

Gorelkov Dmitriy, Candidate of Science, Associate Professor, Department of food and hotel industry equipment named after M.I. Belyaev, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkovskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. E-mail: gorelkov.dmv@gmail.com.

Шевченко Ірина Вадимівна, магістрант, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна. 61051. E-mail: oborud.hduht@gmail.com.

Шевченко Ирина Вадимовна, магистрант, Харьковский госуниверситет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, Харьков, Украина, 61051. E-mail: oborud.hduht@gmail.com.

Shevchenko Irina, master, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkovskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. E-mail: oborud.hduht@gmail.com.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 65.011.5:664

КОНЦЕПЦІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

М.І. Погожих, М.А. Чеканов, А.О. Пак

Розглянуто проблему обґрунтування концепції забезпечення автоматичного контролю та алгоритму апаратного управління процесами та устаткуванням харчових виробництв із використанням сучасної елементної бази I-Wire мікромережі «Dallas Semiconductor Corp» для підвищення енергоефективності технологічних процесів харчових виробництв. Алгоритм роботи мікропроцесорної системи контролю та управління розглянуто на прикладі кип'ятильника безперервної дії КНЕ-50.

Ключові слова: енергоефективність, датчик, мікропроцесор, I-Wire мікромережа, алгоритм апаратного управління.

КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Н.И. Погожих, Н.А. Чеканов, А.О. Пак

Рассмотрена проблема обоснования концепции обеспечения автоматического контроля и алгоритма аппаратного управления процессами

© Погожих М.І., Чеканов М.А., Пак А.О., 2015

и оборудованием пищевых производств с использованием современной элементной базы I-Wire микросети «Dallas Semiconductor Corp» для повышения энергоэффективности технологических процессов пищевых производств. Алгоритм работы микропроцессорной системы контроля и управления рассмотрен на примере кипятильника непрерывного действия КНЭ-50.

Ключевые слова: энергоэффективность, датчик, микропроцессор, I-Wire микросеть, алгоритм аппаратного управления.

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY CONCEPT IN FOOD PRODUCTION PROCESS

M. Pogozhikh, M. Chekanov, A. Pak

The substantiation of the concept of automatic control and algorithm of hardware management by the processes and equipment for food production with the use of modern element base is examined. Structurally, the proposed algorithm of automation and management control unit can be carried out using I-Wire interface, which was developed by Dallas Semiconductor Corp. Single-wire micro-network adapter consists of a microprocessor that can be programmed directly, connect it via COM or USB port to a computer and manage software. The developed algorithm of the process control and management makes it possible to meet the challenges of increasing energy efficiency of technological processes by the direct method, that is, makes the equipment work in the mode of power consumption sufficient for mechanical work, supplying heat, electromagnetic, radiation energy. The algorithm microprocessor control system work is considered by the example of the boiler of continuous action NEC-50.

Keywords: power efficiency, sensors, processor, I-Wire micro-grids, hardware control algorithm.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Останнім часом в Україні у зв'язку із постійним подорожчанням енергоресурсів гостро постало питання раціонального їх використання. На виробництвах починають запроваджувати заходи з заощадження енергоресурсів, визначення енергоефективності та використання енергозбережних технологій. Намагаються замінити застаріле або менш досконале устаткування на сучасне, енергоефективне.

Розвиток сучасних харчових виробництв неможливий без створення нового устаткування та оптимізації існуючих технологічних процесів. Для забезпечення енергоефективності процесів використовується системний підхід, який містить у собі такі заходи: визначення, вимірювання, аналіз, покращення та управління.

Під час дослідження енергоефективності існуючого устаткування спочатку необхідно провести вимірювання процесних

характеристик (температура, тиск, об'єм, витрата та ін.), визначити основного споживача енергії та характер її споживання. За сукупністю цих дій можна визначити ефективність витрати енергії та напрям модернізації для забезпечення оптимізації існуючих технологічних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Заходи, які вживаються для збільшення енергоефективності поділяють на активні та пасивні. До пасивних належить заміна застарілих пристроїв новими з більшим коефіцієнтом корисної дії, з низьким енергоспоживанням [1], більшим ресурсом роботи [2], покращеною тепловою ізоляцією устаткування тощо. До активних заходів належить насамперед забезпечення автоматичного контролю та алгоритму управління процесом. Для цього використовують сучасні комп'ютерні та мікропроцесорні системи керування устаткованими датчиками з оберненим зв'язком та аналого-цифровими та цифро-аналоговими перетворювачами, оскільки сьогодні вони стали одним із найбільш дешевих, швидких та безпечних способів збирання та обробки інформації, з її подальшим використанням. Постійний розвиток мікропроцесорних систем [3], створення нової елементної бази дозволяє частково або повністю автоматизувати контроль та створити алгоритм управління процесами та апаратами харчових виробництв, що дозволить підвищити їх енергоефективність та безпечність [4].

Мета статті – обґрунтування концепції, суть якої полягає в забезпеченні автоматичного контролю й алгоритму апаратного управління процесами з використанням сучасної елементної бази, що дозволить прямим шляхом досягти достатнього рівня підвищення енергоефективності технологічних процесів та устаткування харчових виробництв.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз і раціоналізація технологічних процесів харчових виробництв, ефективне управління різними агрегатами, машинами, механізмами вимагають численних вимірів різноманітних фізичних величин. Для вимірювання основних параметрів устаткування, що досліджується, використовуються датчики прямих і непрямих вимірювань. Датчик це пристрій, що перетворює вплив будь-якої фізичної величини на сигнал, зручний для подальшого використання. Датчики бувають різних типів, розрізняються за способом дії. Показники отримуються із сигнального, регулюючого або керуючого пристрою, що перетворює контрольовану величину (температуру, тиск, частоту, силу світла, електричну напругу, силу струму тощо) на сигнал, зручний для вимірювання, передачі, зберігання, обробки, реєстрації, а іноді й для впливу на керовані процеси.

Залежно від виду вхідної величини розрізняють: датчики механічних переміщень (лінійних і кутових), пневматичні, електричні, витратоміри, оптичні, хімічного складу, датчики швидкості, прискорення, зусилля, температури, тиску та ін.

Сьогодні існує такий розподіл частки вимірювань різних фізичних величин за допомогою електронних датчиків у промисловості: температури – 50%, витрати (масової і об'ємної) – 15%, тиску – 10%, рівня – 5%, кількості (маси, об'єму) – 5%, часу – 4%, електричних і магнітних величин – менше 4%.

Розрізняють три класи датчиків:

- аналогові, що виробляють аналоговий сигнал, пропорційний зміні вхідної величини;

- цифрові, що генерують послідовність імпульсів або двійкове слово;

- бінарні (двійкові), які виробляють сигнал тільки двох рівнів: «включено/вимкнено» (0 або 1), що набули широкого поширення завдяки своїй простоті.

У харчовій промисловості традиційно виділяють такі процеси:

- механічні;

- теплові (включно фазові переходи 1-го роду);

- електромагнітні;

- електрохімічні;

- дифузійні.

Звідси випливає, що вимірювання з метою контролю та управління фізичними величинами технологічних процесів харчової промисловості має великий потенціал щодо керування пристроями та устаткуванням.

Запропонований спосіб керування та автоматизації забезпечує:

- раціоналізацію процесу;

- своєчасне виявлення небезпечних ситуацій, безпеку, аварійне вимикання системи;

- отримання повної та актуальної картини функціонування всього контрольованого технологічного процесу;

- підвищення ефективності управління параметрами контрольованого технологічного процесу;

- зниження витрат на енергоресурси;

- оцінку ефективності використання енергоресурсів;

- можливість прогнозування потреб в енергоресурсах.

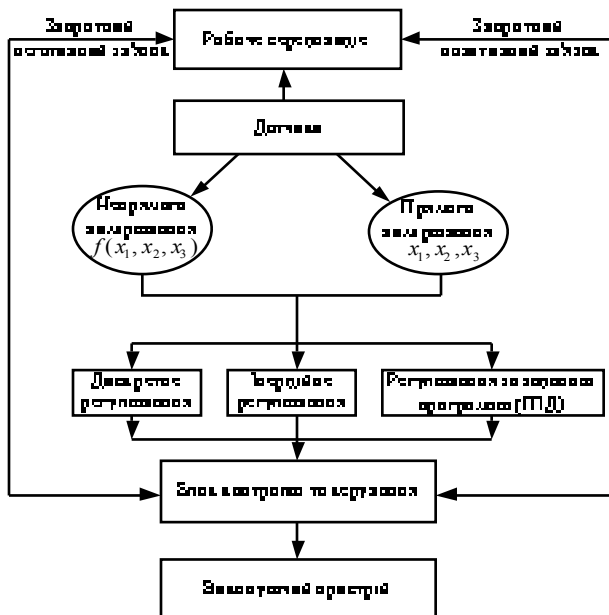


Рис. 1. Принципова схема контролю та керування об'єктом управління за допомогою датчиків зі зворотним зв'язком

Алгоритм контролю та управління процесом дозволяє розв'язувати задачі із енергоефективності технологічних процесів прямим методом, тобто змушувати працювати обладнання в режимі енергоспоживання, достатньому для здійснення механічної роботи, підведення теплової, електромагнітної, радіаційної енергії.

Зворотний зв'язок та мікропроцесорна техніка при цьому виконують роль своєрідного «мозку», який автоматично вирішує завдання оптимізації процесу. За такого способу керування та автоматизації технологічним процесом виключається необхідність розв'язання складних теоретичних задач або отримання великих масивів експериментальних даних.

Алгоритм роботи мікропроцесорної системи управління процесом кипіння розглянуто на прикладі кип'ятильника безперервної дії КНЕ-50 та наведено на рис. 2. На початку роботи апарата подається живлення на блок контролю та регулювання. Мікропроцесор блоку контролю та регулювання зчитує показники з датчиків контролю температури та автоматично проводить їх корекцію відносно температури навколишнього середовища. Датчики температури

розташовані на вході подачі води, у робочій камері апарата та на виході подачі кип'ятку з апарата. Потім вмикається режим підтримування заданої температури в робочій камері апарата. Мікропроцесор зчитує показники з датчиків рівня води, перший датчик розташований на вході в камеру накопичувача води, другий датчик – нижнього рівня, що забезпечує вимикання ТЕНів після відбору кип'ятку, третій датчик – верхнього рівня, що вимикає ТЕНи у разі переповнення камери накопичувача кип'ятку. Якщо на вході трубопроводу немає води, перший датчик рівня формує сигнал «Ні» і мікропроцесор не ввімкне живлення нагрівачів, поки накопичувач не заповниться та датчик рівня не сформує сигнал «Так». Після цього сигналу живлення подається на ТЕНи. Три ТЕНи з'єднані зіркою, вода в апараті нагрівається, поки апарат не вийде на стаціонарний режим.

У разі його досягнення мікропроцесор переключає живлення на один ТЕН, для підтримування заданої температури. Після зливу кип'ятку з камери накопичування, цикл повторюється до закінчення роботи.

Конструктивно запропонований алгоритм автоматизації та управління керування апаратом можна здійснити використовуючи, наприклад, 1-Wire інтерфейс, розроблений фірмою «Dallas Semiconductor Corp». Однопровідна мікромережа складається з мікропроцесора адаптера, який можна запрограмувати безпосередньо, або під'єднати через COM, або USB-порт до комп'ютера та здійснювати управління програмно.

При цьому під час роботи системи автоматизації можна реєструвати експериментальні дані з усіх датчиків з великою дискретністю та за необхідності виводити отримані експериментальні залежності досліджуваних величин на дисплей комп'ютера в режимі реального часу. Фірма «Dallas Semiconductor Corp» пропонує широкий асортимент фабрично-каліброваних датчиків, основною перевагою яких є вбудований аналого-цифровий перетворювач. Запропоновану схему автоматизації можна зібрати, використовуючи адаптери DS9097U-009 або DS9490R, датчики температури DS18B20, вологості DS2406 та модуля керування навантаженням DS2413P. Залежно від топології мікромережі можна монтувати систему автоматизації та управління довжиною до 3 метрів, без зовнішнього живлення – до 10 датчиків. Якщо використовувати зовнішнє живлення, довжина мікромережі за необхідності може досягати до 300 метрів та до 250 датчиків. Як можна побачити, за такої кількості активних датчиків можна досліджувати будь-яке устаткування або технологічний процес харчової промисловості в режимі реального часу.

Список джерел інформації / References

1. Жиров М. В. Идентификация и адаптивное управление технологическими процессами с нестационарными параметрами / М. В. Жиров, В. В. Макаров, В. В. Солдатов. – М., 2011. – 187 с.
Zhiron, M., Makarov, V., Soldatov, V. (2011), *Identification and adaptive control of technological processes with time-varying parameters [Identifikatsiya i adaptivnoe upravlenie tehnologicheskimi protsesami s nestatsionarnimi parametrami]*, Moscow, 187 p.
2. Щелкунов Н. Н. Микропроцессорные средства и системы / Н. Н. Щелкунов, А. Н. Дианов. – М.: Радио и связь, 1989. – С. 117–152.
Shelkunov, N., Dyunov, N. (1989), *Microprocessor tools and systems [Mikroprotssornie sredstva i sistemi]*, Radio and Communications, Moscow, pp. 117-152.
3. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Дж. Пиани. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.
Olsson, G. (2001), *Digital automation and control systems [Tsifrovie sistemi avtomatizatsii i upravlenia]*, Nevsky Dialect, St. Petersburg, 557 p.
4. Maxim Integrated Products and Dallas Semiconductor, available at : http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/3638

Погожих Микола Іванович, д-р техн. наук, доц., кафедра фізики та енергетики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-00.

Погожих Николай Анатольевич, д-р техн. наук, доц., кафедра фізики та енергетики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-00.

Pogozhikh Mykola, Doctor of science, Professor, Department of physics and energetics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-00.

Чеканов Микола Анатолійович, канд. техн. наук, доц., кафедра фізики та енергетики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-00.

Чеканов Николай Анатольевич, канд. техн. наук, доц., кафедра фізики та енергетики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-00.

Chekanov Mykola, Ph.D., Associate Professor, Department of physics and energetics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-00.

Пак Андрій Олегович, канд. техн. наук, доц., кафедра фізики та енергетики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-00.

Пак Андрей Олегович, канд. техн. наук, доц., кафедра фізики і енергетики, Харківський державний університет харчових технологій і торгівлі. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-00.

Pak Andriy, Ph.D., Associate Professor, Department of physics and energetics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-00.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 664.951.2

ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ НА ЗМІНУ КОЕФІЦІЄНТА МАСОВІДДАЧІ ПІД ЧАС СОЛІННЯ РИБИ

О.В. Яковлев, Г.М. Постнов, В.О. Потапов

Розглянуто теоретичний вплив ультразвукових хвиль на зміну коефіцієнта масовіддачі під час соління риби. За результатами досліджень підтверджено інтенсифікувальний вплив накладання ультразвукових хвиль на перебіг процесу соління. Доведено, що коефіцієнт масовіддачі під час соління риби в полі ультразвукових хвиль залежатиме від швидкості звуку в тузлуці та амплітуди коливальної швидкості ультразвукової хвилі. Подальші дослідження в цьому напрямі дозволять отримати математичні залежності перебігу процесу зовнішнього масообміну та внутрішнього масопереносу під час соління риби в полі ультразвукових хвиль.

Ключові слова: риба, соління, ультразвук, масообмін, масопередача, масовіддача.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН НА ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МАССООТДАЧИ ПРИ ПОСОЛЕ РЫБЫ

О.В. Яковлев, Г.М. Постнов, В.О. Потапов

Рассмотрено теоретическое влияние ультразвуковых волн на изменение коэффициента массоотдачи при посоле рыбы. По результатам исследований подтверждено интенсифицирующее влияние наложения ультразвуковых волн на ход процесса посола. Доказано, что коэффициент массоотдачи при посоле рыбы в поле ультразвуковых волн будет зависеть от скорости звука в тузлуке и амплитуды колебательной скорости ультразвуковой волны. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят получить математические зависимости протекания процесса