

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



**ОДЕСА
2017**

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

Одеська національна академія харчових технологій, 2017 р.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

Єгоров
Богдан Вікторович
Бурдо
Олег Григорович
Атаманюк
Володимир Михайлович
Васильєв
Леонард Леонідович
Гавва
Олександр Миколайович
Гумницький
Ярослав Михайлович
Долинський
Анатолій Андрійович
Зав'ялов
Владимир Леонідович
Керш
Владимир Яковлевич
Колтун
Павло Семенович
Корнієнко
Ярослав Микитович
Малежик
Іван Федорович
Михайлов
Валерій Михайлович
Паламарчук
Ігор Павлович
Снежкін
Юрій Федорович
Сорока
Петро Гнатович
Тасімов
Юрій Миколайович
Товажнянський
Леонід Леонідович
Ткаченко
Станіслав Йосифович
Ульєв
Леонід Михайлович
Черевко
Олександр Іванович
Шит
Михайл Львович

- голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
- Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор
- Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор
- Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

6. Бухкало С.И. Ресурсосберегающие технологии использования полимерных отходов / Интегровані технології та енергозбереження // – Х.: НТУ «ХП». 2001. – № 2. – С. 106–112.
7. Бухкало С.И. Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів // Интегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХП». 2014. – № 4. – с. 29–33.
8. Товажнянский Л.Л., Кошелева М.К., Бухкало С.И. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах (уч. пособие) / Москва ИНФРА-М, 2015. С. 447.
9. Бухкало С.И. Моделі енергетичного міксу для утилізації полімерної частки ТПВ // Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2016. – № 19 (1191). – с. 23–32.
10. Бухкало С.И., Іглін С.П. Деякі моделі дослідження структурно-хімічних змін при експлуатації полімерних виробів / Интегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХП». 2016. – № 3. – с. 52–57.
11. Бухкало С.И. Інноваційні технології використання відходів. 4-й міжн. конгрес Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування, 21–23 вересня 2016 р., Львів. 2016, – с. 111.
12. Бухкало С.И., Ольховська О.І. та ін. Об утилизации полимерных отходов как комплексе инновационных проектов. Вісник НТУ «ХП». 2012. – Х.: НТУ «ХП». № 10, с. 160–166.
13. Бухкало С.И. Структура потоків комплексного підприємства / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ. конф. MicroCAD-2017, 17-19 травня 2017. // За ред. проф. Сокола Є.І. Ч.ІІІ, – Х.: НТУ «ХП», с. 14.
14. Бухкало С.И. Комплексна екологічно-інформаційна безпека проектів підприємства / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ. конф. MicroCAD-2017, 17-19 травня 2017. // За ред. проф. Сокола Є.І. Ч.ІІІ, – Х.: НТУ «ХП», с. 15.

УДК 681.2.08

ДОСВІД РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНО - ІНТЕГРОВАНОГО СТЕНДУ ДЛЯ СУПРОВОДУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ ЗНЕВОДНЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ МІКРОХВИЛЬОВОГО-ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ.

**Яровий І.І к.т.н., ас. каф. ПОіЕМ,
ОНАХТ,**

THE EXPERIENCE OF DEVELOPING A COMPUTER-INTEGRATED STAND FOR THE MAINTENANCE OF EXPERIMENTAL STUDIES OF DEWATERING PROCESSES IN A MICROWAVE- ELECTROMAGNETIC FIELD ENVIRONMENT.

**Yarovyi I. I. ass. , Ph.D.
ONAFТ**

Наукова робота багатьох прикладних галузей, зокрема технологічних наук, включає значну частину експериментальних досліджень серед яких немало експериментальних задач, що пов'язані з реєстрацією зміни в часі комплексу фізичних параметрів. Як правило постановка задачі, планування експерименту та прогнозування і попередня оцінка результатів є суттю дослідницької роботи та визначається саме тематикою і областю досліджень.

Однією з суттєвих проблем, що постає перед науковцями в ході планування циклу експериментальних досліджень, є досяжна для використання база. Вирішення питання побудови вимірювального комплексу "в лоб", пов'язане, як правило, з підбором наявного / доступного апаратного та програмного забезпечення, погодження графіків його використання, подеколи - з отриманням достатньої для використання апаратури кваліфікації. Наявність необхідної апаратури, її потенціальні

можливості, завантаженість та вартість суттєво обмежують "політ думки" багатьох дослідників. Ще гостріше дана проблематика проявляється у студентських дослідженнях.

В той же час, багато тематик експериментальних досліджень, потребують для технічного супроводу, відносно нескладних систем фіксації у реальному часі типового комплексу фізичних величин (температури, вологості, маси, швидкості, переміщення, тощо.). Для таких задач, що не потребують надскладних або вузькоспеціалізованих вимірювальних комплексів, вирішенням питання може стати побудова адаптованого до цілей та задач програмно - апаратного комплексу для супроводу експерименту на базі компонентів класу D.I.Y. (від англ. Do It Yourself — «зроби це сам»), призначенням яких є задоволення потреб аматорів сучасної технічної творчості.

Такий підхід до проблеми має свої переваги. По перше вирішення задачі організації вимірювань переноситься здебільшого з сфери організаційної у сферу творчу, так як основним питанням стає не досяжність готових типових рішень, а принципова можливість отримання бажаної інформації про досліджуваний процес з наявними на ринку компонентами та системами. По друге вартість отриманого рішення може виявитись «супербюджетною» порівняно з класичними варіантами рішень. Наслідком є можливість створення індивідуальних для кожної дослідної установки, постійно діючих, та доволіно змінюємих систем моніторингу, без огляду на необхідність передачі апаратури. По третє, використання в якості інтегруючого компоненту спеціального програмного забезпечення дає можливість побудувати малобюджетну (практично безкоштовну) систему моніторингу експерименту з відмінними можливостями візуалізації, архівування та експорту отриманих результатів.

Узагальнюючи підсумки роботи зі створення комп'ютерної системи супроводу експериментальних досліджень процесів зневоднення, після випробування декількох варіантів елементної бази та програмного забезпечення пропонуємо розглянути в якості бюджетного варіанту наступну комбінацію компонентів.

Модуль збору даних (багатоканальний перетворювач сигналів) – одна з мікропроцесорних плат серії «Arduino» з комплектом сумісних датчиків. На сьогодні на ринку наявні датчики (аналогові та цифрові): температури, вологості, атмосферного тиску, освітленості, кольору, електричного струму, наближення (безконтактні), вібрації, сили (деформації), магнітного поля, положення/рівня та інші. Вартість таких пристроїв відповідає найнижчому ціновому діапазону промислових рішень, а метрологічні характеристики цілком забезпечують усереднені вимоги до типових варіантів використання.

Програмування модулю збору даних може здійснюватись як мінімум двома шляхами: використанням штатного середовища «IDE» або програмного комплексу «Pprog» - аматорської розробки, доступної для некомерційного використання. Слід зазначити, що перший варіант потребує мінімальних навичок програмування а другий дозволяє створювати алгоритми обробки інформації графічними мовами: функціональними блоками або релейними діаграмами.

Програмне забезпечення для моніторингу фізичних параметрів процесів об'єкту дослідження можна використати різне. Наприклад програму «Terminal.exe» простий у використанні, безкоштовний монітор послідовного порту комп'ютера, що виконує лише функцію реєстрації потоку значень від модулю збору даних в текстовий файл. Можливо використати потужний програмний комплекс «LabVIEW» від компанії «National Instruments», який є стандартом для багатьох дослідницьких лабораторій і дозволяє безкоштовне використання протягом обмеженого часу.

Проте для типових задач оптимальним вибором можна вважати використання SCADA – системи (від англ. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерське управління та збір даних) — програмного забезпечення, призначеного для моніторингу та керування в реальному часі об'єктом управління. На ринку програм цього класу присутні понад десяток виробників які пропонують різні за масштабом, функціональністю та складністю рішення. Серед пропозицій наявні і безкоштовні (тестові) варіанти (малоканальні, з обмеженою функціональністю або часом роботи). На основі власної, суб'єктивної оцінки можна порадити познайомитись з функціональністю пакетів програм SIMP Light (<http://simplight.ru>) та Simple-Scada (<http://simple-scada.com>). Обидва програмні комплекси відносно прості у вивченні та використанні, обидва мають деякі обмеження (пробні версії), обидва дозволяють максимально простими засобами створити майже повнофункціональну систему моніторингу об'єкту.

Вищезгадані варіанти використовувались автором для вирішення поточних задач моніторингу процесів зневоднення рослинної сировини під впливом мікрохвильового електромагнітного поля. На основі власних спостережень, для комплексу типових фізичних величин, можна порекомендувати наступну комбінацію. Сигнали датчиків (бажано з вихідним сигналом в діапазоні 0-5 В або відповідним перетворювачем) сприймаються платою Arduino: Micro, Uno, Mega – в залежності від бажаної

функціональності та кількості каналів. Програмування плати здійснюється програмою «flprog» (<http://flprog.ru>) мовою функціональних блоків з виводом даних у послідовний порт для наступної реєстрації на ПК програмою «Terminal.exe» і експортом результатів до таблиць «MS Excel», або вивід потоку даних через інтерфейс «RS-485», по протоколу «Modbus» для наступного відображення в SCADA – системі з усіма перевагами візуалізації: віртуальними приладами, трендами та сигналізацією відхилень. В цьому випадку найпростішу інтеграцію забезпечує програма SIMP Light. Приклад інтерфейсу системи моніторингу приведено на мал. 1.

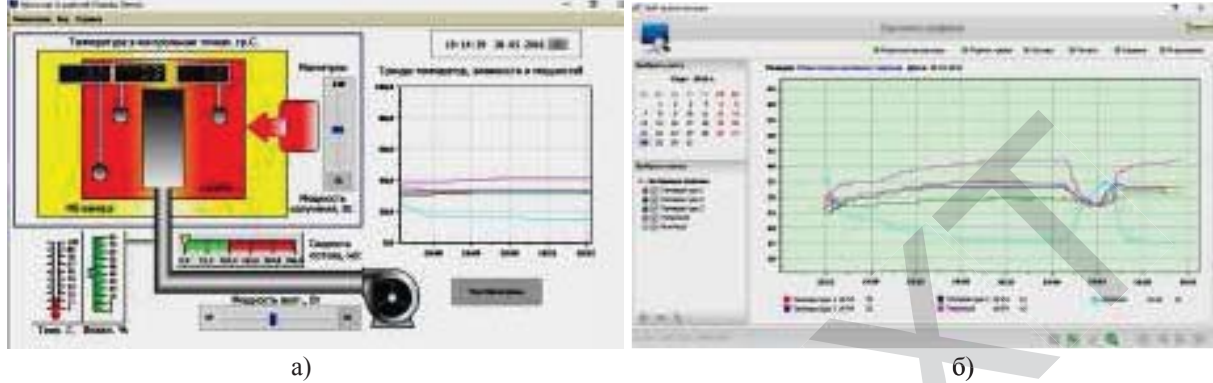


Рис.1. Вікна інтерфейсу SCADA SIMP Light: а) моніторинг параметрів установки; б) графіки трендів контролюємих параметрів.

Висновки.

Запропонована комбінація не є досконалою і вимагає додаткових заходів для реєстрації потоку даних, проте на думку автора є однією з найбільш простих для відтворення і повсякденного використання.

Наведені в тексті марки обладнання та програмних продуктів не є рекламою.

УДК 532.528

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ

Иваницкий Г.К., д-р техн. наук, ведущий. научн. сотр.
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

ANALYTICAL INVESTIGATION OF MICROSCOPIC PROCESSES OF HYDRODYNAMIC CAVITATION

Ivanitsky G.K., Dr. Tech. Sciences, leading. Scientific Colleagues
Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

Аннотация: В настоящей работе освещаются различные аспекты гидродинамической кавитации, включая базовый механизм, анализ динамики единичного пузырька и кавитационного кластера с рекомендациями по оптимальным рабочим параметрам. Разрабатываемые в рамках этого направления технологии и оборудование могут быть использованы в различных отраслях пищевой промышленности.

Abstract: The present work highlights the different aspects of hydrodynamic cavitation including the basic mechanism, bubble dynamics and cavity cluster analysis with recommendations for optimum operating parameters. The technologies and equipment developed within this direction can be used in various branches of the food industry.

Ключевые слова: гидродинамическая кавитация, парогазовые пузырьки, кавитационный кластер

Безбах И. В., Кепин Н. И.	
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ, ИСПОЛЗУЮЩИХСЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ	
Недбайло А. Є.	285
КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВОДЫ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ	
Тришин Ф. А., Терзиев С. Г., Орловская Ю. В.	289

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ПОДІБНОСТІ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОНВЕКТИВНО – ТЕРМОРАДІАЦІЙНОГО СУШІННЯ	
Малежик І. Ф., Бурлака Т. В., Дубковецький І. В., Деканський В. Є.	296
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КОМІРЧАСТОЇ МОДЕЛІ ІЗ ЗВОРОТНИМИ ПОТОКАМИ В ВІБРОЕКСТРАКТОРАХ	
Мистюра Т. Г., Зав'ялов В. Л., Лобок О. П., Попова Н. В., Запорожець Ю. В.	302
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ІННОВАЦІЙНИХ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРІВ	
Бухкало С. І.	309
ДОСВІД РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНО - ІНТЕГРОВАНОГО СТЕНДУ ДЛЯ СУПРОВОДУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ ЗНЕВОДНЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ МІКРОХВИЛЬОВОГО-ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ	
Яровий І. І.	313
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЕ ПУЗЫРЬКОВОГО КЛАСТЕРА В ПРОЦЕССАХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ	
Иваницкий Г. К.	319
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭКСТРАКТА СТЕВИИ В МИКРОВОЛНОВОМ ВАУУМ-ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ	
Бурдо О. Г., Ружицкая Н. В., Резниченко Т. А., Резниченко Д. Н.	322
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ РОЗПЛАВУ КОМПОЗИЦІЇ ПОЛІЕТИЛЕН – КАУЧУК	
Гоцький Я. Г., Двойнос Я. Г.	327
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	
Бурдо О. Г., Давар Ростами Пур	335
ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ПІКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОТИ	
Остапенко О. П.	331
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ТОРФА И БИОМАССЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВ	
Снежкин Ю. Ф., Коринчук Д. Н.	337
ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА ВЫМОРАЖИВАНИЯ БЛОКА ЛЬДА	
Тришин Ф. А., Трач А. Р.	343
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	
Бурдо О. Г., Давар Ростами Пур, Масельская Я. А.	347
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИКРОВОЛНОВОЙ ЛЕНТОЧНОЙ СУШИЛКИ	
Бурдо О. Г., Маренченко Е. И., Пилипенко Е. А., Балагура В. В.	355
АНАЛІЗ ОПОРІВ ПЕРЕНЕСЕННЯ РЕЧОВИНИ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ПРИ НАНОФІЛЬРАЦІЇ ТА ЗВОРОТНОМУ ОСМОСІ	
Гулієнко С. В.	364
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ В МІКРОХВИЛЬОВОМУ ПОЛІ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОТИТЕЧІЙНОГО ЕКСТРАКТОРА З ПІДВОДОМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕНЕРГІЇ	
Левтринська Ю. О., Зиков А. В., Терзів С. Г.	367
К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КИПЕНИЯ КАПЕЛЬ ХЛАДАГЕНТА В ФИЛЬТРЕ ЭЖЕКТОРЕ	
Когут В. Е., Бушманов В., Хмельнюк М. Г.	374