

СЕКЦІЯ 8
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

УДК 332.83

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ДИРЕКТИВИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ КОМІСІЇ ЩОДО
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ (EPBD)

Карпаш М. О., Долішнін С. В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

E-mail: mkarpash@hotmail.com, mukutun1993@mail.ru

Питання раціонального використання енергетичних ресурсів в Україні за умов значного зростання тарифів на електроенергію та паливні ресурси набули актуальності на загальнодержавному рівні. Для галузі житлового будівництва цим зумовлена гостра необхідність у чіткому визначенні й застосуванні архітектурно-конструктивних рішень з метою заощадження енергії. На даний час будинки всіх типів є найбільшими споживачами енергії (близько 30 - 40%). По оцінкам як вітчизняних, так і закордонних експертів, потенціал економії електроенергії в будинках і спорудах складає до 30 – 40 %, а теплової енергії – близько 50%.

Виконаний нами аналіз першоджерел, зокрема [1], свідчить, що "споживання" теплової енергії будівлею, а також відповідно її потенціал енергозбереження (в дужках) мають наступний розподіл: зовнішні стіни – 30 % (потенціал 50 %); вікна – 35 % (50 %); вентиляція – 15 % (50 %); гаряча вода – 10 % (30 %); дах, підлога – 8 % (50 %); трубопроводи, арматура – 2 % (5 %).

На сьогодні в Україні недостатньо поширені методики і рекомендації до проектування житлових будівель із врахуванням принципів архітектурно-конструктивного енергозаощадження, що є предметом даного дослідження.

Враховуючи директиву країн ЄС щодо енергетичного виконання будівель розрахунки для такого виконання слід виконувати на підставі методології, що на регіональному рівні може бути диференційованою. Це, окрім термоізоляції, включає ще і інші фактори, які відіграють щораз важливішу роль, як-от, обладнання для опалення і кондиціонування повітря, застосування поновлюваних джерел енергії та планування будівлі. Комплексний підхід до даного процесу, зреалізований кваліфікованими і/або акредитованими експертами, чия незацікавленість повинна бути гарантована за об'єктивними критеріями, сприятиме зусиллям Країн-членів, спрямованим на енергоощадність будівель, а для майбутніх власників або користувачів забезпечить на ринку майна прозорість енергетичного виконання.

Таким чином, оптимальна енергоефективність досягається не так нормуванням теплозахисних характеристик конструкцій чи вибором до цього

енергетичного обладнання, а якісним фінансовим обґрунтуванням проекту як системи архітектурно-конструктивних, технологічних та інженерних рішень, частиною яких є рішення з енергоспоживання.

Ключові слова: енергетичні ресурси, енергозбереження, директиви, енергоспоживання, енергоефективність, економічний розвиток.

Література

1. Дзядикевич Ю. В. Енергетичний менеджмент / Ю. В. Дзядикевич, М. В. Буряк, Р. І. Розум. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. – 295 с.

УДК 697.1:699.86:536.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цих В. С.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

E-mail: tvsvitalik@gmail.com

Для підвищення енергетичної ефективності будівель та споруд на сьогодні використовують різні підходи та методики. Одним із найбільш поширених енергоефективних рішень є теплоізоляція непрозорих огорожувальних конструкцій з метою зменшення теплових втрат. Найчастіше серед теплоізоляційних матеріалів використовують листи з пінополістиролу чи мінеральної вати. Однак такі матеріали можуть мати недоліки з точки зору екологічності та пожежної безпеки. На даний час також існує значна кількість інших органічних та неорганічних матеріалів, які можуть використовуватися як теплоізоляційні, до яких слід віднести матеріали, виготовлені на основі мілководокнистих компонентів, мінералізаторів, смол на синтетичній основі, відходів деревини і т. ін.

Слід також відмітити, що теплоізоляція будівель досить часто не в повній мірі вирішує проблеми збереження тепла приміщень, а також створення оптимальних кліматичних умов в будівлях. Це може бути пов'язано із особливістю огорожувальних конструкцій та безпосередньо теплоізоляційних матеріалів, теплофізичні показники яких можуть бути неоднаковими і змінюватися під дією різних зовнішніх чинників.

З метою оцінювання ефективності використання тих чи інших теплоізоляційних матеріалів виникає потреба в дослідженні теплової стійкості будівель, визначенні теплового балансу із врахуванням розподілу температур в різних точках огорожувальних конструкцій (з утепленням та без нього), а також отриманні залежностей зміни теплофізичних характеристик під дією сторонніх факторів та їх впливу на загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку.

Крім того, враховуючи той факт, що під дією вологи ефективність викори-

стання теплоізоляції може суттєво знижуватися, виникає потреба у використанні додаткових гідроізоляційних матеріалів.

Таким чином, із сказаного вище можна зробити висновок щодо необхідності детального дослідження основних матеріалів з низькою теплопровідністю із врахуванням їх основних теплофізичних характеристик, з метою використання таких матеріалів для теплоізоляції огорожувальних конструкцій. Оптимальне поєднання кількох матеріалів повинне забезпечувати не тільки підвищення теплотехнічних показників будівель, а і бути максимально екологічним, безпечним та стійким до зовнішніх впливових чинників.

Ключові слова: теплоізоляція, енергетична ефективність, енергозбереження, теплофізичні характеристики, зовнішні чинники.

UDK 620.92

IMPROVEMENT POWER RESOURCES INDEXES FOR EFFECTIVE MINI-THERMO-ELECTRO STATION WICH USED ON BIOMASS

Skrypnyk V. V., Kisil T. Ju., Trembovetskaya R. V., Tychkov V. V.

Cherkassy state technological university, Cherkassy, Ukraine

E-mail: skripnik07@gmail.com, kisilman@mail.ru, rustsurr@mail.ru, tvvpanda@ukr.net

With the industry development, housings complexes building, a requirement is increased in power resources, building of mini-thermo-electro station (TES), increase of energy consumption and energy-savings efficiency. By the considerable factor of economy increase - there is development of a heating system introduction.

The main advantage of mini-TES is high efficiency at the joint production of energy (cogeneration). There is a level of thermal power equipment development production in the thermal chart of mini-TES, allows usefully to use an over 90% fuel energy. For example, for a production 100 kW to electric energy and 100 kW to thermal energy on gas-piston mini-TES and during a separate generation, electric efficiency averages 38%, thermal 57%, and then the coefficient of the fuel use is evened 95%. During a separate generation (accepting efficiency caldron 92%) efficiency will be evened 65%.

The principle and conformity to law of mini-TES building in a direct closeness to the user has a row of advantages (as compared to big TES) is absence of charges on building of dear and dangerous high-voltage lines of electricity transmissions (LET); minimization of losses at the energy transmission. By a considerable factor, that allows substantially to promote efficiency of the mini-TES use on the base of gas turbines and steam-turbine unit with backpressure there is reduction of electric power losses in electric networks. Heating boiler rooms or mini-TES, that them it is substituted for, in itself appear the users of electric power. Yes, for heating boiler rooms – 20 - 25% electric power which is produced, will be consumed by network pumps for vacation of heat to the users during work of TES (this size can arrive at even 35%). All this part of mine-out electric power can be consumed on generator

tension without the losses of energy in electric networks. For mini-TES on the base of the gas-turbine setting part of electric power which goes to pumping over of network water will be lower and 9 - 12% will make from mine-out electric power [1].

Thus, the mini-TES use which work only on a thermal consumption allows considerably shortening losses in networks and getting the additional economy of fuel due to it.

Keywords: biomasses, mini-TES, biofuel, energy consumption, energy-savings, gas-turbine settings.

Literature

1. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник // За ред. Г. Гелетука. - К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 72 с.

УДК 621.18

СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ НА РИНКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Миндюк В. Д., Кривецька І. Д.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

E-mail: tinlaven@gmail.com; iryinka.kryvetska@gmail.com

Зростання вартості паливно-енергетичних ресурсів зумовлює потребу впровадження енергоощадних технологій та зменшення затрат на теплопостачання. Централізовані системи опалення, частка яких на ринку теплопостачання України становить 80%, характеризуються наявністю застарілих котелень і тепломереж, що вимагають величезних одноразових затрат для їх оновлення. Однією з причин низького енергетичного ККД існуючих систем теплопостачання є низька надійність транспортування теплової енергії.

Ефективною альтернативою централізованим системам є індивідуальні системи опалення окремих квартир та модульні дахові котельні. Основними їх перевагами є суттєве зменшення втрат тепла за рахунок відсутності протяжних теплотрас та використання сучасної котельної апаратури з більш високими енергетичними показниками. Однак для їх застосування є проблеми з пропускною спроможністю газопроводів, розбалансуванням існуючих будинкових систем опалення, зменшення споживання газу не відбувається, натомість мешканці окремих квартир стають заручниками складного газового обладнання у випадку використання систем індивідуального опалення[1].

Дахова котельня є вигідною і ефективною лише тоді, коли оплата за спожите тепло здійснюється однією особою чи організацією. Оскільки споживачів є декілька, то виникає можливість різниці в оплаті і постраждання споживачів, які є сумлінними платниками [2].

Оскільки в літературі відсутні дані по теоретичному і експериментальному

обґрунтуванню застосування систем індивідуального теплопостачання, то теоретичне і експериментальне вивчення і підтвердження енергоефективності будинкових дахових котелень порівняно з іншими системами опалення є надзвичайно актуальним.

Ключові слова: теплопостачання, системи опалення, втрати, дахові котельні, енергоефективність.

Література

- 1 Івса О. Дослідження енергоефективності і конкурентоздатності дахових котелень на ринку теплопостачання / IV Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ". – Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя. – 2011. – С. 246.
- 2 Матросов Ю. А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения / Ю. А. Матросов. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.

УДК 620.9

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ КОМБІНОВАНОГО ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ПАРОКРАПЕЛЬНИХ НАГРІВАЧІВ

Ващишак І. Р., Ващишак С. П., Онуфрак Х. З.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

E-mail: savchyn.ira@gmail.com

Питання підвищення енергоефективності будівель стає особливо актуальним в опалювальний період, коли виникає гостра потреба забезпечення комфортних умов проживання та праці людей при мінімальних витратах енергоносіїв. Шляхами підвищення рівня енергоефективності приміщень є застосування сучасних технологій і матеріалів при проектуванні їх системи опалення.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю створення енергоефективних систем опалення в умовах стрімкого підвищення цін на енергоносії. Метою роботи є обґрунтування вибору системи комбінованого опалення з використанням парокрапельних нагрівачів як найбільш енергоефективної з існуючих опалювальних систем та такої, що створює комфорт у приміщенні при мінімальних температурах.

Парокрапельні нагрівачі пропонується виготовлювати у круглих герметичних алюмінієвих корпусах з профільованими ребрами, а нагрівати потужними напівпровідниковими елементами.

Запропонована енергоефективна система комбінованого опалення містить вертикальні стінові алюмінієві парокрапельні нагрівачі з профільованими ребрами, розміщені під вікнами та горизонтальні мідні парокрапельні нагрівачі в алюмінієвих коробах зі щілинами, розміщені вздовж стін приміщення замість плінтусів. Ефективність плінтусного опалення зумовлена “ефектом Коанда”, який полягає в тому, що потік теплого повітря, витікаючи з вузької щілини, розміщеної біля стіни, “прилипає” до стіни, передаючи їй теплову енергію.

Подальший рівномірний розподіл теплової енергії по приміщенню здійснюється вже від поверхонь стін, що створює комфортний мікроклімат.

Перевагами запропонованої системи опалення є: значна енергоефективність внаслідок застосування як нагрівальних елементів парокрапельних нагрівачів; економія теплоносія та електроенергії; висока надійність парокрапельних нагрівачів; мінімальна кількість конвективних потоків, що запобігає циркуляції пилу по приміщенню; рівномірний температурний розподіл у всьому об'ємі приміщення; запобігання виникнення грибка і плісняви внаслідок того, що підлога, стіни та стеля завжди теплі; порівняно низька вартість елементів системи опалення.

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, системи опалення, тепла трубка, парокрапельний нагрівач.

Література

1. Дан П. Д. Тепловые трубы [пер. с англ.] / П. Д. Дан, Д. А. Рей. – М.: Энергия, 1979. – 272 с.
2. Михаленко Т. Г. Подход к проектированию тепловой трубы вакуумированного солнечного коллектора / Т. Г. Михаленко, С. В. Губин // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – № 2 (89). – С. 78 – 82.

УДК 681.121

УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВУЗЛІВ ОБЛІКУ РІДИННИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ

Писарець Є. В., Писарець А. В.

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

E-mail: pisarets@ukr.net, anna.v@ukr.net

Невпинне зростання цін на рідинні енергоносії в Україні є однією з головних причин інтенсифікації впровадження приладів їх обліку (лічильників, витратомірів), особливо у житлово-комунальній сфері. Постачальники води ставлять перед собою завдання повністю охопити приладами обліку всіх споживачів. Як правило, саме постачальник визначає характеристики та тип приладу. Розповсюдженою методикою вибору лічильника є відповідність його номінального діаметра розміру трубопроводу на об'єкті. При цьому не враховується реальний діапазон витрати технологічної мережі, що призводить або до збільшення невизначеності вимірювання та невиправданих капіталовкладень, або до передчасного виходу приладу з ладу.

Обов'язковими елементами будь-якого вузла обліку рідинних енергоносіїв є запірний пристрій, фільтр, засіб вимірювання та зворотний клапан.

Найвідповідальнішою частиною такої системи реєстрації є прилад обліку, тому умови експлуатації вузла в цілому визначаються умовами експлуатації вимірювального перетворювача витрати.

Призначення та умови застосування витратомірів і лічильників рідинних енергоносіїв у сукупності дозволяють встановити номенклатуру характеристик вимірювача, достатню для означення його відповідності умовам експлуатації, які характеризуються низкою збурюючих факторів, що впливають на процес реє-

страції і порушують нормальну роботу приладу.

Умови експлуатації вузлів обліку рідинних енергоносіїв різняться наявністю факторів впливу, які можуть бути внутрішніми технологічними, зовнішніми механічними, енергетичними, кліматичними та конструктивними.

Нагальною потребою сьогодення постає формування структури вузла обліку відповідно до умов експлуатації, що має на меті мінімізацію втрат і недообліку води та отримання економічного ефекту завдяки подовженому терміну безперебійної роботи вимірювальних приладів.

Для цього пропонується багатокритеріальний підхід, що дозволяє враховувати: діапазон вимірювання; вимоги до точності; фізичні та гідродинамічні властивості вимірюваного середовища (густина, в'язкість, закручування потоку, розподіл швидкостей за перерізом потоку, пульсації витрати та тиску у потоці, газові та тверді включення у рідині, гідравлічні удари, параметри стану потоку); механічні вібрації та удари, акустичний шум; електромагнітні поля; теплові удари та потоки; параметри оточуючого середовища (температура, вологість, атмосферний тиск, опади, склад оточуючого середовища); необхідність виконання і вид додаткових функцій (здатність під'єднання до систем дистанційного зняття показань); вплив орієнтації приладу у просторі на точність вимірювання; тривалість міжповірного інтервалу; термін експлуатації та ін.

Ключові слова: рідинні енергоносії, вузол обліку, умови експлуатації.

УДК 681.121

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ CFD ТЕХНОЛОГІЙ В ВИТРАТОМЕТРІЇ

Гришанова І. А.

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

E-mail: irgryshanova@gmail.com

Сьогодні вимірювання витрати є важливою задачею у багатьох галузях народного господарства. Причому парк приладів, що використовуються для цього, постійно вдосконалюється за рахунок підвищення точності вимірювань, розширення діапазону вимірювань, оптимізації конструкції, зниження її собівартості, тощо. Для ефективного досягнення поставлених цілей останнім часом почали використовувати CFD технології, тобто технології обчислювальної гідродинаміки. Огляд і аналіз літературних джерел показує, що більшість досліджень в даному напрямі присвячена уточненню довжини прямолінійних ділянок на місці експлуатації витратомірів, впливу на них різних місцевих опорів, тобто дослідженню умов стабілізації потоку перед вимірювальною ділянкою. Однак не так багато досліджень присвячено взаємодії потоків з чутливими елементами приладів, що дало б можливість

побудувати розгорнуту математичну модель засобу вимірювання витрат, на основі якої вже оцінюються і покращуються метрологічні властивості цих приладів або перетворювачів за різних умов експлуатації. Тут дуже важливими аспектами є правильний вибір моделі потоку, побудова моделі вимірювального перетворювача витрати з урахуванням всіх важливих параметрів, а головне – оцінка кореляції результатів чисельних і натурних експериментів.

CFD технології не завжди дають абсолютне співвідношення між результатами симуляції і реальними результатами. Проблема розбіжності залежить від таких факторів, як неправильна постановка чисельного експерименту, занадто спрощена або навпаки детальна модель витратомірного процесу, неякісна сітка, неврахування певних факторів впливу та навіть банальна нестача ресурсів комп'ютера. В деяких випадках CFD технології дають можливість лише правильно визначити тренд пошуку оптимального варіанту, що вже є успіхом.

Сьогодні в галузі витратометрії великою популярністю користується середовище ANSYS, зокрема такі CFD модулі як FLUENT і CFX. Завдяки ним було зроблено успішні розрахунки ультразвукових, турбінних, вихрових витратомірів. Наприклад, для ультразвукових витратомірів оцінено похибку вимірювань з урахуванням температурної корекції, для турбінних – отримано умови розвантаження ротора, для вихрових – шляхи розширення діапазону вимірювання. Все це дало можливість вийти на оптимальні варіанти конструкцій даних витратомірів.

Ключові слова: ультразвуковий витратомір, турбінний витратомір, витратометрія, CFD, ANSYS FLUENT, ANSYS CFX.

УДК 681.121/532.57

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ ОБЛІКУ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ВОДИ У ВІДКРИТИХ КАНАЛАХ

Волинська Я. В.

ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, Україна

E-mail: jaravolynska@gmail.com

Сучасні технічні засоби обліку води у відкритих каналах реалізують опосередкований спосіб визначення миттєвої витрати та об'єму води і ґрунтуються на використанні градувальних залежностей між витратою води і гідравлічними характеристиками потоку, встановленими для конкретної гідротехнічної споруди (ГТС).

Градувальні характеристики ГТС носять індивідуальний характер, їх отримують на підставі багаторазових вимірювань витрати води русловим методом із подальшою прив'язкою її до рівня та напору. Русловий метод, або метод швидкість-площа, вимірювання витрати води полягає у визначенні швидкостей потоку води в окремих точках його живого перерізу, а також гли-

бин у фіксованому гідрометричному створі.

Визначення конкретного виду залежності між витратою води та характерними гідравлічними характеристиками потоку здійснюється шляхом проведення експериментальних досліджень з градування споруди, що дозволяє отримати аналітичну форму математичної залежності витратної характеристики, а також визначити величину похибки вимірювання витрати води.

Залежність об'ємної витрати від рівня заповнення каналу у водомірному лотку в загальному вигляді можна представити виразом:

$$Q = E \cdot C \sqrt{2g} \cdot b \cdot h^n,$$

де E – числовий множник, який залежить від форми горловини лотка; C – коефіцієнт, що враховує умови витікання, а саме вплив примежового шару, форму горловини, та енергетичні особливості потоку; b – ширина горловини лотка; h – напір рідини над дном лотка; n – показник ступеня, що залежить від форми горловини лотка.

Основним завданням при проектуванні (чи технічному переоснащенні) вузлів обліку води у відкритих мережах є підвищення точності вимірювання. Досягнення високих метрологічних характеристик можливе в першу чергу при використанні оптимальної конструкції ГТС, що дозволить із максимальною повнотою враховувати гідравлічні особливості каналу та режим витікання води. Для отримання максимально достовірних результатів при проведенні обліку витрати та об'єму води у відкритих каналах необхідно точно визначити геометричні параметри каналу та лотка, а також підібрати оптимальні значення коефіцієнтів, що входять у рівняння витрати.

Ключові слова: відкритий канал, лоток, витрата, рівень рідини, напір.

УДК 681.121/532.57

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА ОБ'ЄМУ ВОДИ У ВІДКРИТИХ МЕРЕЖАХ

Волинська Я. В.

ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, Україна

E-mail: jaravolynska@gmail.com

Створення сучасних вимірювальних систем для визначення об'єму та об'ємної витрати води у відкритих мережах є можливим шляхом використання оптимальних (для конкретного випадку) гідротехнічних споруд (ГТС) у поєднанні із застосуванням сучасних методик та автоматизованих систем ведення водообліку.

Вузли обліку води у відкритих мережах складаються із спеціальної гідротехнічної споруди (водозлив, водомірний лоток тощо), що є первинним перетворювачем гідравлічних характеристик потоку до вигляду, зручного для їх реєстрації вимірювальним пристроєм, та додаткового обладнання для автоматизації і диспетчеризації вимірювального процесу. Зазвичай в таких

системах в якості вимірювальних пристроїв використовують датчики рівня, що реалізують певний фізичний ефект (ультразвукові, ємнісні, поплавкові, манометричні тощо). Сучасні рівнеміри забезпечують досить широкий діапазон вимірювань, а точність таких приладів становить 0,2...0,5 % від виміряної величини.

Одним із видів гідрометричних споруд, витратна характеристика яких реалізує однозначну залежність від рівня води, є водомірні лотки. Перевагами різних типів лотків є:

- самоочищення при певних значеннях швидкості руху рідини в каналі;
- відносно низька втрата напору;
- при правильному підборі виду лотка та встановленні загальна похибка вимірювання витрати становить $\pm 3-5\%$.

На сьогодні існують декілька основних типів водомірних лотків, що реалізують різні режими витікання води (критичний, субкритичний та надкритичний). Найвідомішими з них є лотки Паршаля, Кафагі-Вентурі, Леопольда-Лаго, Палмера-Боулуса та ін. Недоліками таких лотків є обмеженість їх застосування, що обумовлена геометричними параметрами, і як наслідок неширокий динамічний діапазон; можливість затопленого режиму витікання води, що призводить до ускладнення розрахунків витрато-напірної характеристики. Актуальною є оптимізація форми водомірних лотків з метою їх застосування у широкому діапазоні витрати з мінімальною втратою напору.

Ключові слова: об'єм, об'ємна витрата, лоток, гідротехнічна споруда.

УДК 621.313

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ МАСЛА И ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПО ЕЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ

*Джасим Д. М. Д.
ПП, г. Киев, Украина
E-mail: techna.oge@gmail.com*

Качественный контроль влагосодержания в трансформаторном масле (ТМ) современными методами и приборами в процессе эксплуатации является актуальным, так как обеспечивает высокую эксплуатационную надежность силового трансформатора (СТ). С целью выявления факторов, влияющих на старение масла, а также для разработки рекомендаций по повышению эксплуатационной надежности СТ проведен сбор и обработка информации о параметрах ТМ. На основании проведенных определительных испытаний ТМ, методами математического анализа определены корреляционные взаимозависимости параметров ТМ и установлены наиболее значимые факторы влияния, основным из которых является влажность. Разработана математическая модель в виде уравнения множественной регрессии зависимо-

сти пробивного напруги (E) ТМ от исследуемых факторов

$$E = 0,145 + 68,89 \cdot x + 551,8 \cdot k + 0,872 \cdot t - 22407 \cdot \psi,$$

где x – реакция водной вытяжки; k – кислотное число; t – температура вспышки; ψ – содержание воды в масле.

Установлены предельно допустимые значения влажности и добротности ТМ (0,005%, при которой E снижается до предельно допустимого значения – 30 кВ/мм. Предложен метод определения влажности ТМ по его добротности. В основе предлагаемого способа контроля находится преобразование параметра добротности в информационном преобразователе в высокочастотный информационный сигнал. Для этого предложена конструкция измерительного датчика-преобразователя в виде коаксиального проточного конденсатора. На основе метода разработаны схема и алгоритм микропроцессорного прибора контроля влагосодержания с достаточной точностью. Использование микропроцессорной системы позволяет производить расчет добротности по величине контролируемого напряжения заряда измерительного преобразователя, длительное время хранить результат контроля и множество градуировочных характеристик, производить управление и контроль аналоговой части прибора. Блочная конструкция прибора в связи с ЭВМ позволяет выполнять функции тестирования устройства, контроля влажности, просмотра и сохранения результатов контроля, введения градуировочных коэффициентов. Прибор позволяет вести мониторинг контроля уровня влаги непосредственно в процессе эксплуатации СТ, что повышает его эксплуатационную надежность.

Ключевые слова: силовой трансформатор, трансформаторное масло, микропроцессорный прибор, добротность, уравнения множественной регрессии.

УДК 681.122

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОСТЕЖУВАНOSTІ ЕТАЛОННИХ УСТАНОВОК ОДИНИЦЬ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ ДО ДЕРЖАВНОГО ЕТАЛОНА ОДИНИЦЬ ЧАСУ І ЧАСТОТИ

Петришин І. С., Присяжнюк Т. І., Бас О. А.

ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», м. Івано-Франківськ, Україна

E-mail: dcsms@if.ukrtel.net

Основний принцип забезпечення максимальної точності еталонних установок передбачає мінімальну довжину ланцюжка простежуваності до базових одиниць системи СІ. Найвищу точність має одиниця часу і частоти.

Одиниця об'єму газу в свою чергу відтворюється в еталонних установках через стабільність та незмінність геометричних розмірів контрольної ділянки, а одиниця об'ємної витрати газу є функцією об'єму, який витісняється з установки, та часу, зміна якого досягається за рахунок зміни швидкості руху.

Основне рівняння вимірювання при відтворенні одиниці об’ємної витрати газу Q пов’язане з одиницею об’єму газу V та часу t і має наступний вигляд:

$$Q = V/t. \quad (1)$$

Зміна значення виміряного часу варіюється залежно від швидкості руху рухомої частини. Швидкість руху в межах контрольної ділянки може змінюватись залежно від: або частоти обертання приводу (для установок з приводом) або від кута повороту засувки (для установок без приводу).

Значення контрольного об’єму газу без врахування приведення до нормальних умов зазвичай визначається як:

$$V = h \cdot \pi \cdot d^2 / 4, \quad (2)$$

де h – довжина контрольної ділянки для визначення об’єму; d – діаметр.

Відповідно, для підвищення точності еталонних установок одиниць об’єму та об’ємної витрати газу доцільно забезпечити реалізацію процесу відтворення цих одиниць на основі базових одиниць часу і частоти. Отже, можна стверджувати, що одиниця об’ємної витрати може відтворюватися згідно наступної залежності:

$$Q = v \cdot \pi \cdot d^2 / 4, \quad (3)$$

де v – швидкість руху рухомої частини установки. Стабільність відтворення одиниці об’ємної витрати газу забезпечується незмінністю площі поперечного перерізу контрольної ділянки установки та постійністю швидкості руху, яка в свою чергу забезпечується стабільною частотою обертів приводу.

Значення контрольного об’єму з врахуванням (3) визначається як:

$$V = (v \cdot \pi \cdot d^2 / 4) \cdot t, \quad (4)$$

тобто для реалізації процесу відтворення одиниці об’єму газу в даному випадку застосовують одиницю часу, а не відстані. При досягненні сталої швидкості рухомої частини установки для відтворення одиниць об’єму та об’ємної витрати газу задається значення часу, протягом якого здійснюється замір кількості імпульсів від еталонного лічильника.

Ключові слова: простежуваність, об’єм, об’ємна витрата газу, час, частота.

УДК 681.52

СХЕМИ ІМПУЛЬСНИХ ПІД РЕГУЛЯТОРІВ

Федоришин Р. М., Савицький В. К., Кльось С. Р.

Національний університет “Львівська політехніка” м. Львів, Україна

E-mail: romanfedoryshyn@yahoo.com, svk82@polynet.lviv.ua, slavikklos@gmail.com

Імпульсні ПІД регулятори застосовуються в системах автоматичного регулювання у таких двох випадках: 1) для керування нагрівальним елементом; 2) для керування електричним виконавчим механізмом. У першому випадку вихідний сигнал регулятора є уніполярним (“включено”/“виключено”), і керування нагрівальним елементом здійснюється шляхом зміни шпаруватості

імпульсного сигналу. Схема автоматичного регулятора у цьому випадку складається з аналогового ПІД регулятора та широтно-імпульсного модулятора (ШІМ), з'єднаних послідовно. Реалізація ШІМ забезпечується шляхом послідовного з'єднання інтегральної ланки та релейного елемента, охоплених жорстким від'ємним зворотним зв'язком.

У другому випадку вихідний сигнал регулятора є біполярним (імпульс “більше” / імпульс “менше” / “нуль”). Оскільки електричний виконавчий механізм поводить себе як інтегральна ланка, то схема імпульсного регулятора тут повинна реалізувати ПД функцію передачі (в ПІ режимі регулювання), або ПДД' (в ПІД режимі). Це забезпечується шляхом застосування таких схем імпульсних ПІД регуляторів:

- Схема імпульсного ПІД регулятора з подвійним диференціюванням. Ця схема реалізована у електронному регулюючому блоці Р27, який відноситься до комплексу технічних засобів “Каскад-2”.
- Схема з аналоговим ПІД регулятором та широтно-імпульсним модулятором, що реалізована у мікропроцесорному регуляторі ПРОТАР-110.
- Схема з аналоговим ПІД регулятором та імітованим позиціонером, що реалізована у регуляторах SIPART DR20 фірми “Siemens” та МІК-21 фірми “Мікрол”.

Ще одна схема імпульсного регулятора передбачає застосування генератора імпульсів і вона лежить в основі функціонального блоку FB42 “CONT_S” програмованих логічних контролерів SIMATIC S7 фірми “Siemens”. Ця схема є модифікованим варіантом схеми з аналоговим ПІД регулятором та імітованим позиціонером (SIPART DR20) і забезпечує лише ПІ закон регулювання. Основна відмінність між схемами FB42 та SIPART DR20 полягає у тому, що у першій відсутній диференціатор, а два інтегратори об'єднані в один.

Кожна із перелічених схем має свої особливості налаштування та функціонування. Разом із цим існують певні обмеження щодо застосування імпульсних регуляторів у складі систем автоматичного регулювання.

Ключові слова: автоматичний регулятор, схема, імпульсний сигнал, закон регулювання, електричний виконавчий механізм.

УДК 681.121

СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС РЕЄСТРАЦІЇ ВИТРАТИ ГАЗУ

¹⁾Коробко І. В., ²⁾Лісовець В. П., ²⁾Гречко Д. М.

¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; ²⁾Національна акціонерна компанія “Нафтогаз України”, м. Київ, Україна
E-mail: ivan.korobko@i.ua, Lisovets@naftogaz.com

В Україні актуальною є проблема розвитку вищої технічної освіти і підготовки інженерів, які здатні розробляти та реалізовувати високі технології,

поєднувати дослідницьку та проектну діяльність, розробляти нові складні прилади і системи.

Серед основних чинників, які впливають на ефективність розвитку вітчизняної вищої технічної освіти є недостатня допомога й участь підприємств у підготовці молодих фахівців, слабка лабораторна база, що негативно впливає на якість навчального процесу. Досвід провідних університетів світу вказує на необхідність першочергового виділення нових зразків продукції, яка випускається підприємствами, для навчальних закладів з метою організації ефективної підготовки фахівців за обраним напрямом. У них вважають, що технічні університети є найкращим місцем для підготовки фахівців де працюють вчені із різних галузей знань, що створюють умови для забезпечення фундаментальної підготовки спеціалістів, розширення їх наукового світогляду.

Розуміючи надзвичайну важливість забезпечення якісної підготовки фахівців у галузі проектування, конструювання дослідження та експлуатації засобів вимірювання витрати природного газу, в НТУУ “КПІ” за безпосередньої участі та сприяння Національної акціонерної компанії “Нафтогаз України”, створено спеціалізовану науково-навчальну лабораторію, яка оснащена комп’ютерною технікою, сучасними зразками засобів вимірювання об’єму та об’ємної витрати природного газу.

До комплектування лабораторної бази долучилися провідні виробники приладів та систем обліку, на базі яких розроблені цикли лабораторних та практичних занять із можливостями проведення досліджень систем вимірювання об’єму та об’ємної витрати природного газу. Серед них: НВП «Гремпис», СПД “Бартош А.П.”, ТОВ «НВП«Вимірювальні технології», ТОВ “Курс”, ДП «Укргазтех», ТОВ «ЕІТЕЕ», ТОВ СП «Радміртех», ТОВ «Слот», ПАТ “Ямпільський приладобудівний завод”, Компанія “Самгаз”.

Відтворення напівнатурних умов застосування приладів здійснюється шляхом фізичного створення витрати газу, тиску та температури вимірюваного середовища у технологічній магістралі. Для цього розроблено станцію фізичного моделювання надлишкового тиску із різними значеннями, які задаються при проведенні досліджень. Температурний діапазон газу у трубопроводі відтворюється за допомогою термостату. Витрата вимірюваного середовища відтворюється шляхом комп’ютерного моделювання плинності газу із різною швидкістю (створеного фахівцями ДП «Укргазтех») або використанням турбінного побуджувача витрати.

Створення сучасної науково-навчальної лабораторії за участю провідних установ у галузі реєстрації газових плинних потоків відповідає світовій тенденції розвитку технічної освіти і сприяє підвищенню ефективності навчального процесу, індивідуалізації навчання, збільшенню комплексу новітніх технічних засобів, застосуванню прогресивних форм здобуття знань та навичок.

Співпраця провідного технічного університету України із підприємствами та організаціями у царині енергозберігаючого приладобудування створює

умови до виконання розробок нових приладів і обладнання із сумісним використанням їх дослідно-виробничої бази, що сприятиме розвитку матеріально-технічної інфраструктури та науки.

Ключові слова: газ, витрата, засоби вимірювання, дослідження, навчання.

УДК 681.121

АВТОНОМНИЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРИСТРІЙ ЖИВЛЕННЯ

Кротевіч В. В.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

E-mail: v.krotevich@kpi.ua

Вимірювальне обладнання нафтогазового комплексу зазвичай розташовано у вибухонебезпечних зонах. Це накладає певні обмеження на типи та ємності використовуваних первинних хімічних електричних джерел живлення. Інтелектуальні механічні лічильники газу розширеного діапазону вимірювань на практиці потребують частоту дискретизації значень кута повороту близько 2 кГц, що робить недоцільним використання звичайного первинного автономного джерела живлення батарейного класу.

Виходячи з цього, проблемним є використання вимірювальних комплексів на базі коректорів з батарейними автономними джерелами живлення, оскільки коректори повинні вносити до інтелектуальних механічних лічильників розраховані параметри вимірюваного середовища з частотою близькою до 1 Гц.

Водночас задля забезпечення двостороннього обміну інформацією об'єкти із комплексами обліку обладнують засобами зв'язку, серед яких найбільшого поширення набули GPRS-модеми. І хоча більшість сучасних GPRS-модемів у режимі очікування може споживати струм на рівні 1-2 мА, в активному режимі це споживання зростає до 2,5 А.

У випадку автономного батарейного живлення таке споживання і регламенти обміну інформацією та заміни елементів живлення накладають певні вимоги до параметрів батарей, і, у першу чергу, до значного збільшення їх ємності. За сукупністю вимог, використання хімічних електричних джерел живлення у нашому випадку стає недоцільним.

Відомими способами забезпечення електричним живленням об'єктів, які не мають підключення до електричних мереж, є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячного випромінювання та вітру. Але в Україні тільки деякі райони мають певною мірою стабільні кліматичні умови для використання сонячних електростанцій або вітрогенераторів в якості основного джерела електроживлення. До того ж їх застосування пов'язано з певними технічними та експлуатаційними обмеженнями.

Для розв'язання питання безперебійного автономного електроживлення технічних систем у нафтогазовій галузі в ТОВ «ДП Укргазтех» розроблено

автономний електромеханічний пристрій живлення із номінальними вихідною напругою 12 В і струмом до 100 мА, який ґрунтується на турбогенераторному принципі отримання енергії від плинного газового потоку.

Його використання дозволяє вирішити всі приведені вище проблеми живленням комплексу обліку природного газу, який складається із лічильника, коректора і GPRS-модему.

Ключові слова: природний газ, вимірювання, живлення вимірювальних комплексів, автономне живлення, газогенератор.

УДК 681.121

ВРАХУВАННЯ ВІДМІННОСТЕЙ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ КАЛІБРУВАННІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТУРБІННОГО ЛІЧИЛЬНИКА ГАЗУ

Рак А. М., Коробко І. В., Кротевіч В. В.

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

E-mail: ivan.korobko@i.ua, i.mysticus@gmail.com, vitaly.krotevich@yahoo.com

Турбінні вимірювальні перетворювачі витрати газу завдяки високій точності, відносно малій інерційності та простоті конструкції набули широкого застосування у вітчизняній та світовій метрологічній практиках для вирішення цілого спектру задач реєстрації об'єму та об'ємної витрати газу.

Як правило, засоби комерційного обліку природного газу проходять перевірку (калібрування) на повірочних стендах із використанням в якості вимірюваного середовища повітря при тиску близькому до атмосферного, а застосовуються для обліку природного газу із різними значеннями тиску.

Внаслідок відмінності фізичних властивостей повітря та природного газу та умов калібрування і застосування приладів виникають додаткові невизначеності результатів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу.

З метою виявлення особливостей застосування засобів вимірювання, які пройшли калібрування на повітрі з тиском, рівним атмосферному, були проведені експериментальні дослідження модернізованого турбінного лічильника типорозміру G250, межі витрати якого становлять: $Q_{min}=13 \text{ м}^3/\text{год}$; $Q_{max}=400 \text{ м}^3/\text{год}$.

Отримані результати випробувань окреслили досить прийнятну збіжність результатів калібрування на повітрі за атмосферного тиску та природному газі з надлишковим тиском 0,262 МПа та 0,444 МПа у діапазоні чисел Рейнольдса, більших за $2 \cdot 10^4$.

Запропонований підхід дозволяє із високою точністю прогнозувати метрологічні характеристики лічильників турбінного класу для різних газових вимірюваних середовищ, базуючись на результатах калібрування на будь-якому з них.

Проведені дослідження лічильника газу з електронним інтегральним датчиком положення ротора показали монотонність та лінійність характеристики перетворення при невеликому систематичному відхиленні в сторону завищення для каліброваного діапазону швидкостей обертання чутливого елементу. При застосуванні для вимірювання об'єму та об'ємної витрати природного газу лічильника каліброваного з робочим середовищем – повітря - для знаходження градувальної характеристики можна використовувати запропонований критерій подібності побудований на підґрунті критерію Рейнольдса.

Ключові слова: природний газ, витрата, вимірювання, лічильники, калібрування

УДК 681.121

МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕТАЛОННИХ УСТАНОВКАХ З ЄМНІСТЮ ПІД ТИСКОМ

¹Лютенко Т. В., ¹Середюк О. Є., ²Майсон М.В.

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна; ²Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна

E-mail: feivt@nung.edu.ua, maisonny@gmail.com

Останнім часом значна увага приділяється створенню еталонних установок для калібрування лічильників і витратомірів газу, які можуть працювати на повітрі і реальному природному газі, і водночас повинні забезпечувати високу точність вимірювання. Цим завданням в значній мірі відповідають установки з ємністю під тиском (PVTt - типу), принцип дії яких базується на заповненні або витіканні газу із ємності через досліджуваний прилад з фіксацією параметрів робочого середовища на початку і при завершенні вимірювального процесу. Вивчення особливостей функціонування цих установок показало, що підвищення їх точності можливо за рахунок більш детального врахування нестационарності фізичних процесів, які мають місце при їх роботі.

Метою роботи є дослідження фізичних процесів в установках PVTt – типу, зокрема при заповненні ємності установки робочим середовищем.

Використання програмного забезпечення ANSYS Fluent дало можливість змоделювати розподіл температури в ємності в різні моменти часу від початку її заповнення. Отримані результати (рис.1) наведені для горизонтальної ємності об'ємом 3 м³ і стосуються її заповнення через горизонтальний вхідний патрубок діаметром 100 мм від джерела природного газу (4,2 МПа) за умови різкого відкриття запірної крани.

Отримані результати свідчать про можливість виникнення суттєвого перепаду температур всередині ємності (від 15 до 84⁰С) при її заповненні, що обґрунтовує необхідність вибору правильного алгоритму відкриття вхідного крани і необхідності врахування термодинамічних стабілізуючих процесів

перед реалізацією процесу вимірювання.

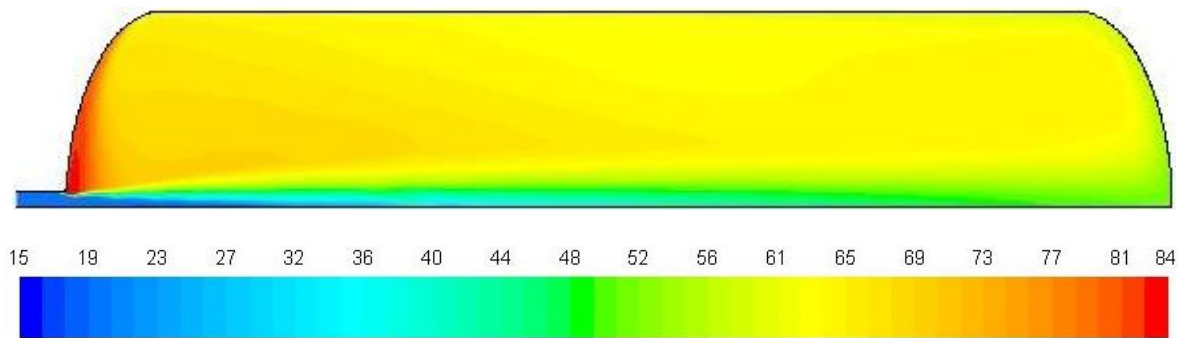


Рис. 1. Температурне поле поздовжнього перерізу ємності через 0,4 с після початку її заповнення

Результати моделювання дали можливість дослідити різні режими наповнення ємності з метою зменшення дестабілізуючого впливу на роботу установок PVTt – типу.

Ключові слова: природний газ, установка PVTt – типу, термодинаміка.

УДК 681.121.84: 006.057

PARAMETERS DETERMINATION OF FLOWMETER WITH OPTIMAL ACCURACY OF FLOW MEASUREMENT IN VIEW OF ROUGHNESS OF PIPELINE INTERNAL SURFACE

Chaban B. I., Lesovoi L. V.

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

E-mail: b.chaban.91@gmail.com, techinfoflow@yahoo.co.uk

The cost of energy carriers, which includes natural gas, oil products, etc., is constantly increasing. Therefore increasing the accuracy of measurement of flow and quantity of energy carriers, which in most cases is measured by the differential pressure method, is actual task today.

The differential pressure flowmeters with optimal accuracy of measurement of flow and quantity of medium should be used to improve the accuracy of measurement of these parameters. Such differential pressure flowmeters is also called differential pressure flowmeters, which provide minimal relative summary expanded uncertainty of the measurement result of flow and quantity of medium as a function of the diameter ratio of the orifice plate. In [1] the equations for calculating the parameters of differential pressure flowmeters, which include the diameter ratio of the orifice plate and the measuring range upper limit of differential pressure on it, were presented. But the roughness of the internal surface of a measuring pipeline is not counted in these equations.

The conducted research reveals that taking into account the roughness of the internal surface of a measuring pipeline changes optimal values of the diameter ratio

of the orifice plate and the measuring range upper limit of differential pressure on the orifice plate. With the increasing of value of the equivalent roughness of the internal surface of a measuring pipeline the value of the diameter ratio of the orifice plate decreases and the value of the measuring range upper limit of differential pressure on the orifice plate increases.

New analytical dependences for calculating the diameter ratio of the orifice plate with corner pressure tapplings and the measuring range upper limit of differential pressure on the orifice plate as a function of dimensionless complex and Reynolds number, which take into account equivalent roughness of the internal surface of a measuring pipeline, are obtained. These equations allow to avoid the iterative process in further adjustments of the optimal parameters of differential pressure flowmeters.

Keywords: flowmeter; differential pressure method; flow; natural gas; roughness; orifice plate.

Literature

1. Лесовой Л. Визначення параметрів витратоміра, оптимального за точністю вимірювання витрати природного газу / Л. Лесовой, В. Фединець, В. Кузик, Б. Чабан // Метрологія та прилади. Науково-виробничий журнал. – 2015. – № 2. – С. 15 – 23.

УДК 531.787

ЛАЗЕРНІ МЕМБРАННІ ТЯГОНАПОРОМІРИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧИХ АГРЕГАТІВ

Дебрянська Р. І., Стасюк І. Д.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

E-mail: rocksa@ukr.net; ivan.d.stasiuk@lpnu.ua

У багатьох теплогенеруючих агрегатах (ТГА) (наприклад, парових і водогрійних котлах, скловарних печах, хімічних реакторах тощо) необхідно з великою точністю вимірювати малі зміни (відхилення) тиску відносно його нормованого значення, оскільки ці зміни тиску суттєво впливають не лише на режими експлуатації ТГА, а й на ефективність їхньої роботи [1]. Так, наприклад, термогазодинамічні процеси (ТГДП) в топках ТГА відбуваються при малих тисках, які, крім того, мають пульсуючий характер, що створює додаткові труднощі їхнього вимірювання. Отже, точне вимірювання малих пульсуючих змін тиску є складною технічною проблемою, яка ускладнює приймання рішень з діагностики динаміки ТГДП, оскільки найпоширеніші для промислового вимірювання мікрозмін тиску деформаційні давачі з електромеханічними вимірювальними перетворювачами переміщення їхньої мембрани не забезпечують необхідної точності вимірювання [1].

У роботі проаналізовано основні методи та сучасні засоби вимірювання малих тисків та розглянуто можливість застосування лазерного методу дистанційного зондування для оцінювання переміщення поверхні чутливого елемента деформаційних мембранних тягонапоромірів (ДМТНМ), застосовуваних для промислового вимірювання таких тисків. Запропоновано

нові підходи під час створення інтелектуальних давачів малих пульсуючих тисків на базі ДМТНМ із застосуванням просторово-динамічних характеристик лазерного променя [2]. Розглянуто лазерну інформаційно-вимірювальну систему, призначену для контролю малих пульсуючих тисків з великою роздільною здатністю і стабільністю режимів роботи. Для зменшення динамічної похибки вимірювання малих пульсуючих тисків у топках ТГА запропоновано застосовувати ДМТНМ з лазерним вимірювальним перетворювачем переміщення поверхні мембрани, що забезпечує підвищення точності контролю і регулювання таких тисків, а, отже, покращення умов роботи ТГА та економніше споживання ними палива.

Ключові слова: малий тиск, мембранний манометр, лазерний вимірювальний перетворювач переміщення.

Література:

1. Дебрянська Р. І. Методи і засоби вимірювання малих тисків // Вісник нац. у-ту „Львівська політехніка” Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – 2004. – № 506. – С. 197 – 201.
2. Патент № 28794 Україна, МПК G 01 L 13/00. Пристрій для вимірювання малої пульсуючої різниці тисків / Р. І. Дебрянська, Л. С. Сікора, І. Д. Стасюк. – 2007. – Бюл. № 21.

УДК 681.121.84

**МОДЕЛЮВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ ЛІНІЙ ВИМІРЮВАЛЬНИХ
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТИСКУ**

Костик І. В., Федоришин Р. М., Матіко Ф. Д.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

E-mail: ikostyk@polynet.lviv.ua

При вимірюванні витрати газових потоків методом змінного перепаду тиску, в умовах пульсуючого потоку, з'єднувальні трубки (ЗТ) між пристроєм звуження потоку і перетворювачем перепаду тиску (ППТ) можуть бути додатковими джерелами похибок внаслідок впливу їх динамічних властивостей.

Моделювання та дослідження пневматичних ліній, які складаються із ЗТ та камери ППТ, дозволяє виявити вплив їх конструктивних параметрів на їхні динамічні характеристики і, відповідно, оцінити величину додаткових похибок вимірювання витрати в умовах пульсуючих потоків.

Авторами розроблено математичну модель пневматичної лінії у вигляді системи диференціальних рівнянь із змінними коефіцієнтами залежними від диференційованих параметрів (тиску в камері ППТ, витрати газу в ЗТ). Залежність коефіцієнтів від диференційованих параметрів зумовлена зміною режиму руху газу в ЗТ під час пульсації тиску газу у вимірювальному трубопроводі (ламінарний, турбулентний) та зміною густини газу в ЗТ.

Доповнивши математичну модель пневматичної лінії рівнянням вимірювального перетворювача тиску сформовано математичну модель каналу вимірювання тиску. Отримана математична модель дає змогу дослідити

перехідні процеси зміни напруги U на виході вимірювального перетворювача тиску при зміні тиску на вході ЗТ.

Для перевірки адекватності математичної моделі розроблено експериментальну установку із встановленим вимірювальним перетворювачем ППС.3-РН і проведено дослідження динамічних характеристик пневматичних ліній на основі з'єднувальних трубок різної довжини. Суть експериментальних досліджень полягає в отриманні та реєстрації перехідних процесів на виході вимірювального перетворювача тиску ППС.3-РН при стрибкоподібній зміні тиску на вході ЗТ. На основі порівняння перехідних функцій каналу вимірювання тиску, отриманих експериментальним шляхом та за результатами моделювання, встановлено, що граничне значення відносної динамічної похибки математичної моделі каналу вимірювання тиску становить 6,4%.

Результати роботи можуть бути використані під час проектування вузлів обліку на основі методу змінного перепаду тиску для вибору параметрів пневматичних ліній, що дасть можливість зменшити значення додаткової похибки вимірювання витрати газу, яка виникає внаслідок впливу динамічних характеристик пневматичних ліній вимірювальних перетворювачів в умовах пульсуючого потоку.

Ключові слова: метод змінного перепаду тиску, вимірювальні перетворювачі тиску, з'єднувальні трубки, додаткова похибка.

УДК 658.26

ПАРАМЕТРИ НАДІЙНОСТІ ІЄРАРХІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Сидор А. Р.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

E-mail: sydor_ar@polynet.lviv.ua

Проблема дослідження параметрів надійності ієрархічних систем виникла давно – разом із становленням інженерного підходу до виробництва. Кожний інженерний об'єкт повинен містити ознаку надійності. При виборі серед конкурентних проектів параметри надійності займають важливе місце у списку вимог. Але прогнозування надійності є складним через багатофакторність і статистичну природу цього явища. В останні роки з прискореним розвитком обчислювальної техніки стали можливими розрахунки надійності досить складних систем з урахуванням великої кількості параметрів при зниженні затрат на такі розрахунки. Але існуючі традиційні методи аналізу параметрів надійності систем здебільшого орієнтовані на прості об'єкти й не можуть повною мірою задовольнити потреби аналізу надійності складних ієрархічних інформаційно-вимірювальних систем.

Розглянемо систему обліку електроенергії, у якій елементу 0-го рівня безпосередньо підпорядковуються 2 елементи 1-го рівня, першому елементу 1-

го рівня – $a_2^{(1)}$ елементів 2-го рівня, кожному з яких безпосередньо підпорядковуються $a_3^{(1)}$ елементів 3-го рівня, другому елементу 1-го рівня безпосередньо підпорядковуються $a_2^{(2)}$ елементів 2-го рівня, кожному з яких безпосередньо підпорядковуються $a_3^{(2)}$ елементів 3-го рівня (рис.1), де $a_2^{(1)}$, $a_2^{(2)}$ – коефіцієнти розгалуження до другого рівня відповідно першої та другої гілки, $a_3^{(1)}$, $a_3^{(2)}$ – коефіцієнти розгалуження до третього рівня відповідно першої та другої гілки. Без обмеження загальності припустимо, що $a_2^{(1)}a_3^{(1)} \leq a_2^{(2)}a_3^{(2)}$.

Аналітичні вирази для параметрів надійності ієрархічних електроенергетичних систем побудовано на основі методу твірних функцій. Результати цієї роботи дозволяють для кожного класу електроенергетичних систем з аналогічними ієрархічними структурами одержати високоточні вирази для всіх основних параметрів надійності. На основі цих параметрів надійності системи вибирається кількість резервних елементів вихідного рівня.

Ключові слова: характеристики надійності, розгалужені системи, інформаційно-вимірювальні системи.

УДК 681.121.84

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕНЕРГОВМІСНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ЇХ ОБЛІКУ

Матіко Ф. Д., Джигирей В. О., Матіко Г. Ф.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

E-mail: fmatiko@gmail.com

Рациональне використання паливно-енергетичних ресурсів є однією з найважливіших умов економічної ефективності кожного підприємства. З огляду на це вирішення задачі точного вимірювання витрати і кількості енерговмісних газових сумішей (ЕГС) має надзвичайно важливе значення.

В багатьох технологічних процесах та в енергетиці широко застосовують ЕГС (біогаз, коксовий газ, доменний газ). Одним із невирішених завдань при побудові систем обліку ЕГС є розроблення точних методик визначення фізичних властивостей таких сумішей. Завдання ускладнене тим, що ЕГС можуть містити ряд вуглеводневих та неуглеводневих компонентів, вміст яких змінюється у широкому діапазоні, а також водяну пару.

Авторами виконано аналіз джерел, в яких наведено методи обчислення фактора стисливості газових сумішей, що містять водяну пару. Встановлено доцільність застосування для цих цілей методики служби стандартних довідкових даних ГСССД МР 113-03, що орієнтована на розрахунок властивостей вологих газових сумішей, у яких вміст метану може бути меншим 70%, а вміст водяної пари може досягати граничного рівноважного стану – стану насичення. Розрахункова область методу обмежена діапазоном

абсолютних температур $263 \leq T \leq 500$ К і тисків $0,1 \leq p \leq 15$ МПа. Склад сумішей може містити в різних комбінаціях 14 компонентів. Виконано розрахунок фактора стисливості вологого біогазу, що містить насичену водяну пару та для сухого біогазу, склад якого сформовано за результатами вимірювання концентрації компонентів біогазу на одному з його виробництв, та аналіз залежностей фактора стисливості від параметрів стану біогазу та його складу.

Для обчислення властивостей коксового та доменного газу доцільно застосувати методику ГСССД МР 118–05, що дає можливість охопити діапазони зміни вмісту компонентів для цих сумішей. Аналіз залежностей коефіцієнта стисливості коксового газу від параметрів стану та його складу (за результатами аналізу складу на двох коксохімічних заводах) вказує на те, що спрощена методика визначення коефіцієнта стисливості коксового газу може бути розроблена на основі принципу відповідних станів та спрощених рівнянь розрахунку псевдокритичних параметрів коксового газу.

Розроблення спрощених методик визначення властивостей ЕГС дасть можливість підвищити точність обліку ЕГС та підвищити енергоефективність багатьох технологічних процесів.

Ключові слова: енерговмісні газові суміші, фізичні властивості, методики обчислення, системи обліку.

УДК 620.93

МЕТОД ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ

Височанський І. І., Яворський А. В., Райтер П. М., Максим'юк С. О., Дарвай І. Я.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

*E-mail: tdm@nung.edu.ua, andryyus1978@gmail.com, petro.raiter@gmail.com,
segmax94@gmail.com, ira.darvai@hotmail.com*

Для природного газу, як і будь-якого продукту, важливим є питання його якості. В умовах підвищення рівня споживання природного газу в побуті та різних галузях промисловості та підвищенні цінової політики на світовому ринку цього енергоресурсу, досить гостро постає питання у виборі оптимального методу контролю його якості.

Основною якісною і енергетичною характеристикою природного газу є теплота згоряння, тобто кількість теплоти, виділена під час повного згоряння одиниці об'єму сухого газу, виміряного за стандартних умов [1].

Аналіз методів визначення теплоти згоряння природного газу показує, що сьогодні існує три найбільш поширені групи цих методів: калориметричні (експериментальне вимірювання кількості теплоти, що виділяється під час спалювання газу), розрахункові (відштовхуються від компонентного складу природного газу та значень теплоти згорання кожного з компонентів) та

кореляційні (базуються на фізичних властивостях природного газу). Втім, найбільш вагомим недоліком перших двох методів є неможливість їх використання в польових умовах при проведенні вимірювань за короткий термін часу.

Запропонований метод експрес-контролю для визначення теплоти згорання природного газу базується на вимірюванні швидкості поширення звуку в природному газі і вмісту в ньому діоксиду вуглецю та азоту, застосовуючи нейронні мережі [2]. В процесі досліджень доведено, що даних вимірів достатньо для комплексної оцінки теплоти згорання природного газу.

Отже, цей метод дозволяє за короткий проміжок часу (5 хв на одне вимірювання), без спалювання газу в польових умовах визначити теплоту згорання природного газу з достатньою точністю, до того ж він дає можливість її безперервного контролю в режимі реального часу [3].

Ключові слова: природний газ, якість природного газу, експрес-контроль, теплота згорання.

Література

1. Карпаш О. М Нормативне забезпечення вимірювання енергетичних характеристик природного газу/ О. М. Карпаш, І. Я. Дарвай, І. І. Височанський // Нафтогазова енергетика. – 2015. – №1 (23). – С. 39 – 44.
2. O. Karpash, I. Darvay, M. Karpash. New approach to natural gas quality determination // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2010. - Vol. 71, Issues 3-4. – P. 133 – 137.
3. Карпаш М. О. Прогресс в сфере разработки средств для экспресс-контроля теплоты сгорания природного газа / М. О. Карпаш, А. В. Яворский, И. В. Рыбицкий, И. И. Высочанский, И. Я. Дарвай // Научные известия на НТСМ. – 2015. – №2(165). – С. 43 – 45.

УДК 681.518

РОЗРОБКА КОМПОНЕНТА СПЕЦПРОЦЕСОРА ОПРАЦЮВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИГНАЛІВ ЗА ОЦІНКАМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ

Мануляк І. З., Мельничук С. І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

E-mail: manulyak-iryna@ukr.net, stenni@ukr.net

Широке використання інформаційно-вимірювальних перетворювачів витрати газу з імпульсним вихідним сигналом, за наявності впливу завад, зумовлює виникнення проблем використання інформативних складових вимірювальних сигналів. Одним з перспективних методів опрацювання сигналів є застосування статистичного оцінювання. Як показано в [1] використання оцінок інформаційної ентропії забезпечує найбільше відношення сигнал/завада при однаковому розмірі вибірки. В такій ситуації доцільно розглянути питання реалізації цифрового засобу, який би дозволив ефективно опрацьовувати отримані в ході досліджень імпульсні сигнали.

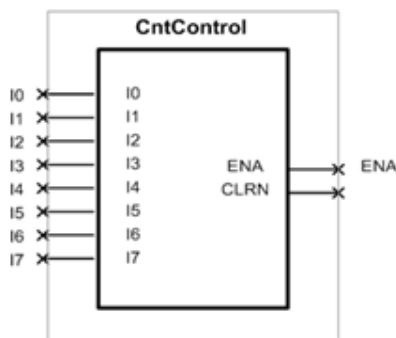


Рис. 1. Компонент спецпроцесора CntControl

В ході розробки цифрового пристрою реалізовано компонент контролю даних вибірки – CntControl, який обчислює кількість одиничних елементів сигналу протягом заданого інтервалу часу. Після закінчення підрахунку на виводі епа формується сигнал для блоку розрахунку оцінки ентропії, після чого – сигнал

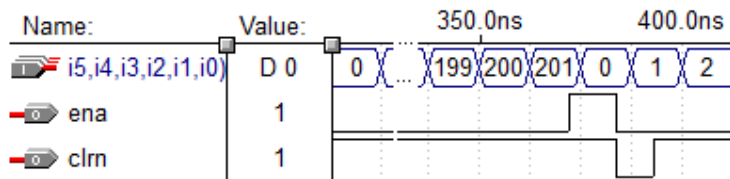


Рис. 2. Результати функціонального моделювання компонента CntControl

очищення лічильника clm (рис. 1). В [1] показано, що при частоті перетворення 44.1 КГц розміру вибірки $n=200$ елементів достатньо для забезпечення прийнятної адекватності опрацювання бінарних сигналів.

Результати моделювання у вигляді фрагментів часових діаграм (у середовищі Altera MAX+plusII), подано на рис. 2 [2]. Реалізація цифрового засобу потребує використання двох лічильників, які дозволять рахувати опорні імпульси з генератора та імпульси з компаратора. В результаті розроблено компонент керування і контролю роботи лічильників для блоку розрахунку ентропії.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальний перетворювач, цифрові системи, опрацювання сигналів, ентропія.

Література

1. Мельничук С.І. Застосування статистичних характеристик для опрацювання імпульсних сигналів первинних перетворювачів витрати представлених в унітарному базисі. / С.І. Мельничук, І.З. Мануляк. Вісник Хмельницького національного університету. №5.2015. с. 217-222.
2. Мельничук С.І. Автоматизоване проектування ПЛІС та друкованих плат: Навчальний посібник./видання 2-ге доповнене/. Мельничук С.І. – Івано-Франківськ: ІМЕ «Галицька академія», 2006. – 188с.

УДК 621.311.2: 65.011.56

СИСТЕМА КОМПЕНСАЦІЇ ТИСКУ В ПЕРШОМУ КОНТУРІ ВОДО-ВОДЯНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕАКТОРА АЕС

Роман В. І., Чекалов С. М.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна,

E-mail: roman_vitaliy@ukr.net, Sergii_Chekalov@i.ua

Дослідження систем компенсації тиску (СКТ) в першому контурі вітчизняних атомних електричних станцій (АЕС) викликані повальною експлуатацією на них водо-водяних енергетичних реакторів (ВВЕР). При зміні навантаження енергоблоку АЕС з ВВЕР змінюється і температура води (теплоносія), що призводить до зміни її об'єму, а отже і тиску. Щоб уникнути руйнування обладнання енергоблоку при значному збільшенні тиску, в першому контурі реалізують СКТ, яка включає наступне технологічне обладнання: а) паровий компенсатор тиску (КТ); б) барботер; в) імпульсно-запобіжні пристрої; г) трубопроводи і арматуру.

Основним елементом СКТ є паровий КТ [1], що складається з вертикальної циліндричної посудини, нижня частина якої заповнена водою і з'єднана з «гарячою» ниткою першого контуру. Тиск в КТ створюється паровою «подушкою» за рахунок кипіння теплоносія, що нагрівається електронагрівачами (тенами). У перехідних режимах частина теплоносія перетікає в контур або з контуру в КТ по з'єднувальних трубопроводах.

СКТ повинна реалізовувати певні технічні рішення, які вступаючи в роботу, дозволяють підтримувати тиск води в контурі в проектних межах:

1. Зміна об'єму парової частини КТ при фазових переходах (зменшення об'єму при зростанні тиску і його збільшення при зниженні тиску і контурі).

2. Включення тенів при критичному зниженні тиску (неможливо провести компенсацію) за рахунок фазового переходу.

3. Включення впорскування в КТ води з «холодного» трубопроводу контуру при критичному підвищенні тиску.

4. Скидання через запобіжні клапани пари з КТ в барботер, де пара конденсується при охолодженні водою проміжного контуру і тиск в баку-барботері знижується.

5. При надмірному зростанні тиску в баку-барботері відкриваються розривні мембрани на корпусі баку, за рахунок чого тиск знижується.

Авторами запропоновано модернізацію системи автоматичної підтримки тиску та рівня в КТ керуючим впливом на: регулювальний автотрансформатор тенів; клапан подачі води з «холодної» нитки в КТ; роботу живильних насосів.

Ключові слова: компенсатор тиску, водо-водяний енергетичний реактор, атомна електростанція, перший контур.

Література

1. Плютинский В. И. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС. Учебник для техникумов / В. И. Плютинский, В. И. Погорелов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 296 с.

УДК 631.371, 621.321

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ МІСЦЬ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ З АЛЬТЕРНАТИВНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЖИВЛЕННЯ

Яворський А. В., Карпаш М. О., Кузик М. Б., Сухарський Б. М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

*E-mail: andryyus@gmail.com, mkarpush@hotmail.com, kuzykmisha@gmail.com
bogdan2701@ukr.net*

В основній частині ЖКГ України освітлення місць загального користування багатоквартирних будинків здійснюють з використанням ламп розжарювання, без регулювання рівня освітлення залежно від часу доби, що призводить до надлишку матеріальних та енергетичних ресурсів. Для підвищення

ефективності роботи таких освітлювальних мереж виникає необхідність у впровадженні енергоефективної системи, яка буде забезпечувати економію електроенергії і підвищувати комфорт для жильців багатоквартирних будинків.

Впровадження даної системи передбачає такі кроки:

- заміна застарілих ламп розжарювання на LED-лампи;
- встановлення давачів руху на кожному поверсі будівлі;
- встановлення давача сутінкового світла.

Система працює за принципом змішаного живлення – від фотоелектричної панелі, або від звичайної електромережі (за відсутності живлення від фотоелектричної панелі). Енергія від фотоелектричної панелі заряджає акумуляторну батарею, яка у темний час доби живить LED-лампи на сходових. У разі спрацювання давача руху, встановленого на кожному поверсі, лампи вмикаються і працюють протягом 5-7 хв. Освітлення на першому поверсі будинку здійснюється постійно, живлення на лампи інших поверхів подається автоматично при зниженні освітленості за допомогою відповідного давача. Якщо заряд акумуляторної батареї знижується до відповідного рівня система автоматично перемикається на живлення від будинкової електромережі. Особливістю даної системи, порівняно з іншими автоматизованими системами освітлення багатоквартирних будинків, є її вдосконалена будова, що дозволяє підвищити термін служби акумуляторних батарей.

Отже, впровадження даної системи освітлення в місцях загального користування багатоквартирних будинків призведе до підвищення рівня енергонезалежності їх жильців, покращення рівня комфорту, збільшення ресурсу роботи обладнання та зменшення енерговитрат.

Ключові слова: енергоефективність, система освітлення, багатоквартирний будинок, LED-лампи, фотоелектрична панель, альтернативні джерела живлення.

УДК 621.317.7

ВБУДОВАНІЙ МОДУЛЬ-КОНТРОЛЕР ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Логвиненко Д. М., Шестаков А. Є.

Державне підприємство «Всеукраїнський науково-виробничий центр стандартизації, сертифікації метрології, та захисту прав споживачів», м. Київ, Україна

При проведенні повірки, калібрування та робіт з оцінки відповідності статичних та індукційних лічильників електричної енергії трансформаторного та прямого включення необхідно встановлювати основну відносну похибку вимірювання активної та реактивної електричної енергії прямого та зворотного напрямку при різних навантаженнях. Для цього використовують стаціонарні багатомісні установки. До складу таких установок входять багатомісний стенд для навішування лічильників та стойка з блоками генераторів струму, напруги

та еталонного лічильника. Відносну похибку лічильника, що випробовується, визначають шляхом зіставлення кількості імпульсів на випробувальному виході еталонного лічильника з встановленою кількістю імпульсів лічильника, що випробовується.

Існує практична проблема якісного визначення відносної похибки, адже конструкції різних лічильників різних виробників дуже різняться. Електричні та оптичні випробувальні виходи мають свої характеристики.

В лабораторії ДП «Укрметртестстандарт» реалізований на практиці вбудований модуль-контролер для випробувань будь-яких лічильників електричної енергії, що використовують електропостачальні організації та споживачі електричної енергії, на кожне робоче місце у складі універсальної установки AStel виробництва MeterTest Sp. Z.o.o.

Результати розробки наведені на рис. 1.

Даний модуль-контролер не має аналогів в Україні і має переваги:

- 4 електричні виходи (Out) напругою 24 В та силою струму до 35 мА для перевірки правильності роботи багатотарифного лічильного пристрою лічильників електричної енергії, який переключається за допомогою зовнішнього електричного сигналу;

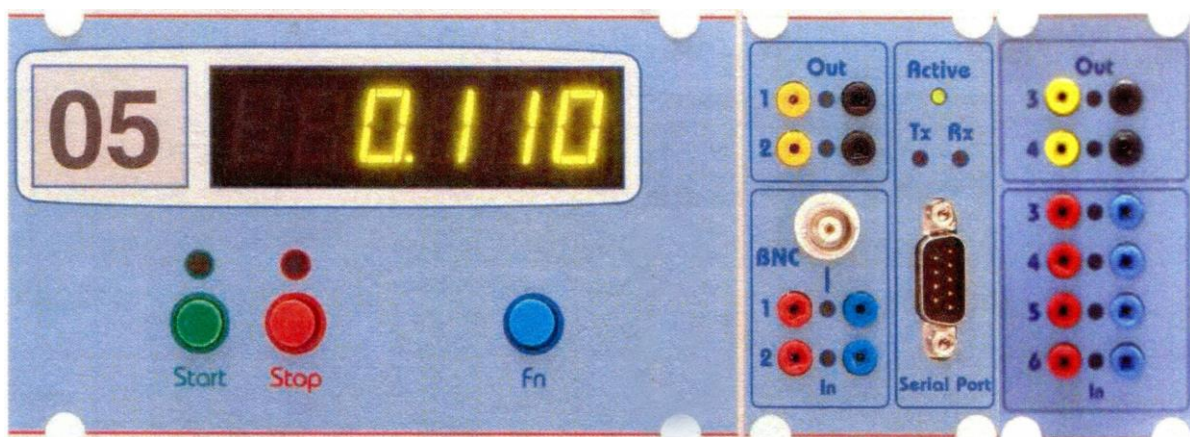


Рис. 1. Фотографія зовнішньої панелі модуля-контролера

- електричний вихід BNC для випробувань лічильників з великим значенням сталої (наприклад, більше 1000000 імп./кВт·год);
- 6 електричних входів (In) напругою 12 В – для визначення основної відносної похибки;
- серійний порт RS-232 для опитування лічильників за допомогою спеціального програмного забезпечення та з'єднання з оптичним інтерфейсом (ІЕС 1107);
- кнопки вмикання/вимикання робочого місця та спеціальна функціональна кнопка;
- можливість комунікації з розв'язуючими трансформаторами струму та контактором напруг.

Ключові слова: лічильник електричної енергії, модуль-контролер, випробування.

УДК 621.311

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ УЧАСТИЯ КАЖДОГО СУБЪЕКТА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ МОЩНОСТИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

Волошко А. В., Филянин Д. В., Дегтярев А. В.

Институт энергосбережения и энергоменеджмента,

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

Наличие нелинейных нагрузок и рост числа систем распределенной генерации электроэнергии приводят к искажению формы кривых напряжения и тока в системах электроснабжения (СЭС), то есть к появлению гармоник тока и напряжения, что чревато нарушением работы энергетического оборудования и вредным воздействием на электроприемники потребителя.

Убытки, которые несут субъекты процесса распределения электрической энергии от ухудшения ее качества сверх допустимых норм, должны оплачиваться виновниками нарушения качества. Для этого необходимо определить источники гармоник и оценить степень участия каждого в нарушении синусоидальности, чтобы с помощью системы штрафов и санкций стимулировать потребителя, искажающего параметры качества электроэнергии, устанавливать у себя компенсирующее оборудование, а также справедливо распределять средства, полученные от источников искажения.

В настоящее время нет общепринятого метода для обнаружения виновников нарушения синусоидальности напряжения в точке общего подключения.

Наиболее универсальным представляется метод определения знака и значения мощности гармоник, генерируемой источником гармоник, поскольку там используются только измеренные величины без каких-либо предположений (например, о линейности сопротивления нагрузки). Однако, измерения искажающей мощности в точке общего подключения (ТОП) не позволяют достоверно определить всех виновников искажения из-за одинакового значения напряжения соответствующей гармонической составляющей для всех потребителей.

Результатом применения методов определения источников искажений являются различные коэффициенты или индексы, характеризующие вклад источника гармоник в искажение кривой напряжения. Такой подход не дает полной картины распределения мощности высших гармоник в СЭС и не позволяет справедливо распределять компенсационные выплаты между субъектами распределительной сети. Так же исследования показали, что кабельная линия является потребителем активной мощности гармоник.

Для устранения указанных недостатков при определении виновника искажения кривой напряжения в ТОП измерение мощности гармоник целесообразно проводить не только в точке общего подключения, но и на клеммах потребителя, то есть на обоих концах кабельной линии. В качестве критерия оценки участия каждого субъекта СЭС в распределении мощности высших гармоник целесообразно использовать коэффициент распределения по k -й гармонике.

Ключевые слова: качество электроэнергии, гармоники, мощность искажения, коэффициент гармоник, источник искажения.

УДК 658.26

КОНТРОЛЬ БАЛАНСУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПІДСТАНЦІЇ НА БАЗІ SMART GRID ТЕХНОЛОГІЙ

Калінчик В. П., Шиянов О. О., Прокопенко В. В., Кульбачний П. В.

*Науково-дослідний інститут «Енергія», Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Всі сучасні новації в світовій електроенергетиці запроваджуються під маркою «Smart Grid». В стислі терміни ці технології пройшли шлях розвитку від дистанційного зчитування показів лічильників (AMR) до розвинутої інфраструктури вимірювань (AMI) і далі до системи інтелектуальних вимірювань (AMM).

Автоматизована система обліку енергоресурсів (АСОЕ) цифрової підстанції «Прибузька» ПАТ „Хмельницькобленерго” (Компанія) створена як інформаційно-вимірювальна та керуюча система і реалізує всі три технології Smart Grid (AMR, AMI і AMM). АСОЕ основана на застосуванні новітніх технологій, які дозволяють Компанії ефективно реагувати на будь-які зміни в процесі передачі - споживання електричної енергії.

Автоматизована система обліку електроенергії ПС 110/10кВ «Прибузька» призначається для:

- автоматизації комерційного обліку виробництва та споживання електроенергії і потужності у кожній точці обліку;
- підвищення оперативності керування режимами енергоспоживання.
- щодобового автоматичного знімання даних з лічильників з метою забезпечення розрахунків за спожиту електроенергію в умовах оптового ринку електроенергії України (ОРЕУ);
- одержання усереднених значень потужності в кожній точці обліку і побудови півгодинних (погодинних) графіків навантажень на добовому, місячному і річному інтервалах часу;
- підвищення швидкості обробки й обміну інформацією; підготовки таблиць, довідок, актів, протоколів і іншої необхідної документації по обліку електроенергії у відповідності з діючими правилами ОРЕУ;

Для визначення обсягу електроенергії на підстанції розрахункові лічильники встановлюються на лініях усіх класів напруги, що підходять до підстанції і що відходять до інших підстанцій, а також споживачів, що безпосередньо приєднані до мереж шин підстанції. Класи точності розрахункових електролічильників і електролічильників технічного обліку електроенергії, вимірювальних трансформаторів струму та напруги, а також припустимі значення похибок вимірювального комплексу повинні відповідати вимогам чинного законодавства. Для підстанцій обчислюється небаланс. Фактичний небаланс повинен бути меншим або дорівнювати припустимому. Якщо фактичний небаланс більший припустимого небалансу, обчисленого згідно чинного законодавства, персоналу підстанції разом з представниками зацікавлених Сторін необхідно виявити причини цього і прийняти заходи по їх усуненню на протязі періоду регламентованого законодавством.

Ключові слова: Smart Grid технологія, автоматизована система обліку енергоресурсів (АСОЕ), інформаційно-вимірювальна система, оптовий ринок електроенергії України (ОРЕУ).

УДК 332.83

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ У ВУЗЛАХ ПРИВОДА В ПРОЦЕСІ РОБОТИ СВЕРДЛОВИННОЇ ШТАНГОВОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Харун В. Р., Райтер П. М., Попович В. Я., Гладь І. М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

*E-mail: new_lazer@ukr.net, petro.raiter@gmail.com, v.popovych1966@gmail.com,
ghladj@ukr.net*

У світі існує близько 920 тис. свердловин для видобутку нафти, з них близько 71% експлуатується свердловинними штанговими насосними установками (СШНУ), які використовують балансирний привод. В Україні переважно використовують двоплечий балансирний привод (верстат-гойдалка).

Мета дослідження полягала в експериментальному визначенні зміни потужності на валу електродвигуна, за умов порушення зрівноваження верстата-гойдалки. ККД електродвигуна оцінювався згідно формули:

$$\eta_e = \frac{\eta_n}{\eta_n + k_\phi \cdot (1 - \eta_n)}, \quad (1)$$

де η_n – номінальне значення ККД, k_ϕ – коефіцієнт форми кривої крутного моменту двигуна.

Для дослідження використовувалась лабораторна установка з двоплечим балансирним приводом та система контролю енергетичних параметрів електротехнічних комплексів. Остання містила три давачі: напруги типу CV3-1000; струму з роз'ємним чутливим елементом Fluke i3000s Flex; один багатоканальний 16-розрядний АЦП типу NI-USB-6210, енкодер для

вимірювання швидкості обертання валу електродвигуна та комп'ютер з власним, розробленим в середовищі LabVIEW програмним забезпеченням. Клас точності каналу вимірювання напруги становить 0,5; струму 2; потужності, яка обчислена шляхом стандартної цифрової обробки вимірних миттєвих значень струмів і напруг, -2,5. На основі вимірних та зареєстрованих миттєвих значень струму, напруги та кута закручування валу електродвигуна обчислені складові електричної потужності, напруги, струму, коефіцієнту несиметрії струмів і напруг, їх вищих гармонік, а також швидкості обертання валу двигуна.

Під час експлуатації свердловини порушується зрівноваження, спричинене нерівномірністю дебіту свердловинного насоса, ступеня обводненості нафти тощо, тому доцільно експериментально контролювати форму графіка споживаної електродвигуном електричної потужності. Встановлено, що за цикл обертання кривошипа електродвигун працює як в режимі споживання додатної електричної активної потужності, так і в режимі генераторного гальмування. Це сприяє зростанню коефіцієнта k_ϕ , проте однозначно говорити про це як негативний фактор не можна, оскільки одночасно відбувається рекуперація енергії в мережу.

Ключові слова: верстат-гойдалка, енергетичні втрати, енергоспоживання, енергоефективність, потужність на валу електродвигуна.

УДК 621.311

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Писарець А. В., Міщеряков В. Ю.

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

E-mail: anna.v@ukr.net

Враховуючи дефіцит енергетичних ресурсів важливою задачею сьогодення є впровадження відновлюваних джерел енергії. «Зелена» енергетика має мінімальний вплив на довкілля при значно меншій вартості отримуваної енергії. Особливе місце серед альтернативних джерел займають вітроенергетичні установки (ВЕУ) малої потужності (до 100 кВт), які використовуються для широкого класу споживачів.

Вітроенергетична установка конструктивно складається з трьох основних частин: вітродвигуна (ВД), машинного відділення, опори.

Основними показниками, що окреслюють експлуатаційні характеристики ВЕУ є такі параметри конструкції ВД: активна площа, геометричне заповнення, коефіцієнт потужності (коефіцієнт використання енергії вітру) C_p , швидкохідність Z , які визначаються геометричними параметрами профілю лопатей та їх просторовою орієнтацією.

Для порівняння різних класів ВД застосовуються безрозмірні характеристики, що системно відображують залежності коефіцієнта потужності, відносних крутного моменту та коефіцієнту лобового тиску на лопаті від швидкохідності та кута їх встановлення.

Основними технічними характеристиками ВЕУ є момент, що розвивається на ВД, частота його обертання та потужність.

Не дивлячись на широке застосування ВЕУ, актуальними є питання знаходження раціональних просторових форм елементів ВД.

Для дослідження було обрано трьохлопатні ВД із пелюстковим, лезоподібним та трикутним з округленими кромками профілями лопатей.

Моделювання проводилося для трьох значень швидкості набігаючого потоку: мінімальної, за якої починається процес вироблення електричної енергії, номінальної та максимальної, за яких було визначено залежності піднімальної сили від кута атаки, вихідної потужності від швидкості вітру за різних значень коефіцієнту використання вітру та кута атаки від місцевої швидкохідності при зміні просторової форми лопаті.

У доповіді наведено результати досліджень ВД із застосуванням CFD-технологій, що підтверджують правомірність теоретичних засад та дозволяють виявити найбільш ефективну просторову форму лопаті вітродвигуна.

Ключові слова: вітроенергетична установка, вітродвигун, просторова форма.

УДК 681.121

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КРИВОЛІНІЙНИХ ФОРМ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТУРБІННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Коваленко В. А.

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

E-mail: kovian7@gmail.com, i.korobko@kpi.ua

Ефективне використання енергетичних ресурсів – це необхідна умова на шляху до енергетичної незалежності нашої країни, а це, в свою чергу, неможливе без приладів обліку енергоносіїв з високими метрологічними характеристиками.

Одним із основних паливно-енергетичних носіїв в Україні є природний газ (ПГ), тому його точний облік є актуальною задачею сьогодення.

Аналіз сучасних джерел інформації показує, що широкого застосування при вимірюванні витрати ПГ набули прилади з турбінними вимірювальними перетворювачами (ТВП). Перевагами таких засобів вимірювання є: висока точність, мала інерційність, малі гідравлічні втрати вимірюваного потоку, відсутність пульсацій витрати і тиску. Ефективність застосування ТВП можна підвищити шляхом мінімізації впливу різноманітних чинників на їх

метрологічні характеристики шляхом проектування чутливого елемента (ЧЕ) із оптимальними, за визначеними критеріями, параметрами.

Практично всі відомі методи профілювання елементів проточних частин базуються на геометричному підході. Ці методи дозволяють за характеристиками плинного вимірюваного середовища та вибраними величинами ряду геометричних параметрів ЧЕ генерувати проточні частини ТВП оптимальними за формами і параметрами конструкції. Якщо змодельований ЧЕ не задовольняє очікуваним метрологічним характеристикам, то шляхом варіювання геометричних параметрів підбирається така їх сукупність, яка дозволяє спрофілювати нову проточну частину, що має найбільше значення показника ефективності для заданих умов застосування.

Геометричне моделювання ЧЕ вимірювальних перетворювачів витрати передбачає вибір найбільш оптимальної його форми у меридіональному перетині, обводів ЧЕ у контрольних перерізах, кількості рухомих і нерухомих елементів, їх форми, законів руху течії вимірюваного середовища на вході та виході із перетворювача.

Остаточний вибір геометричної форми ЧЕ здійснюється на базі розрахунків і аналізу епюр розподілу параметрів течії природного газу із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій, що дає змогу досягти значного успіху у моделюванні ліній криволінійних поверхонь за заданими геометричними умовами та забезпечує їх оптимізацію.

Ключові слова: вимірювальний перетворювач витрат, геометричне моделювання.

УДК 681.121

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА КІЛЬКІСТЬ ОДЕРЖУВАНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ СПАЛЮВАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Власюк Я. М.

Національна акціонерна компанія “Нафтогаз України”, м. Київ, Україна

E-mail: YVlasyuk@naftogaz.com

У цілому якість газу – це відповідність його фізико-хімічних показників (ФХП) нормам, які встановлюються чинним міждержавним ГОСТом 5542-87 «Гази горючі природні для промислового та комунально-побутового призначення».

Основний показник якості природного газу – теплота згоряння (калорійність). Для газоподібних речовин теплота згоряння – це кількість тепла, що виділяється при повному згорянні об'ємної одиниці (м^3) речовини. Залежно від того, чи враховується теплота випаровування вологи палива розрізняють нижчу (без урахування) і вищу (з урахуванням) теплоту згоряння.

У газотранспортну систему України газ подається із Росії та з Європи, нижча теплота згоряння якого біля 8200 ккал/м^3 , а від газодобувних

підприємств – переважно 8000-8400 ккал/м³. Чинним в Україні стандартом встановлено, що теплота згоряння (нижча) повинна бути не меншою за 7600 ккал/м³.

Кількість одержаної енергії на пряму залежить від теплоти згоряння природного газу. При зменшенні теплоти згоряння від 8400 ккал/м³ до 8000 ккал/м³ (більшість природного газу в Україні саме такої теплоти згоряння) кількість енергії зменшується на 5 %.

На сьогодні в Україні функціонує біля 120 хіміко-аналітичних лабораторій, акредитованих та атестованих на право визначення ФХП природного газу. По всій протяжності газотранспортної системи визначено біля 700 характерних місць відбору проб, де періодично (не рідше одного разу на тиждень) відбираються проби газу, за якими в акредитованих лабораторіях проводиться визначення його ФХП, серед яких є теплота згоряння (теплотворна здатність). В особливо важливих місцях експлуатується біля 50-ти потокових хроматографів, покази яких можуть використовуватися для визначення енергії газу в масштабі реального часу.

Щодо факторів, які впливають на кількість одержуваної енергії при спалюванні природного газу на газоспоживаючому обладнанні побутового користувача необхідно відмітити наступне. Для створення оптимальних умов спалювання природного газу, перш за все, необхідно регулярно здійснювати профілактику газоспоживаючого обладнання і забезпечувати вільний доступ до місця горіння свіжого повітря (трикратний обмін повітря – за одну годину повітря у приміщенні має оновитися тричі). На процес горіння впливає величина надлишкового тиску природного газу. При зменшенні величини надлишкового тиску від 1800 Па до 800 Па (у 2,25 рази) потужність пальника зменшується у 1,5 рази. При цьому коефіцієнт корисної дії пальника практично не зменшується, але збільшується необхідний час його роботи для одержання тієї ж кількості енергії (кількість використаного газу та ж сама).

Кількість газу, виміряного побутовими лічильниками, залежить від абсолютного тиску, тобто від висоти на рівнем моря місця встановлення приладу. Так кількість газу у м³ в м. Одеса (49 м над рівнем моря) на 6 % більша ніж у м. Яремче (585 м над рівнем моря). У середньому різниця складає 1 % на кожні 88,5 м над рівнем моря.

Вологість природного газу практично не впливає на процес горіння, оскільки кількість водяної пари у повітрі, яка необхідна для процесу горіння, у тисячу разів більша ніж у самому природному газі.

Зміна надлишкового тиску у побуті складає менше 0,1 % від величини абсолютного тиску.

Ключові слова: природний газ, якість, фізико-хімічні показники, калорійність.