, оксид алюмінію), у другому – рідина, нанесена на поверхню інертного носія.

Цей метод можна використовувати для аналізу газоподібних, рідких і твердих речовин з молекулярною масою менше 400, які повинні відповідати певним вимогам, головні з яких – летючість, термостабільність, інертність, легкість отримання. Цим вимогам в повній мірі задовольняють, як правило, органічні речовини, тому газову хроматографію широко використовують як серійний метод аналізу органічних сполук.

Гігрометри – призначені для визначення температури початку утворення рідкої (**температури точки роси**) і твердої фази (гідрати, лід) компонентів досліджуваного газу. Дані вимірювачі здатні вирішити весь комплекс завдань з контролю фазового стану компонентів досліджуваного газу в діапазоні тисків 0,1...250 кг/см² і діапазоні температур фазових переходів -45...30 °С.

В якості досліджуваного газу можуть бути використані природний, попутний і інші (неагресивні) гази, що знаходяться під тиском.

Об'ємні хімічні газоаналізатори є найбільш поширеними приладами механічного типу. Про зміст в них визначається компонента судять по зміні обсягу газової суміші внаслідок виборчого поглинання, каталітичного окислення або спалювання визначається компонента. Оскільки для виборчого видалення визначених компонентів використовуються хімічні реакції, прилади часто називають об'ємними хімічними газоаналізаторами. З їх допомогою можна провести вимірювання концентрації в суміші газів наступних компонентів: діоксиду вуглецю, сірководню, діоксиду сірки (сума кислих парів і газів), кисню, оксиду вуглецю, водню, ненасичених і граничних вуглеводнів, азоту.

Висновки. Неухильне зростання світових цін на природний газ ставить підвищені вимоги до його якості як енергоносія та до методики визначення його теплотворної здатності. Однак, незважаючи на високу енергетичну та хімічну цінність ПГ, сьогодні в Україні не вироблений систематизований підхід до оцінювання його якості.

Перелік посилань

1. Мотало А. Теоретичні та практичні задачі кваліметрії природного газу/ Стадник Б., Мотало А., Мотало В., Петровська І. // Вимірювальна техніка та метрологія, 2005. – Вип. 65. – С. 81-86.
2. Мотало А. Оцінювання якості природного газу за його теплотворною здатністю/ Мотало А. // Вимірювальна техніка та метрологія, 2007. – Вип. 67. – С. 92 -100.
3. ДСТУ 2925- 94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
4. ГОСТ 5542-87. Газы горючие для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия.
5. Мотало А. Система оцінювання відповідності природного газу/ Стадник Б., Мотало В., Мотало А // Стандартизація, сертифікація, якість. - 2008. - №4. - С. 26-31.

Рись О.Г. студентка гр. **МВ-10-1**

Науковий керівник: Глухова Н.В. к.т.н., доцент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальних технологій

(Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, м. Дніпропетровськ, Україна)

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ СТАНУ ЛЮДИНИ ПРИ ФІЗИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Організм кожної людини – це комплекс складних біологічних систем, які тісно пов'язані між собою. Сучасне життя немислиме без виняткових фізичних навантажень, які становлять небезпеку для життя і здоров'я людини та супроводжується розвитком функціональних змін в організмі. Будь-які навантаження вимагають постійного оперативного контролю над змінами в стані організму. До найбільш доступних об'єктивних параметрів контролю за організмом при фізичному навантаженні належать – зміна температури тіла; частоти серцевих скорочень; вимірювання артеріального тиску [1].

Такий контроль неможливий без застосування спеціальних діагностичних приладів та систем, які допомагають одразу виміряти декілька показників і які формуються із більш ніж одного приладу вимірювання. Питання розробки систем контролю за станом людини є актуальними.

Ведеться розробка системи телебіометричного моніторингу контролю стану людини при фізичному навантаженні (рис.1). Для цього потрібно помістити на тілі людини мініатюрні приймачі сигналів організму, які через систему мобільного зв'язку будуть поступати, накопичуватися і аналізуватися в індивідуальній базі даних клієнта.



Рисунок 1 – Система телебіометричного моніторингу контролю стану людини

Практично вся необхідна технологія для уловлювання сигналів організму вже є. Це електричні, магнітні, механічні, мікрохвильові, акустичні, оптичні та ін. сигнали серця, мозку, внутрішніх органів, шкіри та ін. Все це безперервно реєструється за допомогою мініатюрних носіїв датчиків-приймачів.

При проведенні моніторингу реєстратор системи неперервно реєструє сигнал з шести грудних відведень електрокардіограми (ЕКГ), температуру, тиск та пульсограму з пальця. З датчиків переноситься інформація на мініатюрний мікропроцесор для попередньої обробки та перетворення сигналів для передачі по радіоканалу (по мобільному зв'язку, через WI-FI, BlueTooth) в колектор. Тобто модулі з датчиками пов'язані з процесорним модулем за допомогою бездротового зв'язку. Цей зв'язок має бути надійним, завадостійким і споживати малу кількість енергії.

Зібрані з датчиків показники передаються в процесорний модуль, який включає в себе: процесор; пам'ять; модуль бездротового зв'язку; роз'єм під SIM-карту стандарту GSM; динамік і мікрофон; GPS-приймач.

Поступаючи по бездротовому зв'язку дані обробляються, аналізуються і зберігаються в пам'яті. Пристрій має індикатори для сигналізації про значні відхилення показників здоров'я від нормальних значень. У разі відхилення останніх від норми проводиться комплексний аналіз життєво важливих показників і обов'язкове сповіщення пацієнта.

Якщо спостерігається відхилення декількох параметрів, то проводиться оповіщення пацієнта про виявлені відхилення, а за допомогою вбудованої в пристрій SIM-карти відбувається зв'язок з оператором центру реагування (для спілкування з оператором в пристрій вбудовані мікрофон і динамік). При неможливості встановити GSM-з'єднання, пристрій намагається встановити зв'язок з response-центром за допомогою стаціонарного модуля.

Вибір давачів

Перш за все, необхідно вибрати відповідні типи сенсорів, які повинен підтримувати пристрій. Для даної системи було обрано такі типи сенсорів:

1. Електроди для зняття електрокардіограми (ЕКГ). ЕКГ надає різну інформацію про стан серця. Аналіз цієї інформації в діалоговому режимі може допомогти зауважити початок небезпечних ситуацій для контрольованих осіб [2].

2. Дводіапазонний оптичний сенсор пульсометра. Здійснюючи вимірювання в червоному та інфрачервоному світлових діапазонах, можна визначити рівень насичення крові киснем, що дозволяє отримати важливу інформацію відносно дихальної активності, визначити перехід людини в стан сну чи втрату свідомості. Сенсор пульсометра розміщується на пальці руки або на вусі.

3. Інфрачервоний давач термометра. Сенсор термометра поміщаємо у вушну раковину і через секунду бачимо результат.

4. Давачі тиску сімейства Senseon фірми Motorola (таблиця 1) з використанням монолітного кремнієвого п'єзорезистора. Ці давачі вибирають виробники медичного обладнання по всьому світу. Вони довговічні, точні і надійні. Сенсори з високим повним вхідним опором (зазвичай 10 кОм), що робить їх незамінними у переносних пристроях, що працюють на акумуляторах та що вимагають точного визначення тиску при малому споживанні енергії.

Таблиця 1

Давачі тиску сімейства Senseon фірми Motorola

Серія	Максимальний рівень тиску, кПа	Допустиме відхилення, мВ	Чутливість, мВ / кПа	Лінійність % від повного діапазону	
				min	max
MPX2300DT1	40	0.75	5.0	-2.0	2.0
MPX10D	10	1.2	3.5	-1.0	1.0
MPX7050D	50	1.0	0.8	-0.25	0.25

Діапазон робочих температур всіх медичних давачів, які використані в цій системі +15°C ...+45°C.

Висновок. Телебіометричний моніторинг контролю стану людини при фізичному навантаженні дуже важливий. Головну увагу при розробці системи зосереджено на повторному використанні компонентів системи, оскільки один пристрій повинен підтримувати декілька типів сенсорів та різних режимів роботи.

Перелік посилань

1. Булич Э.Г. Здоровье человека. Биологическая основа жизнедеятельности и двигательной активности в ее стимуляции. / Э.Г. Булич.– К.: Олимпийская литература, 2003. – 424с.
2. Кромвелл М. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения: пер. с англ./Л.Кромвелл, М.Ардитти и др.; Пер. под ред. Р.И Утямышева. –М.: Радио и связь, 1981. –344 с.,ил.

Хвезевич А.В. студентка гр. МВ-10-1

Научный руководитель: Тарасенко В.Г., к.т.н., доцент кафедры метрологии и информационно-измерительных технологий

(Государственное ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепропетровск, Украина)

СИСТЕМА УЧЁТА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС

Множество АЗС, функционирующих сегодня, используют автоматизированные системы измерения и учета нефтепродуктов, другие – таковых не имеют, применяя неавтоматизированные методы учета [1]. При использовании автоматизированных систем погрешность измерений меньше, чем при расчётах вручную.

Существует множество автоматизированных систем, мы рассмотрим как работает система АССОЛЬ-М [2].

"АССОЛЬ-М" - комплекс средств автоматизации отпуска и коммерческого учета нефтепродуктов и товаров на АЗС.

Комплекс предназначен для использования на АЗС и обеспечивает автоматизированное управление торговлей нефтепродуктами, товарами и услугами.

Комплекс позволяет организовать:

- автоматизацию технологических процессов налива и учета нефтепродуктов и товаров;
- ведение товарно-денежного баланса;
- предоставление данных о расходе нефтепродуктов по массе;
- реализацию различных программ повышения лояльности клиентов; проведение товарно-денежных расчетов с использованием банковских и топливных карт;
- оптимизацию процесса заказа и инвентаризации товаров;
- формирование отчетной документации за смену, период времени;
- ведение удаленного мониторинга резервуарного парка;
- получение и консолидацию информации в сетевом офисе компании.

Для измерения и контроля параметров нефтепродуктов в резервуарах применяются системы измерительные "СТРУНА", "ИГЛА", «Гамма», "ПМП-200" и др. Данные систем измерения используются для ведения товарного баланса по массе, формирования сменного отчета и контроля несанкционированного приема (слива) НП.

Сравним три измерительные системы: СТРУНА, ИГЛА и Гамма (табл. 1).

Таблица 1

	Назначение	Область применения
Струна	Системы измерительные "СТРУНА" предназначены для измерения уровня, температуры, плотности, давления, массы, вычисления объёма светлых нефтепродуктов и сжиженного газа (СУГ) в одностенных и двустенных резервуарах, сигнализации наличия и измерения уровня подтоварной воды, повышения пожарной и экологической безопасности.	Применяются для автоматизации процессов учета нефтепродуктов на АЗС, АГЗС, нефтебазах (НБ), предприятиях пищевой и химической промышленности. Системы могут применяться на предприятиях пищевой и химической промышленности, а также в качестве эталонных средств измерений II разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений уровня жидкости по

		ГОСТ 8.477-82 при градуировке резервуаров.
Игла	Системы измерительные ИГЛА - выполняют измерение уровня нефтепродуктов, уровня подтоварной воды в резервуарах, температуры и плотности нефтепродуктов, обеспечивают вычисление объема и массы светлых нефтепродуктов.	Системы измерительные ИГЛА используются на горизонтальных и вертикальных резервуарах (АЗС и нефтебазах), а также может устанавливаться на передвижных емкостях (автоцистернах, танкерах и пр.) .
Гамма	Система ГАММА предназначена для измерения уровня, плотности, температуры светлых нефтепродуктов (далее НП), уровня, температуры сжиженных газов (далее СГ), а также уровня подтоварной воды для НП и СГ в резервуарах с последующим расчетом их массы при учетно-расчетных и технологических операциях.	Нефтебазы, нефтехранилища, автозаправочные станции, газонаполнительные станции, автогазозаправочные станции.

Таблица 2

Основные технические характеристики

	Диапазон измерения уровня НП, м	Диапазон измерения уровня ПТВ, мм	Диапазон измерения плотности, кг/м ³	Диапазон температуры, °С	Пределы абсолютной основной погрешности измерения плотности, кг/м ³	Пределы абсолютной основной погрешности измерения уровня ПТВ, мм
Струна	0,01-40	80-300	690-880	-40 +55	±1,0	±1,0
Игла	0,05-20	25-250	680-880	-40 +50	±1,5	±2,0
Гамма	0,01-20	10-135	600-1000	-40 +50	±1,5	±2,0

Вывод: Сравнив технические характеристики измерительных систем видно, что СИ «СТРУНА» лучше по всем параметрам. Погрешность измерения плотности ±1,0, а в остальных ±1,5, а от этого соответственно и зависит погрешность массы. Но СИ «ИГЛА» имеет преимущество в простоте конструкции, эксплуатации и обслуживании; имеет емкостной принцип измерения, универсальный датчик плотности и не имеет движущихся поплавков.

Перечень ссылок

1. ГОСТ 8.477-82 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений уровня жидкости. М.: Издательство стандартов.- 1984г.
2. "АССОЛЬ-М" - Комплекс средств автоматизации отпуска и коммерческого учета нефтепродуктов и товаров на АЗС: <http://www.saon-systema.ru/narpdeyat/azc.html>

Чулкова О.О. студентка гр. МВ-10-1

Науковий керівник: Глухова Н.В., к.т.н., доцент кафедри МІВТ

(Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, м. Дніпропетровськ, Україна)

Система контролю забруднення шахтних вод

У процесі видобутку, збагачення та переробки корисних копалин на гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК) утворюється значна кількість шахтних і підотвальних вод, забруднених важкими металами та сульфатами, що чинять негативний вплив на природні води.

Для контролю якості шахтних і ґрунтових вод використовуються системи контролю, які розташовані у локальних та районних гідрогеологічних мережах, що представлені свердловинами, стовбурами, колодязями, джерелами, виходами шахтної та змішаної води. Для контролю забруднення шахтними водами водотоків, водойм, малих і середніх річок в межах кордонів гірничих відводів та прилеглих до них площ експлуатується гідрологічна мережа [1].

Система контролю якості (автоматизована) включає в себе витратомір, програмований логічний контролер, пробовідбірник (автоматичний) і фізико-хімічні датчики.

Система контролю (автоматизована) функціонує наступним чином. Ультразвуковий витратомір і фізико-хімічні датчики передають дані про обсяг скидання води і про зміну якості води на програмований логічний контролер. Сигнал передається на пробовідбірник і на пульт оператора для того, щоб взяти пробу в тому випадку, коли вимірювані параметри вийшли за межі аварійних установок, які закладені в програмований логічний контролер. Додатковий сигнал про факт скидання і набору проби може приходити SMS-повідомленням або будь-яким іншим способом.

Відмінною рисою даних систем контролю якості води, а також систем водоочищення та водопідготовки є можливість дистанційного й автоматичного керування, при цьому втручання людського часу – мінімізовано [2].

Поточні (online) аналізатори серії ОРА 2000 і SA 9000 виробництва фірми SKALAR - це надійне метрологічне обладнання, що дозволяє в автоматичному режимі аналізувати у воді більшість хімічних домішок на рівні гранично допустимої концентрації (ГДК).

У приладах використовується фотометричний принцип вимірювання із застосуванням селективних зафарблюючих реагентів, за рахунок чого досягається висока точність визначення і низькі межі виявлення цільових компонентів.

У фотометричних методах використовують виборче поглинання світла молекулами аналізованої речовини. Відповідно до квантової механіки світло являє собою потік часток, названих квантами чи фотонами. Енергія кожного кванта визначається довжиною хвилі випромінювання. У результаті поглинання випромінювання молекула поглинаючої речовини переходить з основного стану з мінімальною енергією E_1 у більш високий енергетичний стан E_2 . Електронні переходи, викликані поглинанням строго визначених квантів світлової енергії, характеризуються наявністю строго визначених смуг поглинання в електронних спектрах поглинаючих молекул. Причому поглинання світла відбувається тільки в тому випадку, коли енергія кванта, що поглинається, збігається з різницею енергій ΔE між квантовими енергетичними рівнями в кінцевому (E_2) і початковому (E_1) станах поглинаючої молекули:

$$h \cdot \nu = \Delta E = E_2 - E_1,$$

де h – постійна Планка ($h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с); ν – частота випромінювання, що

поглинається і яка визначається енергією поглиненого кванта і виражається відношенням швидкості поширення випромінювання (c) до довжини хвилі (λ).

У залежності від використовуваної апаратури у фотометричному аналізі розрізняють спектрофотометричний метод – аналіз по поглинанню монохроматичного світла і фотоколориметричний – аналіз по поглинанню поліхроматичного (немонохроматичного) світла у видимій області спектра. Обидва методи засновані на пропорційній залежності між світлопоглинанням і концентрацією поглинаючої речовини [3].

Аналізатори SKALAR можуть бути ефективно використані для контролю технологічних процесів, для моніторингу складу рідких викидів, в системах водопідготовки, в очисних спорудах і на підприємствах, де потрібен контроль вмісту домішок у воді.

Основні компоненти, що визначаються: жорсткість, лужність, карбонати, кольоровість, важкі метали, феноли, пероксиди, спирти, формальдегіди, сірководень, діоксид сірки, ціаніди, хлор та інші [4].

Таблиця 1.

Технічні характеристики поточних аналізаторів води

	OPA 2000	SA 9000	SA 9200
Метод вимірювання:	спектрофотометрія (340 - 1100 нм) із застосуванням реагентів		
Кількість каналів вимірювання	1-4	1-2	1-2
Час відгуку:	4-15 хв	4-15 хв	4-15 хв
Похибка:	±5%	±1,5%	±1%
Інтерфейси (Outputs):	4 x 4-20 mA, 1 x RS232, 2 x USB	8 x 4-20 mA, 1 x RS232	8 x 4-20 mA, 1 x RS232
Корпус:	Полікарбонат (IP54)	Сталь (IP54)	Сталь (IP54)
Споживна потужність:	400-600 Вт	200-500 Вт	200-500 Вт
Вологість:	5-95%	5-95%	5-95%
Робоча температура:	+5 ⁰ C...+ 50 ⁰ C	+5 ⁰ C...+ 50 ⁰ C	+5 ⁰ C...+ 50 ⁰ C

Висновки. Окрім переваг кількісного вирішення завдань водообробки, автоматизовані системи контролю дозволяють досить широко прогнозувати зміни факторів, що впливають на техніку очищення води, і тим самим передбачати найбільш своєчасні напрямки її розвитку.

Перелік посилань

1. Кречетова Е.А. Экологические последствия ликвидации угольных шахт восточного Донбасса [електронний ресурс].- Режим доступу: <http://vestnik.msmu.ru/files/2/20111125142740.pdf>.
 2. Системы контроля качества воды необходимы для соблюдения санитарных норм: [електронний ресурс].- Режим доступу: http://www.bwt.ru/useful-info/?ELEMENT_ID=997.
 3. Фотометричні методи аналізу: [електронний ресурс].- Режим доступу: http://www.0zd.ru/fizika_i_energetika/fotometrichni_metodi_analizu.html.
- Поточные анализаторы SKALAR для контроля воды: [електронний ресурс].- Режим доступу: <http://imc-systems.ru/category/Oborudovanie-dlja-kontrolja-vodi/Potochnie-analizatori-SKALAR-dlja-kontrolja-vodi.html>.

Шнурко К.І. студентка гр.МВ-13м

Науковий керівник: Долга О.Ю., асистент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальних технологій

(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ, Україна)

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ЖИРУ В МОЛОЦІ

Молоко – один із найцінніших продуктів харчування людини. Роль молока як повноцінного харчового продукту у підтриманні процесів життєдіяльності організму добре відома. Особливу цінність представляють жири молока, які є важливим джерелом ряду вітамінів і містять ненасичені жирні кислоти, які сприяють виведенню холестерину з організму. Відповідно до ДСТУ 3662-97 масова частка жиру питного молока має бути у межах 1,0-6,0 % [1]. Усі методи визначення жиру в молоці поділяють на хімічні та фізичні.

Хімічні є прямими методами, тому що застосовані на безпосередньому виділенні із проби молока і вимір його кількості за об'ємом чи масою; фізичні – є більш опосередкованими методами, оскільки використовуються у дослідженнях деякі фізичні властивості. Класифікація методів визначення жиру в молоці подано в таблиці 1 [2].

Таблиця 1

Класифікація методів визначення жиру в молоці

Хімічні методи	Фізичні методи
Метод Розе-Готліба	Звукові
Метод Гербера	Електричні
Метод Бабкова	Спектральні
Метод ТС-СА	Світлові
Метод Ліндстрема	

Ультразвуковий метод дослідження ґрунтується на зміні вимірювання швидкостей ультразвукових коливань в залежності від масових частин жиру та сухого знежиреного молочного залишку – СЗМЗ (сухого знежиреного молочного залишку), в молоці при різних температурах проби. При вимірюванні показників практично не вимагається спеціальної підготовки проби (крім нагрівання в приладі), на результати вимірювань не впливають розміри жирових кульок, а після аналізу проба придатна для подальшого використання.

Електричні методи – принцип дії цих приладів заснований на використанні диелектричних або кондуктометричних методів вимірювання. Перший метод використовує залежність діелектричної проникливості молока від вмісту в ньому жиру; другий – різницю в електропровідності жиру і плазми молока.

Методи Гербера і Розе-Готліба – це класичні методи визначення масової частки жиру, методи основані на виділенні жиру з молока і молочних продуктів під дією концентрованої сірчаної кислоти і ізоамілового спирту з наступним центрифугування і виміром об'єму виділеного жиру в градуйованій частині жироміру.

Спектральні або оптичні методи: інфрачервона спектроскопія – це метод аналізу хімічних сполук, при якому поглинається енергія в межах інфрачервоного випромінювання (теплове випромінювання).

Світлові методи мають світлове розповсюдження і використовують такі прилади: фотометричні, нефелометричні і флуоресцентні. Теоретичною основою фотометричних приладів є закон Бугера-Ламберта-Бера. Він відображає залежність між поглинаючою

властивістю аналізуючого розчину, його концентрацією і товщиною шару, який просвічується. Однозначна залежність оптичної густини від жирності молока можлива при дотриманні наступних вимог: світло розсіюється лише жировими кульками; зв'язане розсіювання світла жировими кульками відсутнє; жирові кульки мають однаковий розмір або настільки малі, що інтенсивність розсіяного світла підпорядковується закону Релея; товщина шару молока, що аналізується, і його температура не змінюється. Нефелометричний метод залежить від величини розсіяного світлового потоку від жирності молока. Флуоресцентний метод заснований на вимірюванні інтенсивності флуоресценції жирової фази молока при опроміненні їх світлом, при цьому пробу обробляють спеціальним барвником.

Гравіметричний метод – призначений для державних випробувань приладів, основа методу полягає у екстрагуванні жиру з аміачно-спиртового розчину молока діетиловим та петролецевим ефірами, випаровуванні розчинників та визначенні маси залишку жиру [4].

Всі вище перелічені методи визначення жиру мають істотні недоліки: тривалість визначення, використання дорогих реактивів, підвищена небезпека для обслуговуючого персоналу. Розроблений в останні роки аналізатор жиру Лактан-Ж позбавлений цих недоліків. Прилад призначений для вимірювання масової частки жиру в збірному натуральному молоці. Жиромір є швидкодіючим приладом, що дозволяє визначати масову частку жиру в молоці без використання хімічних реактивів і громіздкого обладнання [3].

За допомогою розглянутих методів можна визначити масову частку жиру в молоці, але у зв'язку з недоліками, які мають ці методи: тривалість визначення, використання дорогих реактивів, підвищена небезпека для обслуговуючого персоналу, було розглянуто аналізатор жиру Лактан-Ж позбавлений цих недоліків.

Перелік посилань

1. ДСТУ 3662-97. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі.
2. Титов С.С. Товарознавство споживчих товарів. Теоретичні основи: Підручник для вузів. М.: Видавництво НОРМА, – 2003. – 150 с.
3. Науково-виробниче об'єднання «Техноком» [Електронний ресурс]: аналізатор жиру «Лактан-Ж». – Режим доступу: <http://www.tehno.com/product.phtml?uid=B00120033926>.
4. Обладнання для ветеринарії «Мастерс» [Електронний ресурс]: методи визначення жиру, 2009. - <http://masters.donntu.edu.ua/2004/kita/romaschenko/library/kol3.htm>