

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І АВТОМАТИКИ

MEASUREMENT, CONTROL AND DIAGNOSIS
IN TECHNICAL SYSTEMS

ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

«ВИМІРЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА ДІАГНОСТИКА В ТЕХНІЧНИХ
СИСТЕМАХ (ВКДТС-2017)»

збірник тез доповідей

31 жовтня – 2 листопада 2017 р.

ВНТУ
ВІННИЦЯ
2017

УДК 066.91:005.584.1(045)

ББК 30.10я431

К 95

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки

Головний редактор: **В.В.Грабко**

Відповідальний за випуск: **Кучерук В.Ю.**

Рецензенти: **Стадник Б.І.**, доктор технічних наук, професор
Кухарчук В.В., доктор технічних наук, професор

Четверта міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах» (ВКДТС-2017), 31 жовтня – 2 листопада, 2017 р. Збірник тез доповідей. – Вінниця: ПП «ГД«Едельвейс і К», 2017. – 267 с.

ISBN 978-617-7237-41-8

У збірнику опубліковано матеріали конференції, присвяченої проблемам теоретичних основ вимірювань, контролю та технічної діагностики, інформаційно-вимірювальних технологій та метрології.

УДК 066.91:005.584.1(045)

ББК 30.10я431

ISBN 978-966-2462-97-5

© Вінницький національний технічний
університет, 2017

© Учбово-науковий центр «Паллада», 2017

доц.; Ю. Ю. Оникієнко, к.т.н. Методика визначення параметрів ідентифікації льотного складу	
В. Д. Кузовик, д.т.н., проф.; О. Б. Іванець, к.т.н., доц.; В. Л. Кучеренко к.т.н., доц. Підвищення достовірності діагностування стійкості організму пілотів	54
В. Б. Большаков, д.т.н., с.н.с.; Н. І. Косач, д.т.н., проф. Сучасні підходи до визнання звт витрати	55
О. М. Vasilevskyi, DSc, Y. O. Danylyuk Methodology to evaluate the confidence level for calculation of the expanded uncertainty of measurement of ions activity	57
Е. Й. Маньковська, інженер Методика виконання та метрологічне забезпечення досліджень електрофізичних властивостей металевих аморфних стопів для цілей термометрії	59
Д. А. Півторак, к.т.н., ст. викладач; С. Л. Лакоза, асистент; О. С. Попов, студент Теоретичні основи використання фотографічного зображення для оцінки висоти сонця та його азимуту	61
О. П. Чабан, к.т.н.; О. В. Бойко, к.т.н., доц. Використання елементів теорії невизначеності у медичних системах підтримки прийняття рішень	63
В. М. Севастьянов, к.т.н., доц.; С. В. Зачиняєва Сертифікація персоналу в галузі готельного бізнесу	64
В. М. Ванько, д.т.н., проф.; О. М. Приходько, аспірант Ймовірнісний метод оцінки якості продукції з використанням FMEA-аналізу	66
О. М. Васілевський, д.т.н., В. М. Дідич, к.т.н., І. І. Андрікевич, к.м.н. Особливості застосування міжнародного стандарту iso 9001:2015 щодо медичних лабораторій	67
О. Ярмолюк, аспірант, Н. Є. Гоц, д.т.н., проф. Кваліметричний метод оцінювання якості банківських послуг зацікавленими суб'єктами	68
В. С. Маньковська, к.т.н.; Т. А. Коваль, студент; А. А. Кашканова, студент Оцінка показників якості розчинної кави	70
СЕКЦІЯ 2 (SECTION 2)	
Первинні вимірювальні перетворювачі та сенсори.	
Прилади та методи контролю речовин, матеріалів та виробів	
Автор та назва доповіді	стор.
О. В. Вовна, д.т.н., доц.; А. А. Зорі, д.т.н., проф.; І. С. Лактіонов, к.т.н.; Р. Н. Ахмедов, аспірант Удосконалення способу компенсації температурного дрейфу вихідного сигналу оптичного вимірювача концентрації метану	72
О. В. Осадчук, д.т.н., проф.; В. С. Осадчук, д.т.н., проф.; Я. О. Осадчук, асп. Радіовимірювальний тензочутливий перетворювач з активним індуктивним елементом	75
Yuriy Vashpanov, Dr. of Sci., Prof. Measurement of ethanol concentration with a new gas photovoltaic nanosensor	77
Й. Й. Білінський, д.т.н., проф., В. П. Стахов, аспірант Пасивний радіочастотний моноімітансний давач з аналого-цифровим перетворювачем	79
В. П. Квасніков, д.т.н., професор, В. А. Галицький Метод балансування резонатора вібраційного гіроскопу. Основні технічні вказівки	81
В. С. Осадчук, д.т.н., проф.; О. В. Осадчук, д.т.н., проф.; О. М. Жагловська, к.т.н., старший викладач; Д. С. Коваль, студент Вимірювач рівня рідини з частотним виходом на основі ємнісного чутливого елемента	84
Д. А. Ковальчук, аспірант; О. В. Мазур, к.т.н., доцент Лабораторна установка для дослідження систем утилізації тепла димових газів як об'єктів керування	86
С. О. Слободян, к.т.н., проф., І. С. Білюк, к.т.н., доц., А. А. Зубарев, Я. О. Дудков Удосконалення стенда для налагодження паливної апаратури газотурбінних	88

Д.А. Ковальчук, аспірант; О.В. Мазур, к.т.н., доцент

ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ДИМОВИХ ГАЗІВ ЯК ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ

Ключові слова: газовий котел, енергоефективність, тепловий насос, вимірювання, управління, дослідження.

Для опалення житлових та промислових будівель найчастіше використовують водогрійні котли, що працюють на природному газі. Однак останнім часом на паливному ринку спостерігається постійне зростання цін, зокрема і на природний газ. Наслідком цього є збільшення тарифів на опалення та гаряче водопостачання. Одним з кроків до запобігання підвищенню тарифів є підвищення енергетичної ефективності існуючих котельних та тих, що розробляються. Такі роботи постійно проводяться. В [1,2] були розглянуті певні заходи, що дозволяють заощадити на паливі при експлуатації котельні. Більшість заходів спрямовані на утилізацію тепла димових газів, яка становить близько 15% від загальної теплотворної здатності палива, і в звичайних котельних губиться. За звичай для цього використовують конденсаційні котли. В [3] проведено аналіз енергетичної ефективності конденсаційного котла в реальних погодних умовах регіонів України. Результати дослідження показали, що в умовах реальної експлуатації вони не завжди використовують всю теплоту згоряння палива, і їх енергетична ефективність залежить від режиму роботи системи опалення та температури навколишнього середовища. Реалізація сталого режиму глибокої утилізації тепла димових газів на протязі всього опалювального періоду можлива з використанням теплового насоса. Для дослідження параметрів тепломасообмінних процесів та режимів роботи теплонасосного утилізатора розробки енергоефективних алгоритмів керування була розроблена та виготовлена лабораторна установка, яка дозволяє проводити експерименти як в ручному, так і в автоматичному режимах, та налагоджувати алгоритми керування.

Установка включає в себе технологічну систему та електронну систему збору даних та управління. Схема технологічної системи показана на рисунку 1, а структура системи збору даних та управління (СЗДУ) на рисунку 2.

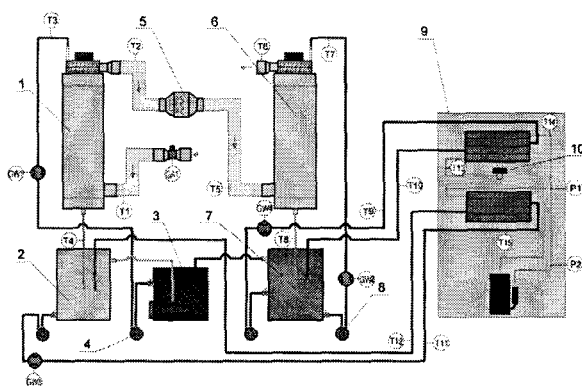


рис. 1

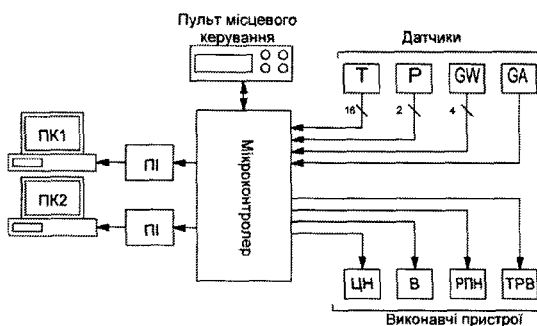


рис. 2

Технологічна система складається з генератора пароповітряної суміші, конденсаційного утилізатора, теплового насоса.

Генератор пароповітряної суміші мітує димові гази з виходу котла за температурою та вологістю. До його складу входить теплообмінник-зволожувач контактного типу (1), що підігрівач повітря та зволожує його до 100% відносної вологості насичуючи його необхідною кількістю водяних парів (змінюючи температуру нагріву можливо змінювати абсолютний вологовміст повітря), емність з гарячою водою (2), що підігрівачється тепловим насосом і емність для догріву води електричним нагрівачем (3), циркуляційний насос (4), електричний перегрівач повітря (5). Повітря на виході з цієї секції за своєю температурою, та вологовмістом емітує димові гази.

До складу конденсаційного утилізатора входить теплообмінник «повітря-вода» (6), крізь який проходять димові гази і холодна вода, циркуляційний насос (8) таємність з водою (7), яка охолоджується в випарнику теплового насосу.

Тепловий насос «Вода-Вода» (9) забезпечує нагрів та охолодження води в емностях генератора пароповітряної суміші та конденсаційного утилізатора відповідно. Для забезпечення ефективної роботи в усіх режимах тепловий насос обладнаний терморозширювальним вентилем (ТРВ) з електроприводом (10) та регульованим електроприводом компресора.

СЗДУ складається з керуючого мікроконтролера, датчиків для вимірювання технологічних параметрів та виконавчих пристроїв. В системі присутні датчики температури (Т), тиску (Р), витрати води (GW) та повітря (GA). Розміщення усіх датчиків показано на технологічній схемі (рис.1). Із виконавчих пристроїв в системі присутні керовані циркуляційні насоси (ЦН), вентилятори (В), ТРВ з електроприводом, регулятори потужності нагріву води та повітря (РПН).

Для вимірювання температур води, повітря та фреону в контрольних точках застосовані цифрові датчики температури з діапазоном вимірювання від -50 до +125 °С і точністю вимірювання 0,1 °С. Для вимірювання тиску фреону в системі використані цифрові датчики тиску з діапазоном вимірювання 0-2.5 МПа і точністю 1 кПа. Використання цифрових датчиків, відкаліброваних при виробництві звільняє від необхідності калібрувати систему при налагоджуванні. Для вимірювання витрат води використані крильчасті витратоміри з імпульсним виходом. Для вимірювання витрат повітря використано датчик масової витрати повітря з аналоговим виходом.

СЗДУ з'єднана з двома персональними комп'ютерами (ПК1 та ПК2) через перетворювачі інтерфейсів UART-USB (ПІ). На першому комп'ютері працює розроблена програма, яка реєструє усі виміряні сигнали, відображує їх у вигляді графіків, таблиці, має можливість збереження їх у файлі, та дозволяє керувати усіма виконавчими механізмами як в ручному так і в автоматичному режимі, керуючи ходом експерименту. На другому комп'ютері працює програма Matlab Simulink, яка обмінюється даними з системою керування, отримуючи від неї інформацію з датчиків, та відправляючи керуючі впливи на виконавчі пристрої. У середовищі Simulink складаються та випробуються алгоритми керування окремими контурами регулювання. Таким чином модель системи керування працює віртуально у середовищі Simulink, а в якості моделі об'єкта керування використовується реальна фізична модель.

За допомогою розробленого комплексу проводяться активні експерименти по дослідженню процесів охолодження та конденсації димових газів, режимів роботи теплового насосу, теплообмінників, та інших елементів системи для ідентифікації їх параметрів та розробки математичних моделей, перевірки їх на адекватність та синтезу енергоефективних алгоритмів керування та перевірки їх реальної енергетичної ефективності без застосування газового котла та використання газу для подальшого їх впровадження на котельних реальних об'єктів.

Список літературних джерел

1. Панарин В. М. Контроль энерго- и теплотерьер на объектах, вырабатывающих тепловую энергию/ В. М. Панарин, О. А. Дабдина. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Молодые учёные в решении актуальных проблем науки". – 2011. – №2. – С. 174–176.
2. Райш М. "Полное использование теплоты сгорания топлива в промышленных котельных." *Аква-Терм* № 3 (43) (2008): 20-24.
3. Ковальчук Д. А. Оценка энергетической эффективности газового конденсационного водогрейного котла как объекта управления / Д. А. Ковальчук, А. В. Мазур, С. С. Гудзь. // *Наукові праці ОНАХТ.* – 2016. – С. 95–98.