

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Одеський національний політехнічний університет
Приазовський Державний Технічний Університет
Львівський національний аграрний університет
Сумський національний аграрний університет
Лабораторія комплексних технологій

Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії



Матеріали

*II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції
5-25 квітня 2021 р.*

*Мелітополь
2021*

Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (Мелітополь, 05 - 25 квітня 2021 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, О. А. Єременко, І. П. Назаренко [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 114 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції за результатами досліджень щодо сучасних проблем інноваційного розвитку електричної інженерії.

Збірник тез є частиною науково-дослідної теми Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного «Розробка електротехнологічного комплексу очищення рослинних олій та продуктів їх переробки» (номер держреєстрації 0121U109979).

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить інноваційний розвиток електричної інженерії.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Кюрчев В. М. д.т.н., професор, член-кореспондент НААН України, ректор ТДАТУ; Єременко О. А. д.с-г.н., професор, проректор з наукової роботи; Назаренко І. П. д.т.н., професор ТДАТУ; Діордієв В. Т. д.т.н., проф., академік МААО ТДАТУ; Постол Ю. О. к.т.н., доцент ТДАТУ; Червінський Л. С. д.т.н., професор НУБіП; Яковлев В. Ф. к.т.н., професор СНАУ; Сиротюк С. В. к.т.н., доцент ЛНАУ, завідувач кафедри енергетики; Кесарійський О. Г. к.т.н, завідувач лабораторією лазерно-голографічних досліджень ТОВ «Лабораторія комплексних технологій»; Азархов О. Ю. д.м.н., професор ПДТУ, завідувач кафедри «Біомедична інженерія»; Шрам О. А. к.т.н., доцент НУЗП, завідувач кафедри «Електропостачання промислових підприємств»; Баласанян Г.А. д.т.н., професор ОНПУ, завідувач кафедри теплових електростанцій та енергозберігаючих технологій.

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18

E-mail: ettp.conference@gmail.com

Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/ettp/internet-konferencia/>

© Колектив авторів, 2021

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПЕРЕДАЧІ І ПЕРЕТВОРЕННІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ



ЩЕРБАКОВ С. В., СТРУЧАЄВ М. І., ПОСТОЛ Ю. О. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	6
ОБЛЕЩЕНКО А. Д., ПОСТОЛ Ю. О. ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ.....	8
БІЛЯЄВА А. С., ПОСТОЛ Ю. О. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ.....	10
ПЄРОВА Н. П. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	12
КРЕСТОВ В., СТРУЧАЄВ М. І. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ПРИСТРІЙ КОНДЕНСАЦІЇ АТМОСФЕРНОЇ ВОЛОГИ.....	13
БРАТКОВСЬКА К. О. АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	16
КЕСАРІЙСЬКИЙ О. Г., ПОСТОЛ Ю. О. ЛАЗЕРНО-ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	18
ЩЕРБАКОВ С. В., ПОПОВА І. О. ОБГРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА ПРЕСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ МАКАРОННОГО ПРЕСУ ЗА ТЕХНІЧНИМИ ДАННИМИ.....	20
САВОЙСЬКИЙ О. Ю. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ СУШІННЯ.....	22
БІЛЯЄВА А. С., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. НОВИЙ МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ СВІТЛА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ.....	24
НЕМИКІНА О. В., МУХОМЕДЬЯРОВА В. В. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЛАМП У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЕЛЕКТРОВОЗОРЕМОНТНОГО ЗАВОДУ.....	26

СЕКЦІЯ 2. ЕЛЕКТРО- ТА ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ



СОМОВА А. С., КУШЛИК Р. В. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПАЛЬНОГО ДЛЯ ДИЗЕЛІВ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ	28
КУШЛИК Р. В., КУШЛИК Р. Р., СТРУЧАЄВ М. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ В'ЯЗКОСТІ БІОПАЛЬНОГО ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКУ.....	30
БІЛЯЄВА А. С., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АПАРАТІВ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МОРОЗИВА.....	32
ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. НОВА КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗБИРАЄ ТА ВИКОРИСТОВУЄ ТЕПЛОВУ СОНЯЧНУ ЕНЕРГІЮ.....	35
НІКУЛЬЧА М. В., СТРУЧАЄВ М. І., ПОСТОЛ Ю. О. ЕФЕКТИВНІСТЬ АБСОРБЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ НАКОПИЧЕННЯ ВОЛОГИ.....	37
КУШЛИК Р. В., КУШЛИК Р. Р. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	39
ОБЛЕЩЕНКО А. Д., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПІВ ВОДОНАГРІВАЧІВ.....	41
КУШЛИК Р. Р., КУШЛИК Р. В. АНАЛІЗ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ МАГНІОСТРИКЦІЙНОЇ КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	43
ДІДЕНКО О. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ В РИЦИНОВІЙ ОЛІЇ З РІЗНИМ ПИТОМИМ ОПОРОМ ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ.....	45
ЛУЖАНСЬКА Г. В., ЛЯШЕНКО В. І., КЛИМЧУК Ш. О., КУШНІРУК В. В. ВДОСКОНАЛЕННЯ	

ТЕПЛОУТІЛІЗАЦІЯ В СИСТЕМАХ МІКРОКЛІМАТУ.....	47
КЛИМЧУК О. А., БОРОВИК А. О., ГРІГОР'ЄВ В. Ю., ГУСАК А. Г. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛО АКУМУЛЯТОРІВ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	48
КЛИМЧУК О. А., ЛУЖАНСЬКА Г. В. УЗГОДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ГЕНЕРАЦІЇ ТА СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ.....	49
СІЛІ І. І., АЗАРХОВ О. Ю. РОЗРАХУНОК УСЕРЕДНЕНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В РОСЛИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ КАРТОПЛІ.....	51
БІЛЯЄВА А. С., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА, ЯКА ПЕРЕТВОРЮЄ СОНЯЧНЕ СВІТЛО НА ТЕПЛО І ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ.....	52
КЛИМЧУК О. А., РАДЧЕНКО М. В., ХУДЯК Е. В., ВАСИЛЬЧЕНКО О. І. ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	55
ПОПРЯДУХІН В. С. ВИЗНАЧЕННЯ БІОТРОПНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ТВАРИН.....	56
ДІДЕНКО О. В. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ОЧИЩЕННЯ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ.....	58
БОРОХОВ І. В., РЕПЕШКО В. С. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНІВАННЯ.....	60
ПОПРЯДУХІН В. С. ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА ШВИДКІСТЬ І СТУПІНЬ ПРОРОЩЕННЯ НАСІННЯ РОСЛИН.....	63
БОРОХОВ І. В., ЮЩЕНКО А. С., РЕПЕШКО В. С. ДО ПИТАННЯ ПО ОБҐРУНТУВАННЮ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ УЗ ХВИЛЬ В ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	65
БОРОХОВ І. В., РЕПЕШКО В. С., ВЛАСОЙ І. Д. ІНТЕНСИВІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЕМУЛЬГУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДІАПАЗОНУ.....	67
ПОПРЯДУХІН В. С. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ.....	70
ШКВИРЯ В. В., СТРУЧАЄВ М. І., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УСТІЛОК З ПІДГРІВОМ.....	72
ПОСТОЛ Ю. О., СТРУЧАЄВ М. І. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЧНОМУ ЦИКЛІ РЕНКІНА.....	74
СИРОТЮК С. В., КОРОБКА С. В., СИРОТЮК В. М. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОГО ДЗЕРКАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТОРА ДЛЯ ГЕЛІОСУШАРКИ.....	77

СЕКЦІЯ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ



ЧУБИК Р. В. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІБРОМАШИН ІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ УПРАВЛІННЯМ.....	80
ЯКОВЛЄВ В. Ф. БЛОК КОРЕКЦІЇ ГЕНЕРАТОРА ПРЯМОКУТНИХ ІМПУЛЬСІВ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БІОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР.....	82
ЗУБКОВА К. В., БОРОДІН Є. В. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО РЕЛЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.....	84
KVITKA S., ZHARIKOVA A. IMPROVEMENT OF ENERGY AND DYNAMIC INDICATORS OF ELECTRIC DRIVES OF AGRICULTURAL MACHINES WITH HEAVY STARTING CONDITIONS.....	86
ЛУЖАНСЬКА Г. В., СЕРГЄЄВ Д. І., КОТЯШ Д. І., ЧЕБАН К. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ МЕТОДАМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ.....	88

ВДОВІН Б. В., ПОСТОЛ Ю. О. ДЕТЕКТОР ПОЛОЖЕННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ.....	90
КОВАЛЬ С. Д., ПОСТОЛ Ю. О. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І АВТОМАТИЗАЦІЇ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ	92

СЕКЦІЯ 4. ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ



СТЬОПІН Ю. О. ПИТАННЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	93
СТЬОПІН Ю. О. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕЛІОВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З КОНЦЕНТРАТОРОМ СОНЯЧНОГО СВІТЛА.....	94
ГЛАЗИРІН І. М., ПОСТОЛ Ю. О. ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	96
СІЛІ І. І. ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ДОМАШНЬОГО СТАЦІОНАРНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІТРОГЕНЕРАТОРА.....	98
ІКОННИКОВ В. Л., НАЗАРЕНКО І. П. ВИРОБНИЦТВО ПОНОВЛЮВАЛЬНОГО ПАЛИВА (ВОДНЮ) МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОЛІЗУ.....	101
ЩЕРБАКОВ С. В., ПОСТОЛ Ю. О., СТРУЧАЄВ М. І. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ.....	103
ІКОННИКОВ В. Л., НАЗАРЕНКО І. П. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПАЛИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ.....	106
ДАНИЛЕВСЬКИЙ Б., КУШЛИК Р. Р. ВИРОБНИЦТВО ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	108
СИРОТЮК С. В., СИРОТЮК В. М., КОРОБКА С. В., ЧИЖЕВСЬКИЙ Н. В., ВІЗНИЙ В. М. ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ГІБРИДНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ.....	110
СИРОТЮК С. В., СИРОТЮК В. М., ЧИЖЕВСЬКИЙ Н. В., ЦАРЮК С. В., ВІЗНИЙ В. М. ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛОПАТЕЙ ТА РОТОРІВ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК.....	112

СЕКЦІЯ 1. РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПЕРЕДАЧІ І ПЕРЕТВОРЕННІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ



УДК 697.34:536.422

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Щербаков С. В., студент 41 ЕЕ

Стручаєв М. І., к.т.н.

Постол Ю. О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: serjik347555@gmail.com

e-mail: mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

e-mail: yulia.postol@tsatu.edu.ua

Актуальність та постановка проблеми. Економія теплоти - важливий аспект життя сучасного людського суспільства, що зачіпає і виробничу сферу, і побут кожного окремо взятого споживача [1]. Не ефективне споживання та втрати при транспортування цього досить дорогого виду енергії може привести до дуже значних витрат, що може істотно впливати як на добробут людини, так і на розвиток підприємства. На сьогоднішній день існують найрізноманітніші шляхи економії теплоти [2], які можуть виявитися ефективними. Застосування нових сучасних або вдосконалення [3], систем теплопостачання є одним з основних способів зменшення втрат.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити існуючу систему однотрубного теплопостачання (рис. 1), шляхом введення в систему нових конструктивних елементів, які дозволяють спростити конструкцію, зменшити витрати енергії, уможливити вимірювання витрат теплової енергії [4].

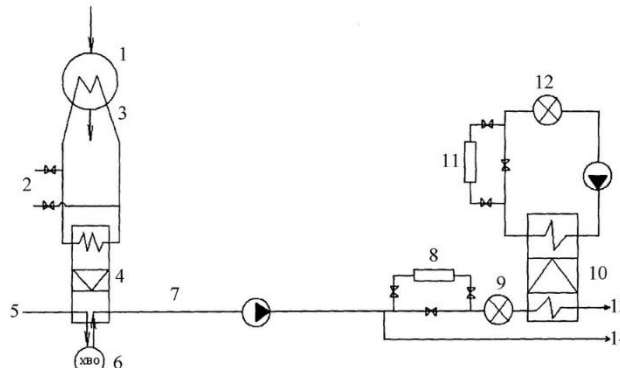


Рисунок 1. Схема однотрубного теплопостачання: 1 - котел; 2 – подача води; 3 - контур циркуляції; 4, 10 - теплообмінник; 5 - мережева вода; 6 - хімоводоочищення; 7 - теплопровід; 8, 11 - піковий котел; 9 - споживачі теплоти; 12 - споживачі теплоти; 13 - гаряче водопостачання; 14 - технологічне гаряче водопостачання.

Недоліком цього відомого пристрою є складна конструкція, великі втрати енергії, неможливість вимірювання витрат теплової енергії.

Основні матеріали дослідження. Нами отримано патент на корисну модель «Теплотрубний опалювальний пристрій». Запропонована корисна модель відноситься до теплоенергетики, а саме до конструкцій сучасних енерготехнологій для використання в системах теплопостачання.

Поставлена задача вирішується тим, що у теплотрубному опалювальному пристрої, який містить котел, прямий трубопровід подачі нагрітої води на опалення, опалювальні прилади, зворотній трубопровід до котла, згідно запропонованої корисної моделі, в систему введено теплоізолювану теплову трубку, зону випаровування якої розміщено в котлі та сполучено з

прямим трубопроводом подачі теплоносія на опалення, виконаного у вигляді центральної частини теплової трубки, зона конденсації якої поєднана з опалювальними приладами, конденсат теплоносія з яких проходить через витратомір теплової енергії і повертається через зворотній трубопровід та капілярно-пористий матеріал до котла.

Суть пропонованого теплотрубного опалювального пристрою пояснюється кресленням (рис. 2), де представлено схематичне зображення його.

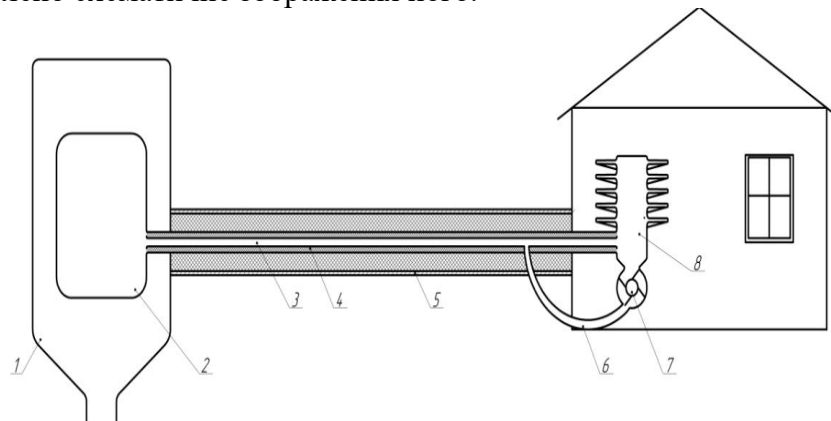


Рисунок 2. Схема теплотрубного опалювального пристрою: 1 – котел; 2 - зона випаровування; 3 - трубопровід подачі теплоносія на опалення; 4 - зворотній трубопровід; 5 - теплоізольована тепла трубка; 8 - зона конденсації поєднана з опалювальними приладами; 6 - капілярно-пористий матеріал; 7 - витратомір теплової енергії.

Принцип дії теплотрубного опалювального пристрою полягає у наступному. Теплова енергія з котла передається у зону випаровування теплової трубки, де завдяки природним процесам кипіння утворюється пара, яка передає теплову енергію прямим трубопроводом подачі теплоносія на опалення, виконаного у вигляді центральної частини теплової трубки. Далі пара потрапляє у зону конденсації, яка поєднана з опалювальними приладами. Опалювальні прилади віддають теплову енергію на опалення, в наслідок чого, пара конденсується. Конденсат теплоносія проходить через витратомір теплової енергії і повертається через зворотній трубопровід та капілярно-пористий матеріал до котла. Далі цикл повторюється.

Висновки. Застосування теплотрубного опалювального пристрою запропонованої конструкції за рахунок встановлення теплоізольованої теплової трубки, яка подає теплоносії на опалення, зона конденсації її поєднана з опалювальними приладами, дозволяє спростити конструкцію і зменшити витрати енергії, а пропуск конденсату теплоносія через витратомір дозволяє здійснювати вимірювання витрату теплової енергії.

Список використаних джерел

1. Трикоз В., Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матер. І Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
2. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 28-29.
3. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Верхоланцева В. О. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження зерна. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 1. С. 3-8.
4. Стручаєв Н. И. Определение количества теплоты при замораживании и размораживании. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2015. Вип. 165. С. 130-131.

УДК 620.91:621.316

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

Облещенко А. Д., магістрант

e-mail: anastasiyaobl333@gmail.com

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Енергетика є однією з найбільш важливих проблем, що стоїть перед міжнародним співтовариством.

Досвід провідних компаній і передових країн вказує на те, що одним з ключових заходів щодо підвищення енергоефективності є впровадження систем енергетичного менеджменту.

Основна ідея рішення управлінської проблеми підвищення рівня енергоефективності залягає у послідовному застосуванні системного підходу до енергоменеджменту. Таким чином, додаткові можливості підвищення рівня енергоефективності можуть бути отримані на основі застосування стандартної методології [1].

Основні матеріали дослідження. Система енергоменеджменту дозволяє оптимізувати витрати на енергетичні ресурси в організації будь-якого типу і рівня. Це досягається на основі циклу управління PDCA з орієнтацією на оптимізацію основних енергетичних характеристик. Деякі організації давно впровадили свої системи енергоменеджменту, проте європейські національні комітети зі стандартизації розробили національні стандарти тільки на рубежі 2000-х рр. Практика показала ефективність цих стандартів.

Стандарт ISO 50001 забезпечує будь-яку організацію, незалежно від її розміру, територіального або географічного положення, повноцінною стратегією дій в менеджерських і в технічних областях з метою підвищення ефективності енергосистеми організації [2-3].

Стандарт ISO 50001: 2011, який вступив в силу в липні 2011 року, включив в себе досвід, представлений національними стандартами ряду країн, в тому числі США (ANSI/MSE 2000:2008), ПАР (SANS 879:2009), Китаю (GB/T 23331:2009).

Стандарт ISO 50001 містить основні вимоги до організацій [4]:

- розробка політики більш результативного використання енергії;
- коригування мети і завдання відповідно до політики;
- використання даних для більш повного розуміння того, як краще використовувати енергію, і для прийняття відповідних рішень;
- вимір результатів;
- аналіз того, наскільки добре працює політика;
- постійне поліпшення енергетичного менеджменту.

Стандарт ґрунтується на методології, відомої як цикл по постійному поліпшенню PDCA:

– планування (plan) - проведення енергетичного аналізу і визначення базових критеріїв, показників енергетичної результативності, постановка цілей, завдань і розробка планів заходів, необхідних для досягнення результатів, які поліпшать енергетичну результативність відповідно до енергетичної політики організації;

– здійснення (do) - впровадження планів заходів в області енергетичного менеджменту;

– перевірка (check) - моніторинг та вимірювання процесів і ключових характеристик операцій, що визначають енергетичну результативність, щодо реалізації енергетичної політики і досягнення цілей в галузі енергетики та повідомлення про результати;

– дія (act) - прийняття дій щодо постійного поліпшення результатів діяльності в області енергетики і системи енергетичного менеджменту.

Після виходу ISO 50001: 2011 ряд європейських країн (Великобританія, Данія, Іспанія, Нідерланди) прийняли національні версії цього документа. Через півроку після публікації міжнародний стандарт встиг отримати національний статус не тільки в європейських країнах, але і в Японії, Сінгапурі, Індії, ПАР, Канаді та Бразилії.

У США за фінансової підтримки Міністерства енергетики в 26 американських компаніях

були прийняті рішення по реалізації пілотних проектів з впровадження систем енергоменеджменту на основі вимог стандарту ISO 50001: 2011.

В цілому слід зазначити, що практичне застосування ISO 50001 стало розвитком для зарубіжних підприємств. Прикладів успішних проектів по впровадженню стандарту можна навести багато, але найбільшими з них є наступні:

1. Компанія Coca-Cola, Великобританія. Завод компанії «Кока-Кола» є найбільшим заводом-виробником напоїв в Європі, а також першою виробничою компанією питного і харчового сектора, яка отримала сертифікацію по ISO 50001.

2. Northern Marine Management, Великобританія і США. Організація управляє 57 суднами, в тому числі танкером Stena і флотилією танкерів для перевезення зрідженого газу, а також іншими першокласними суднами.

3. Heritage Ahungalla Hotel, Шрі-Ланка. Heritage Ahungalla, один з провідних п'ятизірковий курортів Шрі-Ланки, за останній час став першим готелем в країні, що отримав сертифікацію системи енергоменеджменту ISO 50001.

Стосовно України слід відзначити, що успішне впровадження міжнародного стандарту ISO 50001 можливе лише при дотриманні умов: співробітництва, правового забезпечення, навчання фахівців з енергоменеджменту, інформаційного та технічного забезпечення кадрів.

Висновки. Проаналізувавши, можна констатувати факт широкого застосування і закріплення стандарту в багатьох країнах світу. Стандарт дає ряд переваг застосування. Сертифікація відповідно до стандарту ISO 50001 передбачає: прозорість і об'єктивність оцінки ефективності енергоспоживання, скорочення витрат, можливість участі в тендерах, зміцнення іміджу і репутації організації та підвищення конкурентоспроможності організації.

Список використаних джерел

1. Трикоз В., Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.

2. Тимофеев С. О., Постол Ю. О. Підготовка кадрів в області енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 66-67.

3. Чернецький В. А., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Питання енергозбереження в освітленні. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.

4. Стандарт енергетичного менеджменту ISO 50001 стає глобальним. URL: <http://50001.pro/news/articles/745> (дата звернення: 13.04.2021).

УДК 621.31

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ

Біляєва А. С., магістрант

e-mail: belyaevanastya02@gmail.com

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. У наш час енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності прираховується до вищих пріоритетів державної енергетичної політики. Це пов'язано з тим, що десятиліття неефективного використання енергоресурсів створили в Україні величезний невикористаний потенціал енергозбереження, що досягає 45% всього сучасного енергоспоживання країни [1-3].

Питома вага окремих складових у загальній величині цього потенціалу характеризується наступними даними: житлові будинки – 18%; електроенергетика, промисловість, транспорт – у кожному випадку в діапазоні від 13 до 15%; теплопостачання, надання послуг, будівництво – від 9 до 10%; виробництво палива, спалювання попутного газу, енергопостачання державних установ – від 5 до 6%.

На даний час при розробці енергозберігаючих заходів основна увага приділяється теплопостачанню, оскільки тривалість опалювального сезону в Україні коливається від 22–25. У зв'язку з високою часткою споживання тепла населенням і на об'єктах соціальної сфери динаміка виробництва і споживання слабо залежить від коливань внутрішнього валового продукту та інших макроекономічних показників [4].

Основні матеріали дослідження. Особливості тривалого опалювального сезону в Україні у комплексі з нерозвиненістю транспортної мережі на більшій частині території країни викликають необхідність щорічного створення значних сезонних запасів палива на складах видобувних і оптових організацій і у споживачів.

Електроенергетична складова заслуговує не меншої уваги, ніж теплопостачання. Технічний стан основних фондів електроенергетичних підприємств характеризується значним зносом у зв'язку з тривалим (більше 20 років) терміном експлуатації [5].

У житловому секторі практично відсутній контроль технічних втрат електроенергії в мережах 0,4 кВ – роботи по їх визначенню і зниженню, утруднені у зв'язку зі складністю збору вихідної інформації та проведення розрахунків. У той же час у зв'язку із збільшеною енергоемністю споживачів комунально-побутового сектора спостерігається перевантаженість ліній і, як наслідок, зростання навантажувальних втрат електричної енергії.

Розробка та впровадження енергозберігаючих заходів на всіх рівнях транспорту та споживання електричної енергії можливе лише при чіткому уявленні спеціалістами про структури електроспоживання, проблеми транспорту та резерви підприємств з енергозбереження. Отримати таку чітку картину дозволяє енергоаудит незалежними експертами високої кваліфікації.

Метою енергетичних обстежень підприємств є оцінка енергетичної ефективності процесів виробництва, транспорту та розподілу електричної енергії, в тому числі споживання на власні потреби, визначення енергозберігаючого потенціалу, розробка і обґрунтування послідовності організаційних, технічних та інших заходів, що забезпечують економічно обґрунтоване підвищення ефективності використання енергії.

Завданнями енергетичних обстежень є:

- визначення нормативного і фактичного кількостей споживання електроенергії та виявлення нормативного енергозберігаючого потенціалу в натуральному і грошовому виразах для забезпечення обґрунтування статей витрат, що включаються до собівартості електроенергії та послуг енергопостачальних підприємств;

- виявлення внутрішніх і зовнішніх причин невідповідності фактичного споживання нормативним значенням;

- визначення теоретично можливого потенціалу енергозбереження в натуральному і грошовому виразах для оцінки ефективності інвестиційних проектів і проектів технічного переозброєння;

- розробка технічно та економічно обґрунтованих організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності, з оцінкою обсягів фінансування для їх реалізації, термінів їх реалізації, способів повернення грошових коштів.

Основним результатом енергоаудиту повинна бути узгоджена із замовником програма енергозбереження.

Висновки. Щоб підвищити ефективності транспорту та споживання електричної енергії в побуті рекомендується впровадити використання сучасних джерел освітлення зі зниженим електроспоживанням та використовувати автоматичні системи включення і відключення освітлення за потребою. Рекомендовано стимулювання використання зонних тарифів на електроенергію при експлуатації побутових приладів великої потужності з тривалим режимом роботи у нічний час та вирівнювання завантаження фаз і оптимізація струмового завантаження ліній електропередачі у внутрішньобудинкових мережах і т. д.

Список використаних джерел

1. Трикоз В. О., Постол Ю. О. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.

2. Чернецький В. А., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Питання енергозбереження в освітленні. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.

3. Бурцева С. О., Постол Ю. О. Ефективність теплових насосів. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 33-34.

4. Носань С. В., Постол Ю. О., Ковальов О. В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.

5. Бурцева С. О., Клик А. В., Постол Ю. О. Використання низькопотенційної енергії ґрунтів як спосіб підвищення енергоефективності будівель. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 657-661.

УДК 620.92

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Перова Н. П.

e-mail: perovanatali86@gmail.com

ДВНЗ "Мелітопольський промислово-економічний коледж"

Актуальність та постановка проблеми. Ключовою особливістю впровадження енергоефективності на підприємствах є необхідність економічної доцільності.

При створенні комплексу технічних енергозберігаючих заходів для системи електропостачання промислових підприємств потрібно оцінити граничні значення її потенціалу енергозбереження. Сучасна система електропостачання (СЕР) повинна відповідати таким основним вимогам: надійність, економічність, безпека, зручність експлуатації, забезпечення належної якості електроенергії, можливість розширення під час розвитку виробництва. Головною задачею в електропостачанні є зниження втрат електричної енергії (ВЕР) при її передачі по СЕР. Енергозбереження на підприємствах стосовно електропостачання, незважаючи на широкий перелік рекомендованих енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ), відсутні методи визначення їх повного переліку, що не дозволяє створювати і реалізовувати ефективні програми енергозбереження, а, отже, і гальмує процес енергозбереження в цій галузі.

Основні матеріали дослідження. У енергоефективну систему входять декілька оптимізаційних блоків, одними з яких є вибір місця розташування вузлів електричної мережі та розподіл електричних навантажень за її вузлами. Алгоритм визначає чітку послідовність впровадження запропонованих енергозберігаючих заходів. Спільний результат роботи алгоритмів цих блоків вочевидь обумовить енергоефективну структуру та топологію електричної мережі.

Для заданого списку вузлів електричної мережі всіх рівнів, а саме: розподільних пунктів (РП) до 1000 В, цехових ТП, РП вище 1000 В і джерел живлення підприємства, сформуванню енергоефективної електричної мережі промислового підприємства. У дослідженні цехові електричні мережі підприємства аналізуються ділянками від пунктів розподільних (РП) різного конструктивного виконання (магістральні, розподільні шинопроводи, силові пункти, щити станції управління, щитки освітлення) до РУ-0,4 кВ цехових ТП. При цьому мають бути враховані обмеження на можливі місця проходження трас ділянок мережі і розміщення зазначених її вузлів. Очевидно, що параметри останніх визначають схему електричної мережі, так як вони є сумісними елементами між розподільчими та живлячими її ділянками. Такими параметрами є: координати місць встановлення розглянутих вузлів, їх конструктивні характеристики, тобто ефективність передачі електроенергії по мережі залежить безпосередньо від її структури та топології.

Характерним для промислових підприємств є наявність зон, утворених будовами або якими-небудь іншими будівельними конструкціями технологічного та допоміжного виробництв, через які недоцільно прокладати кабельні лінії та розміщення джерел живлення електричної мережі.

Висновки. формування оптимальної електричної мережі промислових підприємств з точки зору мінімуму сумарних втрат електричної енергії за рахунок переборів усіх можливих варіантів кількості вузлів мережі та місць їх розташування дозволить гарантовано створити енергоефективну мережу. Зниження обсягів обчислень обумовлюється вимогами до експлуатації мережі, що надані як обмеження під час її оптимізації.

УДК 621.574:621.565.92

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ПРИСТРІЙ КОНДЕНСАЦІЇ АТМОСФЕРНОЇ ВОЛОГИ**Крестов В., студент****Стручаєв М. І., к.т.н.****Постол Ю. О., к.т.н.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***e-mail:** mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua**e-mail:** yulia.postol@tsatu.edu.ua

Актуальність та постановка проблеми. Якісна прісна вода стає одним з найбільш дефіцитних ресурсів, а забезпечення її якості – однією з глобальних проблем аграрного сектору, який вносить суттєвий вклад у ВВП країни, надходження валютних коштів від здійснення зовнішньоторговельних операцій, забезпечує внутрішній ринок країни широким асортиментом продуктів харчування на цілком прийнятному рівні. Сучасний стан демонструє вичерпання резервів нинішньої моделі його розвитку, заснованої на ефектах масштабу та екстенсивних методах використання ресурсів. Оскільки найбільша частина українських аграрних господарств знаходиться в засушливій зоні, з помірно континентальним кліматом, актуальним є водопостачання з повітря [1], як один з шляхів для інтенсивного розвитку.

Атмосферне повітря містить певну кількість вологи. Існує декілька способів її використання, але більшість з них досить енерговитратні [2]. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити пристрій конденсації атмосферної вологи, шляхом модернізації, основаної на новій формі конструктивних елементів, їх взаємному розташуванні і наявності зв'язків між ними, що дозволить забезпечити збільшення кількості сконденсованої вологи, підвищити надійність циркуляції повітря та забезпечити цілодобову роботу пристрою.

Основні матеріали дослідження. Найбільш близьким аналогом запропонованої корисної моделі, прийнятим за прототип, є енергоавтономна установка конденсації вологи атмосферного повітря, що містить підвідний канал, поглиблений в землю на необхідний рівень, при якому для кліматичних умов конкретної місцевості температура навколишнього ґрунту нижче або дорівнює температурі точки роси, водозбірник, відвідний канал (рис. 1).

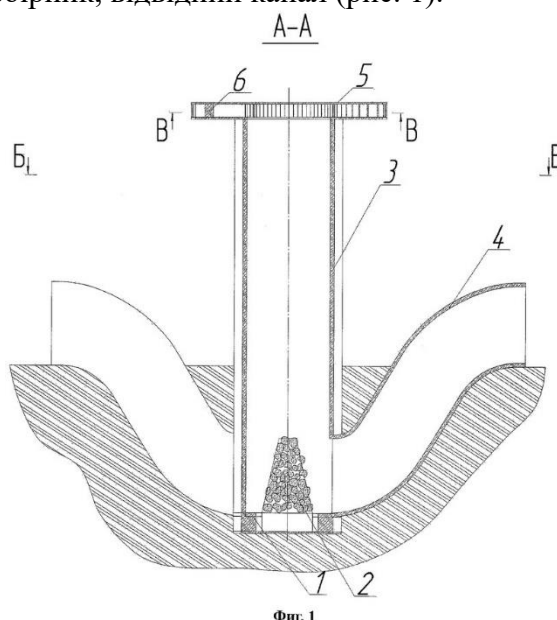


Рисунок 1. Схема енергоавтономної установки конденсації вологи атмосферного повітря:
1 – водозбірник; 2 - конденсатор води; 3 - корпус поглиблений в землю; 4 – канали; 5 – кришка;
6 - система ребер.

Принцип роботи автономної станції для конденсації вологи з атмосферного повітря полягає в наступному. Від сонячного випромінювання відбувається нагрівання верхньої кришки,

поверхня якої чорна для збільшення поглинання сонячного випромінювання. За рахунок теплопровідності здійснюється перерозподіл теплового потоку по ребрах. Повітря, що знаходиться в ребрових каналах, нагрівається і, оскільки його щільність стає менше щільності атмосферного повітря, під дією сили Архімеда воно піднімається вгору і виходить назовні. У середині корпусу установки в області кришки створюється розрідження, куди через підвідні спрофільовані канали, розташовані тангенціально до корпусу установки, надходить потік свіжого повітря з атмосфери. За рахунок тангенціального розташування підведень атмосферне повітря закручується і під дією наявного перепаду тиску піднімається вгору по внутрішній поверхні осесиметричного корпусу. Закручування потоку атмосферного повітря створює градієнт тиску, спрямований від приосевої області до периферійної, в приосьовій області корпусу поблизу конденсатора води утворюється область зниженого тиску, що дозволяє додатково охолодити потік повітря і інтенсифікувати процес конденсації. Свіжий потік атмосферного повітря потрапляє у конденсатор води, температура поверхні якого підтримується нижче температури точки роси за рахунок відведення тепла в навколишні нижню частину установки більш холодні шари ґрунту. При цьому повітря охолоджується і волога, яка міститься в ньому конденсується на поверхні конденсатора води. Волога стікає в ємність для збору конденсату, а осушене повітря піднімається вгору і виходить назовні через канали утворені ребрами кришки

Недоліком цього відомого пристрою є те, що він не дозволяє отримати достатньо високу кількість сконденсованої вологи з повітря, низька надійність циркуляції повітря та неможливість цілодобової роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої конденсації атмосферної вологи (рис. 2), що містить підвідний канал, заглиблений в землю на необхідний рівень, при якому для кліматичних умов конкретної місцевості температура навколишнього ґрунту нижче або дорівнює температурі точки роси, водозбірник, відвідний канал, згідно запропонованої корисної моделі, встановлено вентилятор та охолоджувач-конденсатор [3,4] виконаний у вигляді холодних пластин термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє, які розміщено в потоці повітря підвідного каналу з патрубком відведення конденсату в його нижній частині, у відвідному каналі встановлено повітря-підігрівач виконаний у вигляді гарячих пластин термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє, для живлення яких встановлено сонячний фотоелектричний перетворювач з акумулятором, водозбірник розташовано під патрубком відведення конденсату.

Пристрій працює таким чином. Повітря в підвідному каналі 1 під дією вентилятора 2 рухається через охолоджувач-конденсатор виконаний у вигляді холодних пластин 3 термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє. Зниження температури нижче точки роси на холодних пластинах 3 дозволяє забезпечити збільшення кількості сконденсованої вологи, яка випадає у вигляді конденсату водяних парів і відводиться за допомогою, розташованого у нижній точці підвідного каналу 1, патрубка 8 відведення конденсату і збирається у водозбірнику 9 розташованому під ним. Повітря, з якого видалено частину вологи потрапляє до повітря-підігрівача виконаного у вигляді гарячих пластин 6 термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє, розташованих у відвідному каналі 7. Повітря підігрівається, щільність нагрітого повітря зменшується і воно відводиться через відвідний канал 7 до навколишнього середовища, що дозволяє підвищити надійність циркуляції повітря. Електричне живлення холодних пластин 3 та гарячих пластин 4 термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє відбувається за рахунок сонячного фотоелектричного перетворювача 5 з акумулятором 4, що дозволяє забезпечити цілодобову роботу пристрою.

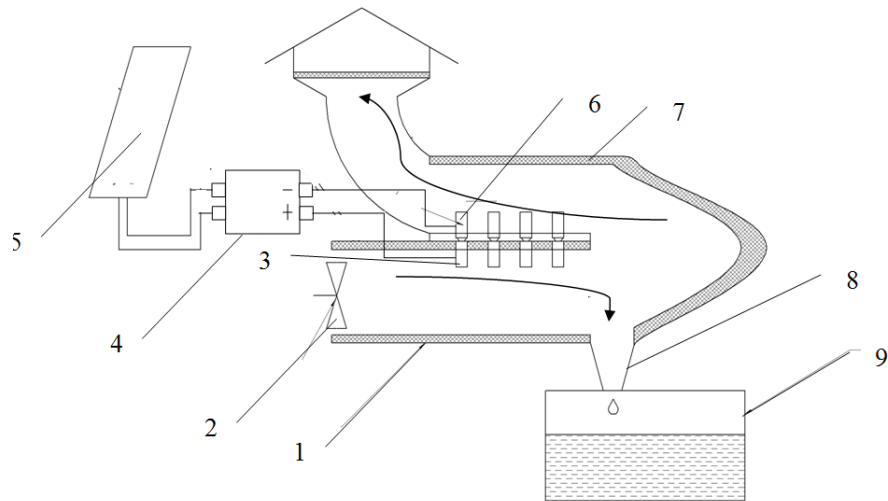


Рисунок 2. Схема пристрою конденсації атмосферної вологи: 1- підвідний канал; 2 - вентилятор; 3 - охолоджувач-конденсатор; 4 – акумулятор; 5 - сонячний фотоелектричний перетворювач; 6 - повітря-підігрівач; 7 - відвідний канал; 8 - патрубок відведення конденсату; 9 - водозбірник.

Використання пристрою конденсації атмосферної вологи, запропонованої конструкції за рахунок встановлення вентилятора та охолоджувача-конденсатора виконаного у вигляді холодних пластин термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє, які розміщено в потоці повітря підвідного каналу з патрубком відведення конденсату в його нижній частині, дозволяє забезпечити збільшення кількості сконденсованої вологи, встановлення у відвідному каналі повітря-підігрівача виконаного у вигляді гарячих пластин термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє дозволяє підвищити надійність циркуляції повітря, а електричне живлення холодних пластин 3 та гарячих пластин 4 термоелектричного перетворювача на основі ефекту Пельтьє відбувається за рахунок сонячного фотоелектричного перетворювача 5 з акумулятором 4 дозволяє забезпечити цілодобову роботу пристрою.

Висновки. Запропоновано пристрій конденсації атмосферної вологи, використання якого знизить потребу аграрного сектору у воді з поверхневих та підземних джерел, тим самим знизивши ризик втрати врожаю, кількість затрачених ресурсів на транспортування води, що в свою чергу підвищить внутрішній валовий продукт всієї країни.

Список використаних джерел

1. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 28-29.
2. Трикоз В. Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали І Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
3. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Верхованцева В. О. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження зерна. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 1. С. 3-8.
4. Стручаєв Н. И. Определение количества теплоты при замораживании и размораживании. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2015. Вип. 165. С. 130-131.

УДК 621.31:65.011

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Братковська К. О., к.е.н.

e-mail: bratkovskaja@gmail.com

НУ «Запорізька політехніка»

Актуальність та постановка проблеми. Баланс електроенергії та технологічні витрати електроенергії (ТВЕ) на передачу її по електричних мережах є однією з основних характеристик діяльності структурних підрозділів Мінпаливенерго України. За структурою втрат електроенергії 60% припадає на втрати в лініях та трансформаторах. Вони залежать від потужності, що передається, та конструктивних особливостей елементів мережі. Втрати, зумовлені неоптимальними режимами роботи електричної мережі, похибками системи обліку електроенергії, недоліками в енергозбутовій діяльності, є прямими збитками енергопостачальних організацій і, безумовно, повинні знижуватися. Для обленерго як втрати розглядаються також спожита, але неоплачена, та несанкціоновано спожита електроенергія, які за оцінками експертів можуть сягати 30-50%. Тому актуальними є завдання, що сприятимуть зниженню втрат електроенергії при її розподілі.

Основні матеріали дослідження. Енергоефективність електропередавального підприємства відображає ступінь транспортування електроенергії з найменшими втратами. Одним з ключових показників енергоефективності є енергоємність транспортування, яка може визначатися як відношення кількості закупленої електроенергії до відпущеної, за яку сплачено, або за відношенням втрат електроенергії до корисного відпуску споживачам. І якщо в першому випадку підвищення енергоефективності досягається за рахунок зниження показника, то в другому – навпаки.

Енергоефективність Запорізьких міських електричних мереж згідно актів про обмін електроенергією представлено у вигляді графіків на рис. 1-2.

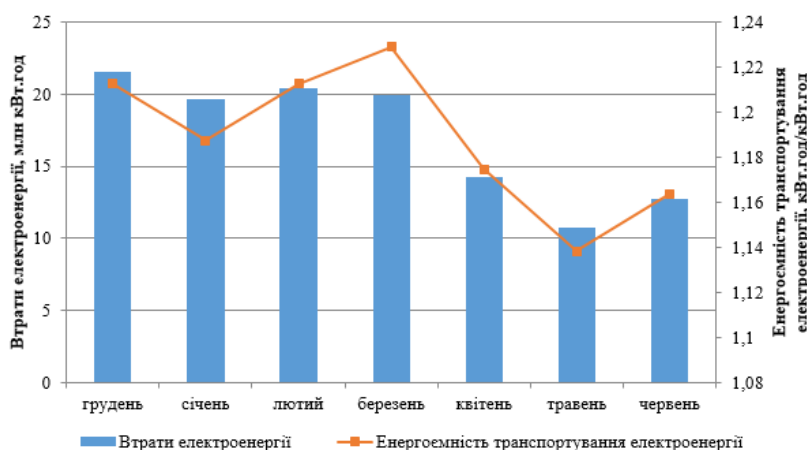


Рисунок 1. Втрати електроенергії та енергоємність її транспортування

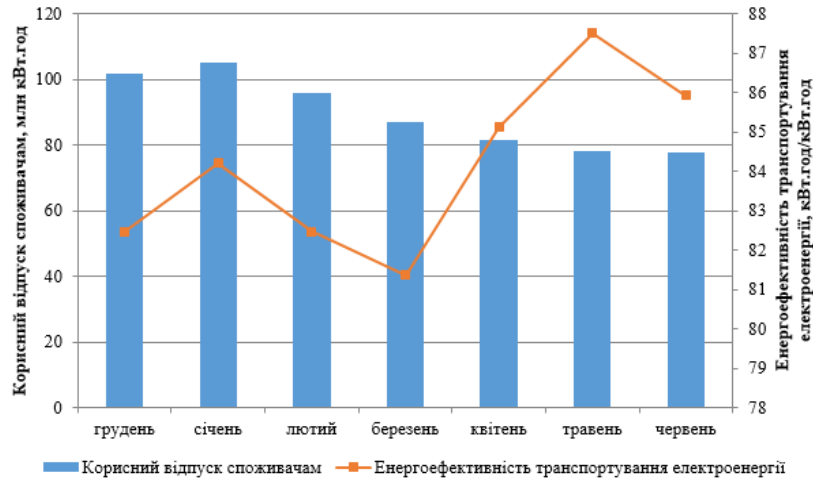


Рисунок 2. Корисний відпуск споживачам та енергоефективність транспортування електроенергії

Згідно інтегрованої системи менеджменту ПАТ «Запоріжжяобленерго» інженери з технічного аудиту щомісяця забезпечують зняття показань електролічильників електроенергії. На основі цих даних складають баланс електроенергії в електричних мережах РЕМ [1], що є одним з шляхів визначення технологічних витрат електроенергії. Для розрахунку коефіцієнту нормативних витрат електроенергії, який виконується щомісяця, використовується спеціальне програмне забезпечення, створене відповідно до вимог [2]. Порівняння нормативного та розрахункового значення ТВЕ приведене на рис. 3.

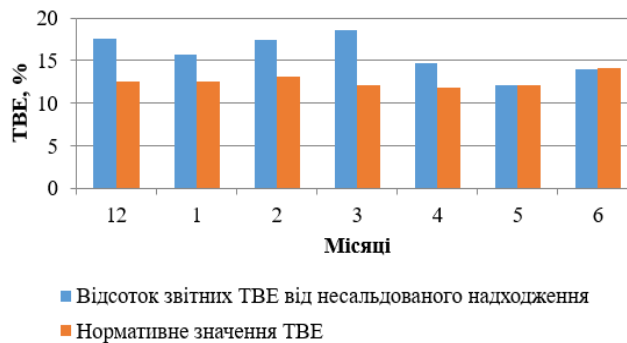


Рисунок 3. Відсоток технічних витрат електроенергії в ЗМЕМ

Висновки. Більш детальний аналіз та розрахунки за допомогою програмного забезпечення показали, що при реконструкції електричних мереж у вигляді заміни перерізів повітряних та кабельних ліній на окремих фідерах відбувається зниження нормативу витрат на 1,6% від несальдованого надходження при однакових надходженнях електроенергії в мережу, кількості маловтратного та безвтратного відпуску. Таким чином, реконструкція ПЛ та КЛ сприятиме значному зниженню технічних витрат електроенергії.

Список використаних джерел

1. Структура балансу електроенергії та технологічних витрат електроенергії на передачу по електричних мережах: Інструкція з складання, надання звітів та аналізу даних відомчої форми звітності 1Б-ТВЕ. Київ: М-во енергетики України, 1997. 38 с.
2. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38-150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних витрат електроенергії. Київ: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2004. 116 с.

УДК 535.417:621.548

ЛАЗЕРНО-ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**Кесарійський О. Г., к.т.н.****e-mail:** algeo57k@gmail.com*ООО Лаборатория комплексных технологий***Постол Ю. О., к.т.н.****e-mail:** yuliapostol111@gmail.com*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність та постановка проблеми. Композиційні матеріали знайшли широке застосування в енергетичному машинобудуванні. Використовуються вони не тільки в конструкціях, що сприймають статичні навантаження як, наприклад, газгольдери, а і в динамічно навантажених агрегатах, наприклад, лопатевих роторах вітроенергетичних установок. В процесі роботи таких установок, на лопаті із композиційних матеріалів, діють знакозмінні та імпульсні навантаження. Під впливом таких навантажень навіть незначні пошкодження деталей можуть стрімко розвиватися і призводити до раптового руйнування конструкції. Очевидно, що для попередження аварійних ситуацій потрібно проводити контроль технічного стану деталей та вузлів [1,2].

Основні матеріали дослідження. Композиційні матеріали характеризуються високими питомими фізико-механічними характеристиками, хорошою стійкістю до дії агресивних середовищ, можливістю цілеспрямованого управління структурою матеріалу на стадії виготовлення деталей з урахуванням робочих навантажень на конструкцію. Проте діагностика напружено-деформованого стану деталей з таких матеріалів надзвичайно ускладнена. Це пояснюється тим, що традиційні засоби визначення напружено-деформованого стану, наприклад, за допомогою методів електротензометрії погано пристосовані для таких вимірювань, оскільки структура більшості композиційних матеріалів не дозволяє забезпечити рівномірний механічний зв'язок тензодатчиків з контрольованою поверхнею. Окрім того, вимірювання в поодиноких точках конструкції, наприклад, лопаті турбіни, не дозволяє визначити загальний стан деталі та появу дефектних зон. Для вирішення таких проблем потрібно використовувати більш інформативні методи вимірювання, що дозволяють реєструвати ПОЛЯ переміщень або деформацій. Застосування лазерно-інтерференційних методів визначення напружено-деформованого стану дозволяє суттєво підвищити інформативність контролю таких деталей.

Суть лазерно-інтерференційного контролю, наприклад, із застосуванням методів голографічної інтерферометрії, полягає у тому, що реєструють голограму початкового стану контрольованої деталі, після чого деталь піддають дії тестового навантаження, а потім повторно реєструють голограму деталі. Отримане зображення являє собою фотографію об'єкту контролю, вкритого системою інтерференційних смуг, що мають однозначний зв'язок із полем деформування деталі під дією тестового навантаження. Чутливість такого методу надзвичайно висока і дозволяє реєструвати формозміну контрольованої поверхні у 0.1 мікрона. Таким чином можна не тільки виявити істотні дефекти деталей із композиційних матеріалів, а і зареєструвати деформаційні аномалії, що можуть бути зародками дефектів та сепарувати їх за критерієм допустимості для подальшої експлуатації конструкції.

На рис.1а показано дослідження фрагменту аеродинамічного профілю, виконаного з композиційного матеріалу. Мета експерименту полягала у виявленні впливу локального дефекта (поз.1) на формування напружено-деформованого стану деталі. У якості тестуючого навантаження використовувався перепад розподіленого тиску на поверхню зразка.

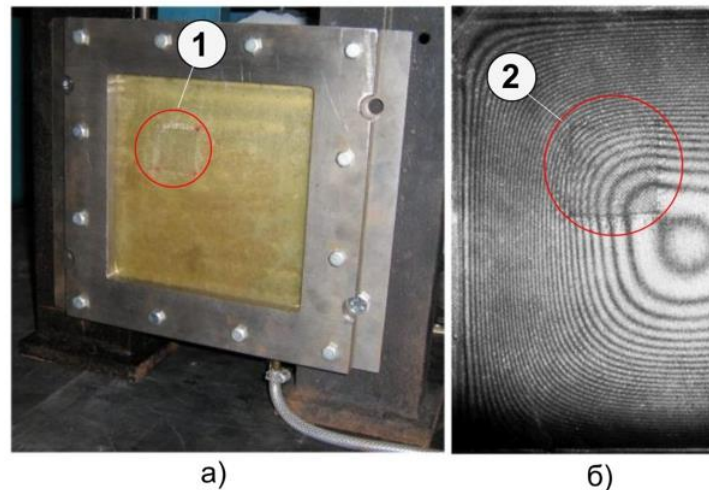


Рисунок 1. Дослідження фрагмента аеродинамічного профіля.

а - об'єкт контролю; поз.1 - дефект поверхні; б - інтерферограма, отримана при тестуванні; поз.2 - зона дефекту.

Проведені дослідження показали, що дефект ушкодження одного з 7 шарів композиційного матеріалу впевнено виявляється при тестуючому перепаді тиску у 5 мм водяного стовпа. На рис.2. показано поле переміщень поверхні композиту у напрямку нормалі до поверхні композитної деталі, що отримано за результатами досліджень.

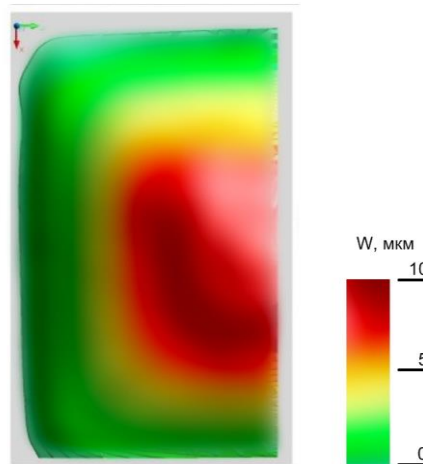


Рисунок 2. Поле переміщень за інтерферограмою рис.1б.

Висновки. Лазерно-інтерференційна технологія діагностики композиційних матеріалів дозволяє не тільки виявити дефекти, та оцінити їх вплив на працездатність деталей із композиційних матеріалів, а і відслідковувати зміну технічного стану таких конструкцій на протязі їх життєвого циклу, порівнюючи, наприклад з еталонним розподілом деформаційного поля, отриманим при виготовленні конструкції.

Сучасні технічні засоби лазерної діагностики вже дозволяють реалізувати контроль технічного стану композитних деталей не тільки в лабораторії, а і в умовах їх експлуатації.

Список використаних джерел

1. Кесарийский А. Г., Постол Ю. А., Сатокин В. В. Исследование деформирования резьбового соединения головки и блока цилиндров поршневого двигателя. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2010. № 1. С. 51–53.
2. Кесарійський О. Г., Постол Ю. О. Лазерно-інтерференційний контроль метало-композиційних з'єднань. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 37-38.

УДК 664.69:621.316.926

ОБГРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА ПРЕСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ МАКАРОННОГО ПРЕСУ ЗА ТЕХНІЧНИМИ ДАНИМИ

Щербаков С. В., студент

e-mail: sherbak16032000@gmail.com

Попова І. О., доцент

e-mail: irinapopova54@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Макаронні вироби поживний продукт, у них міститься 9 - 13% білків, 75 – 79% - засвоюваних вуглеводів, 0,9% - жирів, 0,6% - мінеральних речовин [1]. Вони представляють собою висушене пресоване тісто, виготовлене з пшеничного борошна і води, з додаванням різноманітних збагачувальних і смакових добавок, сформованих у вигляді трубчатих або іншої форми виробів, які висушені до остаточної вологості не більше 13%, які можуть зберігатися у нормальних умовах на протязі одного року без зниження показників якості [1]. Залежно від форми макаронні вироби, згідно ГОСТ 875-92, поділяються на наступні типи: трубчасті, ниткоподібні (вермішель), стрічкоподібні (локшина) і фігурні.

Формування макаронних виробів здійснюється пресом, в якому відбувається заміс, ущільнення і пресування, вакуумування тіста, нарізка виробів, що випресовуються і обдування (попередня сушка виробів) [2].

Основні матеріали дослідження. Основним елементом макаронного пресу ЛПЛ-2М є пресуючий пристрій – нагнітаючий шнек. Для визначення потужності привода нагнітаючого шнека макаронного пресу приймаємо вологість тіста 40% при тиску пресування 8МПа.

Шнек має наступні характеристики пресу[3 ,4]: діаметр вала, мм; зовнішній діаметр, мм; крок гвинтової лінії, мм; частота обертання шнека, об/хв.; ширина гвинтової лопатки в нормальному перерізі по зовнішньому і внутрішньому радіусі відповідно, мм. Крім того враховується якість пресування тіста (K_C), вологість тіста (%) і густина насипного тіста (ρ_H).

Розрахунок електропотужності двигуна, який працює у тривалому режимі S1, ведеться за методикою, що викладена у [3, 4]. Коефіцієнт K_C , що враховує якість пресування тіста, згідно [4], знаходиться в межах 0,9...0,95, приймаємо K_C .

Коефіцієнт заповнення міжвиткового простору нагнітаючого шнека K_{II} тістом [3]

$$K_{II} = \frac{\rho_H}{\rho_T}, \quad (1)$$

де ρ_T – густину спресованого тіста, г/см³.

Визначаємо густину спресованого тіста за емпіричною формулою [4]

$$\rho_T = (12,9 - \frac{176,7}{W_1}) \cdot 10^{-3} \cdot \rho + 1,373, \quad (2)$$

де W_1 – початкова вологість тіста, %;

ρ – тиск пресування, МПа.

Згідно технічних характеристик нагнітаючого шнеку макаронного пресу тангенс кута та кут підняття гвинтової ділянки шнеку за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{2 \cdot \pi \cdot R_{cp}}; \quad \alpha = \arctg \alpha, \quad (3)$$

де R_{cp} – середній радіус шнека, см;

S – крок гвинтової ділянки шнека, см.

Середній радіус шнека за формулою

$$R_{cp} = \frac{R_1 + R_2}{2}, \quad (4)$$

де R_1 та R_2 – зовнішній і внутрішній радіуси шнеку для пресу ЛПЛ-2М, см.

Продуктивність макаронного пресу характеризується кількістю тіста, що подається нагнітаючого шнеком до матриці в одиницю часу, і пропускною здатністю матриці пресу. Теоретична продуктивність нагнітаючого шнеку з рівнянні [2, 3]

$$Q_T = 0,25 \cdot m \cdot \rho_T \cdot n \cdot (R_1^2 - R_2^2) \cdot \left(S - \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot \cos \alpha} \right), \quad (5)$$

де n – кількість обертання шнека, хв^{-1} . Згідно [4] $n = 41$ об/хв.;

m – кількість заходів нагнітаючого шнека. Згідно [4] $m = 1$.

b_2 та b_1 – ширина гвинтової лопатки в її нормальному перерізі по зовнішньому та внутрішньому радіусі шнека згідно [3], см.

Фактична продуктивність нагнітаючого шнеку

$$Q_\Phi = Q_T \cdot K_H \cdot K_\Pi \cdot K_C, \quad (6)$$

Потужність електроприводу шнека за емпіричною формулою [3, 4]

$$P = 215 \cdot p \cdot n \cdot m \cdot (R_2^3 - R_1^3) \cdot 10^{-6} \quad (7)$$

де P – електрична потужність приводного електродвигуна, кВт.

Коефіцієнт корисної дії нагнітаючого шнеку

$$\eta = \frac{Q_\Phi}{Q_T}. \quad (8)$$

Висновки. Обґрунтований вибір електричної потужності асинхронного двигуна дозволяє раціонально використати цю потужність: скоротити витрати електроенергії на роботу і зберегти ресурс електродвигуна.

Список використаних джерел

1. Щербаков С. В., Попова І. О. Технологічне обладнання лінії з виробництва макаронних виробів. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. Переяслав, 2020. Вип. 63. С. 518-521.
2. Щербаков С. В. Обґрунтування параметрів якості інгредієнтів при замісі тіста для макаронних виробів. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*: зб. тез доп. II Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова. Мелітополь, 2020. С. 97-98.
3. Щербаков С. В., Макенов П. С., Попова І. О. Вибір приводного електродвигуна шнека макаронного пресу. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*: матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. Переяслав, 2021. Вип. 67. С. 191-194.
4. Гриценко В. В. Расчеты оборудования для производства хлебобулочных и макаронных изделий: учебное пособие к выполнению расчетных заданий по дисциплине «Оборудование для производства хлебобулочных и макаронных изделий». Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2011. 64 с.

УДК 664.854:621.365.3

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ СУШІННЯ

Савойський О. Ю.

e-mail: o.savoisky@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

Актуальність та постановка проблеми. Одним із найпоширеніших методів переробки плодоовочевої сировини для довготривалого зберігання є сушіння. Насьогодні існує велика кількість методів зневоднення, однак жоден з них не задовольняє поставленим вимогам з точки витрати енергії та зберігання встановленої якості вихідної продукції. Тому дослідження направлені на вирішення питань енергозбереження та інтенсифікації процесу сушіння плодоовочевої сировини є актуальними.

Основні матеріали дослідження. З метою інтенсифікації процесу та зниження витрат енергії на його здійснення нами запропонований спосіб комбінованого сушіння, що передбачає використання прямого електричного нагріву в процесі конвективного зневоднення сировини [1].

При нагріванні біологічних об'єктів змінним електричним струмом, одночасно з підвищенням їх температури відбувається явище електроплазмолізу [2]. Електроплазмоліз – спосіб незворотного руйнування цитоплазматичних оболонок клітин електричним струмом, що призводить до швидкого вивільнення клітинної вологи (соку). Даний ефект широко використовується в технологічних процесах виготовлення концентрованих соків, консервування харчових продуктів та як метод попередньої обробки сировини перед сушінням.

Явище електроплазмолізу, попри широке його застосування, досить складне та мало досліджене. Проведені дослідження [2–5] показали, що на тривалість процесу електроплазмолізу в значній мірі залежить від напруженості електричного поля при обробці сировини.

В роботі [2] запропоновано вираз для визначення часу електроплазмолізу плодово-ягідної сировини. Однак, даний вираз справедливий для швидкопротікаючого процесу електроплазмолізу при градієнтах напруги вище 1000 В/см. Виходячи із необхідності отримання готової висушеної яблучної продукції належної якості, нами запропонована технологія сушіння з використанням низькоградієнтного електроплазмолізу – до 40 В/см. Крім того, проведені попередні експерименти показують, що крім вищезгаданих параметрів на тривалість даного явища також впливає температура повітря в сушильній шафі [6].

Нами проведено дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. Досліди проводилися на експериментальній установці та за методикою, які наведені в роботі [7].

В табл. 1 наведено результати експериментальних досліджень залежності тривалості електроплазмолізу (ϕ_{en} с) від температури повітря в сушильній шафі ($t_{нов}$, °C) та відповідній напруженості поля (E , В/см) при прямому електронагріві.

Аналіз отриманих даних (табл. 1) показує, при збільшенні напруженості з 20 до 40 В/см тривалість електроплазмолізу зменшується на 25-30%. Водночас підвищення температури повітря в сушильній шафі з 25 до 55°C скорочує час електроплазмолізу на 6-17% при відповідних градієнтах напруги на електродах.

Таблиця 1. Тривалість електроплазмолізу при температурі повітря в сушильній шафі 25-55°C та напруженості електричного поля 20-40 В/см

$t_{нов}$, °C \ E , В/см	20	25	30	35	40
25	10550	3450	1550	760	480
40	4700	2250	1200	670	445
55	2350	1360	930	619	407

Математична залежність тривалості часу електроплазмолізу яблук від температури повітря в шафі та напруженості електричного поля визначена методом лінеаризації функції має вигляд:

$$\lg \tau_{en} = 0,2412e^{-0,119E} t_{nos} + 43,884E^{-0,754} \quad (1)$$

Отримана залежність (1) справедлива у досліджених діапазонах температури сушильного агенту та напруженості електричного поля, а саме $25^{\circ}\text{C} < t_{nos} < 55^{\circ}\text{C}$ та $20\text{В/см} < E < 40\text{В/см}$ відповідно. Коефіцієнт достовірності апроксимації у всіх випадках лежить в діапазоні 0,975-0,998, що є досить прийнятним та характеризує згладжування, як достовірне.

Висновки. Отримана залежність (1) для визначення тривалості електроплазмолізу може стати складовою частиною повного математичного опису комбінованого процесу сушіння яблук, що дає можливість визначати технологічні та енергетичні показники роботи сушильного апарату.

Список використаних джерел

1. Спосіб комбінованого сушіння біологічних об'єктів: пат. 127324 Україна: МПК (2006): F26B 7/00, F26B 5/02 (2006.01). № u201802036 / В. Ф. Яковлев, О. Ю. Савойський, В. Ф. Сіренко. заявл. 27.02.2018; опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14.
2. Флауменбаум Б. Л., Танчев С. С., Гришин М. А. Основы консервирования пищевых продуктов. Москва: Агропромиздат, 1986. 494 с.
3. Жилкин В. М., Грибков А. Н., Муромцев Ю. Л. Оценка результативности процесса подготовки растительных материалов к обезвоживанию. *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. 2009. Вып. 15 (2). С. 410–415.
4. Джаруллаев Д. С., Мустафаева К. К. Способ увеличения выхода сока из облепихи. *Известия вузов*. 2008. № 3. С. 28–29.
5. Михайлова Т. Н. Эффективность электрообработки яблочной стружки для интенсификации прессования для получения сока. *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2003. № 1. С. 289–291.
7. Савойський О. Ю., Яковлев В. Ф., Сіренко В. Ф. Дослідження комбінованого процесу сушіння високовологої яблучної сировини. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2019. Вып. 9, т. 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-33.
6. Савойський О. Ю. Дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2020. Вып. 20, т. 4. С. 247-257. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-247-257.

УДК 621.396.67

НОВИЙ МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ СВІТЛА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ**Біляєва А. С., магістрант****e-mail:** belyaevanastya02@gmail.com**Гулевський В. Б., к.т.н.****e-mail:** vadym.hulevskyi@tsatu.edu.ua*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність та постановка проблеми. В останні роки значна увага приділяється розвитку альтернативних джерел енергії, в тому числі - перетворенню сонячного випромінювання в електроенергію [1,2]. Розвиток сучасних технологій ініціювало роботи зі створення наноректенн, перспективних для бездротової передачі енергії і перетворення сонячного випромінювання в терагерцевому діапазоні.

Основні матеріали дослідження. Оптична ректенна – новий метод перетворення світла в електроенергію [3]. Ректенна - це ланцюг, що містить антену і діод, який перетворює електромагнітні хвилі в електрику постійного струму. Пристрій працює як випрямна антена, але на відміну від традиційних антен, працює в оптичному діапазоні. Оптична ректенна не має *p-n* переходів з їх забороненими зонами, ККД антени складає 80-85%, що дозволяє в ясний сонячний день з альтернативного джерела отримувати на 1м² більше 1кВт електроенергії. Оптична ректенна складається з багат шарових вуглецевих нанотрубок і діодів – випрямлячів [4]. Коли сонячне світло або світло з будь-якого джерела потрапляє на антену з нанотрубок в ній виникає змінний струм, а розташовані на ній випрямлячі перемикаючись на надвисоких частотах, перетворюють змінний струм в постійний. Світло, яке уловлюється однією нанотрубкою дуже мале, тому потрібне використання багатьох нанотрубок. Нанотрубка є ізолятором з оксиду алюмінію, а анод виступає оптично прозорим шаром кальцію і алюмінію. Конструкція оптичної ректенни представлена на рисунок 1 .

Матриця антени виготовляється за допомогою електронно-променевої літографії [5]. Оптична ректенна поглинає 92% інфрачервоних променів, що допомагає подвоїти ККД сонячних елементів. Це пояснюється тим, що антени збирають енергію від всіх об'єктів, які випромінюють тепло, а не тільки від сонця.

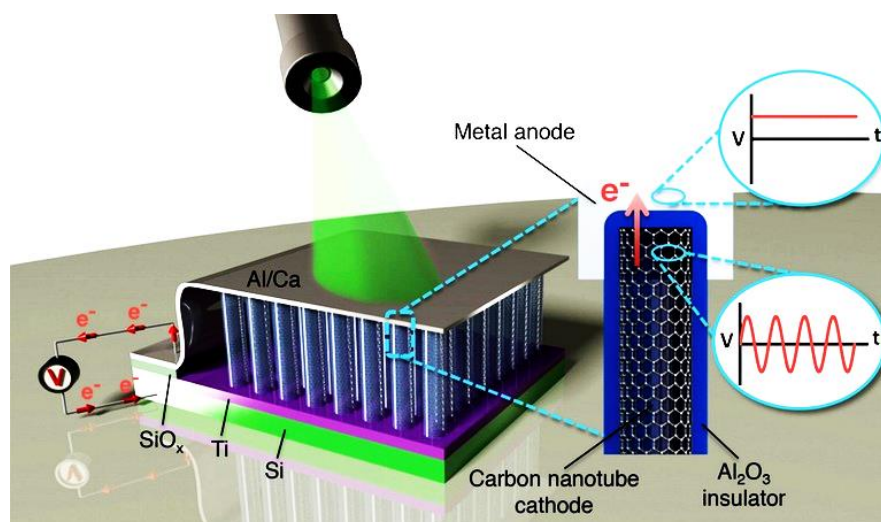


Рисунок 1. Конструкція оптичної ректенни

Після перетворення струму в постійний його можна використовувати для живлення зовнішнього навантаження. Антена повинна складатися з елементів розміром близько сотень нанометрів, щоб служити ефективним електромагнітним накопичувачем сонячного світла.

У наноантенах використовуються тунельні діоди на основі переходів метал-діелектрик-метал, такі діоди не мають впливу ємності переходу, так як вони працюють на основі

електронного тунелювання і працюють на частотах 150 ТГц, на відміну від звичайних діодів, які ефективно працюють тільки на частотах 5 ТГц.

Висновки. Оптична ректенна набагато ефективніше сонячних батарей і має високий ККД. Також перевагою такої антени є простота виготовлення матриці, розрахованих на довільну частоту світла. Простим вибором розміру наноантени в матриці її резонансна частота може бути налаштована на поглинання певної довжини хвилі світла, шкала резонансної частоти приблизно лінійно залежить від розміру антени. Це велика перевага над напівпровідниковими сонячними батареями, так як в них для того, щоб змінити довжину хвилі поглинання світла, необхідно змінити ширину забороненої зони напівпровідника. А для того, щоб змінити ширину забороненої зони, напівпровідник повинен бути особливим чином легований, або потрібно взагалі використовувати інший напівпровідник.

Недоліком таких наноантен є висока частота на якій вони працюють, так як звичайні діоди використовувати при таких частотах непрактично. Також значним недоліком є те, що такі наноантени виробляються з використанням електронного променя електронно-променевої літографії. Електронно-променева літографія використовується в основному тільки в дослідницьких цілях. Однак, на сьогоднішній час стало можливо виробляти наноантени з допомогою фотолітографії [5].

Список використаних джерел

1. Дінабурський В. С., Гулевський В. Б. Застосування інверторів напруги в автономних системах енергозабезпечення тепличних комплексів з використанням сонячних панелей. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 8, т. 2. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-37.
2. Стьопін Ю. О., Гулевський В. Б., Перова Н. П. Енергозбереження і використання поновлювальних джерел енергії: Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Мелітополь, 2019. 60 с.
3. Изобретена оптическая ректенна, способная напрямую конвертировать свет в электроэнергию. *ЭкоТехника*. URL: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/292-izobretena-opticheskaya-rektenna-sposobnaya-napryamuyu-konvertirovat-svet-v-elektroenergiyu.html>. (дата звернення: 17.03.2021).
4. Области применения и современные тенденции развития наноректенн / Д. В. Грецих и др. *Технология приборостроения*. 2012. № 2. С. 36–42.
5. Лапшинов Б. А. Технология литографических процессов: учебное пособие / Московский государственный институт электроники и математики. Москва, 2011. 95 с

УДК 621.32:004.4

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЛАМП У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЕЛЕКТРОВОЗРЕМОНТНОГО ЗАВОДУ

Немикіна О. В., к.т.н.
 Мухомедьярова В. В., студентка
 НУ «Запорізька політехніка»

e-mail: olganemikina@ukr.net

Актуальність та постановка проблеми. На сьогоднішній день існують найрізноманітніші шляхи економії електроенергії, такі як впровадження нових компресорів з частотно-регульованим приводом, впровадження енергозберігаючих ламп и т.п.

Структура ринку енергозберігаючих ламп за типами ламп в перспективі залежить в основному від інтенсивності розвитку світлодіодних технологій. За умови активного їх розвитку можливий швидкий ріст ефективності світлодіодів і збільшення обсягів їх виробництва, що призведе до істотного зниження їх собівартості.

Основні матеріали дослідження. Діюче освітлення та запропоноване технічне рішення освітлення ПрАТ «Запорізький електровозремонтний завод» при дотриманні вимог по освітленості цехів, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз освітлювального навантаження у виробничих приміщеннях освітлення ПрАТ «ЗЕРЗ»

Приміщення	Діюче освітлення	Кількість ламп (N) шт.	Сумарна потужність освітлення, кВт.
	Рекомендовані світильники		
Роликове відділення цеху колісного	Середня потужність ламп 160Вт	55	9
	LED світильник потужністю 80Вт	25	2
Малярне відділення цеху складального	Лампа розжарювання 200Вт	80	16
	Люмінесцентний світильник потужністю 160Вт	32	5
Якрна дільниця цеху електромашинного	Середня потужність ламп 240Вт	96	20
	LED світильник потужністю 160Вт	30	5
Котушечна дільниця цеху електромашинного	Середня потужність ламп 240Вт	96	20
	LED світильник потужністю 160Вт	30	5
Цех апаратний	Лампа ДРЛ 500Вт	65	32
	LED світильник потужністю 150Вт	65	10
Складальна дільниця цеху електромашинного	Середня потужність ламп 240Вт	90	15
	LED світильник потужністю 160Вт	30	5
Загалом		482	112
		212	32

Сумарна потужність освітлення

$$P_{осв\Sigma} = k_{\epsilon} P N \quad (1)$$

де k_{ϵ} – коефіцієнт використання джерел світла $k_{\epsilon} = 1$

P - потужність лампи, кВт;

N – кількість джерел світла, шт.;

До модернізації виходячи з фактично встановлених освітлювальних приладів (482шт.), сумарна потужність освітлення склала 112 кВт; після модернізації потужність освітлення складе 32 кВт.

Вартість витрат електроенергії для освітлення:

де C_w – вартість електроенергії ,грн/кВт год; 1 кВт год– 2,53 грн,

W – кількість споживаємої електроенергії активної електроенергії для освітлення , кВт год за рік.

T – час роботи освітлювальних установок за рік, годин ($T=2880$ год, що відповідає 8 год × 30 днів × 12 міс);

Вартість витрат електроенергії для освітлення до модернізації складає:

$112 \text{ кВт} \cdot 2,53 \text{ грн.кВт} \times 2880 \text{ год.} = 816 \text{ 076 грн./ рік.}$

Вартість електроенергії для освітлення після модернізації:

$32 \text{ кВт} \cdot 2,53 \text{ грн.кВт} \times 2880 \text{ год.} = 233 \text{ 164 грн./ рік.}$

Економія після модернізації складе:

$816 \text{ 076} - 233 \text{ 164} = 582 \text{ 912 грн./ рік.}$

Орієнтовна вартість світлодіодних освітлювальних приладів в кіл-ті 212 шт. складає – 730,0 тис. грн.

Термін окупності при модернізації освітлення заводу складає:

$730 \text{ 000 грн.} / 582 \text{ 912 грн./рік} = 1,3 \text{ роки}$

Висновки. Згідно техніко-економічного обґрунтування освітлення ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод» - термін окупності складає 1,3 роки. Економія після модернізації за рік складе 582,9 тис. грн.

СЕКЦІЯ 2. ЕЛЕКТРО- ТА ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ

УДК 662.756.3

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПАЛЬНОГО ДЛЯ ДИЗЕЛІВ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Сомова А. С., студентка

Кушлик Р. В., к.т.н.

e-mail: kushlykroman@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) завдяки своїм позитивним властивостям отримали широке поширення у світі. Разом з тим, обширне застосування ДВЗ призвело до ряду проблем, пов'язаних з виснаженням нафтових родовищ, забрудненням атмосфери токсичними викидами двигунів, глобальним потеплінням тощо. Частковим вирішенням цих проблем є використання альтернативних палив [1].

Основні матеріали дослідження. Перспективи застосування того чи іншого альтернативного пального залежать від наявності достатньої сировинної бази для його виробництва. В Україні, що має великі площі орних земель, раціонально використовувати альтернативні палива рослинного походження. Зокрема, для дизельних двигунів перспективними є біопалива, які виробляють на основі рослинних олій [2,3].

Нами проведено аналіз досвіду використання палив для дизелів з рослинних олій. Сьогодні відомі два напрями застосування біопалива з рослинних олій. Перший напрямок пов'язаний з безпосереднім використанням рослинних олій в якості пального, або в суміші з нафтовим дизельним паливом. [4].

Другий напрямок пов'язаний з технологіями глибокої хімічної переробки рослинних олій в ефіри їх жирних кислот і використанням в якості пального, або в суміші з нафтовим дизельним паливом [4].

По першому напрямку з безпосереднім використанням в якості пального рослинних олій присвячені роботи Г. С. Савельєва, А. А. Шашева та інших дослідників. Позитивним моментом використання натуральних рослинних олій в чистому вигляді є його низька собівартість при умові його отримання в господарстві. Недоліком є те, що використання в дизелях неочищених рослинних олій ускладнюється його високою в'язкістю і утворенням відкладень і нагару на соплах паливних форсунок і в циліндрах.

По другому напрямку з використанням технологій глибокої хімічної переробки рослинних олій в ефіри їх жирних кислот присвячені роботи К. С. Малахова, О. І. Шматок, Р. В. Фокіна, А. В. Громакова та інших дослідників.

Найбільш розповсюджена сьогодні технологія виробництва біопального для дизельних двигунів базується на проведенні процесу переетерифікації (алкоголізу) рослинних олій або жирів метиловим спиртом у присутності лужних каталізаторів. В результаті отримують метилові ефіри рослинних олій (МЕРО), які за своїми характеристиками близькі до традиційного дизельного пального [5].

В порівнянні з паливом із нафти для автотракторної техніки МЕРО на основі ріпакової олії має такі переваги: високе цетанове число, біодизельне пальне рослинного походження, а отже воно не має бензинового запаху; біологічна нешкідливість, менший викид CO₂, в вихлопних газах знаходиться менше монооксиду вуглецю CO, окислів азоту NO_x, залишкових частинок і сажі, набагато менша кількість сірки, висока температура спалаху.

В порівнянні з паливом із нафти для автотракторної техніки біодизельне пальне на основі ріпакової олії має такі недоліки: висока температура помутніння, відносно низька теплота згоряння, біодизель володіє властивостями розчинника (під впливом РМЕ гумові елементи

паливної апаратури і двигуна руйнуються значно швидше), наявність гліцерину призводить до утворюються нагару .

Спроби стимулювати розвиток альтернативної енергетики в Україні розпочалися практично з моменту здобуття нею незалежності. В Україні прийнято достатньо велику кількість документів, які спрямовані на розв'язання проблеми розвитку біопаливного сегменту, але, за оцінкою багатьох фахівців, на даний час нормативно-законодавча база є недосконалою, не підкріпленою відповідними програмами, комплексом заходів та фінансами. Головною проблемою залишається те, що навіть існуючі закони, програми та прийняті рішення систематично не виконуються [6]

Висновки. Інтерес до використання альтернативних моторних палив для дизелів викликається екологічними та економічними причинами. При цьому пріоритетним напрямком є використання біопалива з рослинної сировини, яка володіє поновлюваними ресурсами, екологічно безпечна і не утворює при згорянні небезпечних концентрацій отруйних і токсичних речовин. В якості альтернативного біопалива для дизелів доцільно використовувати ріпаковий метилефір, або сумішеві біопалива, які за своїми фізико-хімічними властивостями і енергетичними характеристиками близькі до дизельного пального.

Список використаних джерел

1. Кушлик Р. Р. Альтернативне паливо для сільськогосподарської техніки. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2015. Вип. 164: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 169-170.

2. Кушлик Р. В. Сучасні технології для одержання біодизеля. *Енергозабезпечення технологічних процесів: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конференції пам'яті І. І. Мартиненка та з нагоди 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету (8-9 червня 2017 року)*. Мелітополь, 2017. С. 56–58.

3. Кушлик Р. Р., Куценко Ю. М. Дослідження якості соняшникової олії методом експрес-контролю. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. Кіровоград: КНТУ, 2014. Вип. 27. С. 329-334.

4. Кушлик Р. В., Журавель Д. П., Кушлик Р. Р. Дизельне паливо із ріпаку. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2007. Вип. 7, т. 1. С. 145-151.

5. Струков В. С., Риженко О. І., Кушлик Р. В. Технологія виробництва біодизельного пального із насіння ріпаку. *Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів: матеріали IV Всеукр. наук.-техн. Інтернет конференції студентів та магістрів за підсумками наукових досліджень 2016 року*. Мелітополь, ТДАТУ, 2017. Вип. 4. С. 31.

6. Кушлик Р. Р., Назаренко І. П., Кушлик Р. В. Ультразвукова обробка сумішевого біодизеля. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. Вип. 10/1 (29). С. 174-178.

УДК 662.756.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ В'ЯЗКОСТІ БІОПАЛЬНОГО ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКУ**Кушлик Р. В., к.т.н.****Кушлик Р. Р., к.т.н.****Стручаєв М. І., к.т.н.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***e-mail:** kushlykroman@ukr.net**e-mail:** ruslan.kushlyk@tsatu.edu.ua**e-mail:** mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

Актуальність та постановка проблеми. Збільшення потреби в продукції сільського господарства потребує подальшого розширення енергоспоживання в аграрному виробництві. Одним із шляхів вирішення даної проблеми в даний час є пошук і впровадження альтернативних палив з відновлюваних джерел енергії. Встановлено, що найкращим заміником дизельного пального є сумішеві палива, виготовлені на основі рослинних олій і дизельного пального. Їх застосування в дизелях дозволяє частково замінити пальне з вичерпних природних ресурсів [1,2].

Проте, як показує практика, при великій частці біодизеля (більше 7%), у дизельному пальному в'язкість біопального підвищується. Унаслідок цього відбувається коксування паливної апаратури, зниження потужності дизельного двигуна і зростання витрат ним пального. Обробка біопального ультразвуком може покращити функціональні властивості біопального. Пошуки шляхів вирішення цієї задачі є актуальним напрямом наукових досліджень [3].

Основні матеріали дослідження. Однією з основних величин, що характеризують джерело ультразвукових хвиль є інтенсивність ультразвуку. Інтенсивність звуку – (сила звуку), це середня за часом енергія, що переноситься звуковою хвилею через одиничну площадку, перпендикулярну до напрямку поширення хвилі, в одиницю часу. Для періодичного звуку усереднення проводиться або за проміжок часу в порівнянні з періодом, або за ціле число періодів. Інтенсивність ультразвуку – величина, яка виражає потужність акустичного поля в точці і вона може досягати десятків ватів на квадратний сантиметр, викликаючи в рідині специфічні явища – кавітацію і вихрові акустичні течії. Інтенсивність ультразвуку, при якій виникає акустична кавітація в дослідному зразку, залежить від його газовмісту, зовнішнього тиску, в'язкості, температури середовища, частоти ультразвуку [4].

При розповсюдженні ультразвуку в середовищі його інтенсивність зменшується, що характеризується коефіцієнтом поглинання. Величина цього коефіцієнту для рідини незначна. Але у разі, якщо рідина насичена кавітаційними бульбашками коефіцієнт поглинання в залежності від інтенсивності може досягати для рідини з в'язкістю 4 мПа·с біопального величини 1 дБ/см при інтенсивності 5 Вт/см² [5].

Для визначення залежності в'язкості від інтенсивності ультразвуку нами були проведені дослідження сумішевого біопального 10% МЕРО + 90% ДП, в якому в'язкість склала 4,664 мм²/с. На рис. 1 представлені залежності кінематичної в'язкості від інтенсивності ультразвуку, на частоті ультразвуку 22,8 кГц при обробці біопального 3, 5 і 7 хвилин. Як видно із рис.1 із збільшенням інтенсивності ультразвуку від 1 до 5 Вт/см² в'язкість біопального зменшується. Однак при збільшенні часу обробки від 5 хвилин і більше показники в'язкості майже однакові. Також були проведені дослідження залежності інтенсивності акустичного випромінювання від частоти ультразвуку на сумішевому біопальному 10% МЕРО + 90% ДП, в якому в'язкість склала 4,664 мм²/с. Як показали результати досліджень інтенсивність акустичного випромінювання від частоти практично не змінюється.

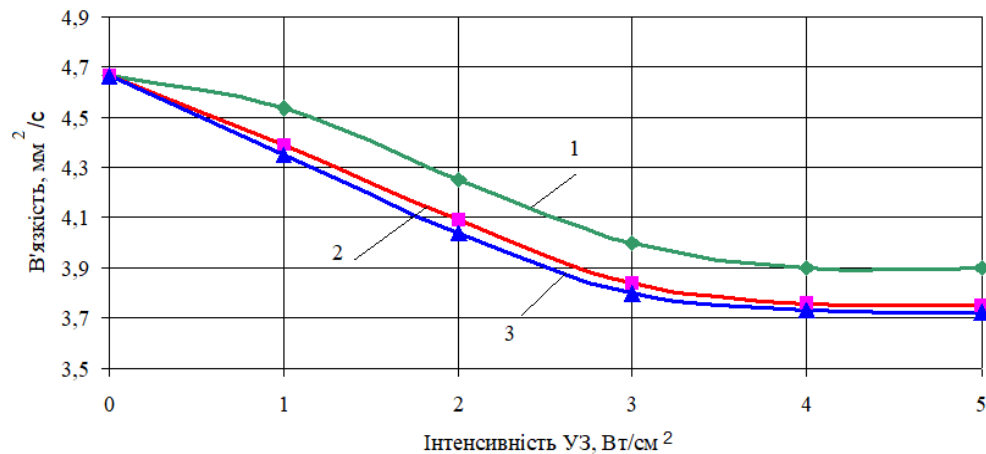


Рисунок 1. Залежність в'язкості біопального від інтенсивності обробки ультразвуком: 1 - 3 хв. ; 2 – 5 хв; 3 – 7 хв

Висновки. Встановлено, що достатня інтенсивність ультразвукової обробки сумішевого біопального складає 4 – 5 Вт/см², при цьому інтенсивність акустичного випромінювання від частоти в діапазоні 22 – 44 кГц практично не змінюється.

Список використаних джерел

1. Кушлик Р. В., Журавель Д. П., Кушлик Р. Р. Дизельне паливо із ріпаку. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2007. Вип. 7, т. 1. С. 145-150.
2. Кушлик Р. Р. Альтернативне паливо для сільськогосподарської техніки. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки*. Харків, 2015. Вип. 164: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 169-170.
3. Кушлик Р. В. Сучасні технології для одержання біодизеля. *Енергозабезпечення технологічних процесів: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конференції пам'яті І. І. Мартиненка та з нагоди 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету (8-9 червня 2017 року)*. Мелітополь, 2017. С. 56–58.
4. Кушлик Р. В., Кушлик Р. Р. Розробка електроакустичної системи для обробки сумішевого біопального в кавітаційному режимі. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (м. Мелітополь, 08-26 червня 2020 р.)*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 10.
5. Назаренко І. П. Теоретичні передумови приготування суміші компонентів біопального в ультразвуковому полі. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2017. Вип. 187: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 113–116.

УДК 637.146.21

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АПАРАТІВ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МОРОЗИВА

Біляєва А. С., магістрант

e-mail: belyaevanastya02@gmail.com

Гулевський В. Б., к.т.н

e-mail: v_gul@meta.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Молочні продукти є важливими продуктами харчування. Виробництво високоякісних молочних продуктів і забезпечення збереження молочних товарів вимагає певних знань в області технології виробництва і переробки молока [1].

При плануванні технологічного процесу гомогенізації на виробництві спеціалісти зіштовхуються з проблемою вибору найбільш придатного обладнання для гомогенізації. Гомогенізація – це процес подрібнення жирових кульок в молоці, збільшення дисперсності білкових частинок, стабілізації системи при впливі на молоко зовнішніх зусиль, які викликані перепадом тиску. Гомогенізацію застосовують з метою зробити рідину більш однорідною та забезпечити її більше зберігання. Крім того, процес відстоювання жиру у гомогенізованій рідині значно сповільнюється в порівнянні з негомогенізованою [2].

Основні матеріали дослідження. Існує декілька типів гомогенізаторів. За типом головки діляться на одно-, дво- та багатоступінчасті. За механізмом дії діляться на роторно-кавітаційні, вакуумні та погружні. За принципом роботи ультразвукові, клапанні та струминні гомогенізатори [2]. Обрані для порівняння гомогенізатори застосовуються для подрібнення та розподілення жирових шариків у суміші при виготовленні морозива.

Опис конструкції і принципу роботи гомогенізатора К5 – ОГА – 1,2.

Багато плунжерний насос високого тиску з гомогенізованою головкою. Привід гомогенізатора здійснюється від двигуна за допомогою клинопасової передачі. Конструкція корпусу дозволяє охолоджувати масло, що знаходиться всередині корпусу, шляхом тепловіддачі з поверхні у навколишнє середовище. Плунжери охолоджуються водопровідною водою.

Молоко або молочний продукт подається насосом до всмоктувального каналу плунжерного блоку гомогенізатора. З робочої поверхні блока суміш під тиском подається через нагнітальний канал у гомогенізуючу головку.

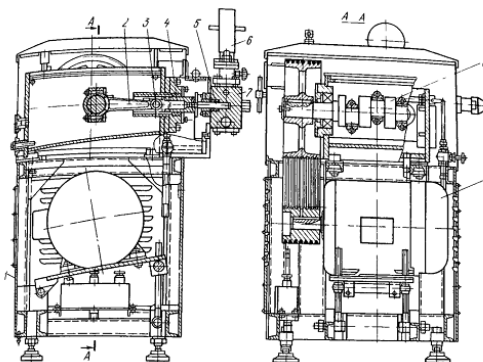


Рисунок 1. Конструкція гомогенізатора К5 – ОГА – 1,2 (1 – станина; 2 – кривошипно-шатунний механізм; 3 – палець; 4 – повзун; 5 – плунжер; 6 – манометрична головка; 7 – блок плунжерний; 8 – колінчастий вал; 9 – електродвигун.)

Регулювання тиску відбувається обертанням гвинтів, що змінюють розмір щілини. На першій ступені встановлюють 3/4 необхідного тиску гомогенізації, а потім на другій ступені збільшують тиск до робочого. Продукт швидко проходить через кільцеві зазори гомогенізуючої головки, при цьому відбувається диспергування жирової фази продукту. Потім продукт по трубопроводу направляється на наступний процес [2].

Опис конструкції і принципу роботи гомогенізатора А1 –ОГМ

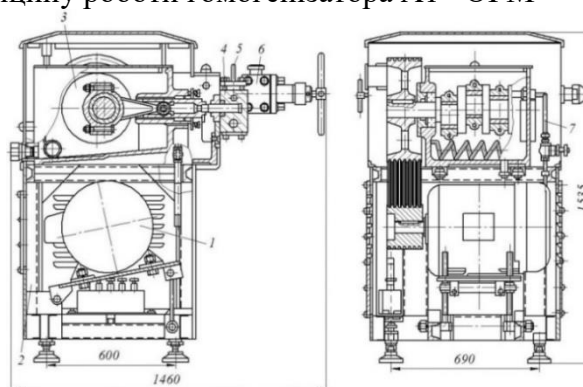


Рисунок 2. Конструкція гомогенізатора А1- ОГМ 1 – електродвигун; 2 – станина; 3 – кривошипно - шатунний механізм; 4 – плунжерний блок; 5 – манометрична головка; 6 – гомогенізуюча головка; 7 – система змащення та охолодження.

Гомогенізатор А1 – ОГМ являє собою 3-и плунжерний насос високого тиску, конструкція складається з електродвигуна, чавунної станини, кривошипне-латунного механізму, плунжерного блока з гомогенізуючої та манометричної головки та запобіжним клапаном. Важливим елементом є гомогенізуюча головка, яка являє собою сталевий корпус з циліндричним центрованим клапаном. Усі три плунжери всмоктують продукт з приймального каналу, а потім нагнітає через його нагнітальні клапани в гомогенізуючу головку під тиском 20 МПа. Під тиском рідкого продукту клапан піднімається та продукт швидко проходить через кільцевий зазор, подрібнюється і диспергується. В результаті виходить рідка суміш [2].

Таблиця 1

Технічні характеристики гомогенізаторів К5 – ОГА –1,2 та А1-ОГМ [3].

Характеристика	Значення	
	К5 – ОГА –1,2	А1-ОГМ
Продуктивність , л/год	1200	5000
Робочий тиск, МПа	20	20
Температура продукту, що поступає на гомогенізацію, °С	60...80	45...85
Встановлена потужність двигуна, кВт	11	37
Швидкість обертання електродвигуна, хв ⁻¹	970	980
Швидкість обертання колінчастого вала, хв ^{ф-1}	338	350
Число плунжерів	3	3
Хід плунжера, мм	40	60
Число ступенів гомогенізації	2	2
Габаритні розміри, мм	965×930×1400	1480×1110 ×1640
Маса, кг	850	1710

Висновки. Проведено аналіз та порівняння гомогенізаторів для диспергування молочних продуктів, марок К5-ОГА-1,2 та А1-ОГМ. Гомогенізатор А1-ОГМ характеризується кращою продуктивністю та встановленою потужністю, а гомогенізатор К5-ОГА-1,2 у свою чергу відзначається кращими габаритними розмірами та масою.

Список використаних джерел

1. Волкова І. Д., Гулевський В. Б. Проблеми і перспективи розвитку сироробної промисловості. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (м. Мелітополь, 08-26 червня 2020 р.). Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 75-77.
2. Остриков А. Н., Абрамов О. В., Логинов А. В. Процессы и аппараты пищевых производств: учебник. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2012. 616 с.
3. Нужин, Е. В. Гомогенізація та гомогенізатори. Одеса: Друкований будинок, 2007. 263 с.
4. Владыкин, Т. Ф. Теория и практика гомогенизации молочных смесей. *Переработка молока*. 2007. № 12. С. 62-63.

УДК 621.311.25

НОВА КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗБИРАЄ ТА ВИКОРИСТОВУЄ ТЕПЛОВУ СОНЯЧНУ ЕНЕРГІЮ

Гулевський В. Б., к.т.н.

e-mail: v_gul@meta.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Теплопостачання є крупною галуззю народного господарства. Однак не існує стандартного рішення при пошуку підходящої системи для нагрівання води у різних середовищах, але знайти таку систему, яка відповідає потребам господарства, не складно. Значна роль у вирішенні цієї задачі відводиться централізованому теплопостачанню і теплофікації з використанням традиційних джерел палива.

Сьогодні, коли як ніколи гостро стоять питання економії енергетичних і паливних ресурсів, а також захисту навколишнього середовища на досягнення прогресу в області теплопостачання, вдосконалення наявних і створення нових конструкцій спрямовані наукові дослідження, пошуки інженерних рішень. Для цілей теплопостачання практичне значення на найближчу перспективу матимуть не тільки органічне і ядерне паливо, а також використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Тому розробка та вдосконалення засобів тепло споживанням з використанням відновлюваних джерел енергії є актуальним завданням.

Сонячна енергетика – один із перспективних напрямів використання енергії відновлюваних джерел, що швидко розвивається. З усіх відновлюваних джерел сонячна енергія є найбільш смним і доступним природним енергоресурсом [1].

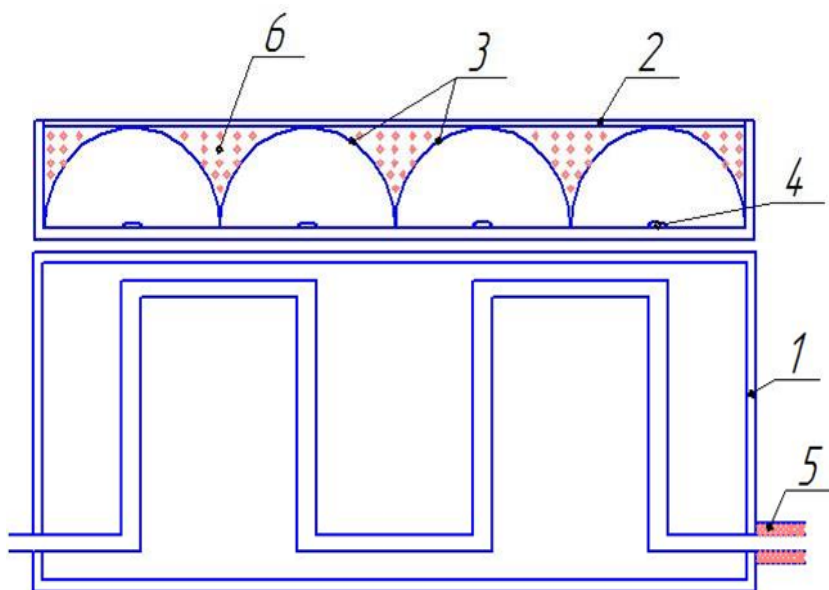
Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження теплоенергетичного обладнання практично в усіх областях, зокрема в Запорізькій області. Переваги практично невичерпного джерела енергії сонячної радіації при її використанні у якості первинного місцевого енергоресурсу полягають у можливості використання джерела теплової енергії на більшості ділянок поверхні. Термін ефективної експлуатації сонячних водонагрівачів у південних областях України становить 7 місяців (з квітня по жовтень), у північних областях – 5 місяців (з травня по вересень).

В цьому аспекті для успішної роботи слід вміти правильно аналізувати умови, які дозволять використовувати енергозберігаючі технології [2].

Основні матеріали дослідження. Найпростішим і найбільш дешевим способом використання сонячної енергії є нагрів води в сонячних колекторах. Принцип дії таких пристроїв досить простий: видимі промені сонця, проникаючи крізь концентруючі секції (проходить зазвичай 80-85%), зустрічаються з чорним дном колектора і в значній мірі поглинаються їм. Дно починає випускати теплові інфрачервоні промені, які не можуть проникнути крізь скло назад назовні; в нижньому напрямку шлях йому перегороджує шар теплоізоляції. Таким чином потрапляючи в сонячний акумулятор, енергія перетворюється в теплову і далі витрачається, або ж зберігається. За допомогою сонячних теплових систем можна заощадити до 65 відсотків витрат на нагрів води в домашньому господарстві.

Ефективність геліосистеми в значній мірі визначається технічними можливостями сонячного колектора і контуру циркуляції. Тому за рахунок удосконалення можливо отримати більш високі характеристики відомих конструкцій. Наприклад, відомий пристрій, що включає корпус геліоконденсатора 1, екран 2, концентруючі секції, теплотрубка з каналами для теплоносія 4, утеплювач 5 має складну систему концентрації сонячних променів на теплові труби, що робить його складним і дорогим у виготовленні. В основу удосконалення поставлена задача спростити конструкцію геліоконденсатора, в якому шляхом зміни виконання концентруючих секцій, їх розташування та обладнання теплової трубки каналом, підвищити ефективність геліоконденсатора. Поставлена задача вирішується тим, що в геліоконденсаторі, концентруючі секції виконані у вигляді сегментів 3, дзеркал і розташовані таким чином, що сонячне випромінювання потрапляє на них через екран 1 та відбивається на теплотрубки 4, кожна

з яких виконана у вигляді плоскої смуги теплопровідного матеріалу та обладнана каналом для протікання теплоносія (рис.1) [3].



корпус 1, екран 2, сегмент 3, теплотрубка з каналами для теплоносія 4, утеплювач 5, аргон 6.

Рисунок 1. Геліоконденсатор

Висновки. Запропонована конструкція дає змогу використовувати геліоконденсатор цілодобово з високою ефективністю за рахунок виконання секцій у вигляді сегментів і за рахунок заповнення простору між екраном і сегментами.

Список використаних джерел

1. Стьопін Ю. О., Гулевський В. Б., Перова Н. П. Енергозбереження і використання поновлювальних джерел енергії: Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141-“Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. Мелітополь, 2019. 60 с.

2. Гулевський В., Постол Ю., Стручаєв М., Попрядухін В., Борохов І. Основні принципи проектування автономного енергогенеруючого комплексу. *Theoretical aspects of modern engineering: collective monograph*. Boston: Primedia eLaunch, 2020. P. 106-114.

3. Геліоконденсатор: пат. 116614 Україна: МПК (2006) F24J2/02 F24J2/24 / В. О. Петров, Ю. М. Федюшко, В. Б. Гулевський, Д. О. Полукто, А. В. Сагайдак. № 201613093; заявл. 22.12.2016; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 10.

УДК 631.674

ЕФЕКТИВНІСТЬ АБСОРБЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ НАКОПИЧЕННЯ ВОЛОГИ**Нікульча М. В., студент****Стручаєв М. І., к. т. н.****Постол Ю. О., к. т. н.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***e-mail:** mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua**e-mail:** yuliapostol111@gmail.com

Актуальність та постановка проблеми. Землеробство в нашій південній зоні є ризикованим через недостатнє зволоження. Великі річки і озера практично відсутні, а підземні джерела води сильно мінералізовані, тому цікавою і важливою може стати конденсація вологи з атмосферного повітря [1]. На сьогоднішній день актуальним є питання конденсації і накопичення вологи для поливу та інших потреб. Для цих потреб можемо використати пристрій для збору прісної води з атмосферного повітря. Існують різні способи конденсації і накопичення вологи з атмосферного повітря. Середня абсолютна вологість атмосферного повітря складає 11 г/м^3 , при цьому деяка кількість води природнім шляхом випадає у вигляді роси.

Найбільш близьким аналогом запропонованої корисної моделі, прийнятим за прототип, є енергоавтономна установка конденсації вологи атмосферного повітря, що містить підвідний канал, водозбірник, відвідний канал. Недоліком цього відомого пристрою є те, що він не дозволяє отримати значну кількість сконденсованої вологи, низька надійність циркуляції повітря.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити пристрій, шляхом модернізації, основаної на новій формі конструктивних елементів, їх взаємному розташуванні і наявності зв'язків між ними, що дозволить забезпечити підвищення ефективності пристрою.

Основні матеріали дослідження. Поставлена задача вирішується тим, що у абсорбційному пристрої накопичення вологи, що містить підвідний канал, водозбірник, відвідний канал, згідно запропонованої корисної моделі, встановлено вентилятор та охолоджувач-конденсатор виконаний у вигляді випарника абсорбційної холодильної машини, які розміщено в потоці повітря [2] підвідного каналу, у відвідному каналі встановлено повітря-підігрівач виконаний у вигляді конденсатора абсорбційної холодильної машини, водозбірник розташовано під патрубком відведення конденсату з підвідного каналу.

Абсорбційний пристрій накопичення вологи містить підвідний канал 1, вентилятор 2 та охолоджувач-конденсатор 3 виконаний у вигляді випарника абсорбційної холодильної машини 7, які розміщено в потоці повітря підвідного каналу 1, водозбірник 4, повітря-підігрівач 5 встановлений у відвідному каналі 6 та виконаний у вигляді конденсатора абсорбційної холодильної машини 7, водозбірник 4 розташовано під патрубком (не позначено) відведення конденсату з підвідного каналу 1.

Абсорбційний пристрій накопичення вологи працює таким чином. Повітря в підвідному каналі 1 під дією вентилятора 2 рухається через охолоджувач-конденсатор 3 [3], виконаний у вигляді випарника абсорбційної холодильної машини 7. Зниження температури нижче точки роси на охолоджувачі-конденсаторі 3 дозволяє забезпечити збільшення кількості сконденсованої вологи, яка випадає у вигляді конденсату водяних парів і відводиться у водозбірник 4 розташований під патрубком (не позначено) відведення конденсату з підвідного каналу 1. Повітря, з якого видалено частину вологи потрапляє до повітря-підігрівача 5 встановленого у відвідному каналі 6 та виконаного у вигляді конденсатора абсорбційної холодильної машини 7. Повітря підігрівається, щільність нагрітого повітря зменшується і воно відводиться через відвідний канал 6 до навколишнього середовища, що дозволяє підвищити надійність циркуляції повітря.

Технічна суть та принцип дії абсорбційного пристрою накопичення вологи, який пропонується, пояснюється кресленням (рис. 1), де представлено його схематичне зображення.

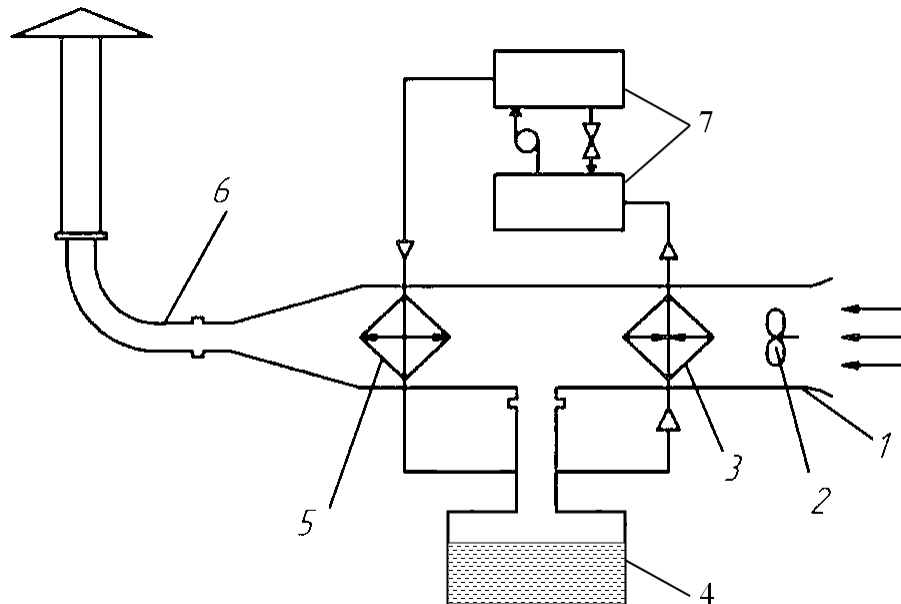


Рисунок 1. Схема абсорбційного пристрою накопичення вологи: 1 - підвідний канал, 2 – вентилятор, 3 - охолоджувач-конденсатор, виконаний у вигляді випарника абсорбційної холодильної машини, який розміщено в потоці повітря підвідного каналу, 4 - водозбірник, 5 - повітря-підігрівач, встановлений у відвідному каналі та виконаний у вигляді конденсатора абсорбційної холодильної машини, 6 – відвідний канал, 7 - абсорбційна холодильна машина.

Висновки. Використання абсорбційного пристрою накопичення вологи, запропонованої конструкції за рахунок встановлення вентилятора та охолоджувача-конденсатора виконаного у вигляді випарника абсорбційної холодильної машини, які розміщено в потоці повітря підвідного каналу, дозволяє забезпечити збільшення кількості сконденсованої вологи, а встановлення у відвідному каналі повітря-підігрівача виконаного у вигляді конденсатора абсорбційної холодильної машини дозволяє підвищити надійність циркуляції повітря.

Список використаних джерел

1. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 28-29.
2. Трикоз В., Галавуря М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
3. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Верхованцева В. О. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження зерна. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 1. С. 3-8.
4. Стручаєв Н. И. Определение количества теплоты при замораживании и размораживании. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2015. Вип. 165. С. 130-131.

УДК 662.756.3

ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**Кушлик Р. В., к.т.н.****e-mail:** kushlykroman@ukr.net**Кушлик Р. Р., к.т.н.****e-mail:** ruslan.kushlyk@tsatu.edu.ua**Струков В. С., магістр***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність та постановка проблеми. Ультразвукова обробка є діючим методом покращення фізичних, хімічних, теплотворних і експлуатаційних властивостей біопального. Вплив ультразвуку на біопальне обумовлено ефектом кавітації, тобто виникненням в рідині пульсуючих бульбашок, заповнених газом [1-3]. Після короточасного існування частина бульбашок закривається, при цьому спостерігається локальне миттєве підвищення тиску і температури. Поєднання таких різнорідних фізичних процесів, що впливають одночасно на оброблюване біопальне, сприяє інтенсивній обробці і отриманню стійкої, однорідної дисперсної емульсії [4]. Покращення характеристик системи перетворювач – випромінювач дасть змогу зменшити величини внутрішніх механічних втрат, що призведе до покращення якості роботи всієї коливної системи.

Основні матеріали дослідження. Найважливішою характеристикою ультразвукових коливальних систем є резонансна частота. Обумовлено це тим, що ефективність технологічних процесів визначається амплітудою коливань (значень коливальних зміщень), а максимальні значення амплітуд досягаються при збудженні ультразвукової коливної системи на резонансній частоті. Значення резонансної частоти ультразвукових коливальних систем мають бути в межах дозволених діапазонів (для УЗ апаратів $22 \pm 1,65$ кГц) [5].

Важливою технічною характеристикою перетворювачів і випромінювачів є рівномірність поля випромінювання. Амплітуда зміщення випромінювачів перетворювачів з діафрагмами ненастроєного типу істотно змінюється від центру до периферії, що обумовлює велику нерівномірність поля випромінювання. Слід зазначити, що нерівномірне поле випромінювання (для ряду процесів негативна сторона перетворювача) саме по собі дає ряд технологічних переваг. Центральна зона типового перетворювача з ненастроєною діафрагмою (ПМС–6) характеризується дуже інтенсивною кавітацією. В той же час інтенсивність на периферійних ділянках хоча і ослаблена, все ж достатня для здійснення деяких корисних ефектів кавітацій (наприклад, очищення від легких жиркових і механічних забруднень). Це дозволяє при заданій повній потужності розвинути у перетворювача велику поверхню випромінювання і здійснити збудження ультразвукових коливань у великих об'ємах рідин [6].

Характеристикою коливної системи є добротність – відношення накопиченої в резонансній системі енергії до витрат її за період. Добротність визначає гостроту піків і вид амплітудно-частотної залежності, а також ширину робочого частотного діапазону, якщо система працює при змінюваній частоті, наприклад, внаслідок зміни навантаження, розмірів інструментів та ін. Зазвичай коливальна система навантажена по одній з граничних поверхонь, а збудлива сила прикладена до іншої.

Якість роботи всякої коливної системи залежить від величини внутрішніх механічних втрат. Безповоротні втрати, що виникають в стержневій системі, визначаються значеннями коливної швидкості і активного опору. У свою чергу, активний опір характеризується внутрішнім тертям в матеріалі, з якого зроблена ця система. Оскільки величина коливної швидкості залежить від енергії пружних коливань, що вводиться в систему, єдиним параметром, що характеризує цей матеріал з точки зору його здатності поглинати енергію, є активний опір, еквівалентний втратам в цьому матеріалі.

Втрати в ультразвукових коливальних системах залежать, передусім, від матеріалу, з якого вони зроблені.

Використовувана в проточному ультразвуковому приладі для обробки біопального

коливальна система повинна задовольняти ряду загальних вимог:

- працювати в заданому частотному діапазоні;
- забезпечувати отримання 100% емульсії при усіх варіаціях швидкості протікання сумішевого біопального;
- забезпечувати необхідну інтенсивність випромінювання;
- мати максимально можливий коефіцієнт корисної дії;
- частини ультразвукової коливальної системи, що контактують з оброблюваною речовиною повинні мати кавітаційну і хімічну стійкість;
- мати жорстке кріплення в корпусі;
- повинна мати мінімальні габарити і вагу;
- повинна виконувати вимоги техніки безпеки [6].

Висновки. Врахування вище перерахованих основних характеристик ультразвукової магнітострикційної коливальної системи при обробці біопального буде сприяти його інтенсивній обробці і отриманню стійкої, однорідної дисперсної емульсії.

Список використаних джерел

1. Кушлик Р. Р. Спосіб обробки сумішевого біодизеля. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. тез доп. XVII Міжнар. наук. конф. (17-18 жовтня 2016 р.). Суми, 2016. С. 195-196.
2. Спосіб покращення якості сумішевого біодизеля: пат. 110097 Україна: МПК (2016.01): F02M 27/08 (2006.01), H04R 15/00, C10L 1/00. № u201602910 / І. П. Назаренко, Р. Р. Кушлик, Р. В. Кушлик. заявл. 22.03.2016; опубл. 26.09.2016, бюл. № 18.
3. Kushlyk R., Nazarenko I., Kushlyk R., Nadykto V. Research into effect of ultrasonic, electromagnetic and mechanical treatment of blended biodiesel fuel on viscosity *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2017. № 2/1 (86). С. 34-41. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.95985.
4. Кушлик Р. Р. Результати експериментальних досліджень біопаливних композицій оброблених електрофізичними методами. *Енергозабезпечення технологічних процесів*: зб. тез доп. VII Міжнар. наук.-практ. конференції пам'яті І.І.Мартинена та з нагоди 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2017. С. 58-60.
5. Кушлик Р. Р., Назаренко І. П., Кушлик Р. В. Ультразвукова обробка сумішевого біодизеля. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. Вип. 10/1 (29). С. 174-178.
6. Кушлик Р. Р., Кушлик Р. В., Назаренко І. П. Розробка електротехнологічного комплексу для обробки сумішевого біопального. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 8, т. 2. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-24.

УДК 683.97

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПІВ ВОДОНАГРІВАЧІВ

Облещенко А. Д., магістрант

e-mail: anastasiyaobl333@gmail.com

Гулевський В. Б., к.т.н

e-mail: vadym.hulevskyi@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Водонагрівачі застосовують для безперервного нагріву води в місцевій системі водопостачання.

Водонагрівачі можна класифікувати за двома групами.

Перша група – це розподіл відповідно до принципу роботи. Водонагрівачі поділяються на проточні і накопичувальні.

В залежності від виду енергії, яка забезпечує роботу пристрою виділяють другу групу. Найчастіше бувають газові та електричні водонагрівачі [1]. Установки, що використовують альтернативні джерела енергії [2,3,4], рідке або тверде паливо зустрічаються дуже рідко. Кожен з типів має свої характерні особливості.

Щоб підібрати найбільш підходящий тип потрібно не тільки розуміти загальні принципи їх роботи, але і те, яка саме модифікація оптимально підходить під конкретні умови. Незалежно від того, який теплоносій використовується, існують види апаратів, робота яких принципово відрізняється.

Основні матеріали дослідження. Одним з найпоширеніших видів водонагрівачів є електричні прилади в різноманітних виконаннях. За принципом нагрівання води електричні водонагрівачі поділяються на елементні та електродні, за принципом дії – на непроточні і проточні.

В елементних водонагрівачах електрична енергія перетворюється в теплоту в нагрівальному елементі і від нього передається конвекцією і теплопровідністю до води [1]. Накопичувальний водонагрівач являє собою бак з ТЕНом всередині, в який набирається певний об'єм води і нагрівається. Підігрів води здійснюється поступово, з невеликим споживанням електроенергії, а вода нагрівається до температур від 65 °С до 75 °С. Істотна роль у вирішенні проблеми економії теплової енергії належить високоефективній теплової ізоляції [5].

До переваг такого апарату відносять економічність і довговічність, а головними недоліками є великі габарити і необхідність чекати кілька годин, поки рідина нагріється.

Електричні проточні водонагрівачі є пристроями невеликого розміру і принцип роботи їх простий – підігріває воду потрібної температури прямо з водопроводу. У цьому пристрої немає накопичувальної ємності для холодної води. Процес нагріву води ТЕНами відбувається в спеціальних трубах і змеевиках при постійному потоці рідини через ці елементи.

Електродний водонагрівач являє собою металевий бак, усередині якого знаходяться електроди. Особливостями електродних пристроїв є нагрів за рахунок електричного струму, що протікає через рідину від електрода до електрода. При цьому відбувається прямий нагрів. Перевагами проточного водонагрівача є компактність і моментальний нагрів води, а до недоліків відносять високий рівень енергоспоживання і недовгий термін служби [6].

Особливість газових водонагрівачів полягає в тому, що вони обладнані пальником, який нагріває теплообмінник (мідний або чавунний), а він в свою чергу передає тепло рідині. Принцип схожий з роботою проточних водонагрівачів, але відмінністю газових нагрівачів є те, що вони мають внутрішній бак для накопичення води.

Переваги таких пристроїв є швидкість нагріву, але використання економічно не вигідне. Крім того, слід враховувати складності при підключенні таких систем, адже крім водопостачання потрібно підводити ще і труби з газом.

Газові накопичувальні водонагрівачі, джерелом енергії чимось схожі до електричних накопичувальних бойлерів. Схожість полягає у великих габаритах, а також у затраті часу для нагріву, який в свою чергу теж залежить від потужності пристрою.

Дані водонагрівачі характеризуються поділом на два види: з природною і примусовою тягою. Перший вид має для згоряння відкриту камеру, другий – закритою камерою згоряння, в якому встановлений спеціальний димохід.

Водонагрівачі першого типу не потребують додаткового припливу повітря в приміщення для підтримки процесу горіння, для таких водонагрівачів не потрібно споруджувати дорогий традиційний димохід, а підходить - короткий недорогий коаксіальний.

Водонагрівачі також можуть мати комбіновану систему нагріву, вбудовані баки для води або гріти воду безпосередньо з труби. Комбінований водонагрівач передбачає підключення і газу, і електрики. Це дозволяє гріти воду в опалювальний період за допомогою газопостачання, а в літній період – використовуючи електрику. Подібний підхід дозволяє економити незалежно від сезону, але досить складний в реалізації, адже дві активні системи нагріву вимагають підвищеної уваги при експлуатації і професійних навичок для підключення.

Висновки. Електричні водонагрівачі є найбільш розповсюдженими і їх популярність викликана легким монтажем, безпеністю і простотою в експлуатації.

Список використаних джерел

1. Стьопін Ю. О., Квітка С. О., Гулевський В. Б., Стручаєв М. І., Перова Н. П. Електротехнологічні комплекси і процеси в галузі: методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 – “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. Мелітополь, 2019. 100 с.
2. Гулевський В., Постол Ю., Стручаєв М., Попрядухін В., Борохов І. Основні принципи проектування автономного енергогенеруючого комплексу. *Theoretical aspects of modern engineering: collective monograph*. Boston: Primedia eLaunch, 2020. P. 106-114.
3. Удовиченко К. О., Гулевський В. Б. Заощадження коштів шляхом нагрівання води від сонця. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (м. Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р.)*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 679-681.
4. Стьопін Ю. О., Гулевський В. Б., Перова Н. П. Енергозбереження і використання поновлювальних джерел енергії: методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 - “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. Мелітополь, 2019. 60 с.
5. Дослідження теплоізоляції трубопроводів / М. І. Стручаєв, Ю. О. Стьопін, В. Б. Гулевський, Ю. О. Постол, Д. В. Левченко. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 8, т. 2. С. 20-26. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-30.
6. Басов А. М., Быков В. Г., Лаптев А. В., Файн В. Б. Электротехнология. Москва: Агропромиздат, 1985. 256 с.

УДК 662.756.3

АНАЛІЗ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ МАГНІТОСТРИКЦІЙНОЇ КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Кушлик Р. Р., к.т.н.

e-mail: ruslan.kushlyk@tsatu.edu.ua

Кушлик Р. В. к.т.н.

e-mail: kushlykroman@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Основною рушійною силою при ультразвуковій дії є кавітація – явище створення і захопування парогазових бульбашок, що забезпечують реалізацію енергоємних технологічних процесів. Для їх практичної реалізації потрібні джерела випромінювання – ультразвукові коливальні системи. Від правильного вибору джерела випромінювання для обробки біоматеріалів буде залежати покращення їх фізико-хімічних властивостей [1].

Основні матеріали дослідження. Відомі ультразвукові коливальні системи, що складаються з п'єзоелектричного перетворювача. Дані коливальні системи мають, як правило, малу поверхню випромінювання. Це обмежує їх функціональні можливості в частині забезпечення ультразвукового випромінювання через великі поверхні, що виключає промислову обробку великих об'ємів рідких середовищ [2].

Завдяки універсальності технологічного застосування, можливості отримання високих значень амплітуд швидкостей поверхні випромінювання і великої питомої і повної акустичної потужності найбільше поширення отримали магнітострикційні перетворювачі. Ультразвукова магнітострикційна коливальна система проточного типу представлена рис. 1 і складається із перетворювача 1, трансформатора коливачів 2 і корпусу охолодження 3 [3].

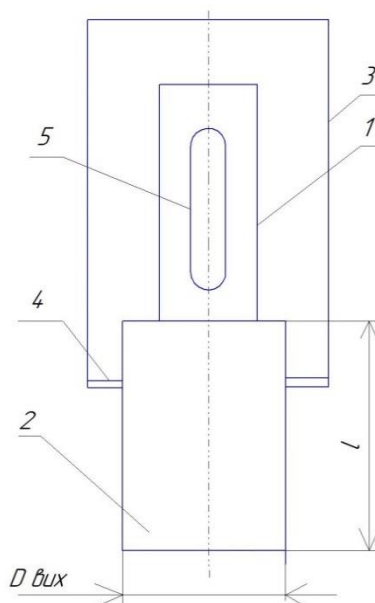


Рисунок 1. Ультразвукова магнітострикційна коливальна система: 1 – магнітострикційний перетворювач, 2 – трансформатор коливачів, 3 – корпус, 4 – гайка накладна з ущільнювачем, 5 – вікно перетворювача.

У перетворювачі (активному елементі коливальної системи) створюється знакозмінна механічна сила. При проходженні по обмотці змінного струму в стержні виникає змінне електромагнітне поле, яке намагнічує стержень. Магнітне поле створює в напрямленні осі стержня пружні напруги і деформації, які змінюються в такт із зміною поля, тобто стержень буде періодично змінювати довжину. Однак в силу незалежності деформації від напрямлення поля частота коливачів стержня буде в два рази більшою частоти зміни магнітного поля. В цілях

уникнення ефекту здвоєння частоти застосовують постійне поле, яке накладається на змінне поле. Постійне поле викликає постійну деформацію стержня. В результаті накладення змінного поля і постійного виникає результуюче поле змінної величини, яке має однакове направлення. В цьому випадку деформація стержня проходить в такт із зміною поля, тобто на протязі першого напівперіоду постійна деформація збільшується, а на протязі другого – зменшується, тому частота коливань стержня дорівнює частоті збудження струму. Коли частота збудження поля співпадає з власною частотою пружних коливань стержня, настає резонанс і амплітуда коливань стержня буде максимальною [4].

Випромінювач буде створювати ультразвукове поле в оброблюваному об'єкті або безпосередньо діяти на нього. Для підсилення амплітуди коливань магнітострикційного перетворювача, значення якої недостатнє для виконання технологічних задач, застосовують трансформатор коливань 2 (рис. 1), який є проміжною ланкою між перетворювачем і ультразвуковим інструментом. Трансформатор коливань визиває зміну резонансної частоти перетворювача, так як є приєднувальним навантаженням [5].

Висновки. Вплив навантаження на частоту коливань дуже непостійний і може залежати від певних факторів, наприклад: якості кріплення трансформатора коливань до перетворювача, його термообробки. Крім того, існують розрахункові формули, які дають певну похибку, тому необхідно визначити оптимальну область амплітудних значень системи перетворювач – трансформатор коливань.

Список використаних джерел

1. Назаренко І. П. Теоретичні передумови приготування суміші компонентів біопального в ультразвуковому полі. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2017. Вип. 187: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 113–116.
2. Кушлик Р. В., Кушлик Р. Р. Обґрунтування імпульсного методу контролю якісних показників моторного масла. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2012. Вип. 12, т. 1. С. 68-74.
3. Кушлик Р. Р. Електротехнологічний комплекс для обробки біопального. *Енергозабезпечення технологічних процесів: зб. тез доп. VIII Міжнар. наук.-практ. конференції пам'яті І.І.Мартиненка (13-14 червня 2019 року)*. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 34.
4. Kushlyk R., Nazarenko I., Kushlyk R. Experimental Investigations of Functional Properties of Biofuel Processed in the Electrotechnological Complex. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, 2019. P. 375-384. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5_39.
5. Кушлик Р. Р., Кушлик Р. В. Електротехнологічний комплекс для обробки сумішевого біопального: конструкція і параметри. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2019. Вип. 9, т. 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-36.

УДК 621.3:665.335.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ В РИЦИНОВІЙ ОЛІЇ З РІЗНИМ ПИТОМИМ ОПОРОМ ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Діденко О. В., аспірант

e-mail: sdidenko76@i.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. При технологічному процесі очищення діелектричних рідин можуть використовуватись пристрої, дія яких полягає на взаємодії електричного поля з домішками, які необхідно видалити. При цьому необхідно дотримуватись умов протікання технологічного процесу. Так, необхідними умовами для стійкого протікання процесу очищення рицинової олії в електричному полі є висока напруга на електродах – 3000 – 5000 В, додавання до складу олії води 1 – 2 % для гідратації та поляризації домішок - фосфатидів при умові ретельного перемішування цієї емульсії та підігрівання емульсії до температури 60 – 80 °С. Підігрів емульсії «вода в рициновій олії» збільшує виділення тепла в електродному полі на пароутворення. При цьому, в електричному полі, по поверхні електродів утворюються парогазові бульбашки, які рухаючись на поверхню рідини видаляються разом із домішками механічним або іншими способами. При утворенні електричного кола високої напруженості виникають теплові витрати, відповідно до закону Джоуля – Ленца. Розрахунок теплових витрат можливо визначити через розподіл електричного поля електродної області. Визначення розподілу електродної області має певні труднощі, але є необхідним для визначення кількості тепла, яке виділяється в електродному просторі.

Основні матеріали дослідження. Для розрахунку електричного поля існує багато методів. Електропровідність електричного поля плоско – паралельних пластин може бути розрахована за їх геометричними параметрами (довжина і ширина пластин та їх кількість) при нехтуванні крайовими ефектами, якщо розміри пластин перевищують відстань між ними [2]. Розрахунок електростатичних полів зводиться до визначення напруженості поля E при заданому розподілу зарядів q , збуджуючих поле. Якщо визначення E приводить до певних труднощів, спочатку визначається потенціал φ по заданому розподілу зарядів, а потім визначається напруженість поля. До методів розрахунку полів відноситься метод накладання; метод конформних перетворень; метод дзеркальних зображень, графічні та інші методи [2].

Для розрахунку електричного поля систем циліндричних електродів, розрахунок поля проводиться за допомогою комп'ютерного моделювання електродної системи програмними засобами «ELCUT» з урахуванням питомого опору рідини, потенціалу поля, геометричних параметрів електродної системи.

За допомогою комп'ютерного моделювання «ELCUT» було визначено значення тепловиділення в міжелектродному просторі рицинової олії з 2 % вмістом води та 1,5 % вмістом води при заданих значеннях параметрів електродної системи, таких як кількість, діаметр та довжина електродів, питомого опору дослідної рідини та потенціалу поля. За допомогою програмних засобів «ELCUT» були отримані інтегральні та локальні значення фізичних величин, таких як напруженість електричного поля, електричний потенціал, потужність тепловиділення та вектор щільності струму.

Силу струму електродного простора було визначено за формулою

де n_{el} – загальна кількість електродів;

I_{el} – струм між двома електродами, визначений за допомогою комп'ютерного моделювання процесу, А;

L – довжина одного електроду, м.

Отримані за допомогою комп'ютерного моделювання «ELCUT» значення фізичних величин, таких як сила струму було порівняно зі значеннями, отриманими за допомогою експериментальних досліджень [3] рисунок 1.

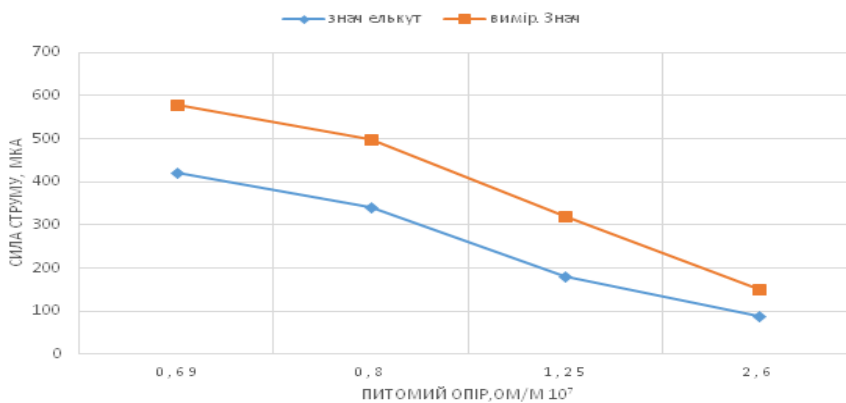


Рисунок 1. Графічні залежності питомого опору від струму в рициновій олії з 2 % вмістом ВОДИ

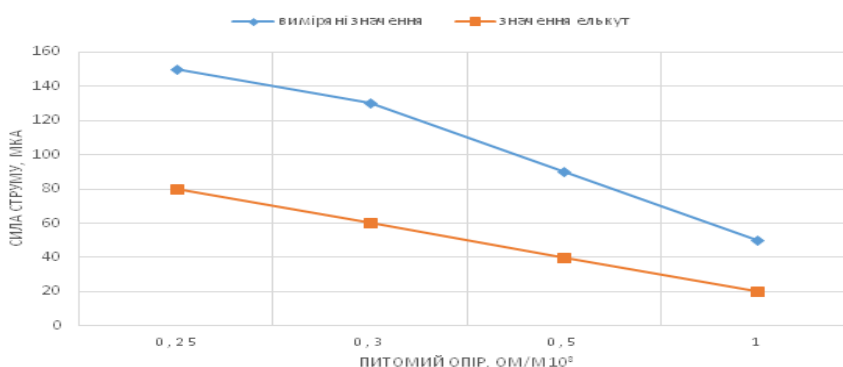


Рисунок 2. Графічні залежності питомого опору від струму в рициновій олії з 1,5 % вмістом ВОДИ

Висновки. Було порівняно результати досліджень, проведених за допомогою комп'ютерного моделювання «ELCUT» значень струму, який протікає через електроди, з результатами досліджень [3] для рицинової олії з питомим опором, що відповідає 2 % та 1,5% вмісту води.

Список використаних джерел

1. Назаренко І. П. Електротехнічний комплекс очищення та сепарації слабопровідних суспензій в електричному полі: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.09.03 / НУБіП. Київ, 2015. 39 с.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники: учебник. Москва: Высшая школа, 1973. 752 с.
3. Elektrikal properties of emulsion «water in costor oil» / I. Nazarenko, O. Didenko, O. Loboda, R. Kushlyk, L. Chervinskiy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4 № 6 (106). P. 38–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210312.
4. Supeene G., Koch C., Bhattacharjee S. Defrmtion of a droplet in an electric field: nonlinear transient response in perfect and dielectric media. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2008. Vol. 318, № 2. P. 463–476. DOI: 10.1016/j.jcis.2007.10.022.

УДК 658.264

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЇ В СИСТЕМАХ МІКРОКЛІМАТУ

Лужанська Г. В., к.т.н.,
Ляшенко В. І., магістр
Климчук І. О., студент
Кушнірук В. В., студент

e-mail: luzhanska@opu.ua

Державний університет «Одеська політехніка»

Актуальність та постановка проблеми. З метою збереження енергоресурсів у всьому світі простежується тенденція розробки і модернізації кліматичного обладнання. Застарілі елементи замінюють новими, підвищується ефективність роботи енергетичного обладнання, шляхом удосконалення. Для зниження енергоспоживання вентиляційних систем, а відповідно і зменшення навантаження на системи теплопостачання будівель і споруд різного призначення, використовують спеціальні рекупераційні установки, які призначені для зниження витрат на нагрів припливного повітря, що подається у внутрішні приміщення для створення необхідних умов мікроклімату.

Основні матеріали дослідження. Для використання тепла повітря, що покидає опалювальне приміщення застосовують рекуператори. Стандартний рекуператор пластинчастого типу - чотирикутна установка, витягне повітря, проходячи її по діагоналі, виходить з протилежного боку. За аналогією відбувається траєкторія припливного повітря. При цьому забруднене повітря, що видаляється з приміщення, проходячи через рекуператор, віддає своє тепло зовнішньому повітрю, не змішуючись з ним. Рух повітря протитечійний [1].

Для підвищення ефективності застосовують гексагональний рекуператор-який являє собою шестикутник в перерізі. В його конструкції поєднуються два принципи роботи: крайні частини апарату працюють за принципом перехресного, а центральна частина - за принципом протитечійного теплообмінника. Поверхню теплообміну і кількість ходів повітряної маси збільшено в декілька разів [2]. Удосконалена конструкція дозволяє підвищити ККД до 92% і вище, в порівнянні зі стандартною, де в середньому ККД становить близько 50-60%.

Можливе використання рекупераційних теплообмінників даного типу і для охолодження приміщення, тобто зворотним способом-рекуперація холоду, повітрю, що підводиться, передається холод від відведеного повітря.

Висновки. В результаті використання гексогональних рекупераційних установок відбувається економія теплової енергії, зменшуючи тим самим навантаження систем мікроклімату на теплопостачання будівлі. При своєчасному обслуговуванні і заміні недорогих витратних деталей, рекуператор буде ефективно працювати значну кількість часу.

Список використаних джерел

1. Лужанская А. В. Эффективность работы рекуператорных установок систем микроклимата. *Актуальні проблеми енергетики*: зб. наук. праць за матеріалами XVIII Всеукр. наук.-техн. Онлайн-конференції. Одеса, 2020. С. 126-128.
2. Ласкаржевский С. Вентиляция от REMAK – практично и экономично. *AW Therm*. 2019. № 6 (листопад-грудень). С. 64-66. URL: <https://aw-therm.com.ua/ventilyaciya-ot-remak-praktichno-i-ekonomichno/> (дата звернення: 13.04.2021).

УДК 658.264

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛО АКУМУЛЯТОРІВ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Климчук О. А., д.т.н.,
Боровик А. О., магістр
Грігор'єв В. Ю., магістр
Гусак А. Г., студент

e-mail: aaklymchuk@gmail.com

Державний університет «Одеська політехніка»

Актуальність та постановка проблеми. Нестача енергетичних ресурсів є актуальною проблемою України, тому їх раціональне використання – одна з основних задач економіки. Частковим рішенням цієї проблеми є акумулювання енергії.

Основні матеріали дослідження. Можливість акумулювання теплоти заснована на використанні фізичного або хімічного процесу, пов'язаного із поглинанням та виділенням теплот. На сьогодні відома велика кількість видів та конструкцій теплових акумуляторів. Цей факт обумовлено широким спектром задач та областей застосування акумуляторів тепла. Багатство методів та способів акумулювання теплової енергії ведуть до різноманітних технічних та конструктивних рішень.

В системах теплозахисту енергія акумулюється для подальшого використання. Прикладом може бути стінові панелі будівлі, що складаються із суміші бетону та парафіну. Такі панелі здатні поглинати надлишкове тепло у день та віддавати його в ночі. Системи термостабілізації призначені для сприйняття надлишкової теплоти від зовнішніх джерел та скидання отриманого тепла у навколишнє середовище. Так системи термостабілізації на основі акумуляторів тепла використовують для захисту електронної апаратури від теплових навантажень сонячного випромінювання штучного супутника землі. При обертанні його навколо земної кулі - по чергово буває то на сонячній то на затемненій половині землі. Під час впливу сонячної радіації теплоакumuлюючий матеріал (ТАМ) сприймає на себе надлишкову теплоту, а під час знаходження на затемненій стороні земної кулі він віддає у космос сприйняте тепло, внаслідок чого запобігається перегрів електронної апаратури супутника.

Досить важливим є область застосування акумуляторів теплоти для зберігання харчових продуктів та медичних тканин та органів. Для цієї мети розробляються різноманітні контейнери в яких проміжок між внутрішніми та зовнішніми стінками заповнюють спеціальним ТАМ.

До числа найбільш простих і надійних пристроїв акумулювання тепла, безумовно, належать рідинні ТАМ, що пов'язано з поєднанням функцій теплоакumuлюючого матеріалу та теплоносія.

Висновки. Галузь застосування рідких ТАМ досить широка. Найбільш розповсюджений рідкий тепловий акумулюючий матеріал – вода. Переваги води – дешевизна отримання, можливість бути одночасно як ТАМ так і теплоносієм, висока теплоємність. Використання води в якості ТАМ може бути доречно для добового та пікового режиму акумулювання в системах теплопостачання

УДК 658.264

УЗГОДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ГЕНЕРАЦІЇ ТА СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ.**Климчук О. А., д.т.н., професор****Лужанська Г. В., к.т.н., доцент***Державний університет «Одеська політехніка»***e-mail: aaklymchuk@gmail.com****e-mail: luzhanska@opu.ua**

Актуальність та постановка проблеми. В комбінованих системах альтернативного теплопостачання зазвичай застосовується два чи більше генератора теплоти. Тривалість та ефективність функціонування кожного із зазначених джерел залежить від умов експлуатації системи теплопостачання, а саме, від зовнішніх (кліматичних умов) і внутрішніх факторів (постійне опалення, переривчасте опалення, денний тариф, нічний тариф на електроенергію тощо).

Основні матеріали дослідження. Існують певні проблеми узгодження режимів генерації та споживання теплоти. На практиці для узгодження цих режимів роботи системи застосовують зазвичай три інструментарії:

- Модуляція потужності джерела теплоти.

Найбільшою модуляцією потужності й більшою гнучкістю роботи, відповідно, відрізняються газові котли, електродкотли та теплові насоси. Меншу модуляцію мають пеллетні котли, а найменша модуляція притаманна твердопаливним котлам. Геліосистема, як джерело теплоти, обмежена у модуляції потужності внаслідок особливостей її призначення – наявну альтернативну енергію необхідно повністю використати на теплозабезпечення.

- Збільшення інерційності системи споживачів теплоти.

Раціональне використання газових котлів та теплових насосів потребує достатньої інерційності системи – кількість теплоносія в системі має забезпечувати надійність її роботи. Вказане можна досягти шляхом використання буферних ємностей або застосуванням розгалуженої системи споживачів. Крім того, використання твердопаливних котлів в більшості випадків потребує встановлення буферних ємностей для попередження перегріву котла при різкому зменшенні навантаження.

- Застосування акумуляторів тепла.

Ефективна робота СК у складі комбінованих систем теплопостачання без акумуляторів теплоти неможлива. Для більш економічної роботи таких систем, особливо при використанні електродкотлів та теплових насосів, також необхідно встановлювати акумулятори теплоти з використанням режиму роботи за нічним тарифом на електроенергію. Твердопаливні котли потребують регулярного нагляду за їх роботою. Спростити експлуатаційні умови можна шляхом встановлення акумуляторів тепла.

При роботі системи теплопостачання з газовими котлами невеликі потужності призводять до частого вмикання котла, чому сприяє використання проточного нагріву гарячої води у теплообміннику, наявність теплих підлог незначної площини, що використовують влітку, що відповідно призводить до перевитрати палива й зменшення терміну експлуатації. Для попередження негативних наслідків в таких випадках доцільним є використання акумуляторів теплоти [1].

Для ефективної акумуляції теплоти протягом нічного періоду для покриття добових потреб теплопостачання житлових будинків, необхідно передбачити джерело генерації енергії більшої потужності (~у 4 рази більше) ніж без акумулятора. Для будівель громадського призначення з можливістю організації двоперіодного режиму опалення необхідна потужність джерела енергії ~ у 2,5 рази більше, що призводить до зростання максимального електричного навантаження на зовнішні мережі й викликає необхідність їх реконструкції.

Цікавими є рішення використовувати акумуляцію тепла в нічний період за льготним тарифом на електроенергію від теплового насосу. В такій системі використання найбільш поширеного акумуляуючого матеріалу – води не раціонально (перепад температур незначний

тому потрібна велика кількість води). В таких випадках доцільним є розглядання теплоакumuлюючих матеріалів на основі фазового перетворення наприклад парафіну [2]. Для нашої країни такі системи були би дуже перспективними враховуючи енергонезалежну політику керівництва.

Серед споживачів також спостерігається нерівномірність роботи впродовж року та доби. Так система гарячого водопостачання відрізняється нерівномірністю теплового навантаження впродовж доби з характерними піками вранці та ввечері. Якщо це навантаження накласти на графік добового споживання ми зрозуміємо необхідність підвищення максимальної потужності джерела тепла. Щоб цього запобігти в системах теплопостачання встановлюють водонагрівачі-акумулятори. Ця обставина вирівнює навантаження на потреби ГВП впродовж доби.

Системи опалення змінює навантаження впродовж року. При цьому впродовж доби суттєві коливання спостерігаються лише при використанні двоперіодного режиму обігріву приміщень. Окремо треба сказати про використанні системи «тепла підлога» у значних масштабах обігріву приміщень. В таких випадках гідравлічний режим системи опалення не співпадає з гідравлічним режимом джерела тепла (різні перепади температур, внаслідок різні витрати). Для узгодження режимів роботи необхідно встановлювати гідравлічний розподільвач, або буферну ємність. Також треба звернути увагу якщо систем «тепла підлога» має переважний внесок у систему опалення то виникає проблема не можливості ввійти газовому конденсаційному котлу у конденсаційний режим, а тепловому насосу забезпечити необхідні температури у подавальній магістралі системи «тепла підлога» (теплообмінник котлу та теплового насосу не здатен пропустити необхідну витрату теплоносія з необхідною температурою). В таких випадках слід встановлювати як мінімум два котли.

Висновки. Враховуючі наведені обставини можна зробити висновок, що для узгодження роботи системи теплопостачання та споживачів рекомендовано встановлення акумуляторів тепла або буферних ємностей. Також виходячи із техніко-економічних обставин рекомендовано використовувати комбіновані системи теплопостачання з використанням поновлювальних джерел тепла.

Список використаних джерел

1. Альтернативні системи теплопостачання житлових будівель із використанням теплових насосів та акумуляторів тепла / О. А. Климчук, С. С. Титар, В. І. Шевчук, О. Д. Дмитров. *Управління проектами: інновації, нелінійність, синергетика*: зб. праць V Міжн. наук.-прак. конф. Одеса, 2014. Т. 2. С. 102–105.
2. Климчук А. А., Юрковский С. Ю. Использование возобновляемых источников энергии в комбинированных системах теплоснабжения в курортной зоне Украины. *Энергосбережение*. 2012. Вып. 7. С. 26–28.

УДК 632.08

РОЗРАХУНОК УСЕРЕДНЕНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В РОСЛИННОМУ
СЕРЕДОВИЩІ КАРТОПЛІ

Сілі І. І., к.т.н.

e-mail: ivansili1012@gmail.com

Азархов О. Ю., д.мед. н.

e-mail: alexazarhov@gmail.com

*Приазовський Державний Технічний Університет
кафедра «Біомедична інженерія»*

Актуальність та постановка проблеми. В роботі [1] запропоновано та розглянуто нову ефективну енергоінформаційну радіоімпульсну біотехнологію знищення шкідників картоплі, основним елементом якої є генератор міліметрового діапазону хвиль на лавино-пролітних діодах. Даний генератор є джерелом потужного електромагнітного випромінювання з необхідними біотропними параметрами.

Основні матеріали дослідження. Розрахунок усередненого електромагнітного поля в рослинному середовищі картоплі є першим етапом розробки даної біотехнології.

Узагальненою характеристикою процесу взаємодії кінцевого числа радіоімпульсів з рослинним середовищем є електричне поле, усереднене за обсягом опромінюється ділянки цього шару. Опромінювана ділянка рослинного шару являє собою прямокутний паралелепіпед з розмірами $L_x \times L_y \times L_z$ вздовж осей x, y, z .

При цьому, $L_y = L$ - відстань між апертурою випромінюваної антени і відбивачем радіоімпульсів, $L_z = h$ - висота рослинного шару, L_x - розмір апертури вздовж осі.

Висновки. Як встановлено в [1], перетворення Лапласа електричного поля можна представити у вигляді:

$$\bar{\bar{E}} = \bar{E}_y \bar{e}_y + \bar{E}_z \bar{e}_z, \quad (1)$$

Проінтегруємо (1) за об'ємом опромінюваної ділянки родючого шару. Тоді після ряду перетворень отримаємо:

$$\bar{\bar{E}}_{cp} = \frac{1}{L_x L_y L_z} \int_0^{L_x} dx \int_0^{L_y} dy \int_0^{L_z} \bar{\bar{E}} dz = \bar{E}_y^{cp} \bar{e}_y + \bar{E}_z^{cp} \bar{e}_z. \quad (2)$$

Звідки:

$$\bar{E}_y^{cp} = \frac{\bar{U}(P)\alpha}{\beta^2 L}, \quad (3)$$

$$\bar{E}_z^{cp} = \frac{\bar{U}(P)th(0,5\beta L)}{\beta L}. \quad (4)$$

Підставимо в (3,4) значення з [4] і значення та з [5]. Будемо мати рівняння усередненого значення електромагнітного поля:

$$\bar{E}_y^{cp} = E_0 \frac{\omega(1-e^{-P\tau})(1-e^{-PT(N_2+1)})}{L(P^2 + \omega^2)(1-e^{-PT})} \sqrt{\frac{(\varepsilon+1) + \frac{\sigma}{\varepsilon_0 P}}{\varepsilon_0 \mu_0}}. \quad (5)$$

Список використаних джерел

1. Сілі І. І. Енергоінформаційна радіоімпульсна біотехнологія і електронні системи знищення шкідників картоплі: дис. канд. техн. наук : 05.11.17. Харків, 2015. 159 с.

УДК 620.92:628.8

ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА, ЯКА ПЕРЕТВОРЮЄ СОНЯЧНЕ СВІТЛО НА ТЕПЛО І ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ

Біляєва А. С., магістрант

e-mail: belyaevanastya02@gmail.com

Гулевський В. Б., к.т.н

e-mail: v_gul@meta.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Сектор сонячної енергетики продовжує зростати прискореними темпами. Невпинно впроваджуються нові технології. Існуюча останнім часом тенденція розвитку теплопостачання, спрямована на децентралізацію великих джерел постачання тепла - використання локальних технологій енергозбереження, являється стимулом розвитку геліоенергетики [1,2,3]. Розвиток та вдосконалення енергетичних концентраторів включає в себе створення систем, які крім електрики, можуть забезпечувати прилеглі будівлі гарячим водопостачанням та виробляти прісну воду.

Основні матеріали дослідження. Науково-дослідницька організація IBM Research спільно з приватною швейцарською компанією Airlight Energy, що спеціалізується на виробництві та постачанні сонячних технологій для великомасштабного виробництва, оголосили про випуск нового тарілкового параболічного відбивача, який підсилює сонячне випромінювання в 2000 разів, одночасно виробляючи прісну воду і очищаючи повітря [4,5].

В основному, елементи і рішення, що застосовуються в цій системі досить відомі, виняток становить лише одна технологія - одночасне використання двох методів генерації сонячної енергії: термального (використовуються високі температури) і світлового (фотоелементи).

Конструкція оснащена високоефективними фотоелементами, які здатні перетворювати, зібрані рефлекторами в точці фокусу, сонячне проміння на електрику при високих температурах. Нова фотоелектрична система, що працює за принципом концентрації енергії, використовує щільний масив охолоджуваних водою сонячних елементів, які перетворюють до 80% сонячного випромінювання в корисну енергію.

Система виглядає як 10-метровий соняшник, який може генерувати 12 кіловат електроенергії і 20 кВт тепла в сонячний день. Цього досить для енергоживлення декількох середніх будинків. Один концентратор має 36 дзеркал (рис.1), які виготовлені з переробленої пластикової фольги товщиною 0,2 мм зі срібним покриттям. Дзеркальна поверхня концентрує сонячне світло, відображаючи його на декількох мікроканалних приймачах з рідким охолоджувачем, кожний з яких заповнений щільним масивом багатоперехідних фотоелектричних чипів розміром 1x1cm². Чипи в свою чергу перетворюють 80% сонячного світла в енергію, кожний чіп виробляє до 57 Вт у сонячні дні [4,5].

Оскільки сонячні промені виявляються гранично сконцентровані на фотоелектричних елементах, весь масив вимагає інтенсивного охолодження для того, щоб залишатися в робочих температурних межах. Технологія прямого охолодження при дуже невеликій потужності накачування використовується для охолодження чипів. Фотоелектричні чипи монтується на мікроструктурованих шарах, які пропускають очищену воду в межах часток міліметра від чипа, щоб поглинати тепло і відводити його в 10 разів ефективніше, ніж при пасивному повітряному охолодженні.



Рисунок 2. Дзеркальна поверхня, яка концентрує сонячне світло

Гаряча вода з температурою від 85 до 90⁰С підтримує чипи при безпечних робочих температурах 105⁰С, яка в іншому випадку досягала б більше 1500⁰С .

Тарілка прикріплюється до передової системи стеження за сонцем, яка повертає тарілку до сонця протягом всього дня, щоб захопити сонячні промені. Дзеркала та приймачі кріпляться у великий надувний прозорий пластиковий корпус, яких захищає їх від дощу або пилу. Огородження також запобігає потрапляння птахів та тварин.

Установка додатково може бути налаштована таким чином, щоб забезпечувати людей питною і гарячою водою. Так, вода, що містить солі проходить через нагрівальні трубки, а потім переходить в дистильційну систему з проникною мембраною, де вона опріснюється і випаровується.

Така система з декількома тарілками могла б забезпечити достатню кількість води для міста, відповідно до рисунку 3.



Рисунок 3. Вироблення прісної води, за допомогою системи сонячної батареї

Заповнена водою радіаторна система, призначена для охолодження «соняшника», одночасно може постачати гарячу воду для обігріву.

Для отримання холодного повітря напрацьоване тепло можна пропускати через адсорбційну холодильну машину, яка представляє собою звичайний теплообмінник з випарником і конденсатором, що використовує воду в якості холодоагенту.

Висновки. Розглянута система сонячних батарей відкриває нове покоління технологій сонячної енергетики. Система буде доступна по ціні, термін роботи такої конструкції до 60 років при належному технічному обслуговуванні. Захисну плівку та пластикові дзеркала потрібно замінювати кожні 10-15 років в залежності від навколишнього середовища, а фотоелектричні елементи – кожні 25 років. Протягом всього терміну служби система буде отримувати вигоду з конструкторських та виробничих удосконалень, що дозволить забезпечити ще більшу ефективність системи.

Список використаних джерел

1. Дінабурський В. С, Гулевський В. Б. Застосування інверторів напруги в автономних системах енергозабезпечення тепличних комплексів з використанням сонячних панелей. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 8, т. 2. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-37.
2. Стьопін Ю. О., Гулевський В. Б., Перова Н. П. Енергозбереження і використання поновлювальних джерел енергії: Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 - “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. Мелітополь, 2019. 60 с.
3. Гулевський В., Постол Ю., Стручаєв М., Попрядухін В., Борохов І. Основні принципи проєктування автономного енергогенеруючого комплексу. *Theoretical aspects of modern engineering: collective monograph*. Boston : Primedia eLaunch, 2020. P. 106-114.
4. Sunflower solar panels provide electricity & heat to remote locations. *Designboom: technology*. URL: <https://www.designboom.com/technology/sunflower-solar-panels-electricity-10-09-2014/> (дата звернення: 19.03.2021).
5. Проект «Подсолнух» от IBM – солнечная установка, генерирующая электроэнергию с 80% эффективностью. *ЭкоТехника*. URL: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/207-proekt-podsolnukh-ot-ibm-solnechnaya-ustanovka-generiruyushchaya-elektroenergiyu-s-80-effektivnostyu.html> (дата звернення: 19.03.2021).

УДК 620.92:628.8

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**Климчук О. А., д.т.н., професор****e-mail:** aaklymchuk@gmail.com**Радченко М. В., магістр****Худяк Е.В., магістр****Васильченко О. І., магістр***Державний університет «Одеська політехніка»*

Актуальність та постановка проблеми. У відповідності до вимог Енергетичної стратегії України на період до 2030 р., розробленої Міністерством енергетики та вугільної промисловості України, все більшої актуальності набувають розробка та впровадження комбінованих високоефективних теплонасосних систем теплопостачання на основі відновлюваних джерел енергії.

Основні матеріали дослідження. Комбіновані теплонасосні системи теплопостачання орієнтовані на використання низькотемпературних опалювальних приладів – водяних «теплих підлог», настінних та теплообмінників, вмонтованих в будівельні конструкції. Такі опалювальні прилади характеризуються невисокою робочою температурою теплоносія, але мають розвинену площу. Основний механізм передачі теплоти – вільна конвекція повітря уздовж теплообмінної поверхні з поступовим перемішуванням його в об'ємі приміщення. Важливим кроком при розробці таких системи є вибір типу теплового насоса та ємність теплового акумулятора [1]. Для інтенсифікації процесу впровадження інноваційних енерготехнологій необхідно підвищити їх рентабельність шляхом суттєвого збільшення частки заміщення традиційних первинних енергоресурсів (ПЕР) відновлювальними джерелами енергії (ВДЕ). Впровадження інтегрованих систем автономного теплозабезпечення, що працюють в режимі переривчастого опалення з раціональним використанням енергетичного потенціалу ВДЕ; містять акумулятори теплоти, з можливістю накопичення енергії за нічним тарифом; та дублери енергії з високою часткою заміщення традиційних ПЕР альтернативним паливом є виправданим, бо дозволяє узгодити графіки генерації й споживання енергії з урахуванням екологічних вимог. **Врахування** режимів експлуатації та ступенів термомодернізації будівлі (комбінованої теплової ізоляції стін будинку та приміщень), надає додаткові переваги – призводить до оптимальної організації режиму енергозабезпечення за критерієм максимальної частки заміщення традиційних ПЕР.

Висновки. Найбільш перспективним для України, з урахуванням особливостей її кліматичних умов, є впровадження інтегрованих систем альтернативного переривчастого теплопостачання де раціонально використовується: енергетичний потенціал ВДЕ на базі теплонасосного циклу; технічний потенціал різних пристроїв для акумуляування теплоти, в т.ч. з можливістю накопичення енергії за нічним тарифом; динамічні можливості системи опалення, в т.ч. спроможність системи до форсованого нагріву приміщень; резервні генератори теплоти, в т.ч. на альтернативному паливі, що є ефективним шляхом до енергозбереження.

Список використаних джерел

1. Климчук А. А., Юрковский С. Ю. Использование возобновляемых источников энергии в комбинированных системах теплоснабжения в курортной зоне Украины. *Енергосбережение*. 2012. Вып. 7. С. 26–28.

УДК 621.374:636

ВИЗНАЧЕННЯ БІОТРОПНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ТВАРИН

Попрядухін В. С., к.т.н.

e-mail: vadim05051988@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Кризовий стан в тваринництві України характеризується спадом виробництва молока і м'яса, у тому числі і безпліддя маткового поголів'я корів. Основними післяпологовими хворобами у корів є акушерсько-гінекологічні хвороби, серед яких основне місце займає патологія гонад (яєчників).

У сучасних умовах для лікування хвороби і розладів функції яєчників корів використовуються антибіотики, гормони і інші хімічні препарати. Проте терапевтична ефективність залишається низькою, так як при призначенні лікувальних заходів не враховується складний багатокомпонентний комплекс в регуляції, крім того, антибіотики та інші медикаменти, потрапляючи в організм людини через молоко і м'ясо корів пригнічують імунітет, уражають печінку і інші органи, що призводить до різних захворювань. Тому немедикаментозне лікування яєчників у корів є актуальною задачею.

Основні матеріали дослідження. Інтенсифікації відтворення ВРХ значною мірою стримується виникненням у маточного поголів'я тварин різних патологічних змін в організмі і статевих органах, що ведуть до порушення їх репродуктивної функції, втрати плодючості і продуктивності. У тваринницьких господарствах України щорічно відзначається до 40% рівень безпліддя та яловості корів.

Застосування інформаційних ЕМП КВЧ діапазону дає можливість лікування багатьох захворювань за рахунок залучення додаткових внутрішніх ресурсів (нервова, ендокринна, імунна, судинна системи та ін.) для відновлення систем саморегуляції, заблокованих негативною інформацією на клітинному рівні.

Для визначення біотропних параметрів ЕМП (частота, щільність потоку потужності, експозиція), були проведені дослідження з розподілу електричного поля всередині яєчників на основі моделі, яка представлена сфероїдом обертання, заповненого ізотропним середовищем з діелектричною і магнітною проникністю. Проведений багатофакторний експеримент показав, що оптимальними біотропними параметрами ЕМП для лікування захворювань яєчників корів є: частота 73,2 ГГц; щільність потоку потужності 0,3 мВт/см²; експозиція 60 с.

В результаті досліджень було встановлено, що внутрішньоутробне лікування хвороби яєчників корів можливо із застосуванням рупорнохвильоводної антени, яка на частоті 73,2 ГГц формує ширину головного пелюстка ДС в розкритті лінзи по рівню -15 дБ – 23,8 мм і ослабленням бічних пелюсток в межах -17,9 дБ.

Випромінююча система з обтічником представляє собою. Пірамідальний рупор який переходить в прямокутний хвилевід чотирьохміліметрового діапазону. Вся конструкція розташовується в діелектричній трубі з вініласту. Для центрування в трубі хвилеводних елементів використовуються пінопластові вставки. Такого типу опромінювачі забезпечують аксіально-симетричну та вузьку ДС.

Виробничі випробування показали, що застосування ЕМВ для лікування яєчників корів дозволить виключити медикаменти, скоротити в 2...3 рази тривалість лікування, підвищить результативність лікування до 98%.

Висновки.

1. На підставі узагальнення фактичного матеріалу вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій впливає, що для лікування хвороби яєчників маточного поголів'я корів слід використовувати інформаційні ЕМВ мм діапазону довжини хвиль з певними біотропними параметрами, які дозволять створити безмедикаментозний метод лікування яєчників тварин.

2. Знищення патогенних коків, що викликають запалення яєчників корів, можливо за

рахунок наведеного потенціалу на мембрані коків величиною неменше 110 мВ зовнішнім джерелом ЕМВ потужністю 20 мВт на частоті 72,2 ГГц.

УДК 621.3:665.335.5

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ОЧИЩЕННЯ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

Діденко О. В., аспірант

e-mail: sdidenko76@i.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Один зі способів очищення рицинової олії – це спосіб очищення рицинової олії в електричному полі високої напруги [1]. Процес очищення рицинової олії в електричному полі високої напруги містить такі технологічні операції, як додавання до свіжовичавленої олії 1,5 – 2% води для гідратації фосфатидів; ретельне перемішування та підігрів емульсії до необхідної температури (60 - 80°C); висока напруга на електродній решітці – 5кВ; видалення піни та домішок в процесі очищення. З цієї мети було розроблено дослідну лабораторну установку, яка відповідала вимогам, але не використовувалась в промисловому очищенні рицинової олії.

Основні матеріали дослідження. Для перевірки нового способу очищення свіжовичавленої рицинової олії та досліджень фізичних властивостей рицинової олії в процесі очищення в електричному полі було спроектовано та розроблено установку для очищення рицинової олії в електричному полі (рис. 1)

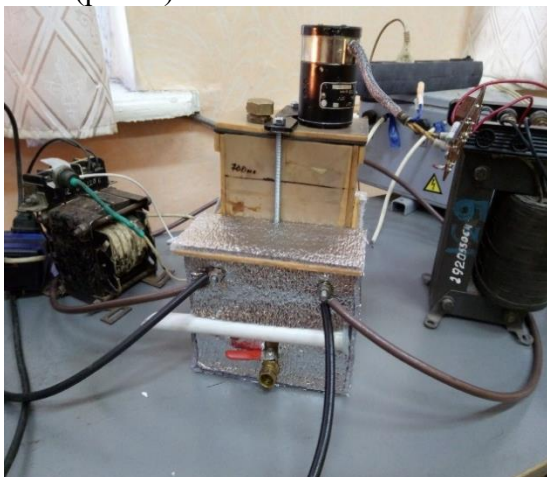


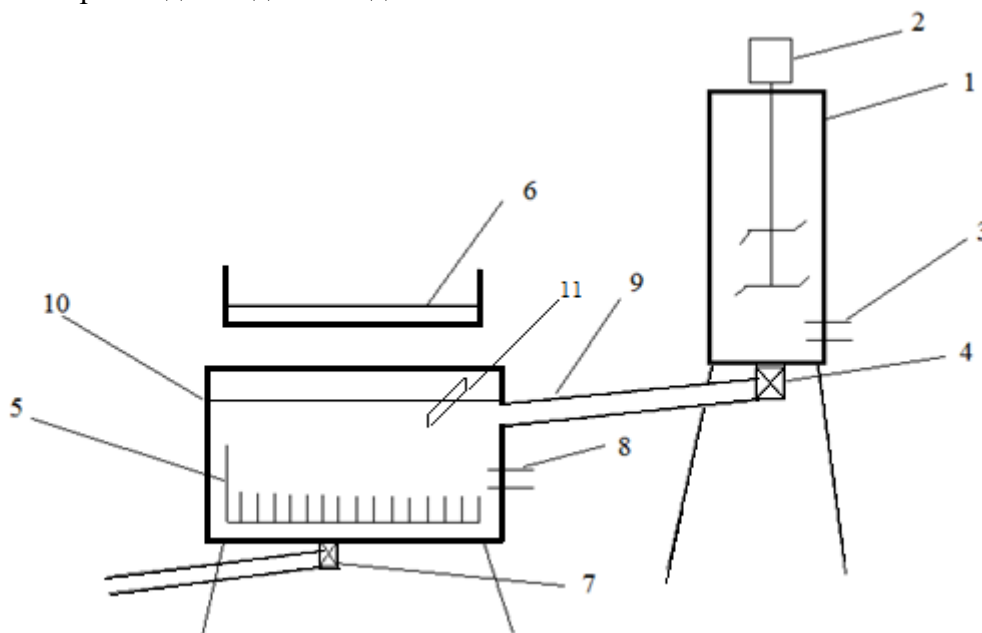
Рисунок 1. Лабораторна установка очищення рицинової олії в електричному полі

Установка складалась з ємності для підігріву та перемішування емульсії та електродвигуном - змішувачем, ємності для процесу очищення олії в електричному полі з системою циліндричних електродів, нагрівального елемента в камері змішування та ємності очищення, випускного крану, скребку для збору піни. В установці процес перемішування рицинової олії з 2 % води проходив в одному блоці з камерою очищення олії в електричному полі.

Використання процесу перемішування емульсії в одному блоці з процесом очищення олії в електричному полі виявилось незручним, та в подальшому ці технологічні блоки було розділено. У зв'язку з тим було спроектовано та розроблено електротехнічний комплекс очищення рицинової олії в електричному полі рисунок 2., який складається:

- 1 - змішувальна камера;
- 2 - електродвигун – змішувач змішувальної камери;
- 3 - нагрівальний елемент змішувальної камери;
- 4 - електроклапан змішувальної камери;
- 5 - електродна система камери очищення;
- 6 - інфрачервоний нагрівальний пристрій ;
- 7 - електроклапан камери очищення;

- 8 - нагрівальний пристрій очищувальної камери;
- 9 - перехідний патрубок;
- 10 – бункер очищення рицинової олії в електричному полі;
- 11 – скребок для видалення домішок та піни.



Висновки. Було спроектовано та розроблено електротехнологічний комплекс очищення рицинової олії в електричному полі. Використання даного комплексу збільшить видобуток очищеної олії та зменшить собівартість виробляемого продукту.

Список використаних джерел

1. Спосіб очищення рослинної олії: пат. 127279 Україна: МПК (2006) C11B 3/00, B03D 1/008 (2006.01). № U201801594 / В. В. Дідур, О. В. Діденко, В. А. Дідур, Д. В. Левочко. заяв. 19.02.2018, опубл. 25.07.2018, Бюл. № 4.
2. Назаренко І. П. Електротехнічний комплекс очищення та сепарації слабопровідних суспензій в електричному полі: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.09.03 / НУБіП. Київ, 2015. 39 с.
3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники: учебник. Москва: Высшая школа, 1973. 752 с.
4. Elektrikal properties of emulsion «water in costor oil» / I. Nazarenko, O. Didenko, O. Loboda, R. Kushlyk, L. Chervinskiy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. № 4/6 (106). С. 38–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210312.

УДК 631.563.2**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ
ВИПРОМІНІВАННЯ****Борохов І. В., к.т.н.****e-mail: bivrabota@gmail.com****Репешко В. С., студент***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність та постановка проблеми. Збереження вирощеного врожаю досягається, в першу чергу, за допомогою сушки, яка є єдиним надійним способом припинення активних біохімічних процесів в рослинних матеріалах і їх консервування. Низька продуктивність сушильних комплексів і недостатня забезпеченість ними призводять до того, що через несвоєчасну сушку на зернотоках щорічно втрачається значна частина врожаю зерна.

У сільськогосподарському виробництві використовують різноманітні прийоми для інтенсифікації процесу сушіння зерна: використання електроактивованого повітря, попередній нагрів зерна, застосування рециркуляційних режимів, вакуумування зони сушки, зміна газового складу сушильної камери і багато інших. Однак слід зауважити, що в підсумку всі енергозберігаючі методи підходять до межі своїх можливостей. Що і змушує розробляти і впроваджувати додаткові механізми оптимізації швидкості і вартості сушіння на різних етапах післязбиральної обробки зерна.

Основні матеріали дослідження. Одним з таких інноваційних способів сушки зерна є рециркуляційна просушка активним вентиляванням з використанням електромагнітних полів надвисокочастотного діапазону. Даний метод дозволяє досягти відразу кількох позитивних ефектів у порівнянні з класичними варіантами - збільшення продуктивності сушіння зерна та його більш рівномірну просушку по всій товщині шару, а також зменшення енерговитрат.

Пропонується реалізувати такий спосіб на базі зерносушарки системи активного вентилявання. Такі зерносушильні агрегати застосовуються для просушування і тимчасової консервації, вони є найбільш важливою ланкою в післязбиральному зберіганні зернових мас. Їх суть роботи полягає в інтенсивному продуванні сировини безпосередньо атмосферним або додатково підігрітим повітрям. Для впровадження оптимізованої схеми роботи система активного вентилявання була доповнена рециркуляційним каналом і зоною мікрохвильового випромінювання, яка дозволяє значно підвищити ефективність і продуктивність сушіння зерна.

В основі методу лежить використання технології НВЧ хвиль, які впливають на зернову масу. Застосування поля надвисоких частот інвертує класичну схему сушіння по термічному параметру. При стандартному конвективному способі більш сухе зерно має підвищену температуру. На відміну від цього НВЧ випромінювання в першу чергу впливає на полярні молекули води, що дозволяє більшою мірою піддати нагріванню саме вологий матеріал. Також завдяки використанню мікрохвильового випромінювання інтенсифікуються дифузійні процеси вологи, оскільки всередині насіння створюється підвищений тиск рідини, що прискорює її виведення до поверхні зерна і в межзерновий простір.

Крім цього треба зауважити, що надвисокочастотний вплив має різний ефект на зернівку, що залежить від вихідних показників вологості і коефіцієнта рециркуляції. На початкових етапах завантаження зерна показники термічного впливу відрізняються за трьома зонами, найбільш висока температура спостерігається в центрі зернівки, як найбільш вологій області, більш низька температура на поверхні зерен і найнижча в зоні скважистості. Ще слід зауважити, що сам шар зерна в своїй масі також має неоднорідний нагрів. Тобто для оптимізації процесів виведення вологи доцільно проводити кілька ітерацій нагріву з проміжним перемішуванням зерна.

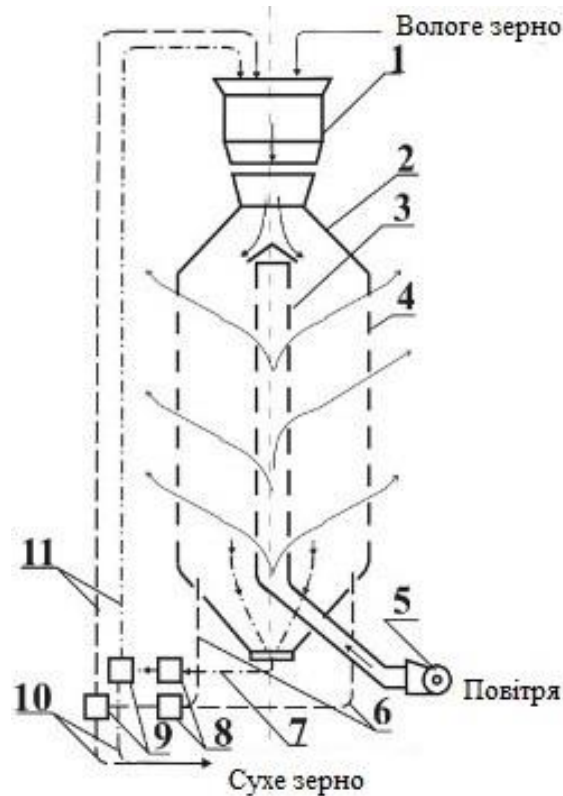


Рисунок 1. Технологічна схема процесу сушки зерна: 1 – активна зона НВЧ поля; 2 – бункер активного вентилявання; 3 – центральний повітропровід з системою перфорації; 4 – зовнішня перфорована стінка буфера; 5 – вентилятор; 6 – канали випуску сирого зерна; 7 – канали випуску сухого зерна; 8 – вологомір; 9 –перепускні заслінки; 10 – канал сухого зерна; 11 – рециркуляційний канал зерна.

Зерно з активно-вентилюваного (рис. 1) бункера по вертикальних каналах пересувається в зону впливу НВЧ поля. Там його циклічно триразово перемішують і піддають дії НВЧ випромінюванню. Після досягнення гранично-можливої десорбції в зоні рециркуляції зерна настає гіротермічна рівновага і видалення вологи припиняється. Потім зерно відправляється на досушку в бункер активного вентилявання, де воно сушиться вже класичним конвективним способом.

Висновки. Особливістю цього методу є те, що управляти технологічним процесом можна виходячи з двох критеріїв: мінімізації енерговитрат або мінімізації часу сушіння. При цьому для оптимальної мінімізації енерговитрат із застосуванням НВЧ в рециркуляційному сушінні зерна необхідно щоб початкова вологість сировини, що надходить не перевищувала 17,7%, а коефіцієнт рециркуляції знаходився в межах від 1,5 до 2,7. Для оптимізації по параметру швидкості сушіння необхідно дотримуватися наступних критеріїв: дельта вологості в зерновій масі не повинна перевищувати 8%, а коефіцієнт рециркуляції бути в діапазоні від 1,3 до 2,7. При дотриманні вищевказаних вимог досягається збільшення енергоефективності на 14% або збільшення швидкості сушки зерна на 30%.

Список використаних джерел

1. Тригуба А. М., Чубик Р. В., Ковтика В. Р., Ярошенко Л. В. Оптимізація роботи віброосушарки переміжного нагрівання для сушіння зернової продукції. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 22-23.

2. Постнікова М. В. Заходи щодо економії електроенергії на зернопунктах. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*: матеріали II Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференція пам'яті В.В.Овчарова Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 36-37.

3. Подрезов В. О., Борохов І. В. Підвищення енергоефективності технології переробки гречки. *Енергозабезпечення і автоматизація технологічних процесів*: матеріали I Всеукр. наук.-техн. Інтернет-конференції Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 26.

УДК 631.53.027.33

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА ШВИДКІСТЬ І СТУПІНЬ ПРОРОЩЕННЯ НАСІННЯ РОСЛИН

Попрядухін В. С., к.т.н.

e-mail: vадim05051988@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Проблема забезпечення потреби країни продуктами рослинництва є досить гострим і актуальним питанням. Збільшення виробництва й підвищення якості продукції можливо шляхом зменшення втрат врожаю від хвороб, грибків та бактерій під час зберігання, а також максимального використання потенційних біологічних можливостей насінневого матеріалу.

Електричні поля високої напруги є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Одними із напрямів використання електричних полів високої напруги є передпосівна обробка насіння, обробка під час зберігання та переробки.

Основні матеріали дослідження. Розвиток сільськогосподарського виробництва в регіоні повинен ґрунтуватися на покращенні існуючих та створенні нових технічних засобів для підвищення ефективності виробництва. Перспективи розвитку електричних технологій показують, що такі методи прості, надійні, економічні і, як правило, є екологічно чистими. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення технологій пророщення насіння на основі оптимального поєднання методів прямого впливу електричної енергії, зосередженої в електричному полі.

Передпосівну обробку насіння проводять для активізації в них фізико-хімічних реакцій, що сприяє більш інтенсивному засвоєнню зародком насіння живильних речовин із ґрунту. При цьому прискорюється проростання насіння, зростає інтенсивність фотосинтезу, а в несприятливих умовах рослини стають більш стійкими і дають підвищені врожаї.

Поряд з агротехнічними методами поліпшення посівних якостей насіння пропонуються електротехнологічні способи:

- обробка іонними потоками в полі коронного розряду;
- ультрафіолетовими і інфрачервоними променями;
- мікрохвильовими електричними полями.

Один із найпростіших і найефективніших методів передпосівної обробки насіння – дія на нього електричного поля промислової частоти.

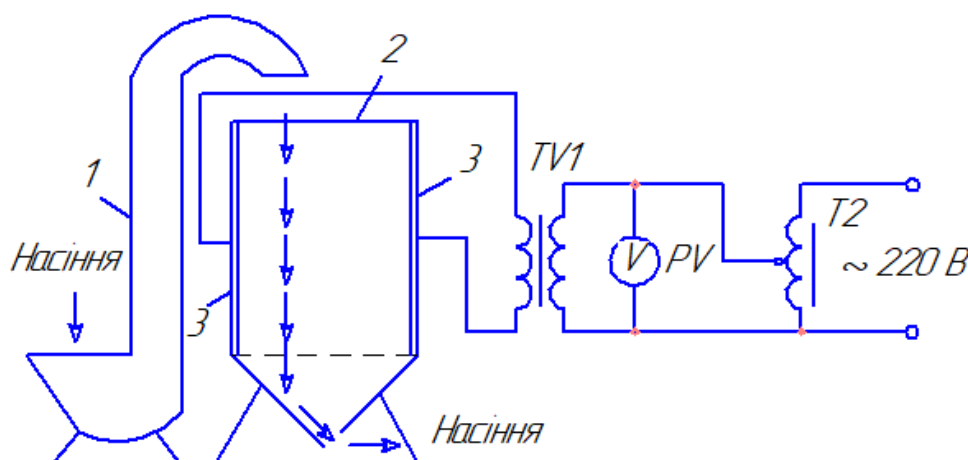


Рисунок 1. Схема установки для передпосівної обробки насіння:
1 – завантажувальний пристрій; 2 – робоча камера; 3 – електроди.

Установка для обробки насіння складається із приймального бункера, з якого зерно за допомогою ковшового елеватора подається в робочу камеру 2 (рис. 2.3.1). Зерно в ній рухається під дією сили тяжіння, а його вихід і, відповідно, тривалість обробки регулюють, змінюючи продуктивність вивантажувального пристрою. Робоча камера – це система ізольованих один від другого металевих електродів 3, на які подається живлення від трансформатора TV1, що забезпечує напруженість електричного поля в робочій камері 1 – 4 кВ/см.

Установка проста в обслуговуванні, витрати електроенергії не перевищують 0,2 кВт×год/т.

Під час обробки насіння зернових культур в електричному полі промислової частоти напруженістю 2 – 4 кВ/см і експозицією 10 – 120 с, урожайність зернових культур підвищується на 10 – 20 %.

Висновки. Обробка електричним полем високої напруги позитивно впливає на швидкість та ступінь пророщення насіння. Така стимуляція насінневого матеріалу при температурі впливу до 35°C дозволяє підвищити біологічну активність насіння, не пошкоджуючи тканину і структуру продукту. Тому електрична стимуляція прискорює пророщення насіння.

УДК 631.17

ДО ПИТАННЯ ПО ОБҐРУНТУВАННЮ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ УЗ ХВИЛЬ В ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Борохов І. В., к.т.н.

e-mail: bivrabota@gmail.com

Ющенко А. С., студент

Репешко В. С., студент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Не викликає сумніву те, що агропромисловий комплекс є доволі вагомим та важливим, розвиток і вдосконалення якого напряму впливає на економічний стан країни. При цьому розвиток і вдосконалення окремих галузей агропромислового комплексу повинні бути пропорційними і обґрунтованими для кожної галузі, і однією з найбільш вагомих є галузь переробки сільськогосподарської продукції, розвиток якої дасть змогу розвиватися іншим галузям. У зв'язку з цим постала проблема впровадження нових технологій та вдосконалення вже існуючих, що потребує розробки та використання нових, більш ефективних та менш енергоємних способів переробки сільськогосподарської продукції. Одним з таких способів є застосування в технологічних процесах енергію ультразвукових хвиль, яку можна використовувати в багатьох процесах переробки як в діагностичних цілях так і безпосередньої дії на перероблювану сировину.

Основні матеріали дослідження. При поширенні ультразвукових коливань у різних рідких середовищах відбуваються необоротні втрати енергії, зумовлені внутрішнім тертям. При цьому рідкі середовища характеризуються в звичайних безкавітаційних умовах дуже низьким коефіцієнтом згасання.

Поглинання плоскої хвилі характеризується коефіцієнтом поглинання α , значення якого визначається з рівняння

$$A_x = A_0 e^{-\alpha x}, \quad (1)$$

де A_x – значення амплітуди хвилі на відстані x від джерела при початковій амплітуді A_0

В той же час зменшення сили звуку у залежності від відстані, виражається формулою

$$I_x = I_0 e^{-2\alpha x}, \quad (2)$$

де I_x – сила звуку на відстані x від джерела при початковій силі звуку I_0

Вимірявши A_x або I_x в двох точках x_1 і x_2 , знаходиться коефіцієнт поглинання за формулами:

$$\alpha = \frac{1}{x_2 - x_1} \ln \left(\frac{A_1}{A_2} \right), \quad (3)$$

або

$$\alpha = \frac{1}{2(x_2 - x_1)} \ln \left(\frac{I_1}{I_2} \right). \quad (4)$$

Поглинання звуку в рідинах зумовлене внутрішнім тертям (густиною середовища), а також теплопровідністю.

Повний коефіцієнт поглинання

$$\alpha = \alpha_r + \alpha_e, \quad (5)$$

де α_r – коефіцієнт поглинання, зумовлений густиною середовища;

α_e – коефіцієнт поглинання, зумовлений теплопровідністю середовища.

Таким чином, повний коефіцієнт поглинання з урахуванням рівнянь визначення цих коефіцієнтів

$$\alpha = \alpha_r + \alpha_e = \left(\frac{2\pi^2 f^2}{c^2 \rho} \right) \left[\left(\frac{4}{3} \right) \eta + (\kappa - 1) \frac{k}{c_p} \right], \quad (6)$$

де f – частота звуку, Гц ;

η – коефіцієнт динамічної густини, $\text{Па}\cdot\text{с}$;

c – швидкість звуку, м/с ;

ρ – густина, кг/м^3 ;

k – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

c_p – питома теплоємність при постійному тиску, $\text{Дж/(кг}\cdot\text{К)}$.

Поширення УЗ коливань від випромінюючої поверхні, в оброблюваному середовищі викликає розосереджене в просторі поле звукових тисків. При цьому в структурі поля, яке створюється гармонійним випромінювачем, розрізняють три області: дальнє ультразвукове поле; область відстаней, порівнянних з розмірами випромінюючої поверхні і довжиною хвилі; ближнє поле [1].

Порівнянність геометричних розмірів випромінюючого робочого елемента й обсягу технологічного апарата з довжиною УЗ коливань у середовищі обумовлює ряд інтерференційних явищ у середовищі.

Ультразвукове поле в області відстаней, порівнянних з довжиною хвилі характеризується максимумами і мінімумами, розташованих на різних відстанях від випромінюючої поверхні. Кількість інтерференційних максимумів і мінімумів зменшується зі зменшенням діаметра випромінюючої поверхні.

З цього можна зробити висновок, що застосування в технологічних процесах енергії УЗ хвиль можна використовувати в багатьох процесах переробки як в діагностичних цілях так і процесах безпосередньої дії на перероблювану сировину. Наприклад у харчовій промисловості введення жиру у виді емульсій у фарш дозволяє збільшити їх водозв'язуючу здатність, поліпшує якість фаршу і вироблених з нього продуктів (наприклад, ковбас). Багато речовин використовуються у виді емульсій, наприклад: різні майонези, маргарини, кетчупи і т.д. Введення в тісто жирових емульсій замість жиру поліпшує якість хлібобулочних виробів [2]. Жирові емульсії можуть використовуватися для змащення форм і листів у хлібопеченні, зберігаючи до 90% використовуваного в даний час жиру. Подрібнення жирових часток молока до мікроскопічних розмірів, тобто одержання дрібнодисперсної жирової емульсії, майже на третину підвищує живильну цінність молока.

Висновки. Досліджуючи можливе використання ультразвуку в процесах переробки сільськогосподарської продукції, можна зробити висновок, що застосування його в цій галузі може дати високий позитивний ефект за рахунок своєї комбінованої дії.

Список використаних джерел

1. Князєв І. В., Борохов І. В. Електроакустична система контролю якісних показників рисової крупи. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 47-49.
2. Борохов І. В., Рудов Д. Ю. Застосування енергії ультразвуку при переробці сільськогосподарської продукції. *Вісник Харківського національного технічного університету сільськогосподарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2015. Вип. 165. С. 118-120.
3. Кушлик Р. В., Кушлик Р. Р. Розробка електроакустичної системи для обробки сумішевого біопального в кавітаційному режимі. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 14.

УДК 631.17

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЕМУЛЬГУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДІАПАЗОНУ**Борохов І. В., к.т.н.****e-mail:** bivrabota@gmail.com**Репешко В. С., студент 11СЕЕ***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***Власой І. Д.****e-mail:** izmagrotex@ua.fm*Ізмаїльський агротехнічний коледж*

Актуальність та постановка проблеми. Одним з перспективних фізичних методів впливу на речовини для інтенсифікації технологічних процесів є метод, заснований на використанні механічних коливань ультразвукового діапазону - так званих ультразвукових (УЗ) коливань. Найбільш успішно УЗ коливання використовуються в процесах, пов'язаних з рідкими станами реагентів, оскільки тільки в них виникає специфічний процес - УЗ кавітація, що забезпечує максимальні енергетичні впливи на різні речовини [1]. Вплив УЗ коливань на різні технологічні процеси в рідких середовищах дозволяє: прискорити процеси, що протікають між двома або декількома неоднорідними середовищами, збільшити вихід корисних продуктів і придати їм додаткові властивості; одержати нові речовини, а також реалізувати технологічні процеси, які неможливо реалізувати традиційними методами [2].

Основні матеріали дослідження. Найважливішою характеристикою УЗ коливальних систем є резонансна частота. Обумовлено це тим, що ефективність технологічних процесів визначається амплітудою коливань (значень коливальних зсувів), а максимальні значення амплітуд досягаються при збудженні УЗ коливальної системи на резонансній частоті.

УЗ коливання високої інтенсивності в технологічних апаратах створюються за допомогою магнітострикційних і п'єзоелектричних перетворювачів.

Магнітострикційні перетворювачі здатні забезпечити великі потужності випромінювання УЗ коливань, однак вимагають застосування примусового водяного охолодження. П'єзокерамічні матеріали характеризуються дуже високою робочою температурою (більш 200°C) і тому використовуються без примусового охолодження.

Перетворювачі потужністю до 1 кВт, як правило, виготовляються зі штучних п'єзокерамічних матеріалів на основі цирконата-титанату свинцю з різними добавками. Сучасні п'єзокерамічні матеріали, створені спеціально для використання у високо інтенсивних технологічних установках. По своїм характеристикам потужності вони не уступають магнітострикційним матеріалам, а по ККД значно перевершують їх.

Крім того, з п'єзокераміки можуть бути виготовлені п'єзоелементи практично будь-якої форми - круглі диски, квадратні пластини, кільця й ін. Оскільки п'єзокерамічні елементи при виготовленні піддаються спеціальній технологічній операції - поляризації в електричному полі з напруженістю близько 5 кВ/мм, виготовлення п'єзоелементів діаметром більш 70 мм і товщиною більш 30 мм технологічно неможливо і тому на практиці вони не застосовуються.

В УЗ коливальних системах, виконаних на основі п'єзокерамічних матеріалів застосовуються перетворювачі типу "сендвіч". Такі перетворювачі складаються з двох металевих накладок циліндричної форми, між якими закріплений активний елемент із п'єзокераміки. Металеві накладки діють як додаткові маси і визначають резонансну частоту перетворювача. Збудження активного елемента здійснюється таким чином, що вся система працює як напівхвильовий резонансний перетворювач.

Тому необхідно виконувати УЗ коливальну систему у вигляді тіла обертання з двох накладок і двох п'єзоелектричних елементів, розташованих між цими накладками, так що утворююча тіла обертання виконана у вигляді безперервної кусочно-гладкої кривої, що складається з трьох ділянок [3]. Перша ділянка – циліндрична, довжиною i_1 , друга – експонентна, довжиною i_2 , третя – циліндрична, довжиною i_2 . П'єзоелектричні елементи розташовані між

експонентною ділянкою і торцем накладки, що відбиває, а довжини ділянок відповідають наступним умовам:

$$i_1 = k \left[\frac{c_1}{W} - 2h \left(\frac{c_1}{c} + 1 \right) \right], \quad (7)$$

$$i_z = \ln(N), \quad (8)$$

$$i_2 = k \frac{c_2}{W}, \quad (9)$$

де c_1, c_2 - швидкості поширення ультразвукових коливань у матеріалах накладок, м/с;

c - швидкість поширення ультразвукових коливань у матеріалі п'єзоелемента, м/с;

$w/2p$ - робоча частота коливальної системи, Гц;

d - товщина п'єзоелемента, м;

k - коефіцієнт, вибраний з умови забезпечення необхідного коефіцієнта підсилення при заданому N .

Довжина кожної з ділянок коливальної системи визначається по приведеним формулам.

Зміна діаметру перетину експонентної перехідної ділянки визначається рівнянням

$$D_z = D e^{-bz}, \quad (10)$$

де $b = \ln N / i_z$ - коефіцієнт звуження експонентної ділянки.

Повздовжній розмір відбиваючої металевієї накладки для кожного випадку буде визначатися співвідношенням $il - 2h$. Довжина циліндричної ділянки випромінюючої накладки (концентратора), на практиці, зменшується на величину повздовжнього розміру робочого інструменту (у випадку виконання його змінним).

Наведені формули дозволяють легко сконструювати УЗ коливальну систему для будь-якого УЗ технологічного апарату з заданими технічними характеристиками для використання в різних технологічних процесах (змішування, дроблення, обробка і т.д.).

Деякі рідини важко або зовсім неможливо змішати. Суміші таких речовин називаються емульсіями і потреба в них буває дуже велика. Бар'єр незмішуваності вдається перебороти завдяки кавітаційним процесам в ультразвуковому полі й одержати емульсії з розмірами часток менш 1...5 мкм.

У складі молока присутні 87,3% води, 12,5% сухих речовин, у тому числі 3,8% молочного жиру, 3,3% білків, 4,7% молочного цукру, 0,7% мінеральних речовин. Особливість багатьох компонентів молока в тому, що природа не повторює їх ні в якому іншому продукті харчування.

У молоці жир розподілений у вигляді жирових кульок, оточених складною білковою оболонкою, тобто являє собою емульсію молочного жиру у воді. Розмір жирових кульок коливається від 1 до 5 мкм. Причому, кількість жирових кульок, що мають розмір більш 2 мкм складає більш 50% і залежить від породи й індивідуальних особливостей корови. Крім цього обробка молока УЗ хвилями забезпечує зниження кількості бактерій до норми (менш 200000 КОЕ в 1 мл. При обробці 8..10 хв.).

При ультразвуковій обробці молока, не відбувається руйнування найбільш лабільної частини вітаміну С і його вміст залишається практично рівним початковому - 0,83 мг (пастеризація паром знижує концентрацію вітаміну С до 0,65 мг, інфрачервоним випромінюванням - до 0,75 мг, кип'ятінням - практично цілком руйнує вітамін С). Таким чином, ультразвукова обробка забезпечує не тільки підвищення живильної цінності молока, але і забезпечує його стерилізацію.

Висновки. Таким чином наведені формули дозволяють сконструювати коливальну систему для будь-якого УЗ технологічного апарату з заданими технічними характеристиками для використання в різних технологічних процесах (змішування, дроблення, обробка, діагностика і т.д.).

Список використаних джерел

1. Кушлик Р. В., Кушлик Р. Р. Розробка електроакустичної системи для обробки сумішевого біопального в кавітаційному режимі. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 14.
2. Борохов І. В., Рудов Д. Ю. Застосування енергії ультразвуку при переробці сільськогосподарської продукції. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2015. Вип. 165. С. 118-120.
3. Князев І. В., Борохов І. В. Електроакустична система контролю якісних показників рисової крупи. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 47-49.

УДК 631.53.027

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ

Попрядухін В. С., к.т.н.

e-mail: vadim05051988@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Аналіз розвитку виробництва зернових показує, що одним з визначальних факторів стабілізації його ефективності залишається висока технологічна дисципліна. При цьому недосконалість технологій і технічних засобів хімічного захисту рослин від шкідників і хвороб, а також недотримання інших агротехнічних і технологічних вимог, призводять до надлишкового вмісту пестицидів у ґрунті, забруднення водоймищ і ґрунтових вод, пригнічення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, знищенню корисної мікрофлори. Одним з шляхів поліпшення даної ситуації є покращення передпосівної обробки насіння зернових.

Основні матеріали дослідження. Заходи захисту рослин складаються з агротехнічних, фізичних, механічних, хімічних і біологічних прийомів (рис. 1).



Рисунок 1. Методи захисту рослин

Фізичні методи (вплив електромагнітним випромінюванням різних довжин хвиль) не отримали широкого застосування. Це пов'язано із науковою ємністю та багатофакторністю впливу.

Перспективним напрямком захисту рослин є біологічний. Він передбачає використання мікробіологічних препаратів, а також феромонів та гормонів для захисту рослин від шкідливих організмів – їх природних ворогів (хижаки, паразити, антагоністи).

Перевага біопрепаратів полягає в нешкідливості для рослин, людини, теплокровних тварин, ентомофагів, бджіл та інших корисних комах, а також в можливості застосування їх спільно з ентомофагами і хімічними засобами. Недоліки полягають в складності їх виробництва, в необхідності розробки окремих препаратів для кожного виду рослин, шкідників та хвороб.

В даний час в якості засобів захисту, найбільшого поширення набули різноманітні хімічні препарати, головним чином, синтетичні органічні сполуки – пестициди [4, 52]. В цілому, хімічний метод є основним методом захисту рослин і залишиться таким в осяжному майбутньому. Наявний в світі асортимент пестицидів дозволяє використовувати препарати, практично безпечні для людини і корисних тварин, забезпечити відсутність залишків пестицидів в об'єктах зовнішнього середовища, продуктах харчування і харчових ланцюгах, уникнути появи резистентних форм шкідників.

Метод обприскування передбачає нанесення пестициду на оброблювану поверхню в крапельно-рідкому стані у вигляді розчинів, емульсій і суспензій. Залежно від норми витрат

рідини процеси обприскування характеризують як високооб'ємних 400 ... 2000 л/га, середньо-об'ємне 100... 400 л/га та малооб'ємне 10 ... 100 л / га. Недоліки обприскування пов'язані з використанням громіздкою техніки, великими витратами пестицидів, сильним забрудненням навколишнього середовища. Сучасні препарати мають малу витрату на тону, що вимагає виготовлення великого об'єму розчину, для досягнення рівномірного нанесення на поверхню насіння.

Висновки. Аналіз показує, що якісна передпосівна обробка насіння зернових дозволяє зберегти до 20% врожаю, тому виходячи з умов роботи при передпосівному обробітку насінневого матеріалу, існуючі методи задовольняють умовам технологічного процесу передпосівної обробки насіння зернових.

УДК 621.317:685.34.07

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УСТІЛОК З ПІДГРІВОМ**Шквиря В. В., студент****Стручаєв М. І., к.т.н.****Гулевський В. Б. к.т.н.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***e-mail:** mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua**e-mail:** vadyam.hulevskyi@tsatu.edu.ua

Актуальність та постановка проблеми. На сьогоднішній день актуальним є питання обігріву людини в холодну пору року. Застосування одягу з підігрівом дає можливість людині перебувати на холоді без шкоди для свого здоров'я. Так як ноги віддалені найбільш від серця то до них найбільш повільніше доходить тепло і тому вони швидше замерзають. Щоб ноги були завжди в теплі можливе застосування устілок з підігрівом, а так як вони не потребують окремого джерела живлення то вони мають низьку переваг. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити пристрій (рис. 1) шляхом введення в систему нових конструктивних елементів, які дозволять спростити конструкцію, усунути додаткові витрати енергії [1], підвищити ефективність використання відновлюваної енергії, забезпечити автономне функціонування пристрою.

Основні матеріали дослідження. Поставлена задача вирішується тим, що устілка з підігрівом, виконана багатошаровою, між верхньою і нижньою частинами якої, виготовленими з полімерного матеріалу і забезпеченими захисними вставками, розміщені вбудоване джерело живлення - акумулятор і нагрівальні елементи, що відрізняється тим, встановлено п'єзогенератор для підзарядки акумулятора.



Рисунок 1. Схема устілки з підігрівом, живлення від зовнішнього джерела живлення

Устілку з підігрівом монтують у взутті. Після наладки, в робочому режимі, при ходьбі відбувається підвищення тиску на п'єзогенератор для підзарядки акумулятора у вигляді коливань. Устілка згинаючись-розгинаючись та переміщуючи рухомі елементи п'єзоелектричних перетворювачів, тим самим перетворюючи енергію руху в електричну. П'єзоелектричні перетворювачі виступають в ролі джерела живлення постійного струму електричних акумуляторів. Таким чином автономні блоки виробляють електричну енергію каскадно, у два етапи: на першому етапі п'єзоелектричні перетворювачі виробляють електроенергію, яка заряджає електричні акумулятори. Далі джерело живлення, а саме електричні акумулятори подають напругу на нагрівальні елементи. На другому етапі, при відсутності руху живлення нагрівальних елементів відбувається за рахунок електричної енергії накопиченої в акумуляторах (рис. 2).

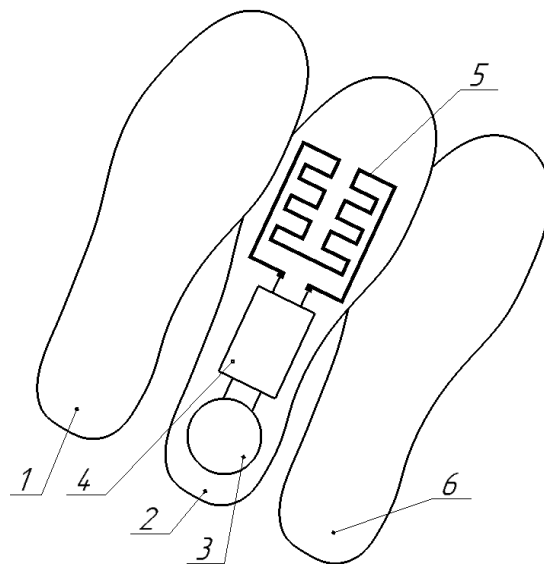


Рисунок 2. Схема устілки з підігрівом: 1 - верхня оболонка устілки; 2 - плата ; 3 - п'єзоелемент - генератор; 4 - акумулятор; 5 - нагрівальний елемент; 6 - нижня оболонка устілки

Надійність - це ще і надійні з'єднання, нечутливі до морозної погоди [2] засоби керування. Останнім часом елементна база систем обігріву швидко вдосконалюється. Устілки з підігрівом мають широке застосування для професійного одягу. Обхід і огляд великих територій, аварійний ремонт та обслуговування електромереж в польових умовах [3]. Складські роботи (особливо в неопалювальних складах), роботи в морозильних камерах [4]. Роботи, особливо в морозний і сніжний час року. Скрізь, де передбачається тривала робота на холоді.

Висновки. Застосування устілок з підігрівом запропонованої конструкції дозволяє спростити конструкцію, підвищити ефективність використання відновлюваної енергії руху, а за рахунок розміщення всередині п'єзоелектричних перетворювачів енергії руху в корисну енергію дозволяє відмовитись зовнішніх джерел енергії на підзарядку, що потребує додаткових витрат електричної енергії і таким чином, забезпечити автономне функціонування пристрою.

Список використаних джерел

1. Трикоз В. Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
2. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 28-29.
3. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Верхованцева В. О. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження. *Праці Таврійського державного агротехнічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 1. С. 3-8.
4. Стручаєв Н. И. Определение количества теплоты при замораживании и размораживании. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2015. Вип. 165, т. 2. С. 130-131.

УДК 621.316

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЧНОМУ ЦИКЛІ РЕНКІНА

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Стручаєв М. І., к.т.н.

e-mail: mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Актуальність даного напрямку обґрунтовується найважливішим напрямком Енергетичної програми - енергозбереження у всіх галузях промисловості. По-перше, енергозбереження [1] передбачає впровадження нових технологічних процесів, в основі яких закладена менша енергоемність по порівняно з існуючими технологіями. По-друге, використання низькопотенційної енергії, яка на сучасному рівні розвитку енергетики ще мало застосовується, що призводить до зниження коефіцієнта використання теплоти згорання палива в різних технологіях, заснованих на застосуванні органічного палива як джерела теплової енергії.

Основні матеріали дослідження. Використання низькопотенційної енергії як фактор енергозбереження - одне з народногосподарських завдань. Основні напрямки енергозбереження: використання низькопотенційної енергії; створення енергетичних установок на місцевих видах палива; підвищення коефіцієнта використання теплоти палива при забезпеченні тепловою енергією ЖКГ країни [2]. Внаслідок збільшення вартості електроенергії вигідним є використання низькопотенційної теплоти. Цю теплоту можна застосовувати для опалення [3], отримання холоду (наприклад, в абсорбційних холодильних машинах) або механічної роботи (наприклад, в циклі Ренкіна або Стірлінга) з подальшою електрогенерацією. Для утилізації теплоти краще використовувати цикл Ренкіна, бо цикл Стірлінга вимагає великих капітальних витрат та дорогі робочі тіла.

Використання циклу Ренкіна можливе не тільки для електрогенерації але і для когенерації, тобто для одночасного вироблення електричної і теплової енергії та навіть тригенерації: вироблення електричної, теплової енергії і холоду. До особливостей циклу Ренкіна можна віднести те, що підключення турбогенератора є оптимальним рішенням у тих випадках, коли пріоритет віддається виробленню електроенергії [4], а теплота від когенерації використовується в меншій мірі.

Особливістю, яка вигідно відрізняє цикл Ренкіна від інших термодинамічних циклів є те, що в ньому використовується кипіння рідини, а значить ентальпія робочого тіла при фазовому переході рідина - пар в кілька разів вище, ніж теплоємність газу при звичайному теплообміні тобто, при одному і тому ж рівні температури кількість теплоти, що підводиться до одного кілограму киплячого агента, буде значно більше, що знизить його витрату.

При використанні низькопотенційної теплоти для реалізації циклу Ренкіна необхідно підібрати робоче тіло з низькою температурою кипіння, як і у теплових насосах [5]. До таких робочих тіл відносяться **вуглеводні** бензин, пентан, ізопентан, бутан, пропан, а також хладони R-11, R-113, R-123, аміак, толуол і таке інше. Цикл Ренкіна, в якому в якості робочого тіла використовуються **вуглеводні** (тобто органічні сполуки) або хладони, отримав назву «органічний цикл Ренкіна» (organic Rankine cycle - ORC).

При виборі робочих тіл для органічного циклу Ренкіна треба враховувати ряд вимог: дешевизна, хороші теплофізичні властивості, вони повинні бути безпечні і екологічно чисті.

Принцип роботи установки, яка реалізує органічний цикл Ренкіна ілюструє схема приведена на рис. 1.

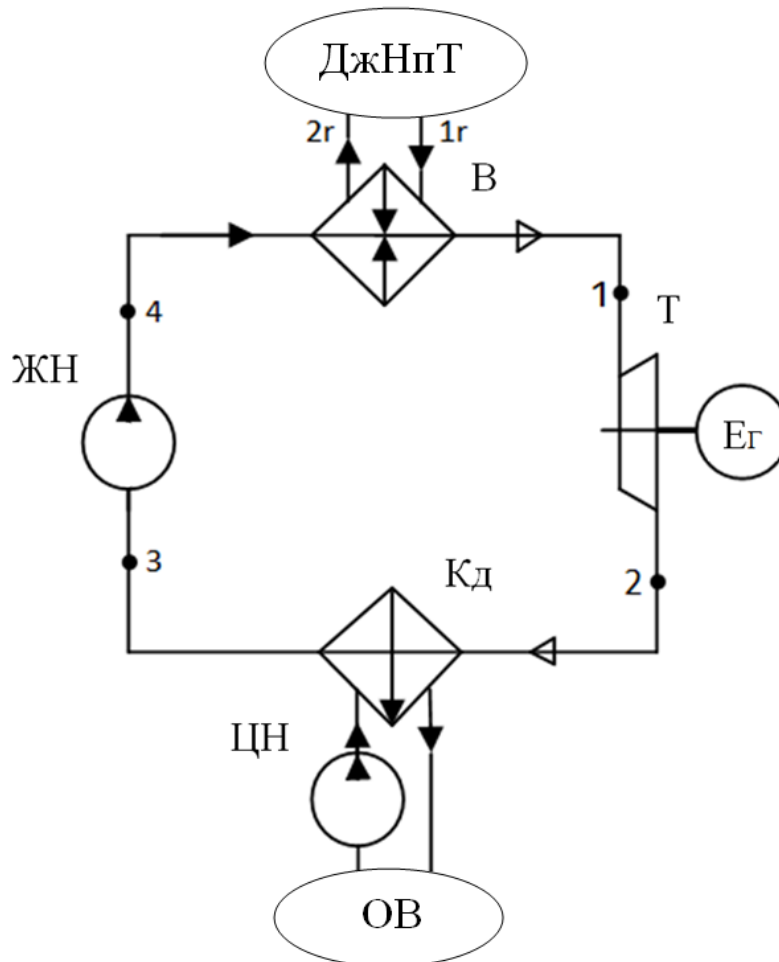


Рисунок 1. Принципова схема установки, яка реалізує органічний цикл Ренкіна: ДжНпТ – джерело низькопотенційної теплоти; В – випарник; Т - турбіна; Ег – електрогенератор; Кд - конденсатор; ОВ - охолоджуюча вода; ЦН - циркуляційний насос охолоджуючої води; ЖН - живильний насос

Теплота джерела низькопотенційної теплоти (ДжНпТ) використовується для випаровування робочого тіла у випарнику В. Далі робоче тіло у стані пари надходить у турбіну Т (або у турбодетандер ТД), де тиск пари знижується і вона виконує механічну роботу приводячи в дію електрогенератор Ег. Після турбіни Т, або турбодетандера ТД робоче тіло надходить у конденсатор Кд, де відбувається конденсація пари за рахунок відведення теплової енергії охолоджуючою водою ОВ, яку переміщує циркуляційний насос охолоджуючої води ЦН. Конденсат робочого тіла в рідкому стані нагнітається живильним насосом ЖН назад у випарник В. Далі цикл повторюється.

Головна перевага органічного циклу Ренкіна, тобто циклу Ренкіна в якому в якості робочого тіла використовують низкокипячі органічні сполуки, це можливість його адаптації до різних джерел теплової енергії. За рахунок підбору робочих тіл з необхідними параметрами його можна використовувати в широкому діапазоні температур і тисків, пристосовуючи його до параметрів джерела низькопотенційної теплоти (ДжНпТ).

Останнім часом, в першу чергу в Європі, велику увагу приділяють впровадженню ТЕС з органічним циклом Ренкіна надходження теплоти в які забезпечується за рахунок спалювання біомаси: відходів деревини, сільського господарства, наприклад соломи, і ін., а також органічного сміття.

Одним з перспективних варіантів практичного використання енергії Сонця для виробництва електроенергії є сонячні ТЕС з органічним циклом Ренкіна, що мають певні переваги в порівнянні з фотоелектричними установками. Так вони комплектуються більш

простими сонячними концентраторами і системою трансформації електричного струму до необхідних параметрів; включення в схему акумулятора теплоти забезпечує цілодобове функціонування станції (вночі за рахунок теплоти, запасеної днем).

Впровадження на водогрійних котельнях бутанового контуру дозволяє створити когенерацію - одночасне вироблення теплової та електричної енергії. Залежно від споживача міні-ТЕЦ може перемикатися між режимами вироблення як в сторону електроенергії, так і в бік тепла за рахунок зміни витрати води на випарник бутану і подачу тепломережі.

Висновки. Застосування органічного циклу Ренкіна дозволяє використовувати низькопотенційну теплову енергію джерел з відносно невисокою температурою. Забезпечує належну утилізацію низькопотенційної теплової енергії, сприяє підвищенню енергоефективності та енергозбереження підприємств.

Список використаних джерел

1. Трикоз В. Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
2. Бурцева С. О., Клик А. В., Постол Ю. О. Використання низькопотенційної енергії ґрунтів як спосіб підвищення енергоефективності будівель. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 657-661.
3. Носань С. В., Постол Ю. О., Ковальов О. В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.
4. Чернецький В. А., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Питання енергозбереження в освітленні. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.
5. Бурцева С. О., Постол Ю. О. Ефективність теплових насосів. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*. матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 33-34.

УДК 631.365:621.31

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОГО ДЗЕРКАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТОРА
ДЛЯ ГЕЛІОСУШАРКИ**

Сиротюк С. В., к.т.н.

Коробка С. В., к.т.н.

Сиротюк В. М., к.т.н.

Львівський національний аграрний університет, Дубляни

e-mail: ssyr@ukr.net

e-mail: korobkasv@ukr.net

e-mail: valsyr@ukr.net

Актуальність та постановка проблеми. У сучасному світі для заміни дефіцитних традиційних видів енергії (електричної або теплової) все частіше використовують альтернативні джерела. Одним з таких джерел є сонячна енергія, яка може використовуватись для виробництва електричної енергії або низькопотенціального тепла, зокрема для сушіння вологих матеріалів рослинного походження.

Істотним недоліком сонячної енергії є мала інтенсивність випромінювання. Для усунення цього недоліку використовують плоскі дзеркальні концентратори (ПДК), які дають змогу підвищити потік сонячних променів на сприймальну поверхню повітряного колектора (ПК). Це дозволяє підвищити ККД геліосушарки.

Але у багатьох випадках ефективність використання ПДК та реалізація не співпадає з очікуванням. Причина найчастіше полягає у необґрунтованому виборі розробниками конструктивних завдань, які не враховують особливості надходження та генерування сонячного випромінювання при різноманітних режимах освітлення, відмінних від природного сонячного потоку. Тому доцільно розглянути окремо вплив самостійних факторів на поточну потужність повітряного колектора, зокрема:

1. кутової орієнтації параметрів сприймальної поверхні ПК;
2. максимального ступеня концентрації скісних променів на шляху до світлочутливого покриття абсорбера ПК;
3. коефіцієнта посилення енергетичної освітленості;
4. оптимальні значення двогранного кута (фоклина) між дзеркалом і колектором (система градусних координат);
5. схеми ходу променів між дзеркалом і колектором.

На сьогодні для правильної оцінки енергетичних показників під час використання ПДК у геліосушарці важливо знати не тільки загальне надходження сонячної енергії. Необхідно також враховувати з якою енергетичною освітленістю вона надходить та в який час доби.

У зв'язку з цим, для підвищення теплопродуктивності ПК та потужності фотомодулів доцільним є застосування ПДК. На даний час ПДК такого типу ще не мають загальнодоступного використання в геліотехніці, зокрема в сушильних апаратах, на прикладі геліосушарки. Це зумовлює актуальність вибору оптимальної конструкції ПДК, ефективне використання в геліосушарці можливе лише на підставі обґрунтування його раціональних конструктивно-технологічних параметрів.

Основні матеріали дослідження. Геліосушарка – це різновид сільськогосподарського обладнання, призначений для сушіння фруктів.

Нами була розроблена геліосушарка з конструктивними параметрами: площа повітряного колектора (ПК) – 1,5 м²; маса теплового акумулятора – 50 кг; об'єм сушильної камери – 0,43 м³. Кут нахилу ПК до горизонту β вибирається за середньорічним кутом надходження сонячної енергії на похилу поверхню для умов м. Корець (Рівненська область) – $\beta = 40,4^\circ$. Плоский дзеркальний концентратор (ПДК) встановлюють біля сприймальної поверхні ПК під кутом α до горизонту (рис. 1), що змінюється відносно надходження сонячних променів. Тому площу ПДК L приймаємо рівною площі сприймальної поверхні ПК $S_{ПК}$. Площини L і $S_{ПК}$ утворюють між собою двограний фоклин.

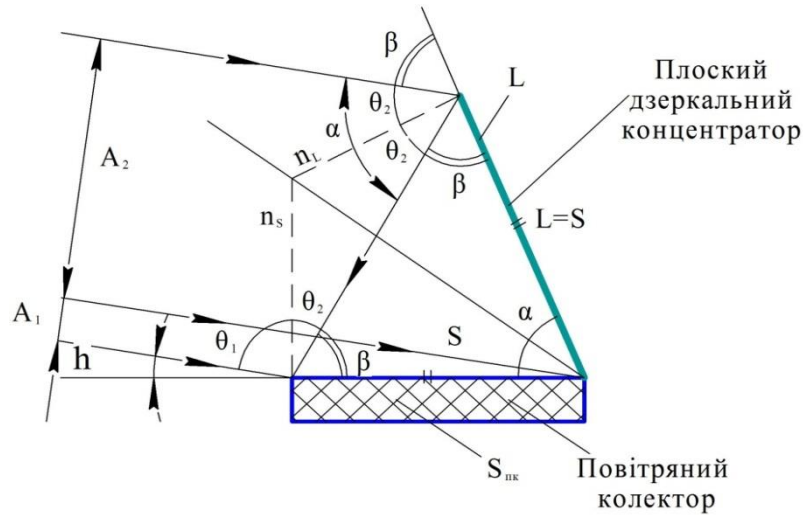


Рисунок 1. Хід променів між дзеркалом і колектором: L і S – відповідно ширина ПДК і ПК; α – кут розкриття ПДК; A_1 і A_2 – переріз вхідного прямого і відбитого потоків; n_s і n_L – нормалі до площин S і L ; θ_1 і θ_2 – кути падіння променів на ПК і ПДК; h і β – кути ковзання і відбивання променів.

Під час розрахунку ступеня концентрації всі кутові величини виразимо через кут розкриття двогранного фоклина, утвореного площинами колектора і дзеркала α . За вимоги рівномірного освітлення відбитими променями поверхні ПК відбитий промінь є основою рівнобедреного трикутника. Таким чином, з наведеної на рис. 1 побудови випливають, такі очевидні співвідношення (метод геометричної оптики):

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 90^\circ - \frac{\alpha}{2}, \\ \theta_2 &= 90^\circ - \beta = \frac{\alpha}{2}, \\ h + \beta &= \alpha \text{ або } h = \alpha - \beta = \alpha - 90^\circ + \frac{\alpha}{2} = \frac{3}{2}\alpha - 90^\circ, \\ \theta_1 &= 90^\circ - h = 90^\circ - \frac{3}{2}\alpha + 90^\circ = 180^\circ - \frac{3}{2}\alpha. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Кут ковзання ПДК змінюється в межах $0 < h < 90^\circ$. Тоді верхня межа кута розкриття визначиться з такої нерівності:

$$h = \frac{3}{2}\alpha - 90^\circ < 90^\circ \text{ або } \alpha < 110^\circ.$$

Натомість нижня межа кута розкриття α рівна 60° , бо інакше відбитий крайній промінь зміститься вправо від краю колектора. Тому ця величина не виходить за межі інтервалу $60^\circ < \alpha < 110^\circ$. Коефіцієнт підсилення потоку дорівнює відношенню сумарної енергетичної освітленості колектора $E = E_1 + E_2$ до освітленості тільки прямими променями E_1 . E_1 і E_2 розраховуються через відповідні перерізи вхідного прямого і відбитого потоків сонячних променів A_1 і A_2 :

$$E_1 = A_1 \cos \theta_1; \quad E_2 = \rho A_2 \cos \theta_2,$$

де ρ – коефіцієнт відбивання дзеркала, $\rho = 0,8$.

$$\text{Звідси } k = \frac{A_1 \cos \theta_1 + \rho A_2 \cos \theta_2}{A_1 \cos \theta_1} = 1 + \rho \frac{A_2 \cos \theta_2}{A_1 \cos \theta_1}.$$

Обидва перерізи є функціями кута розкриття концентратора α :

$$A_1 = S \cdot \sin h = L \cdot \sin \left(\frac{3}{2}\alpha - 90^\circ \right) = -L \cdot \sin \left(90^\circ - \frac{3}{2}\alpha \right) = -L \cos \frac{3}{2}\alpha, \quad (2)$$

$$A_2 = L \cdot \sin(\alpha - h) = L \cdot \sin \left[\alpha - \left(\frac{3}{2}\alpha - 90^\circ \right) \right] = L \cdot \sin \left(90^\circ - \frac{\alpha}{2} \right) = L \cdot \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (3)$$

Після скорочення та тригонометричних перетворень отримаємо вираз для коефіцієнта концентрації сонячної енергії:

$$k = 1 + \rho \frac{A_2 \cos \frac{\alpha}{2}}{A_1 \cos \left(180^\circ - \frac{3}{2} \alpha \right)} = 1 + \rho \frac{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{3}{2} \alpha}. \quad (4)$$

Таким чином ефективність роботи плоского дзеркального концентратора залежить від коефіцієнта підсилення потоку сонячної енергії k і оптимального кута розкриття α ПДК. Отримані числові значення зведено у табл. 1.

Під час аналізу отриманих табличних значень встановлено, що приріст енергетичної освітленості ПК з найменшими затратами реалізується при $L = S$ з кутом нахилу від 90° до 110° і коефіцієнтом посилення потоку k від 1,8 до 1,2.

Таблиця 1. Значення коефіцієнта підсилення потоку сонячної енергії k

Параметри	Показники										
	α	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
h	7,5	15	22	30	37	45	52	60	67	75	
θ_1	82	75	67	60	52	45	37	30	22	15	
k	8,4	6	4,4	2,8	2,1	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	

Отже, за відсутності ПДК вимірний піранометра потік сонячних променів становив 698 Вт/м^2 , а тепла потужність повітряного колектора $271,3 \text{ Вт-год/м}^2$. Під час використання ПДК ці величини зросли до рівня потоку сонячної енергії $1345,5 \text{ Вт/м}^2$, а тепла потужність повітряного колектора $532,1 \text{ Вт-год/м}^2$ відповідно. Таким чином енергетична освітленість зовнішньої поверхні покриття повітряного колектора виросла в 1,92 рази, а тепла потужність – в 1,96 рази.

Висновок. На підставі проведених досліджень встановлено раціональні значення двогранного кута (фоклина) α між дзеркалом і колектором, що складають $90\dots 120^\circ$. Визначено, що коефіцієнт підсилення потоку сонячної енергії k з найменшими затратами реалізуються від 1,8 до 1,2.

Список використаних джерел.

1. Korobka S., Babych M. Substation of the constructive-technological parameters of a solar fruit dryer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 1, № 8 (85). P. 13–19. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.90299.

**СЕКЦІЯ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ І
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК [62-521+62-868]:62-531.7

**ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ
ВІБРОМАШИН ІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ УПРАВЛІННЯМ****Чубик Р. В., к.т.н.,****e-mail:** r.chubyk@gmail.com*Львівський національний аграрний університет*

Актуальність та постановка проблеми. Стрімкий розвиток техніки та технологій обумовлює необхідність у створенні енергоощадного, високоефективного та високонадійного вібраційного обладнання різного технологічного призначення. Автоматизовані вібромашини мають значно вищий потенціал порівняно з традиційними вібраційними машинами, завдяки тому, що автоматично забезпечують та підтримують енергетично вигідний резонансний режим роботи. На даному етапі розвитку вібраційної техніки та технологій відомо багато методів для керування параметрами вібраційного поля та засобів для їх реалізації які докладно описані в роботі [1]. Серед найбільш перспективних слід виділити метод керування параметрами робочого органу адаптивних вібраційних технологічних машин (АВТМ) [2] та метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля робочого органу [3]. При комплексному застосуванні такої підхід до управління робочим органом АВТМ дозволяє реалізувати постійний енергозберігаючий режим роботи при оптимальних параметрах вібраційного поля на протязі технологічного циклу віброобробки. Проте реалізація на практиці даних методів керування динамічними параметрами віброприводів АВТМ показує, що існує ряд невирішених проблем які на сам перед обумовлені тим, що метод [2] базується на забезпеченні та автоматичному підтримуванні зсуву фаз між вимушувачими та вимушеними коливаннями ($\pi/2$) робочого органу АВТМ. В силу своєї природи та конструкції керований дебалансний вібропривод є двомасною електромеханічною системою із пружним зв'язком де конструктивно закладена відсутність жорсткого кінематичного зв'язку між приводним двигуном та дистанційно керованими рухомими інерційними масами (дебалансами). В такому випадку складно забезпечити точне (виважене) управління по зсуву фаз. Робота по розширенню технологічних можливостей та зменшенню енергозатрат на віброобробку є актуальною для сучасного машинобудування та приладобудування.

Основні матеріали дослідження. В роботі [4] подано огляд основних методів нейроуправління та проведено аналіз позитивних і негативних сторін цих методів, наведено доцільність застосування нейроуправління для керування різними динамічними об'єктами та системами. З огляду на це, і матеріал наведений в роботах [5, 6] можна прийти до висновку, що для того щоб вдосконалити метод керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин [4], що базується на автоматичному підтримуванні рівності зсуву фаз між амплітудою циклічної вимушувачої сили керованого віброприводу та амплітудою коливань робочого органу АВТМ на заданому рівні ($-\pi/2$) доцільно застосувати принцип прогнозуючого модельного нейроуправління (NN Predictive Control) [7]. Синтез нейромережевого регулятора для електромеханічної системи керованого віброприводу з пружним зв'язком між керованим дебалансом та приводним електродвигуном даного дебалансу дозволить застосувати технологію прогнозуючого модельного нейроуправління на основі сіплекс-методу або квазі-ньютонівського алгоритму оптимально вибирати стратегію корекції частоти циклічної вимушувачої сили віброприводу для забезпечення та підтримування в часі постійного резонансного режиму роботи АВТМ. Застосування технології NN Predictive Control при відсутності жорсткого кінематичного

зв'язку між валом електроприводу та керованим дебалансним віброприводом АВТМ дозволяє вираховувати та прогнозувати поведінку траєкторій кутових швидкостей даних валів, що кінематично з'єднані не жорстко.

Враховуючи те, що метод [3] базується на забезпеченні рівності $A_k = A^2 \cdot \omega^2$ питомої роботи вібраційного поля АВТМ при будь-якому завантаженні робочого органу і заданим технологічно оптимальним значенням A_k . Використання прямого нейроемулятора адаптивної вібраційної технологічної машини в контурі керування амплітудою коливань робочого органу АВТМ дозволяє врахувати інерційні та дисипативні характеристики реальних адаптивних вібромашин та оперативно в реальному масштабі часу враховувати це при синтезі нейромережевим ПІД-контролером (NN PID Auto-tuning) [7] миттєвих амплітудних значень відповідних складових (k_p , k_i , k_d) керуючого впливу $u(k)$ на вібропривод АВТМ. Тим самим забезпечуючи стабільність питомої роботи вібраційного поля АВТМ не тільки на протязі циклу віброобробки, а навіть при перехідних процесах у АВТМ.

Висновки. Застосування нейромережевих технологій дозволить впровадити алгоритми нейрокерування які при зміні параметрів технологічного процесу, що реалізовується АВТМ, або при зміні маси завантаження робочого органу АВТМ, завдяки застосуванню технології прогнозуючого модельного нейроуправління на основі сіплекс-методу або квазі-ньютонівського алгоритму оптимально вибиратимуть стратегію корекції частоти циклічної вимушеної сили віброприводу з метою забезпечення постійного резонансного режиму роботи АВТМ і на резонансній частоті АВТМ проводитимуть стабілізацію питомої роботи вібраційного поля АВТМ шляхом корекції A_d амплітуди коливань робочого органу за допомогою нейромережевого ПІД-регулятора із самонастройкою на основі прямого нейроемулятора АВТМ.

Список використаних джерел

1. Чубик Р. В., Ярошенко Л. В. Керовані вібраційні технологічні машини: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2011. 355 с.
2. Спосіб керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин: пат. 87776 А Україна: МПК В65G27/00. № а200803685 / Л. П. Серета, Р. В. Чубик, Л. В. Ярошенко. Заявл. 24.03.2008 ; Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 15.
3. Спосіб стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин: пат. 92041 А Україна: МПК В65G27/100. № а200806209 / Л. П. Серета, Р. В. Чубик, Л. В. Ярошенко. Заявл. 12.05.2008; Опубл. 27.09.2010; Бюл. № 18.
4. Чернодуб А. Н., Дзюба Д. А. Обзор методов нейроуправления. *Проблеми програмування*. 2011. № 2. С. 79-94.
5. Синтез нейромережевого регулятора для електромеханічної системи з пружними зв'язками в кінематичних передачах / Т. Ю. Василець та ін. *Системи обробки інформації*. 2018. № 2(153). С. 7-17.
6. Кузнецов Б. И., Василец Т. Е., Варфоломеев А. А. Система управления нелинейным динамическим объектом с нейрорегулятором nn predictive controller. *Електротехніка і електромеханіка*. 2009. № 2. С. 39-42.
7. Бураков, М. В. Нейронные сети и нейроконтроллеры: учеб. пособие. Санкт-Петербург: ГУАП, 2013. 284 с.

УДК 631.53.027.34

БЛОК КОРЕКЦІЇ ГЕНЕРАТОРА ПРЯМОКУТНИХ ІМПУЛЬСІВ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БІОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР

Яковлев В. Ф., к.т.н.

e-mail: vfyakov@gmail.com

Сумський національний аграрний університет

Актуальність та постановка проблеми. Одним із найважливіших питань, вирішення яких дозволяє значно підвищити якість сільськогосподарської продукції, відповідно стандартам, є забезпечення технологічних процесів системами автоматичного контролю якісного стану продукції при її переробці.

Тільки широке впровадження інноваційних методів та технічних засобів експресного контролю якісних ознак продукції, особливо в технологічному потоці, можливо позитивне вирішення цієї задачі. Слід зазначити, що мета автоматизації не обмежується лише зниженням затрат праці і підвищенням ефективності використання техніки, але і сприяє створенню енерго- і ресурсозберігаючих технологій. Особливо важко визначати названі ознаки при неруйнівному контролі біологічних структур фіксованої геометричної форми. Тому наукові дослідження, що направлені на обґрунтування методів та створення, на їх основі, технічних засобів для забезпечення автоматизованого неруйнівного контролю якості вище названих біологічних структур, є актуальними [1,2]. Із сукупності різних методів, з урахуванням усіх їх переваг та недоліків, які можливо реалізувати в технічній системі автоматизованого контролю є акустичний, що дозволяє оцінювати якісні ознаки по параметрам після дії ударного збудження продукту. Найбільш ефективним цей метод може бути застосованим до біологічних структур фіксованої геометричної форми [1,2].

Все, вище викладене, дозволяє сформулювати мету та основні задачі досліджень, визначити основні принципи проектування технічних засобів та автоматизованих систем неруйнівного експресного контролю якісних ознак продуктів в технологічному потоці. Розробка таких технічних засобів базується на обробці вхідних сигналів, які несуть інформацію о якісних ознаках продукту, по визначеному алгоритму. Виконання цього алгоритму здійснюється у відповідних блоках пристрою контролю якісних ознак біологічних об'єктів. Одним з таких блоків є блок корекції генератора прямокутних імпульсів. Необхідність розробки названого блоку пояснюється тим фактом, що у раніше проведених експериментальних дослідженнях [1,2] було встановлено залежність інформативного параметру (коефіцієнта поглинання) не тільки від якісного стану біологічного об'єкту фіксованої геометричної форми, але і від його діаметру.

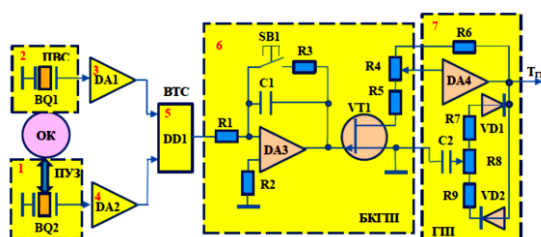


Рисунок 1. Схема блоку корекції генератора прямокутних імпульсів

Основні матеріали дослідження. Принцип дії блоку корекції генератора прямокутних імпульсів **БКГПІ** (6) розглянуто у складі з іншими блоками, сигнали з яких після відповідної обробки корегують частоту імпульсів **ГПІ** (генератора прямокутних імпульсів 7, див. рисунок 1). Блок корекції 6 працює наступним чином. Блоком ударного збудження **ПУЗ** (1) на вході об'єкта контролю **ОК** створюється імпульс зондування, який реєструється вимірювальним перетворювачем **ВQ2** блоку 1, сигнал з якого поступає на інвентируючий підсилювач **DA2** (4), а далі на вимірювач тривалості сигналів **ВТС** (5), зібраний на мікросхемі **DD1**, та запускає його в роботу.

Вихідний сигнал з об'єкту контролю **ОК**, пропорційний коефіцієнту поглинання, відповідно до ступеню стиглості, знімається приймачем **BQI** блоку прийому вхідного сигналу **ПВС (2)** і після підсилення **DA 1 (3)** подається на другий вхід вимірювача тривалості сигналів **ВТС (5)**. Цим сигналом зупиняється робота **ВТС**.

На виході блоку **5** створюється прямокутний сигнал, тривалість якого дорівнює різниці часу надходження сигналів з блоку **2** (τ_2) та **1** (τ_1) та пропорційний розміру об'єкта контролю, тобто: $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$. На протязі цього часу, у блоку корекції **БКГПІ (6)**, заряджається конденсатор **С1**. З ростом напруги на конденсаторі **С1** змінюється напруга на затворі польового транзистора **VT3**. Так, як напруга на виході блоку **5**, на протязі часу $\Delta\tau$, є постійною і дорівнює вхідної напруги, то згідно [3]:

$$U_{\text{вихVT1}} = - U_{\text{вихDA3}} \cdot \Delta\tau R1 \cdot C1, \quad (1)$$

де: **R1, C1** - відповідно, опір та ємність кіл інтегруючого підсилювача.

При цьому змінюється опір польового транзистору **VT1**. Зміна опору **VT3** змінює опір в колі зворотнього зв'язку генератора прямокутних імпульсів **7** і, як наслідок, змінює період вихідних сигналів $T_{\text{ГПІ}}$, тобто кількість імпульсів або інакше - здійснюється перенастроювання генератора з урахуванням розміру об'єкта контролю. З урахуванням відповідних позначень елементів блоку **7** період вихідних сигналів $T_{\text{ГПІ}}$ буде визначатися, як:

$$T_{\text{ГПІ}} = (R7 + R8 + R9) C2 \ln [1 + 2(R5 + RVT1 + n \cdot R4) R6 + (1-n)R4], \quad (2)$$

Висновки. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки: 1) вихідні сигнали блоку корекції обернено пропорційні розміру об'єкта контролю, що дозволяє вилучити вплив цього параметру на коефіцієнт поглинання, який безпосередньо пов'язаний з показником якості контрольованого об'єкту; 2) використання запропонованого методу та блоку корекції при вимірі розмірних характеристик об'єктів обумовлює те, що вихідні сигнали пристрою контролю якості біологічних структур фіксованої геометричної форми набувають розриви між граничними значеннями параметрів якості, чим забезпечується чіткість розділу об'єктів на фракції.

Список використаних джерел

1. Іноземцев Г. Б., Яковлев В. Ф., Козирський В. В. Застосування акустичних технологій в аграрному виробництві: навчальний посібник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 171 с.
2. Яковлев В. Ф., Рясна О. В. Дослідження залежності коефіцієнта поглинання від ступеню стиглості біологічних об'єктів фіксованої геометричної форми при їх імпульсному збудженні. *Вісник Сумського НАУ. Сер. Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2018. Вип. 10 (34). С. 58-63.
3. Квітка С. О., Яковлев В. Ф., Нікітіна О. В. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник / за ред. В. Ф. Яковлева. Київ: Аграрна освіта, 2010. 329 с.

УДК 681.5

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО РЕЛЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Зубкова К. В., викладач**e-mail:** zzkkvv@ukr.net*Мелітопольський промислово-економічний коледж***Бородін Є. В., інженер-конструктор***ТОВ «Термоліт»*

Актуальність та постановка проблеми. ТОВ «Термоліт» є єдиним на Україні виробником цілого ряду індукційного обладнання для нагріву і плавки металу, такого як: індукційні тигельні плавильні електропечі ємністю від 10 кг до 3000 кг; тиристорні перетворювачі частоти різної потужності та частоти від 0,5 кГц до 8 кГц; індукційні нагрівальні і гартівні установки різної потужності на частоти від 0,5 кГц до 22 кГц; високочастотні транзисторні генератори різної потужності на частоти від 2,4 кГц до 440 кГц та іншого обладнання.

При виробництві такого широкого асортименту продукції постає завдання розробки шафи керування установкою в автоматичному режимі за умов змінних параметрів виробничого процесу за індивідуальними вимогами замовників, тому актуальним питанням є відмова від контактно-релейних схем та перехід на пристрої комп'ютерно – інтегрованих технологій.

Основні матеріали дослідження. Ефективність виробництва, якість монтажних робіт, швидкість робіт з налагодження, надійність роботи обладнання в значній мірі залежать від професійного проектування схеми автоматизації, складання якої на контактно-релейних елементах має значну кількість недоліків: складність налагодження роботи обладнання при зміні параметрів виробничого процесу (часто потребує заміни елементів схеми); складність та тривалість монтажу за рахунок великої кількості елементів; значна імовірність відмов, завищені масо-габаритні показники.

Так, наприклад, структурна схема, що описує зв'язки виробничого процесу гартівної установки приведена на рис. 1, та при виконанні на рележно – контактних елементах не має гнучкості до зміни вимог даного процесу без заміни елементів схеми.

Для усунення зазначених недоліків інженерним відділом підприємства впроваджено застосування інтелектуального модульного реле для систем автоматизації Zelio Logic виробництва Schneider electric, яке дозволяє керувати установкою і контролювати її безпосередньо на об'єкті або дистанційно.

Такі пристрої мають наступні переваги: проста у виборі, установці і програмуванні, застосовуються в промисловості і невиробничій сфері; доступні в двох виконаннях - компактному або модульному (розширюваному), і з двома мовами програмування (FBD або LADDER).

Схема електрична принципова гартівної установки з інтелектуальним реле Zelio Logic має значно менше елементів (рис. 2), що скорочує витрати на монтаж, налагодження та підвищує надійність та має гнучкість схеми до вимог виробничого процесу при гарті валів та шестерень різної форми та розмірів.

Апробація на виробництві даного впровадження показало гнучкість схеми до зміни параметрів виробничих процесів, що обумовило пріоритетний напрямок при проектуванні схем автоматизації обладнання, що виготовляє підприємство.

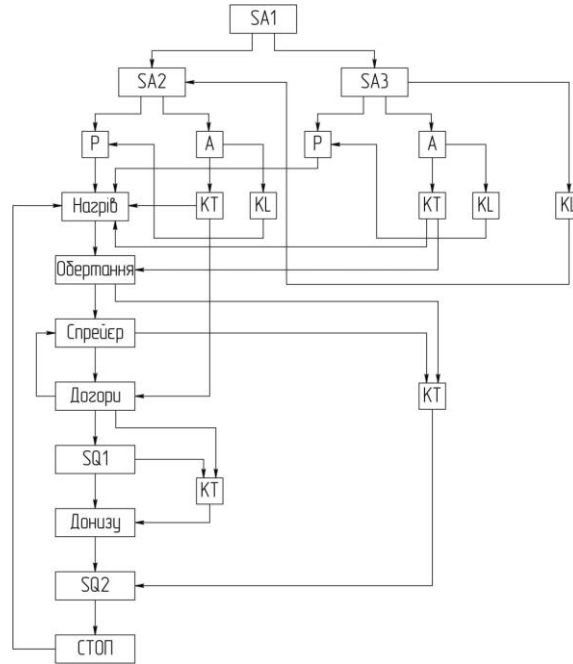


Рисунок 1. Структурна схема керуючих зв’язків виробничого процесу гартівної установки на релейно-контактній базі.

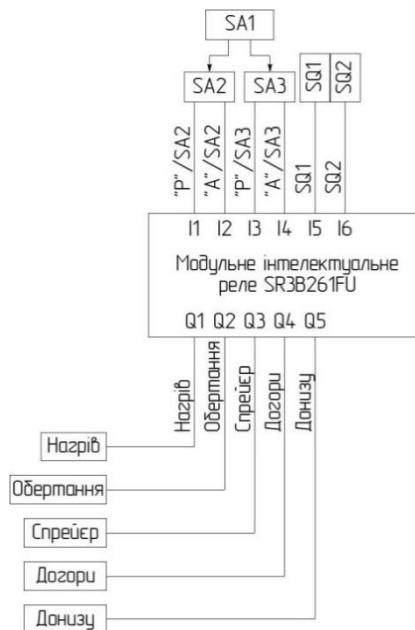


Рисунок 2. Структурна схема керуючих зв’язків виробничого процесу гартівної установки на інтелектуальному модульному реле

Висновки. Широке використання інтелектуальних реле для автоматизації виробничих процесів висуває підвищення рівня кваліфікації електромонтажного, налагоджувального та обслуговуючого персоналу, тому застосування комп’ютерно – інтегрованих технологій рекомендовано до впровадження в освітній процес інженером ТОВ «Термоліт» при підготовці фахівців спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Мелітопольського фахового промислово-економічного коледжу.

УДК 631.3-83(075.8)

IMPROVEMENT OF ENERGY AND DYNAMIC INDICATORS OF ELECTRIC DRIVES OF AGRICULTURAL MACHINES WITH HEAVY STARTING CONDITIONS**Kvitka S., PhD****e-mail:** sergei.kvitka1965@gmail.com**Zharikova A., student****e-mail:** annalife91@gmail.com*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University*

Relevance and formulation of the problem. The presence in agro-industrial production of machines with severe start conditions, significant moments of inertia, the moment of shift, causes a number of measures to reduce energy consumption during transitional processes: Start-up start, use of transmitting devices. However, such measures do not fully ensure the requirements for the reliability of machines and equipment and create prerequisites for the overestimation of the power of driving electric motors and equipment of electricity supply.

The most common in the agro-industrial production of electric drive with asynchronous motors is inherent in small controllability and low dynamic properties. Small controllability is due not only to the impossibility of changing the speed in a wide range at a constant frequency of network current, but also the severity of the implementation of the smooth start modes in particular. Significant electromagnetic moments significantly worsen transitional modes, arising when switching to the motor's circles.

One of the possible ways to increase manageability and improvement of dynamic indicators of asynchronous electric drive are the effect on electromagnetic transitional processes. The emergence and rapid development of modern technical controls - power semiconductor devices, elements of microelectronics, causes a decrease in the percentage of unmanaged electric drives [1-3].

The main materials of the research. For electric motors, the loss is a complex function of electric, magnetic and mechanical loads, and each of them is nonlinearly associated with losses in the relevant elements of the electric motor.

At the same time, with a purposeful effect on the electric motor there is an opportunity to change in the limits of its total losses, without changing the mode of operation on the shaft, which is characterized by the moment and angular velocity. Obviously, the most effective energy point of view is the mode of operation of the engine, which is characterized by the smallest losses [1, 3].

In the most common types of electric drives (uncontrolled) when passing transitions when the angular velocity is set by jump, energy loss, and, accordingly, energy consumption during the transition process is proportional to the total moment of electricity inertia, the square of the speed of the ideal idle speed, the range of changing slip and depends on load.

Methods for improving energy and dynamic electric actuators can be divided into several directions: improvement of procedures for selecting the power of driving engines for specific machines; increasing the efficiency of the mass unregulated electric drive - the transition to energy-saving engines with less losses; creation of special additional technical means that ensure minimizing the harmful effects on the energy indicators of the reflection of the load from the nominal; transition from an unregulated electric drive to an adjustable [1, 3].

The most effective way to reduce costs is the implementation of controlled transitional processes [1, 3]. For agricultural machines, for which time transition processes is of great importance, the control of transition processes during the launch is of particular importance. Due to the limited number of launches, most of such equipment has long been operating in an underloaded mode. In addition, the implementation of the startup modes is associated with the unsatisfactory dynamics of launching of engines - sharp and significant fluctuations in the moment and speed at the initial moment of the process, which can lead to damage to working bodies, transmitting devices.

Conclusions. When analyzing the features of the electric drive of agricultural machines, for which time of transitional processes is a great value, it is possible to draw the following conclusions:

– these agricultural machines are characterized by significant moments of inertia and launchers, which involves the use of special devices or measures to make startup in order to reduce costs during

transitional processes;

– all machines are equipped with unmanaged electric drive with the overvoltage of installed electric motors on average 25...40 %, which satisfies the transition processes during startup, but negatively affects energy performance during prolonged work;

– significant fluctuations in the dynamic moment during launch leads to damage to transmitting devices (muffs, gearboxes) and working bodies associated with the uncoordinated dynamics of starting driving electric motors and working machines;

– significant moments of inertia and launchers lead to significant energy expenses during transitional processes, which affects the requirements for power equipment - power of power transformers, intersection of feed lines.

References

1. Firago B., Pavlishin L. Electric drive theory: tutorial. Minsk: CSC «Technoperspectiva», 2004. 527 p.

2. Gulkov G., Petrenko U., Rostkevich E., Simonenkova O. Automated electric drive management systems: tutorial; edited by U. Petrenko. Minsk: New knowledge, 2004. 384 p.

3. Kvitka S. Improvement of energy and dynamic indicators of electric drive of agricultural cars with heavy starting. *Problems and prospects of sustainable development of agricultural development: Collection of materials Internet scientific-practical conference, Melitopol, 7-14 april 2015*. Melitopol: TSAU, 2015. T. 4. Technical science (p. 1). P. 3-5.

4. Kvitka S., Vovk O., Strebkov O., Voloshina A. Energy-saving modes of work of asynchronous electric motors in variable loading. *Materials of Tavria State agrotechnological university*. Melitopol: TSAU, 2019. Iss. 19, t. 3. P. 142-150.

5. Kvitka S., Vovk O., Voloshina A., Strebkov O. Development of a system for providing a resource-emergency operating mode of operation of an asynchronous electric motor. *Power engineering and automation: Electronic scientific professional edition*. Kiev: NULES. 2016. № 4(30). P. 89-97.

6. Kvitka S., Postnikova M., Rechina O. Fundamentals of the electric drive: Laboratory workshop. p. 1. Melitopol: Lux, 2020. 165 p.

7. Postnikova M., Kvitka S., Nesterchuk D. Fundamentals of electric drive: workshop. p. 1. Melitopol: Lux, 2020. 259 p.

УДК 621.1:004.94

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ МЕТОДАМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Лужанська Г. В., к.т.н.,

e-mail: luzhanska@opu.ua

Сергеев Д. І., студент

Котяш Д. І., магістр

Чебан К. І., магістр

Державний університет «Одеська політехніка»

Актуальність та постановка проблеми. Паливно-енергетичні ресурси планети є вичерпними, що призводить до їх дефіциту і подорожчання. Актуальними є питання розробки і вдосконалення енергозберігаючого обладнання. У дослідженнях застосовуються різні методи візуалізації, при цьому виходить якісна, а іноді и кількісна інформація про картину досліджуваного процесу.

Основні матеріали дослідження. Моделювання фізичних процесів теплоенергетичних об'єктів за допомогою різних методів візуалізація дозволяє: виконувати будь-які дії - від стандартного аналізу перебігу рідини або газу до обробки складних взаємодіючих систем, детальніше вивчити обладнання та процеси зсередини, підвищити ефективність, збільшити термін служби і оптимізувати процеси.

Гідродинамічна картина обтікання поверхонь досліджуваних енергетичних об'єктів різними середовищами є одним з визначальних чинників для опису процесів тепло- і масообміну [1]. Сучасні пакети обчислювальних програм, такі як Comsol, MSC/Nastran, CFX, Phoenix (CFD), Fluent, Star-CD, LS-Dyna, Ansys, Abaqus, Flow Vision, MSC/Marc, Comsol Femlab, Magmasoft, Solid Works/Flow Simulation і ін. дозволяють вирішувати завдання в області гідрогазодинаміки і тепломасобменних процесів. Використовуються як метод сіток, так і метод кінцевих елементів, які роблять дискретизацію розрахункових областей і відстежують рух частинок середовища з необхідною точністю [2].

Широке поширення для моделювання течії рідини і газів отримала програма SolidWorks Flow Simulation, за допомогою якої можна розрахувати рух потоків різних теплоносіїв (газів, рідин) в каналах різної конфігурації внутрішніх, а також при обтіканні твердотільних моделей. Комплекс завдань, пов'язаних з питаннями гідродинаміки і теплообміну, виконується з допомогою системи диференціальних рівнянь руху, нерозривності, енергії, теплопровідності стінок каналу [3, 4]. Для замикання системи рівнянь використовується двопараметричного $k-\epsilon$ модель турбулентності. Основними етапами є: створення 3D-моделі течії; препроцесорна обробка для генерування кінцево-елементної сітки розрахункової області течії; накладення граничних умов; постпроцесорна обробка результатів моделювання з візуалізацією.

Програмний комплекс ANSYS надає безліч технологій побудови сітки в одному додатку для моделювання динаміки рідини або газів, процесів тепломасообміну Параметри та граничні умови можуть бути скориговані під час виконання розрахунку, при цьому немає необхідності його зупиняти [5].

Пакет Comsol Femlab дозволяє моделювати практично всі тепломасобмінні процеси, які описуються приватними диференціальними рівняннями. Програма містить різні вирішувачі, які допомагають швидко впоратися навіть з найскладнішими завданнями, а проста структура додатка забезпечує простоту і гнучкість використання. При проведенні чисельного моделювання можливо не тільки отримувати середнеінтеральне значення аналізованих параметрів, але і проводити візуалізацію досліджуваних фізичних явищ [6].

Метод візуалізації течії газового потоку на поверхні тіл різної форми реалізується в аеродинамічній трубі, в яку поміщається досліджуваний об'єкт і обдувається вентилятором з використанням спеціальної суспензії [7]. Візуалізовані картини перебігу повітряного потоку, що сформувалися при обтіканні, дозволяють судити про розподіл температурних полів, виявити закономірності середнього і локального теплообміну, створювати науково обґрунтовані методики

розрахунку теплотехнічних характеристик обладнання.

Метод візуальної діагностики структури потоку дозволяє отримати інформацію про структуру потоку, яка підходить для вирішення прикладних завдань [8]. Метод заснований на просвічуванні полярним світлом оптично активної рідини (оксиду ванадія), яка переміщується в моделюючій пристрої, що імітує характерний профіль проточної частини досліджуваного об'єкта. По різниці інтенсивності освітленості в кожній точці досліджуваного елемента проточної частини і одержуваних ліній руху, по оптично однорідним областям можна судити про гідродинамічну структуру потоків і фізичної сутності процесів.

Висновки. Використання сучасних методів візуалізації теплових та гідрогазодинамічних процесів дозволяє отримати чітку фізичну картину досліджуваного об'єкта при розробці та удосконаленні енергозберігаючого обладнання та технологій.

Список використаних джерел

1. Басюк Т. М., Василюк А. С. Методи візуалізації даних у розподілених системах. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2010. № 673: Інформаційні системи та мережі. С. 24-31.
2. Лепеш Г. В., Лунева С. К. Повышение эффективности теплообменных аппаратов. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2017. № 1 (39). С. 42-57.
3. Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. Санкт Петербург, 2008. 1040 с.
4. Вдосконалення систем теплолокалізації на засадах енергозбереження / А. Є. Денисова та ін. *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПИ». Сер. Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*. 2020. № 6 (1360). С. 3-11.
5. Величкин П. С., Мясоедова Е. Н. Моделирование процессов в теплоэнергетике. С. 227-231. URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext/c//2014/C43/V1/057.pdf> (дата звернення: 13.04.2021).
6. Лагутин А. Е., Стоянов П. Ф. Численное исследование аэродинамических характеристик поверхностей теплообмена с поперечными наклонными ребрами. *Problemele energeticii regionale*. 2016. № 3. С. 91-100.
7. Метод визуализации газового потока на поверхности тел различной формы / А. И. Руденко и др. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий* 2011. № 1/9 (49): Энергосберегающие технологии и оборудование. С. 51-55.
8. Арсирий В. А., Ковальчук Ю. Г., Григорук И. В. Улучшение работы гидравлического оборудования на основе совершенствования структуры потоков. *Гідроенергетика України*. 2018. № 3-4. С. 42-45.

УДК 621.311.243

ДЕТЕКТОР ПОЛОЖЕННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ

Вдовін Б. В., магістрант

e-mail: vdovinbogdan0@gmail.com

Постол Ю. О., к.т.н., доцент

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Розвиток альтернативних джерел енергії є необхідним чинником для підвищення енергетичної безпеки та екологічного стану України. Сонячна енергетика є перспективним напрямком розвитку у даній галузі. Підвищення ефективності виробництва енергії в сонячних енергоустановках досягається за рахунок розташування сонячних панелей у найбільш освітлених місцях або застосуванням більш досконалих фотоелементів. Широкого застосування набувають системи з можливістю орієнтації сонячних панелей у реальному часі, які дозволяють наблизити кут падіння сонячних променів на робочу поверхню панелі до 90° . В роботі представлено варіант технічного рішення системи відстеження положення Сонця.

Основні матеріали дослідження. Найбільш вигідною є двовісна орієнтація сонячної панелі. Тому детектор положення відповідно повинен мати можливість відстеження Сонця у двох координатах. На сьогоднішній день найбільшого поширення набули сонячні датчики на матричних елементах (CCD і CMOS) і фотодіодних елементах (рис. 1).

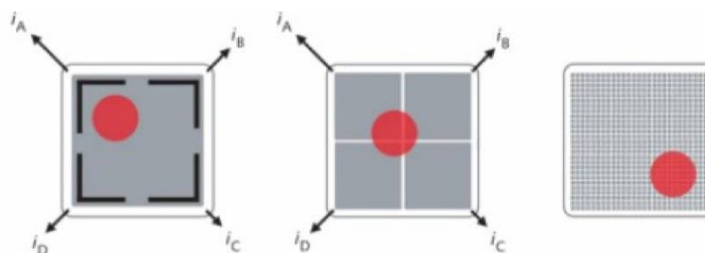


Рисунок 1. Датчики положення Сонця: позиційно чутливий фотодіод, квадратний фотодіод, та CCD/CMOS матриця

Датчики на фотодіодних елементах складаються з одного позиційно чутливого фотодіода або з чотирьох фотодіодів, розташованих на одній підкладці (так звані квадрантні фотодіоди). Незалежно від типу чутливого елемента у всіх сонячних датчиків є діафрагма з отвором заданої форми (квадрат, коло, набір отворів). Залежно від переміщення променя світла, що проходить через цей отвір по поверхні чутливого елемента, розраховується кут падіння світла. Серед недоліків таких приладів можна виділити складний алгоритм розрахунків, високу ціну, неможливість виготовлення у заводських умовах. Тому вирішено застосувати у якості чутливої поверхні детектора фотоелементи.

Пропонований прилад представляє собою чотири незалежних фотоелемента, симетрично розташованих на одній площині. Над нею розташовано квадратне віконце, крізь яке проникає світло. При переміщенні джерела світла, промінь проходячи через віконце, залишає на фото-чутливій площині світловий відбиток що переміщується відповідно джерела. Таким чином величина фотоструму буде пропорційна величині освітленої площі фотоелементів, та буде змінюватись залежно від кута падіння світла. Знаючи величини струмів або напруги з кожного фотоелемента, можна розрахувати значення кутів напрямку на Сонце. Принциповий вигляд детектора приведено на рис. 2

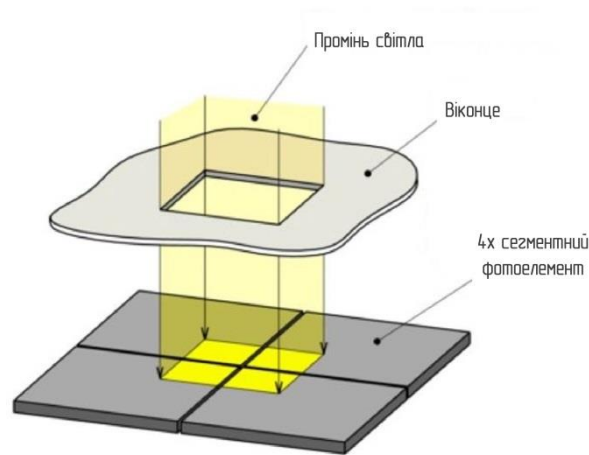


Рисунок 2. Детектор положення Сонця на 4-х сегментному фотоелементі

Перевага такого датчика в тому, що проекція від сонячного світла заздалегідь відома. Зокрема така конструкція дозволяє уникнути впливу паразитного засвічення та відблисків.

Знаючи величину електричного потенціалу на кожному елементі, кути падіння променя по двом вісям розраховуємо за формулою 1 і 2.

$$\alpha = \operatorname{atg} \left(\frac{E_2 + E_3 - E_1 - E_4}{E_1 + E_2 + E_3 + E_4} \right), \quad (1)$$

$$\beta = \operatorname{atg} \left(\frac{E_1 + E_2 - E_3 - E_4}{E_1 + E_2 + E_3 + E_4} \right). \quad (2)$$

Висновки. Даний спосіб орієнтації сонячної панелі є актуальним для портативних сонячних електростанцій. Головною перевагою запропонованого приладу є задовільна точність при загальній простоті конструктивного виконання та відносно дешевих матеріалів.

Список використаних джерел

1. Xie N., Theuwissen A . Low-power high-accuracy micro-digital sun sensor by means of a CMOS image sensor. *Journal of Electronic Imaging*. 2013. Vol. 22, № 3. DOI: 10.1117/1.JEI.22.3.033030.
2. Температурная калибровка солнечного датчика на четырехсегментном фотодиоде / А. О. Шумилин и др. *Труды МФТИ*. 2020. Т. 12, № 4. С. 155.

УДК 697.34

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І АВТОМАТИЗАЦІЇ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ

Коваль С. Д.

e-mail: sergei.koval18@gmail.com

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Енергозбереження в житлово-комунальній сфері - це одна з першочергових проблем теперішнього часу, які потребують негайного вирішення. При цьому слід зауважити, що навіть відносно невеликий успіх у вирішенні цього завдання з огляду на масштабність енерговитрат призводить до відчутних ефектів в абсолютному вираженні. Найбільш серйозні результати досягаються тоді, коли найсерйознішим чином починають займатися тепловим режимом опалюваних будівель, дослідженням і виявленням його особливостей, розробкою і впровадженням систем автоматизації опалення і теплопостачання в цілому [1-3]. Пояснюється це тим, що автоматичне керування дозволяє економити теплоту за рахунок обліку тих факторів, облік яких проектно-розрахунковими методами або неможливий, або досить проблематичний: вплив сонячної радіації; тепловиділення від устаткування і людей; надлишкова потужність системи опалення при даній температурі зовнішнього повітря; швидкості і напрямку вітру та інших збурень з боку зовнішнього середовища; хаотичність режиму роботи систем вентиляції та ін. Оцінка характеристик будівель і систем опалення (статичних і динамічних) важлива не тільки для цілей автоматизації, для створення комфортного мікроклімату і енергозбереження, а й, наприклад, для визначення допустимого часу усунення аварійних ситуацій, для визначення тепловтрат будівель при відсутності проектної документації і взагалі будь яких достовірних даних про матеріали огорож і розмірах шарів багат шарових конструкцій і т. п. Тому розглянемо питання, пов'язані з автоматизацією систем опалення, і спробуємо виділити цікаві напрями вдосконалення автоматизованих систем управління (АСУ) опалювальними установками.

Основні матеріали дослідження. Найбільш комплексним принципом управління тепловим режимом будівель є комбінований принцип, коли в структуру системи управління вводиться канал компенсації основного збурення - температури зовнішнього повітря і одночасно при цьому в системі використовується сигнал зворотного зв'язку про температуру повітря всередині так званих представницьких приміщень (в представницьких точках) будівлі (рис. 1).

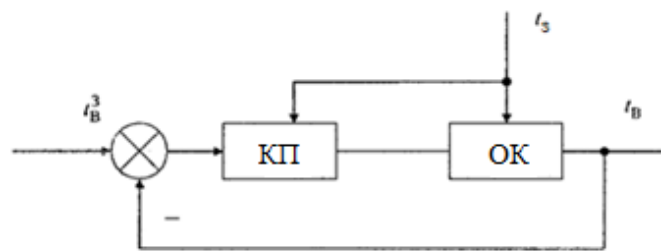


Рисунок 1. Структурна схема системи управління: t_3 – температура зовнішнього повітря;

t_B – дійсне значення температури внутрішнього повітря;

t_B^3 – задане значення температури внутрішнього повітря; КП – керуючий пристрій; ОК – об'єкт керування.

За рахунок зворотного зв'язку в даній системі управління відпрацьовуватимуться такі збурення теплового режиму як теплопостачання від людей, від працюючого обладнання, за рахунок сонячної радіації, збільшення втрат теплоти через вітер, а також і всі погрішності реалізації каналу компенсації основного збурення - температури зовнішнього повітря, проте відомо, що швидкодія контуру зворотного зв'язку помітно нижче, ніж каналу компенсації.

В даний час на практиці зазвичай застосовуються системи управління, які здійснюють

тільки компенсацію основного збурення - температури зовнішнього повітря, це так звані погодні регулятори температури. Зворотній зв'язок по температурі внутрішнього повітря тут не реалізується, багато в чому це обумовлюється деякими проблемами, пов'язаними з вимірюванням даної величини.

Таким чином, завдання створення математичного та програмного забезпечень АСУ, що дозволяють оцінювати, як поточні статичні характеристики, так і динамічні властивості об'єкта управління (будівлі разом зі своєю системою опалення) і в зв'язку з цим досить якісно реалізують або принцип компенсації основного збурення, або комбінований принцип, є одним із першочергових завдань, що стоять перед розробниками сучасних систем управління.

Оскільки такі значущі впливи як сонячна радіація, вітер діють лише на певні фасади будівель і викликають істотну нерівномірність тепловтрат, то цілком природним є поділ систем опалення та автоматичних пристроїв для них на пофасадні частини. Все це слід мати на увазі при розробці АСУ. Як показують дослідження пофасадне регулювання в кліматичних районах із значними швидкостями вітру і великій кількості сонячних днів дозволяє отримати економію теплоти до 15-20%.

Так як теплотехнічні властивості окремих приміщень будівлі різні, як різні гідравлічні і теплотехнічні характеристики встановлених в них опалювальних приладів, то якісне підтримання необхідної температури внутрішнього повітря неможливо без застосування кімнатних регуляторів температури - так званих термостатичних вентилів. Термостатичні вентилялі дозволяють також відпрацьовувати і вплив як горизонтальної, так і вертикальної (поверховій) гідравлічного розрегулювання систем опалення. Термостатичними вентилями є регулятори кімнатної температури прямої дії, які виконують своє завдання за рахунок зміни витрати теплоносія, що надходить в опалювальний прилад.

Висновки. Таким чином, все вищевикладене свідчить про те, що необхідно знайти ясні і недвозначні відповіді на ще багато питань, пов'язаних з проблемами енергозбереження та автоматизації в системах теплопостачання будівель. Тільки АСУ, яка враховує конкретні характеристики конкретних будівель і їх систем опалення та безперервно відстежує їх зміни, а також містить у своєму складі оптимально сконструйовані локальні контури автоматичного регулювання окремих змінних процесу теплопостачання, здатна визначити саме ту кількість теплоти, яка фактично необхідна для підтримки необхідного температурного режиму у будівлі.

Список використаних джерел

1. Носань С. В., Постол Ю. О., Ковальов О. В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.
2. Трикоз В. Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
3. Чернецький В. А., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Питання енергозбереження в освітленні. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.

СЕКЦІЯ 4. ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ



УДК 631.3–522+631

ПИТАННЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Стьопін Ю. О., к.т.н.

e-mail: stepin2605@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Застосування гальванічних елементів у світі постійно збільшується. Електротехнічне обладнання, що використовується у побуті, як правило має у комплекті пульт керування. Всі вони живляться від гальванічних елементів, термін експлуатації яких обмежений. Подовження їх роботи здається неможливим, крім того вони стають потужним джерелом забруднення навколишнього середовища завдяки окремим елементам, з яких вони зроблені.

Метою дослідження є визначення можливості подовження на певний час роботи гальванічних елементів

Основні матеріали дослідження. Експеримент був проведений з використанням гальванічних елементів, що знизили свій потенціал до того моменту, що вже не могли виконувати функцію джерела живлення. В якості таких використані елементи відомих виробників. В експерименті були використані “стандартні” гальванічні елементи довжиною 50 та діаметром 14 мм з номінальною напругою у 1,5 В, яка знизилася у період їх експлуатації до 0,6 – 1,4 В. Навантаженням з’єднаних гальванічних елементів була світлодіодна лампа напругою 3,5 В і потужністю 1,0 Вт. Гальванічні елементи були розміщені у ізолюваний каркас і з’єднані послідовно за допомогою пружин та гнучких пластин.

Початкова напруга з’єднаних гальванічних елементів визначалася з формули

$$U_{з.п.} = \sum U_{ге(1-4)} - \Delta U_{к(1-2,2-3,3-4)},$$

де $\sum U_{ге(1-4)}$ – загальна напруга окремих елементів (визначалася за вимірами мультиметром), В;

$\Delta U_{к(1-2,2-3,3-4)}$ – фактична втрата напруги у контактних з’єднаннях між елементами, В.

Таблиця. Дослідження роботи гальванічних елементів

Початкова напруга на елементах, В				Загальн а початкова напруг а, В	Загальн а кінцева напруга, В	Термін безперервної роботи, год
1,21	1,08	0,87	1,02	4,09	3,22	124
1,39	1,18	1,22	0,78	4,12	3,21	132
1,09	0,74	1,19	1,11	4,04	3,20	201
1,12	1,01	0,88	1,15	4,07	3,27	208
1,34	1,06	1,14	0,57	4,15	3,24	156
1,32	0,61	1,00	1,23	4,05	3,25	189
0,85	1,06	1,49	1,02	4,34	3,23	137
0,96	1,11	0,82	1,33	4,13	3,18	145

Висновки. Дослідження показали, що роботу гальванічних елементів можливо збільшити ще на деякий час. Конструкція каркасу дозволяє збільшувати кількість з'єднаних послідовно елементів по мірі їх розрядження.

УДК 621.313

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕЛІОВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З КОНЦЕНТРАТОРОМ СОНЯЧНОГО СВІТЛА

Стьопін Ю.О., к.т.н.

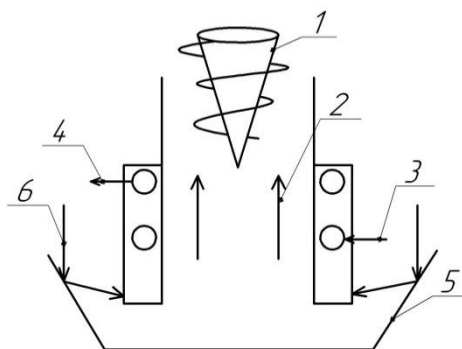
e-mail: stepin2605@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Зростання участі відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичному балансі країн сприяє поліпшенню ефективності використання і економії запасів енергетичної сировини, поліпшення стану навколишнього середовища. Тому підтримка розвитку альтернативної енергетики стає все більш актуальним завданням для всіх країн світу.

Метою дослідження є визначення основних енергетичних показників роботи геліовітроенергетичної установки.

Основні матеріали дослідження. Експериментальна установка складалася з конусоподібної вітротурбіни діаметром у основі 50 см, труби діаметром 70 см і висотою 300 см, трубопровода гарячої води, відбиваючої поверхні у вигляді колоподібної трапеції, яка мала площу $2,2 \text{ м}^2$ та була покрита шаром алюмінієвої фольги. Дослідження проводились у сонячний день при швидкості 3 м/с і температурі повітря 20°C при атмосферному тиску 755 мм.рт.ст. Рівень сонячного освітлення у відбиваючій поверхні складав 3500 Лк, кут сонця над горизонтом -35° . Температура холодної води складала 18°C , витрати води – 0,15 л/с. Час експерименту склав 40 хв. За цей час температура води збільшилася до 52°C . Швидкість вітра у трубі складала від 4,5 до 6,5 м/с. На валу вітротурбіни був встановлений генератор змінного струму, а також споживачі – світлодіодні лампи. За час експерименту отримано 0,085 кВт·год електроенергії. Збільшення кількості енергії можна досягнути як за рахунок збільшення висоти труби, так і шляхом теплоізоляції її верхньої частини.



1 – конусна вітротурбіна; 2 – тепле повітря; 3 – холодна вода; 4 – гаряча вода; 5 – відбиваюча поверхня; 6 – сонячні промені.

Рисунок – Геліовітроенергетична установка з концентратором сонячного світла

Висновки. Дослідження показують, що робота подібних установок сприяє розвитку поновлювальних джерел енергії, які прискореними темпами розповсюджуються у промисловості, сільському господарстві, а також й у побуті. Такі установки мають невелику вартість, можуть бути змонтовані самостійно, працювати у будь-який період року. На даний пристрій було отримано патент на корисну модель.

УДК 662.63

ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Глазирін І. М., студент 21СЕЕ

e-mail: glazirinivan@ukr.net

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. У зв'язку з підвищенням долі парникових газів в атмосфері і зростання цін на енергоносії, питання застосування альтернативних джерел енергії особливо актуальне. Сучасні загальносвітові тенденції розвитку джерел енергії спрямовані в область альтернативних технологій. Потенційно важливим для сільськогосподарських регіонів видом біомаси є солома зернових культур [1]. Цей вид біомаси в Україні в енергетичних цілях практично не використовується. Надлишки соломи спалюються на полях. Солома містить хлор, з'єднання якого викликають корозію теплообмінного устаткування, причому в "жовтій" (свіжоприбраною) соломі його майже в 4 рази більше, ніж в "сірій" (зів'ялою) [2]. Вважається, що для вимивання хлоридів з соломи вистачає 5-7 днів. Головною ж проблемою при використанні соломи як палива являється її низька насипна щільність ($30-40 \text{ кг/м}^3$), що здорожує транспортування і зберігання соломи, а також ускладнює систему подання соломи в топку котла [3]. Елементарний склад соломи і теплота її згорання не занадто відрізняються від відповідних показників для деревини, хоча теплота згорання соломи нижча, ніж у сухої деревини. С іншої сторони, з урахуванням звичайної для соломи вологості нижче 20%, теплота згорання соломи виявляється вище, ніж у деревної тріски, яка нині починає широко використовуватися.

Солому заготовлюють у вигляді брикетів або тюків. Для спалювання соломи потрібні котли, що мають спеціальну конструкцію, що враховує особливості цього виду палива. Однією з простих є конструкція котла, що дозволяє спалювати соломі у вигляді тюків або брикетів. Котел такої конструкції працює періодично: тюк або брикет соломи за допомогою фронтального підйомника завантажують через відкриті топінні дверці котла, паливо підпалюється і дверці закриваються. Подання дуттьового повітря і його розподіл за об'ємом топки регулюється у міру вигорання тюка або брикету соломи. У міру прогорання тюка або брикету соломи теплопродуктивність котла падає. Щоб нівелювати падіння теплопродуктивності, котел такої конструкції обладнується баком для гарячої води (акумулятором).

Основні матеріали дослідження. Існують наступні шляхи отримання електричної енергії з теплової [4]. Для приводу електрогенератора можна використати парову машину, джерелом тепла для роботи служить спалювана солома. Основна перевага такої установки - її відносна простота і хороші тягові характеристики парового двигуна незалежно від швидкості роботи. До серйозних недоліків при використанні як привід електрогенератора парових машин відносяться їх низький ККД практичний ККД до 8%, низька максимальна частота, велика вага і постійна витрата палива і води. Термоелектричні перетворювачі. Відомі способи перетворення теплової енергії в електричну за допомогою термоемісійного генератора, працюючого на основі ефекту Пельтьє. Ефект Пельтьє - термоелектричне явище, при якому відбувається виділення або поглинання тепла при проходженні електричного струму в місці контакту (спаю) двох різнорідних провідників. Двигуни внутрішнього згорання [5]. Для перетворення соломи в електроенергію можна використати електрогенератор, приведений в дію двигуном внутрішнього згорання, - газову електростанцію. Така установка може працювати на газі, виробленому газогенераторною установкою з соломи, проте для живлення такої установки потрібна велика кількість газу високого тиску. Свідомо можна сказати, що ККД такої установки із-за потрійного перетворення енергії буде невисоким. Двигун Стірлінга. Особливий інтерес для застосування в якості приводу електрогенератора представляє двигун Стірлінга. В цьому двигуні як робоче тіло може використовуватися гаряче повітря, гелій або водень.

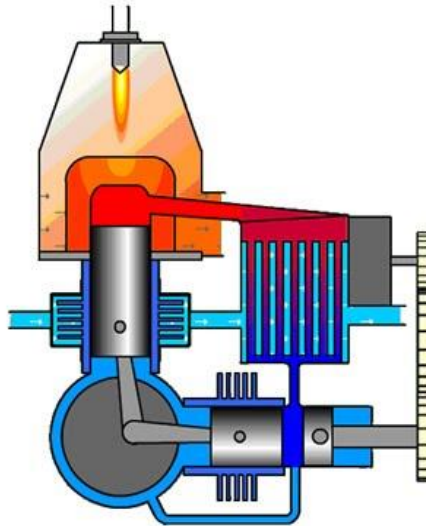


Рисунок 1. Схема двигуна Стірлінга

Висновки. На наш погляд, перспективним напрямом є створення систем енергопостачання на солом'яних рулонах в якості альтернативних тепло для вироблення електрики і гарячої води. Завдання альтернативного паління для сільськогосподарських споживачів пропонується вирішити за допомогою міні-котельної. Паливом для цього пристрою являтимуть рулони соломи, зібрані прес-підбирачем. Котельну установку підключати до діючих систем теплопостачання. Теплової потужності котельної установки буде достатньо для опалювання в зимовий період.

Список використаних джерел

1. Використання соломи культур як палива. URL: <http://esco-ecosys.narod.ru-20117/art025.pdf> (дата звернення: 13.04.2021).
2. Альтернативне паливо. Переробка відходів сільського господарства. URL: <http://www.ipa-don.ru/offers/projects/altt> (дата звернення: 13.04.2021).
3. Бурцева С. О., Постол Ю. О. Ефективність теплових насосів. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 33-34.
4. Стойков В., Постол Ю. О., Гулевський В. Б. Про використання теплових насосів у розвинених країнах та широкомасштабне впровадження в Україні. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 701-706.
5. Абаджян Є. Б., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Використання двигунів зовнішнього згоряння для вироблення електричної енергії. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнародна наук.-практ. інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 692-695.

УДК 620.9**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ДОМАШНЬОГО СТАЦІОНАРНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІТРОГЕНЕРАТОРА****Сілі І. І., к.т.н.****e-mail:** ivansili1012@gmail.com*Приазовський Державний Технічний Університет
кафедра «Біомедична інженерія»*

Актуальність та постановка проблеми. Вітер - це одна з найдоступніших форм серед поновлюваних джерел енергії. Напрямок потоків вітру мінливий і повністю залежить від рельєфу земної поверхні, присутності водойм, рослинності. Людина спочатку навчилася перетворювати енергію руху повітряних мас в механічну, а згодом і в електричну енергію.

В даний час в усьому світі спостерігається підвищений інтерес до використання в різних галузях економіки нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. Ведеться бурхлива дискусія про вибір шляхів розвитку енергетики. Це пов'язано перш за все зі зростаючою необхідністю охорони навколишнього середовища і виснаженням корисних копалин природних ресурсів, а також з необхідністю підвищення енергоефективності промислових і побутових комплексів.

Вітрогенератори підрозділяються по розташуванню осі обертання на конструкції з вертикальною віссю (перпендикулярно землі) і горизонтальною віссю (паралельно землі).

Найбільшу популярність в промислових масштабах при створенні вітроелектростанцій отримали механізми з горизонтальною віссю обертання (горизонтальні вітрогенератори), вісь обертання турбіни яких розташована паралельно землі. Цей тип отримав назву «вітряка», лопаті якої обертаються проти вітру. Конструкція горизонтальних вітрогенераторів передбачає автоматичний поворот головної частини (в пошуках вітру), а також поворот лопатей для використання вітру невеликої сили. Механізми з вертикальною віссю наділені рядом суттєвих особливостей перед вітрогенераторами з горизонтальною віссю як зазначає в своїй роботі Cédric Philibert [1]. Відсутність вузлів під орієнтування на вітровий потік помітно зменшує все гідроскопічне навантаження. Через особливості своєї будови при абсолютно будь-якому напрямку вітру конструкція розташовується в абсолютно довільному положенні, через що вона простіша в своєму виконанні. У подібних механізмах виникнення обертання створюють підйомна сила лопатей, а також сили опору.

Основні матеріали дослідження. В основу нашої розробки поставлена задача удосконалити існуючі види вітрогенераторів на базі вихрової труби шляхом встановлення додаткових конструктивних елементів та виконання її у вигляді вертикальної гіперболічної труби Ранка-Хілша, що дає можливість підвищити ККД пристрою та величину генерації електричної енергії.

Поставлена задача вирішується тим, що стаціонарний вертикальний вітрогенератор містить раму, яка виконана у вигляді гіперболічної труби Ранка-Хілша, згідно запропонованої моделі, встановлено направляючу шайбу у нижній частині труби, два типи завихрувачів, що задають протилежні напрямки потоку вітру в трубі, елементи Пельтьє і витягну шайбу.

Застосування запропонованої конструкції за рахунок відмови від використання електромагнітних обмоток, дозволяє спростити конструкцію. Застосування двох типів завихрувачів для вітрогенератора запропонованої конструкції, дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії та величину генерації електричної енергії, за рахунок розділу потоків повітря з різними напрямками обертання.

Стаціонарний вертикальний вітрогенератор містить витягну шайбу 1, елементи Пельтьє 2, гіперболічну трубу 3 у вигляді труби Ранка-Хілша, направляючих шайб 4, двох типів завихрувачів за годинниковою стрілкою 5 та проти годинникової стрілки 6. На розроблену модель стаціонарного вертикального вітрогенератора був отриманий патент на корисну модель [2].

Пристрій використовують наступним чином. Стаціонарний вертикальний вітрогенератор монтується на спеціальному майданчику, де закріплюють трубу генератора 3 у вертикальному

положенні. Потіки повітря потрапляють у завихрувачі 5 і 6, якими задається напрямок обертання потоків повітря всередині труби 3. Відомий вихровий ефект або ефект Ранка-Хілша відповідно до якого, при проходженні потоку газу по плавно звужуючій поверхні труби у її зовнішньої стінки утворюється область підвищеної температури газу, а у внутрішній - область зниженої температури. У вітрогенераторі холодне повітря, за рахунок вихрового ефекту та направляючої шайби 4, буде формуватися у центральній частині, а гаряче витиснеться на периферію - до стінок труби.

На кінці труби встановлені елементи Пельтьє 2, які обтікаються холодним повітрям з одного боку, та гарячим з іншого. В результаті на вихідних клеммах елемента Пельтьє виникає різниця потенціалів певної величини. Електроенергія, яка при цьому генерується, направляється до електромережі. Витяжна шайба 1 полегшує вихід повітря з труби 3.

Висновки. В роботі проаналізовано існуючі методи та пристрої генерації електричної енергії з вітру з вертикальною віссю. Також підкреслено, що більша частина Приазов'я знаходиться в найкращому регіоні з точки зору вітрового потенціалу України, і тому доцільно розвивати вітроенергетику саме на півдні Запорізької та Донецької області, а в перспективі – автономні домашні вітрогенератори. Визначено, що механізми з вертикальною віссю наділені рядом суттєвих особливостей перед вітрогенераторами з горизонтальною віссю, і можуть бути використанні для генерації в домашніх умовах з більшим ККД.

Використання елементів Пельтьє дозволило генерувати електричну енергію лише базуючись на різниці двох закручених потоків повітря всередині труби. На розроблену модель стаціонарного вертикального вітрогенератору був отриманий патент на корисну модель.

Список використаних джерел

1. Philibert C. Three reasons why renewable energy is so important to the power industry. 2015. URL: <https://www.gepowerconversion.com/inspire/three-reasons-why-renewable-energy-so-important-power-industry> (дата звернення: 13.04.2021).
2. Стаціонарний вертикальний вітрогенератор: пат. 139807 Україна: МПК F03D 5/00. № u201906121 / І. І. Сілі, О. В. Лисенко, В. О. Петров, Д. М. Коваль; заявл. 03.06.2019; Опубл. 27.01.2020, Бюл. № 2.

УДК 621.357.12

ВИРОБНИЦТВО ПОНОВЛЮВАЛЬНОГО ПАЛИВА (ВОДНЮ) МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОЛІЗУ**Іконніков В. Л., аспірант****e-mail:** valeriyik1977@gmail.com**Назаренко І. П., д.т.н., професор****e-mail:** ihor.nazarenko@tsatu.ed*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність та постановка проблеми. Відновлювана енергетика набирає швидкий розвиток і є пріоритетною в Україні. Цього не можна сказати про перспективну, на наш погляд, екологічну водневу енергетику. Вона надає можливість раціонально використовувати існуючий потенціал зеленої енергетики і залучити інвестиції в розвиток зеленої економіки. Головною перевагою водню є його екологічність, адже в його генерації приймає участь звичайна вода, і вода буде продуктом окислення водню для отримання теплової або електричної енергії.

Основні матеріали дослідження. Воднева енергетика — це нова концепція в енергетиці. Водневу енергетику відносять до зеленої, відновлювальної та соціально відповідальної. Насправді її можна вважати просто ще одним природним станом води або так званім новим енергетичним кругообігом води в природі: з води в енергію і знову в воду. Розглядаючи різні методи отримання водню з води, а саме: електроліз [1, 2], термохімічні методи і їх комбінації, фотоліз, радіоліз і деякі інші, які можуть сприяти створенню індивідуальних енергетичних систем, для застосування у невеликих сільгоспвиробників.

Основна мета дослідження - виявлення енергетичної ефективності отримання поновлювального палива (водню) методом електролізу.

В ході експериментальних досліджень електролізу було використано очищену медичну дистильовану воду. Експериментальні дослідження проводились на лабораторній установці, яка складалась з джерела живлення постійної напруги (лужні батарейки АА 1.5В), вольтметр-амперметра DSN-VC288, електролізера, двох камер об'ємом 20 см³ для накопичення водню та об'ємом 10 см³ для накопичення кисню. Для проведення експерименту було використано електролізер з металевими електродами покритими платиною та розділених між собою електролітичною мембраною. Мембрана являє собою плівку з твердополімерного електроліту (перфторірованого сульфокатіонітного полімеру (Nafion, МФ4-СК), яка проводить водневі іони (протони) з анода на катод. Використання в якості електроліту твердополімерних мембрани дозволяє досягти близьке розташування електродів, що забезпечує високу щільність струму, та дозволяє зменшувати вагу, вартість, обсяг і покращувати якість роботи електролізера. Нерухомий твердий електроліт спрощує герметизацію в процесі виробництва, зменшує корозію, і забезпечує довший термін служби. В ході експерименту на електроди подавалась постійна напруга, при якій відбувався процес електролізу. Кінцевим результатом електролізу було отримання 20 см³ водню. Напруга, яка подавалась на електроди в експерименті, складала 2,8 В та вимірювалась вольтметром-амперметром DSN-VC288. В експерименті були визначені залежності напруги та струму на електродах електролізера від часу та об'єму накопичення водню. Так напруга коливалась в діапазоні від 1,5 до 1,9 В, струм - від 1,13 до 0,34 А, час накопичення камери об'ємом 20 см³ воднем 20 см³ склав 280 с.

Витрати електричної енергії на виробництво водню лабораторним електролізером розраховуємо за формулою:

$$W = I \cdot U \cdot t, \quad (1)$$

де W – енергія, Дж;

I - струм, А;

U - робоча напруга, В;

t - час роботи електролізера, с.

На підставі розрахунку витрати електричної енергії на отримання 20 см³ водню склали 280,2 Дж.

Розглянемо взаємодію водню з киснем при якому відбувається виділення тепла (спалювання).

Якщо взяти 1 моль H₂ (2 г) і 0,5 моль O₂ (16 г) при стандартних умовах і порушити реакцію, то відповідно до рівняння



після завершення реакції утворюється 1 моль H₂O (18 г) з виділенням енергії 285,8 кДж / моль, відповідно до 20 см³ водню складе 256,6 Дж. Відповідно втрати енергії складають 23,6 Дж, що складає 9 %.

Висновки. Результати досліджень дозволяють визначити, що енергія затрачена на виробництво перевищує енергію спалювання лише на 9 %. Виходячи з цього показника отримання водню методом електролізу можна розглядати в якості акумулювання енергії від відновлювальних джерел енергії.

Список використаних джерел.

1. Введение в водородную энергетику / Э. Э. Шпильрайн, С. П. Малышенко, Г. Г. Кулешов; под ред. В. А. Легасова. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 264 с.

2. Якименко Л. М., Модылевская И. Д., Ткачек З. А. Электролиз воды. Москва: Химия, 1970. 264 с.

УДК 628.8:621.311

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ**Щербаков С. В., студент****Постол Ю. О., к.т.н.****Стручаєв М. І., к. т. н.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***e-mail:** serjik347555@gmail.com;**e-mail:** yulia.postol@tsatu.edu.ua;**e-mail:** mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

Актуальність та постановка проблеми. В даний час тарифи на теплову і електричну енергію постійно підвищуються. Це пояснюється існуючими способами їх генерації і недостатнім виробництвом палива з місцевої сировини. Одним з варіантів зниження витрат на опалення є перехід на автономні котельні і розвиток відновлюваної енергетики. У структурі споживання теплової енергії сільської місцевості домінує опалення будівель. На це доводиться до трьох чвертей всього споживання тепла. В окремих населених пунктах ця частка може досягати 85%, де питома витрата теплової енергії на опалення житлового фонду досягає 0,25-0,90 Гкал / м² на рік при середньому значенні 0,18 Гкал / м² на рік. Необхідно робити капітальний ремонт і термомодернізацію наявного фонду будівель, встановлення приладів обліку тепла у споживачів. У програмах з підвищення ефективності теплопостачання реалізуються проекти з модернізації котельень, перекладки теплових мереж на попередньо ізольовані труби, по установці індивідуальних теплових пунктів в багатоквартирних будинках і будівлях соціальної сфери, по утепленню житлових будинків, оснащенню по-будинковими і квартирними приладами обліку [1].

Основні матеріали дослідження. Підвищення енергоефективності це завдання зниження споживання тепла та ліквідації його дефіциту. За рахунок заходів по підвищенню ефективності використання теплової енергії і зниження теплових втрат можна забезпечити необхідні параметри системи теплопостачання [2] та відмовитися від необхідності використовувати електрообігрівачі. Тут треба відмітити, що при високій ефективності самих електрообігрівачів (їх ККД звичайно понад 90%), ККД електростанцій не перевищує 36%, тому застосовувати електрообігрівачі можна тільки в спеціальних випадках. Автономні котельні для теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства на сучасному етапі можуть розглядатися як найбільш раціональне інженерне рішення [3], що забезпечує централізовану подачу теплової енергії при відсутності додаткового споживання електричної.

Використовуючи когенерацію на котельнях можна підвищити енергоефективність за рахунок перетворення частини теплової енергії в електричну, яка покриває як власні потреби котла та котельні, так і потреби в електроенергії всієї системи опалення [4]. Для отримання з теплової енергії електричну існує п'ять технологій: 1 - двигуни Стірлінга; 2 - мікроцикл Ренкіна; 3 - цикл Каліни; 4 - термоелектричні перетворювачі; 5 - органічний цикл Ренкіна.

Двигун Стірлінга має високу ефективність і знайшов своє застосування при температурах 650-800 °С і вище, але при температурі мережної води 95 °С його не застосовують. Мікроцикл Ренкіна ефективний тільки для спільного вироблення тепла і електрики, що не вимагається в даному випадку. Цикл Каліни для температури парів аміаку перед турбіною 90 °С, тиску 25 бар, ступеня сухості 0,8 має електричний ККД 8,7%. Термоелектричні перетворювачі мають дуже низьку ефективність - нижче 5%.

Органічний цикл Ренкіна. Відмінністю органічного циклу Ренкіна від звичайного циклу Ренкіна є те, що робочим тілом є не вода, а органічні сполуки (наприклад фреон) з більш низькою температурою кипіння [5], в порівнянні з водою. Схема котельні з використанням циклу Ренкіна представлена на рис. 1.

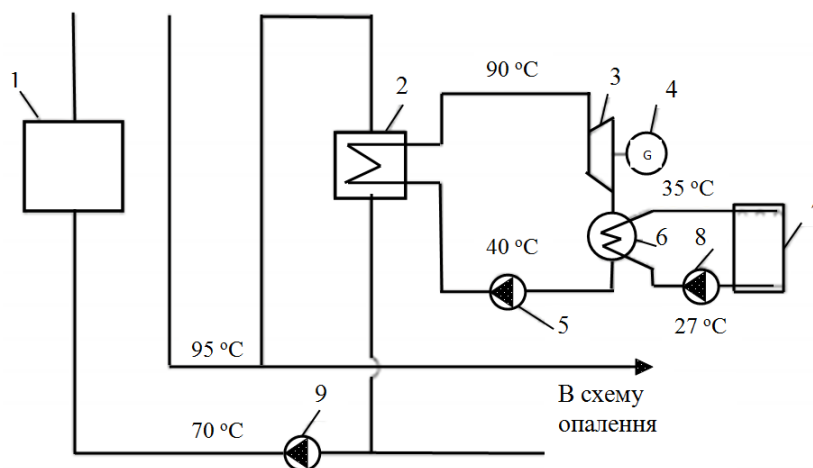


Рисунок 1. Схема котельні з використанням органічного циклу Ренкіна: 1 - котел; 2 - випарник; 3 - турбіна; 4 - електрогенератор; 5 - живильний насос; 6 - конденсатор; 7 – градирня; 8 - циркуляційний насос; 9 – насос системи опалення

Для температур джерела теплоти 91-149 °С в якості робочого тіла рекомендується приймати фреон R245fa завдяки його добрим термодинамічним властивостям. Для котельні з використанням органічного циклу Ренкіна на фреоні R245fa можливий електричний ККД 10,2%. Фреон R245fa можна замінити на фреон з подібними властивостями R142b.

Двигуни Стірлінга мають ефективність до 30 %, але для цього необхідна температура джерела теплоти 650-850 °С. Мікроцикл Ренкіна потребує ще вищі температури джерела теплоти 750-950 °С. Термоелектричні перетворювачі, як вже відзначалось, мають дуже низьку ефективність - нижче 5%.

Проведемо порівняння можливостей реалізації двох з існуючих п'яти технологій підвищення енергоефективності систем опалення. Найбільш важливі технічні та економічні параметри органічного циклу Ренкіна та циклу Каліни представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння технологій підвищення енергоефективності систем опалення

Параметри	Органічний цикл Ренкіна	Цикл Каліни
Робоче тіло	R142b	Водо-аміачна суміш
Тиск робочого тіла, МПа	P=1,0	P=2,5
Температура робочого тіла, °С	T=90	T=90
Використане тепло, кВт	98	115
Потужність, кВт	10	10
Відпущена теплова потужність, МВт	2,902	2,885
Електричний ККД, %	10,2	8,7
Собівартість виробленої електроенергії, грн./(кВт*ч)	1,1376	1,2895
Капітальні вкладення, млн.грн.	0,660	0,750
Витрати, млн. грн./рік	0,887	1,006
Термін окупності, років	2	3

З таблиці видно, що серед технологій підвищення енергоефективності систем опалення

найбільш вигідною є органічний цикл Ренкіна. Термін його окупності складає 2 роки.

Установки, які працюють на органічному циклі Ренкіна малої потужності діляться на: дуже малі (менше 10 кВт) та середньо малі (10-100 кВт). В органічному циклі Ренкіна дуже малої потужності використовуються турбіни спірального і гвинтового типу. В органічному циклі Ренкіна середньо малої потужності використовуються турбіни осьового типу.

Висновки. Впровадження автономних котелень на базі твердопаливних котлів і надбудовою установкою, працюючої за органічним циклом Ренкіна, дозволить:

- 1) будівництво котелень незалежно від розміщення ліній електропередачі;
- 2) створити альтернативу дизельним електростанціям для отримання електроенергії в сільських районах шляхом комбінованого виробництва теплової і електричної енергії на автономних котельнях;
- 3) стимулювати впровадження відновлюваної енергетики в комбінації з автономними котельнями для великих населених пунктів;
- 4) стимулювати виробництво паливних пеллет та брикетів з відходів сільськогосподарського виробництва, а саме з лузги соняшника, соломи і таке інше;
- 5) підвищити енергоефективність систем опалення за рахунок впровадження когенерації виробництва теплової та електричної енергії;
- 6) стимулювати розвиток технології з використанням органічного циклу Ренкіна;
- 7) розвивати турбобудування дуже малої (менше 10 кВт) та середньо малої потужності (10-100 кВт).

Список використаних джерел

1. Трикоз В., Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
2. Носань С. В., Постол Ю. О., Ковальов О. В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.
3. Котельні установки в сільському господарстві / Л. І. Грачова, М. І. Стручаєв, С. О. Кислий, О. П. Вербицький. Київ: Урожай, 1991. 167 с.
4. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 28-29.
5. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Верхованцева В. О. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 1. С. 3-8.

УДК 621.311.25

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПАЛИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ**Іконніков В. Л., аспірант****e-mail:** valeriyik1977@gmail.com**Назаренко І. П., д.т.н., професор****e-mail:** ihor.nazarenko@tsatu.edu.ua*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність та постановка проблеми. Сучасною стратегією передових країн світу стає відновлювана енергетика. Воднева енергетика — це нова концепція в енергетиці. Для України воднева енергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи високу залежність країни від імпортованих енергоносіїв. Однак в Україні воднева енергетика досі залишається новим видом енергії. Воднева енергетика - це одно з перспективних способів прямого, екологічно чистого перетворення хімічної енергії палива в електричну з використанням паливних елементів. Як тільки буде знайдений ефективний спосіб отримання водню, паливні елементи зможуть використовуватися повсюдно, та замінити вже звичні джерела, що працюють на вуглеводневому паливі. Для введення технології в активне використання, необхідно підвищувати ефективність використання паливних елементів, що є актуальною проблемою.

Основні матеріали дослідження. Паливні елементи досі в значній мірі є експериментальною технологією. Великий інтерес, який виявляють останнім часом у багатьох країнах до паливних елементів, обумовлений широкою перспективою їх застосування в різних галузях народного господарства. Водневий паливний елемент являє собою електрохімічний пристрій на зразок батарейки, який виробляє електрику за допомогою хімічної реакції між воднем і киснем, а продуктом хімічної реакції є чиста вода, тоді як при спалюванні, наприклад природного газу, утворюється екологічно шкідливий вуглекислий газ. Конструкції паливних елементів можна класифікувати кількома способами а саме: за типом використовуваного електроліту, типу використовуваного палива і окиснювача та по робочій температурі (яка також багато в чому визначається типом електроліту і палива). В свою чергу за типом електроліту розрізняють п'ять основних видів паливних елементів: твердополімерні (з твердополімерним електролітом, ТПТЕ), водно-лужні (ЩТЕ), фосфорнокислі (ФКТЕ), расплавнокарбонатні (РКТЕ) і твердооксидні (ТОТЕ) паливні елементи.

Основною метою досліджень є виявлення ефективності отримання електричної енергії паливним елементом за допомогою хімічної реакції між воднем і киснем.

Дослідження велись використовуючи лабораторний паливний елемент з твердополімерним електролітом ТПТЕ (PEMFC). В якості електроліту використовується тверда полімерна мембрана (плівка), яка проводить водневі іони (протони) з анода на катод. Мембрана являє собою плівку з твердополімерного електроліту (перфорованого сульфокатіонітного полімеру (Nafion, МФ4-СК). За рахунок використання в якості електроліту твердополімерні мембрани досягається близьке розташування електродів, що забезпечує високу щільність струму на них та дозволяє зменшувати вагу, вартість, обсяг і покращувати якість роботи паливного елемента. Нерухомий твердий електроліт спрощує герметизацію в процесі виробництва, зменшує корозію і забезпечує довший термін служби. Електроди виготовлені з металу та покриті каталізатором – платинової групи.

В ході експериментальних досліджень паливного елемента було використано очищені водень та кисень. Експериментальні дослідження проводились на лабораторній установці, яка складалась з паливного елемента, вольтметра-амперметра DSN-VC288, двох камер об'ємом 20 см³ з воднем та об'ємом 10 см³ кисню та в якості навантаження використовувався опір 5,4 Ом..

Кінцевим показником дослідження була хімічна реакція 20 см³ водню з киснем та отримання електричної енергії. В експерименті були визначені залежності напруги та струму на електродах паливного елемента в залежності від часу та зменшення об'єму водню при хімічній реакції. Так, напруга, яка знімалась з електродів при експерименті, коливалась в діапазоні від 0,5-0,6 В, струм від 1,1-1,11 А та вимірювалась вольтметром-амперметром DSN-VC288, час витрати

20 см³ водню склав 1000 с

Отриману електричну енергію вироблену паливним елементом розраховуємо за формулою:

$$W = I \cdot U \cdot t, \quad (1)$$

де W – енергія, Дж;

I - струм, А;

U - робоча напруга, В;

t - час роботи електролізера, с.

На підставі розрахунку отримали електричну енергію з хімічної реакції 20 см³ водню з киснем, яка складає 55 Дж.

Довідкова вища об'ємна теплота згоряння, 1 м³ водню дорівнює 12,83 кДж [1,], відповідно до 20 см³ водню складе 256,6 Дж. Виходячи з цього, втрати енергії складають 201,6 Дж, або 78 %.

Висновки. Паливний елемент з твердополімерним електролітом ТПТЕ дозволяє отримати ефективність генерації електричної енергії при окисненні водню на рівні 22%, що є дуже низьким показником для енергетичних технологій.

Список використаних джерел

1. Введение в водородную энергетику / Э. Э. Шпильрайн, С. П. Мальшенко, Г. Г. Кулешов; под ред. В. А. Легасова. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 264 с.

УДК 662.756.3

ВИРОБНИЦТВО ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Данилевський Б., студент

Кушлик Р. Р., к.т.н., ст. викл.

e-mail: kushlykr@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Аналізуючи світовий ринок рослинної продукції, можна упевнено стверджувати, що найближчими роками перспективним стане виробництво відновлюваних джерел енергії і перш за все рослинного пального для дизельних двигунів. Адже за оцінкою ОПЕК, ресурсного потенціалу видобутку нафти країн-учасників ОПЕК вистачить на 75 років, а в інших країнах – на 25 років. Тому, спрямування аграрного потенціалу на виробництво відновлюваних джерел енергії, якими можна було б замінити мінеральні енергоносії, є перспективним та пріоритетним напрямком розвитку аграрного сектору та економіки України в цілому [1].

Основні матеріали дослідження. Використання рослинних олій, як моторного пального відомо давно. Достатньо відзначити, що ще в 1900 році на всесвітній виставці в Парижі був представлений двигун, який працював на арахісовій олії. Тай у патенті на двигун Р. Дізеля рослинна олія називалась як один із видів пального.

З поміж олійних рослин, як джерело отримання пального для дизельних двигунів найбільший інтерес представляє ріпак. Ріпакова олія має високий вміст жирів, що забезпечує її високу теплоту згорання [2,3]. В останні роки в багатьох країнах світу почали активно розробляти нове екологічно-чисте пальне із сільськогосподарської культури ріпаку. Піонером в цій галузі є Німеччина, де в даний час на біопальному працюють як легкові, так і великовантажні автомобілі.

Використання в якості моторного пального продуктів органічної (рослинної) сировини є доцільним з точки зору відновлюваності сировинних ресурсів. Ці продукти не містять сполук сірки і утворюють при згорянні набагато менше таких шкідливих речовин, як оксид вуглецю, багатоатомні вуглеводні, сажа, оксиди азоту. Тому найбільш перспективним напрямком заміщенням нафтових палив альтернативними продуктами в Україні є використання в якості пального для двигунів внутрішнього згорання палив, отриманих з біологічної сировини.

Технологічна схема одержання біопального із ріпаку показана на рис. 1 [4].

Насіння ріпаку засипають у спеціальний контейнер, звідки воно шнековим транспортером подається на маслобійку. Прес маслобійки вичавлює олію, яка подається в спеціальні ємності. Знежирений шрот вивантажують у причіп і подають на склад, а олію фільтрують і заливають в реактор. Також в реактор додають метанол і каталізатор - гідроокис калію (КОН). Температуру суміші в реакторі підтримують на рівні близько 50⁰С, при цьому відбувається постійне її перемішування. Внаслідок хімічної реакції утворюються дві нові речовини – ріпако - метиловий ефір (РМЕ), відомий також як біодизель і гліцерин. Після закінчення реакції суміші дають відстоятись. На загал частка біопального в одержаному продукті становить 75%, а решта – гліцерин. Пальне одержують після видалення з олії гліцерину. Якщо гліцерин не вилучити, буде відбуватися закоксування форсунок паливної системи двигуна [5].

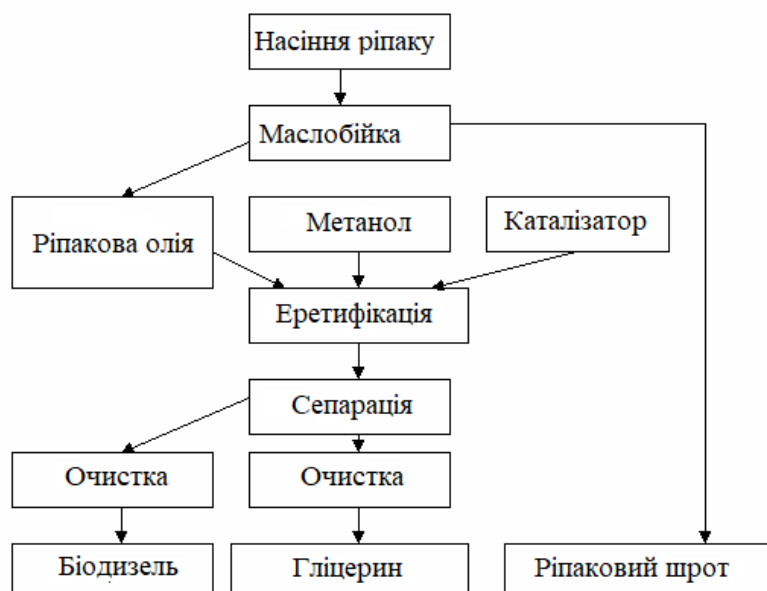


Рисунок 1. Процес отримання біопального із насіння ріпаку

Висновки. Якщо господарства, які сіють ріпак засвоять технологію виробництва біопального і будуть мати його «стратегічний запас», вони зможуть проводити весняно-польові і збиральні роботи незалежно від поставок дизельного пального. Досвід використання біопального із ріпакової олії в дизельних двигунах свідчить про його відповідність по хімічному складу викопному дизельному пальному із нафти і встановленим стандартам.

Список використаних джерел

1. Кушлик Р. В. Сучасні технології для одержання біодизеля. *Енергозабезпечення технологічних процесів*: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конференції пам'яті І. І. Мартиненка та з нагоди 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету (8-9 червня 2017 року). Мелітополь: ТДАТУ, 2017. С. 56–58.
2. Кушлик Р. Р. Аналіз видів біопалив для сільськогосподарської техніки. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 2. С. 242-248.
3. Кушлик Р. Р. Альтернативне паливо для сільськогосподарської техніки. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2015. Вип. 164: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 169-170.
4. Струков В. С., Риженко О. І., Кушлик Р. В. Технологія виробництва біодизельного пального із насіння ріпаку. *Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів*: матеріали IV Всеукр. наук.-техн. Інтернет конференції студентів та магістрів за підсумками наукових досліджень 2016 року. Мелітополь, ТДАТУ, 2017. Вип. 4. С. 31.
5. Кушлик Р. В., Журавель Д. П., Кушлик Р. Р. Дизельне паливо із ріпаку. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2007. Вип. 7 т. 1. С. 145-150.

УДК 620.92**ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ГІБРИДНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ****Сиротюк С. В., к.т.н.****Сиротюк В. М., к.т.н.****Коробка С. В., к.т.н.****Чижевський Н. В., магістрант****Візний В. М., студент***Львівський національний аграрний університет, Дубляни***e-mail: ssyr@ukr.net****e-mail: valsyr@ukr.net****e-mail: korobkasv@ukr.net****e-mail: naz380968636151@gmail.com****e-mail: viva.viznyu@gmail.com**

Актуальність та постановка проблеми. Однією із особливостей значної кількості об'єктів цивільного будівництва в сільській місцевості є їх розосередженість та віддаленість централізованих джерел енергопостачання. Тому, енергозабезпечення об'єктів цивільного будівництва в сільській місцевості не завжди вирішується шляхом забезпечення доступу до необхідних централізованих енергетичних мереж (електрифікація, газифікація, тепlopостачання тощо), що зумовлено, серед іншого, економічною доцільністю.

Таким чином доцільно розглядати варіант енергопостачання таких об'єктів за рахунок використання обладнання перетворення відновлюваних джерел енергії.

Основні матеріали дослідження. Основним стримуючим фактором на шляху використання обладнання перетворення відновлюваних джерел енергії є суттєва часова нерегулярність (сезонна, добова та короткочасна) їх надходження. Ця природна нерівномірність зумовлюється сезонними кліматичними змінами, добовою флуктуацією температурно-вологісно-світлового режиму навколишнього середовища та короткочасними змінами, викликаними випадковими збуреннями потоків енергії.

Однак, слід зазначити, що ця нерівномірність для кожного з видів відновлюваної енергії проявляється не синхронно. Тому, є можливість подолання окремих нерівномірностей за рахунок сумісного використання різних природних енергетичних джерел для систем енергозабезпечення об'єктів цивільного будівництва.

Ця ідея покладена в основу створення гібридних систем комплексного використання відновлюваних джерел енергії для підвищення рівня надійності енергозабезпечення сільськогосподарських та побутових об'єктів. На рисунку подано типовий середньомісячний енергетичний потенціал енергії вітру та сонця, який ілюструє можливість часткової компенсації нерівномірності їх надходження.

Зокрема, в складі гібридної енергетичної системи можуть бути використані наступні види відновлюваних джерел: сонячна теплова та фотоелектрична; вітрова; енергія малих річок; низькотемпературна енергія навколишнього середовища та надр; енергія біомаси тощо.

Основне завдання полягає в узгодженні енергетичних потреб об'єктів цивільного будівництва з інтенсивністю надходження енергії з відновлюваних джерел.

Для реалізації комплексного використання відновлюваних джерел енергії необхідно здійснити наступні етапи: аналіз енергоспоживання конкретного об'єкта; аналіз енергетичних потреб щодо доцільності використання різних видів енергії (електрична, теплова, механічна); моніторинг природних енергоресурсів стосовно особливостей регіону; розробка екологічних вимог щодо використання

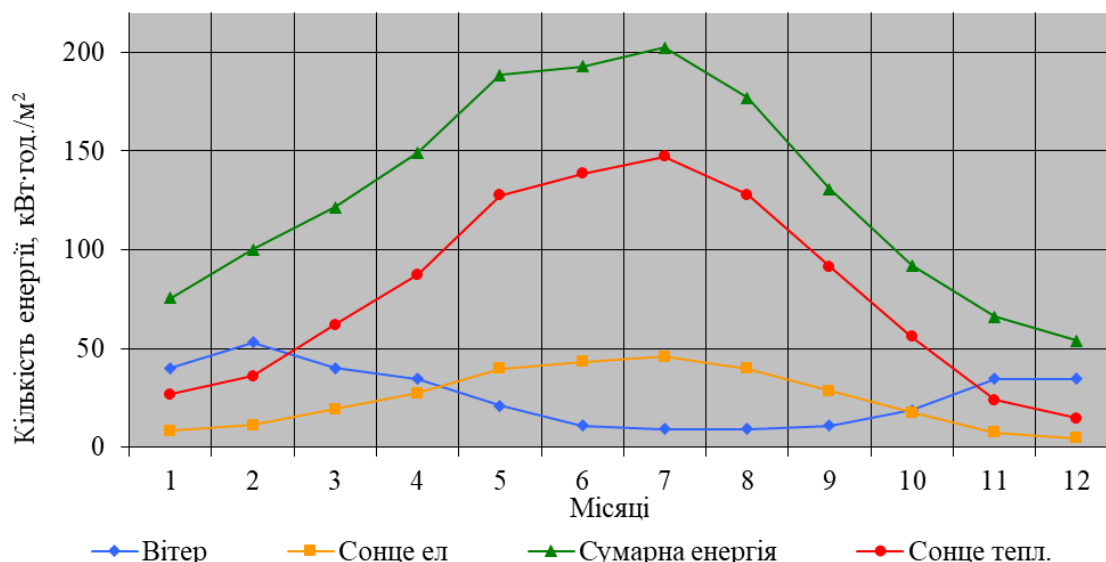


Рисунок - Типовий середньомісячний енергетичний потенціал, кВт·год./м²

енергетичного обладнання; обґрунтування структури і параметрів апаратних засобів для сприйняття, перетворення і використання відновлюваних джерел енергії; розробка і реалізація проектів гібридних систем енергозабезпечення об'єктів цивільного будівництва.

При виконанні моніторингу природних енергоресурсів необхідним є виявлення наступних показників: енергетична інтенсивність; розподіл за періодами року; регулярність і орієнтація природних енергетичних потоків; співвідношення між видами енергії; техніко-економічні показники сприйняття і перетворення енергії; аналіз технічних засобів для сприйняття і перетворення енергії.

Комплексне використання відновлюваних джерел енергії можна класифікувати за характером енергозабезпечення та використання енергетичних акумулюючих пристроїв: паралельне використання централізованого виду енергії з хоча б одним видом відновлюваного джерела енергії; паралельне використання двох і більше джерел відновлюваної енергії з незалежними акумулюючими пристроями або без них, для повного або часткового енергозабезпечення основних потреб; комплексне використання двох і більше джерел відновлюваної енергії з спільним акумулюючим пристроєм для повного або часткового електро- та теплопостачання.

Висновок. Застосування гібридних систем на базі засобів перетворення відновлюваних джерел енергії дозволяють частково компенсувати нерівномірність їх надходження, і тим самим забезпечити стабільність енергозабезпечення об'єктів.

Список використаних джерел

1. A hybrid system with intelligent control for the processes of resource and energy supply of a greenhouse complex with application of energy renewable sources / V. Syrotiuk et al. *Przeegląd Elektrotechniczny*. 2020. Vol. 96, № 7. P. 149-153. DOI: 10.15199/48.2020.07.28.
2. Syrotiuk V., Syrotyuk S., Boltianskyi B. Hybrid system of power supply with application of wind and solar energy. *TEKA. An International Quarterly Journal*. 2017. Vol. 17, № 4. P. 37-43.

УДК 62-5:621.548

**ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЛОПАТЕЙ ТА РОТОРІВ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК**

Сиротюк С. В., к.т.н.

Сиротюк В. М., к.т.н.

Чижевський Н. В., магістрант

Царюк С. В., магістрант

Візний В. М., студент

Львівський національний аграрний університет, Дубляни

e-mail: ssyr@ukr.net

e-mail: valsyr@ukr.net

e-mail: naz380968636151@gmail.com

e-mail: svatoslavcaruk@gmail.com

e-mail: viva.viznyy@gmail.com

Актуальність та постановка проблеми. Вітроенергетика – є однією із ключових галузей відновлюваної енергетики, яка забезпечує 15% частки загального обсягу генерування електричної енергії. В Україні вітроенергетика також стрімко розвивається і представлена великою кількістю встановлених вітропарків, сумарна потужність яких становить майже 794 МВт. Тому в навчальних планах підготовки фахівців напряму електрична інженерія виділяються щораз більше часу для вивчення спеціальних дисциплін, які пов'язані із відновлюваною енергетикою. Підготовка фахівців даної спеціальності, поряд із розвитком теоретичних засад, потребує розвитку матеріальної бази, яка може бути представлена як повнорозмірними установками, так і лабораторними стендами.

Важливим, з точки зору якісного розуміння процесів, які відбуваються у вітрових роторах вітроелектричних установок є дослідження аеродинамічних характеристик. Причому, ці характеристики можуть бути досліджені на макетах, які повторюють конфігурацію профілю лопатей. Одним із таких експериментів, які дозволяють оцінити якість та ефективність взаємодії лопаті вітрового ротора є побудова кривої Лілієнталя, яка характеризує її якісні показники..

Основні матеріали дослідження. Конструювання та експлуатація вітроелектричних установок (ВЕУ) завжди вимагає аналізу характеру взаємодії лопатей та роторів з вітровим потоком. Причому, цей аналіз здійснюється на різних етапах виконання робіт з конструювання установок, і обов'язково є процедурою дослідження у реальних вітрових установках. Оскільки проведення повнорозмірних експериментальних досліджень аеродинамічних характеристик лопатей та вітрових роторів ВЕУ є доволі вартісним, то доцільним є застосування масштабованих експериментів із використанням лабораторних стендів.

Для розробки лабораторного стенду слід розробити його структуру, що дозволить виявити потребу у контрольно-вимірювальних та управляючих засобах. Основними складовими такого стенда є: каркасна конструкція з розміщеною на ній аеродинамічною трубою, обладнана регульованим вентилятором для зміни швидкості вітру у заданому діапазоні та обладнана засобами вимірювання швидкості вітру; тензометричний вимірювальний пристрій, який обладнаний автоматичним поворотним приводом зміри кута атаки лопаті, яка взаємодіє з вітровим потоком; набір лопатей різного профілю; персональний комп'ютер та засоби вводу-виводу даних, реалізованих на базі мікроконтролерів, наприклад, типу Arduino. Реалізація лабораторного стенду також серед іншого передбачає виконання програмування як мікроконтролерів, так і екранного інтерфейсу користувача.

Експериментальні дослідження проводяться із застосуванням аеродинамічної труби, яка в певному масштабі відтворює вітровий потік, що дозволяє проводити плановані експерименти в умовах змінного та сталого вітру. Нами було розроблено аеродинамічну трубу, яка є основною складовою апаратно-програмних засобів лабораторного стенду для дослідження аеродинамічних характеристик лопатей та роторів ВЕУ. Для розміщення у робочій зоні макетів лопатей та роторів вітрових установок застосовано систему монтажних конструкцій, які виготовлені на базі нержавіючих трубок та полімерних фіксаторів труб із застосуванням різьбових та зубчастих елементів. Конструктивно розроблена конструкція, відповідно до назви, виконана у вигляді труби з оцинкованого листа, яка розміщена на зварній станині. Для створення вітрового потоку

застосовано вентилятор системи охолодження двигуна легкового автомобіля з живленням постійним струмом напругою 12В, що формує безпечність використання даної установки.

Особливістю системи живлення вентилятора є застосування ШІМ-контролера, який забезпечує можливість встановлення довільної швидкості вітру, а наявність ручного керування вихідної напруги дозволяє промоделювати змінну швидкість вітрового потоку.

До контрольно-вимірювальних та керуючих приладів аеродинамічної труби відносяться: система живлення вентилятора, яка реалізована на базі мікропроцесорного ШІМ-контролера з вихідним каскадом на базі потужних IGBT-транзисторів, що дозволяє змінювати поточні параметри вітрового потоку; система поточного вимірювання швидкості вітру, яка реалізована на базі тричашкового анемометра, оснащеного давачами Холла та магнітною системою, що дозволяє сформувати цифрову індикацію; система вимірювання частоти обертання валів вітрових роторів, яка організована на базі магнітної системи з первинними перетворювачами Холла; система вимірювання електричних параметрів електрогенераторів ВЕУ, зокрема величини струму та напруги, за якими формується індикація поточної потужності досліджуваної установки.

Для дослідження лопатей вітроустановок застосовано спеціальний електрифікований привод, який забезпечує встановлення лопаті відповідного профілю у вітровому потоці. Для визначення величини лобового опору та піднімальної сили застосовано тензоелектричні вимірювачі, виходи з яких після підсилення подаються на вимірювальну систему.

Крім того, для проведення інших видів експериментальних досліджень, установка додатково укомплектована іншими КВП, відповідно до специфіки виконуваного дослідження. Всі КВП, які мають цифровий або аналоговий вихід приєднуються до мікропроцесора сімейства ARDUINO, що дозволяє передавати вимірювані параметри для візуалізації та архівування даних до персонального комп'ютера з використанням, наприклад, програмного середовища IDE, LabVIEW тощо.

Висновок. Розроблений лабораторний стенд дозволяє здійснити вимірювання сили лобового опору та піднімальної сили лопатей з різним профілем, а також побудувати аеродинамічну характеристику макетів вітрових роторів.

Список використаних джерел

1. Сиротюк С. В., Боярчук В. М., Гальчак В. П. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру. Львів: Магнолія 2006, 2017. 182 с.
2. Фатеев Е. М. Ветро двигатели ветроустановки. Москва: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948. 544 с.