

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ



**Проблеми сучасної енергетики і автоматики
в системі природокористування
(теорія, практика, історія, освіта)**

Матеріали
XI Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 6-7 листопада 2024 р.

**Problems of modern power engineering and automation in the
system nature management
(theory, practice, history, education)**

Proceedings of the
XI International
Scientific-Technical Conference
Kyiv, 6-7 of November, 2024

Київ 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження

**Проблеми сучасної енергетики і автоматики
в системі природокористування
(теорія, практика, історія, освіта)**

Матеріали
XI Міжнародної науково-технічної конференції

м. Київ, 6-7 листопада 2024 р.

**Problems of modern power engineering and automation in the system nature
management
(theory, practice, history, education)**

Proceedings of the
XI International Scientific-Technical Conference

Kyiv, 6-7 of November, 2024

Київ 2024

Голова організаційного комітету

Ткачук В.А., д.е.н., професор, відмінник аграрної освіти України, заслужений працівник освіти України ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Співголови організаційного комітету

Тонха О.Л., д.с/г.н., професор, проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності;

Каплун В.В., д.т.н., професор, директор ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження;

- Заблудський М.М., заступник директора ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження з наукової роботи;

- Окушко О.В., завідувач кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій.

Відповідальний секретар комітету

Сорокін Д.С., к.т.н., доцент, доцент кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій.

Секретарі комітету

Васюк В.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій;

Сподоба М.О., Ph.D, асистент кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій;

Ликтей В.В., к.т.н., старший викладач кафедри інженерії енергосистем.

Члени організаційного комітету

- Самчук О.Г., голова Ради роботодавців ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження;

- Бабак В.П., академік НАН України, директор інституту загальної енергетики НАН України;

- Кондратенко І.П., чл.-кор. НАН України, завідувач відділу електромагнітних систем Інституту електродинаміки НАН України;

- Juri Jatskevich, PhD, Professor, IEEE Fellow, University of British Columbia, Vancouver, Canada;

- Садовий Є.А., директор з переробки продукції ТОВ «Астарта-Київ»;

- Сігал О.І., директор Інституту промислової екології;

- Khrunyk Yuliya, Institute of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, Leipzig University, Brüderstr. 34, Leipzig, D-04103, Germany;

- Куковальський В.О., генеральний директор ТОВ «Енерго-промислова група «Югенергопромтранс»;

- Szymon Glowacki, Department of Fundamentals of Engineering and Power Engineering, Institute of Mechanical Engineering, Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Warsaw, Poland;

- Монастирський З.Я., д.т.н., професор, голова ради директорів ГК «Світлотек»;

- Tomasz Nurek, Department of Biosystem Engineering, Institute of Mechanical Engineering, Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Warsaw, Poland;

- Hutsol Taras, Ukrainian University in Europe—Foundation, Balicka 116, Kraków, 30-149, Poland.

Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта): Матеріали наук.-техн конф., м. Київ 6-7 листопада.

У збірнику містяться матеріали доповідей, що розглядають проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта)

Видання розраховане на науковців, аспірантів, студентів.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

1.	ГРАФЕН ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ МАТЕРІАЛ У ЕНЕРГЕТИЦІ.....	16
	<i>Сподоба М.О., доктор філософії (Ph.D); Герасимчук В.О., студент</i>	
2.	РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	17
	<i>Матвієнко О.М., аспірант; Кривонос В.С., д.т.н., професор; Кривонос В.В., інженер</i>	
3.	ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ УНІВЕРСИТЕТУ ЧЕРЕЗ РЕКОНСТРУКЦІЮ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІ.....	19
	<i>Павленко В.М., к.т.н., доцент; Ткаченко М.В., студент</i>	
4.	СПОСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ТРИФАЗНИХ СПОЖИВАЧІВ, З'ЄДНАНИХ ЗІРКОЮ, ПРИ ОБРИВІ ЛІНІЙНОГО ПРОВОДУ.....	20
	<i>Вовк О.Ю., к.т.н., доцент</i>	
5.	ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВІДМОВ АПАРАТІВ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ.....	21
	<i>Білець О.В., студент; Радько І.П., к.т.н., доцент</i>	
6.	ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ В КОТУШКАХ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КОНТАКТОРІВ.....	22
	<i>Дяченко В.В., бакалавр; Березюк А.О., к.т.н., доцент</i>	
7.	РЕЖИМИ РОБОТИ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	23
	<i>Крук О. студентка</i>	
8.	ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР.....	24
	<i>Савченко В.В., к.т.н., доцент; Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Кресан А.М., студент; Перепелюк П.І., студент</i>	
9.	ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У МАГНІТНОМУ ПОЛІ.....	26
	<i>Савченко В.В., к.т.н., доцент; Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Марціяш А.М., студент; Органіста М.В., студент</i>	
10.	ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	28
	<i>Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Савченко В.В., к.т.н., доцент; Гусятинський Н.О., студент; Гуцал М.В., студент</i>	
11.	ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРИВОДНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАКУУМ-НАСОСІВ.....	30
	<i>Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Загнійний Н.М., студент; Бик П.Р., студент</i>	

СЕКЦІЯ 2. ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1.	ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ АНАЕРОБНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА.....	32
	<i>Чміль А.І., д.т.н., професор</i>	

2.	ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ. <i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Авхутський А.І., студент</i>	33
3.	СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО КОРИСТУВАННЯ.....	34
	<i>Кузнецов М.А., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
4.	АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	35
	<i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М.; ст. викладач Авхутський А.І., студент</i>	
5.	ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ В УМОВАХ ДЕФЦИТУ ПОТУЖНОСТЕЙ.....	36
	<i>Войтенко В.В., аспірант</i>	
6.	ПЕРЕНАПРУГА В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	38
	<i>Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Коваленко К.М., студент</i>	
7.	КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ.....	40
	<i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Лубенець Р.А., студент</i>	
8.	ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ 0,4 КВ.....	41
	<i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Лубенець Р.А., студент</i>	
9.	ВПЛИВ ПЕРЕНАПРУГ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	43
	<i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Коваленко К.М., студент</i>	
10.	THE EFFECT OF USING HYDROGEN FOR CARBURETED ENGINES.....	45
	<i>Dubovyk Volodymyr, senior lecturer; Gorodetskyi Viktor, assoc. prof., PhD; Afanasova Anastasiia, student; Pachev Artem, student</i>	
11.	RADIOISOTOPE SOURCES OF ELECTRICAL ENERGY.....	47
	<i>Dubovyk Volodymyr, senior lecturer; Gorodetskyi Viktor, assoc. prof., PhD; Polishchuk Valentyna, senior lecturer; Krychkovskyi Kiril, student</i>	
12.	THE INFLUENCE OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT DEPLOYMENT ON ELECTRICITY CONSUMPTION: A FACTOR ANALYSIS.....	49
	<i>Dmytro Matushkin, Ph.D.</i>	
13.	АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ БІОГАЗУ УТВОРЕНОГО У БІОГАЗОВИХ РЕАКТОРАХ.....	51
	<i>Сподоба М.О., PhD, асистент; Сподоба О.О., PhD</i>	
14.	ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	52
	<i>Рамш В.Ю. к.т.н., доцент; Потапенко М.В., к.т.н.</i>	
15.	ФАКТОРИ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРІВ ЯК РЕЗЕРВНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ.....	53
	<i>Гаруст В.В., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
16.	ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ НА БАЗІ WI-FI АВТОМАТА КМА-111-40.....	55
	<i>Лалак Д.М., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач</i>	

17.	ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОЇ ГРОМАДИ ЗА УМОВ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	57
	<i>Нечаєва Т.П., к.т.н., ст. дослідник, Тесленко О.І., к.т.н., ст. дослідник, Троханяк В.І., к.т.н, доцент</i>	
18.	СУЧАСНІ ПРОГРАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.....	59
	<i>Лалак Д.М., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач</i>	
19.	МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	60
	<i>Гаруст В.В., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
20.	СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ПОШКОДЖЕНОЇ МЕРЕЖІ.....	61
	<i>Подольський А.М., аспірант</i>	
21.	ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ В ОКРЕМИХ ПРИРОДНИХ УМОВАХ.....	64
	<i>Коломієць В.О., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
22.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	66
	<i>Слухай В.В., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
23.	ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОРОШКОВОГО ФАРБУВАННЯ.....	67
	<i>Науменко В.С., аспірант; Червінський Л.С., д.т.н., професор</i>	
24.	ОСОБЛИВОСТІ ВМИКАННЯ АНАЛІЗАТОРІВ ТА ДАТЧИКІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ....	68
	<i>Слухай В.В., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
25.	ПОПЕРЕДНЯ ПІДГОТОВКА ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ ДО ЗБРОДЖУВАННЯ НЕТЕПЛОВИМ ВПЛИВОМ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ.....	70
	<i>Клендій П.Б., к.т.н., доцент</i>	
26.	ВИБУХОВИЙ ДВИГУН ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ.....	71
	<i>Щеглюк М.Р., к.т.н., доцент; Щеглюк В.Р., інженер</i>	
27.	НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ЕНЕРГООСТРОВІВ ОТГ З КОМБІНОВАНИМ ВИРОБНИЦТВОМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ І ТЕПЛА.....	72
	<i>Троханяк В.І., к.т.н., доцент; Ковальчук С.І., PhD; Заблодський М.М., д.т.н., професор; Каплун В.В., д.т.н., професор; Макаревич С.С., к.т.н., доцент</i>	
28.	АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА У РОЗПОДІЛЬНІЙ МЕРЕЖІ З ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОЮ СТАНЦІЄЮ.....	74
	<i>Козін В.М., к.т.н., доцент; Гончарук Ю.О., студент</i>	
29.	АГРОВОЛЬТАЙКА- ПЕРСПЕКТИВНЕ ПОЄДНАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ФЕРМЕРСТВА.....	76
	<i>Червінський Л.С., д.т.н., професор</i>	
30.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛІТІСВИХ АКУМУЛЯТОРІВ.....	78
	<i>Лисіков О.Ю., аспірант; Червінський Л.С., докт. техн. наук, професор</i>	
31.	РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ СТРУМУ ВИТОКУ.....	79
	<i>Герасименко В. П., к.т.н., доцент; Н. В. Майбородіна, к.ф.-м.н.</i>	

32.	ВИДОБУТОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОТОГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	81
	<i>Соломко Н.О., Олешко М.І., спеціалісти вищої категорії, викладачі-методисти</i>	
33.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ТРЕКЕРІВ.....	83
	<i>Потапенко М.В., к.т.н.; Шаршонь В.Л., асистент</i>	
34.	АВТОНОМНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПРИВАТНОГО ДОМОГОСПОДАРСТВА З ВДЕ.....	84
	<i>Овсійчук Д. О., студент, Макаревич С.С., к.т.н., доцент</i>	
35.	ЛАБОРАТОРНИЙ ЗРАЗОК ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ІСНУЮЧИХ УСТАНОВОК З АКУМУЛЯТОРНИМИ БАТАРЕЯМИ, ІНВЕРТОРОМ НАПРУГИ ТА ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СОНЯЧНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ.....	85
	<i>Петренко А.В., к.т.н., доцент; Кругляк Г.В., ст.викл.; Ликтей В.В., к.т.н., ст.викл.</i>	
36.	NEW TECHNOLOGIES FOR PHOTOELECTRICITY IN AGRICULTURE.....	87
	<i>Evelina Stoykova, Nina Nikolova, Victor Kaplun, Svitlana Makarevych, Olena Shelimanova</i>	
37.	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАГРІВУ ДЛЯ СУШІННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	89
	<i>Савойський О. Ю., Козін В. М., к.т.н., доцент</i>	
38.	ФОСФАТНО-ВОЛЬФРАМАТНІ СКЛОКЕРАМІКИ ЯК ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ КОНЦЕНТРАТОРИ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.....	91
	<i>Чорній В.П., к.ф.-м.н.; Бойко В.В., к.ф.-м.н., доцент; Терещіленко К.В., д.х.н., доцент; Неділько С. Г., д.ф.-м.н., ст.н.с.</i>	
39.	УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ У БІОГАЗОВІЙ УСТАНОВЦІ.....	92
	<i>Гайдукевич С.В., старший викладач, Семенова Н.П., старший викладач</i>	
40.	ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ.....	94
	<i>Бойко В.В., к.ф.-м.н., доцент; Чорній В. П., к.ф.-м.н.; Неділько С.Г., д.ф.-м.н., ст.н.с.; Щербачький В. П., провідний інженер.</i>	
41.	МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРОБОЮ У ПЛАЗМОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ГОРІННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СУМІШЕЙ.....	95
	<i>Заблодський М.М., д.т.н., професор; Ковальчук О.І., аспірант</i>	
42.	ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ.....	96
	<i>Бабій В.Ю., студент; Ликтей В.В., к.т.н., ст. викл.</i>	
43.	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ЗАГАЛЬНИЙ БАЛАНС ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛЕЮ ЗВО.....	98
	<i>Масловський Н.Р., студент; Ликтей В.В., к.т.н., ст. викл.</i>	
44.	ПРОЕКТ СВІТЛОДІОДНОЇ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ ПТАХІВНИЦТВА.....	99
	<i>Васюк В.В., к.т.н., доц.; Андріяши В.В., студент</i>	
45.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖЕВОЇ СХЕМИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПОТУЖНІСТЮ 150кВт.....	100
	<i>Декер І.П., студент</i>	

46.	ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ БІОГАЗОВИХ І КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК.....	3 101
	<i>Бабак В. П. проф.; Ільчаков К. О., студент</i>	
47.	ОБРОБКА ВОДИ ІМПУЛЬСНИМ БАР'ЄРНИМ РОЗРЯДОМ.....	102
	<i>Крючков Р.Р. студент</i>	
48.	ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РІВНЯ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТУ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ НУБІП УКРАЇНИ.....	103
	<i>Радько І.П., к.т.н., доцент; Антипов Є.О., к.т.н., доцент; Ткаченко В.Р., студент</i>	
49.	РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЗНЕЗАРАЖУЮЧОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ.....	105
	<i>Бабенко М.А., студент; Усенко С.М., к.т.н., доц.,</i>	

СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ

1.	ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ ЗБРОДЖУЮЧОГО БІОМАТЕРІАЛУ.....	107
	<i>Павлов С. Г., аспірант; Лисенко В.П., д.т.н., професор; Лендєл Т.І. к.т.н., доц.</i>	
2.	ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБАСТНИХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ.....	109
	<i>Панталієнко Л.А, канд.фіз.-мат.наук, доцент</i>	
3.	ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ПІЩИ: АНАЛІЗ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.....	111
	<i>Куля Р.В., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
4.	ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ КУЛЬОВИМИ БАРАБАННИМИ МЛИНАМИ ДЛЯ РОЗМЕЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ.....	113
	<i>Федоришин Р.М., д.т.н., доцент; Лимич В.В.</i>	
5.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ.....	115
	<i>Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Гриценко Ю.В., студент</i>	
6.	МОДЕЛЮВАННЯ БІОФІЛЬТРА У АКВАПОННИХ СИСТЕМАХ.....	117
	<i>Залозний Р.В., аспірант; Засць Н.А., д.т.н., професор</i>	
7.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ОСВІТЛЕННЯ В ПТАШНИКУ.....	119
	<i>Маслей М.І., студент; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент</i>	
8.	СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ В РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРНЯХ.	120
	<i>Корольок В.В., студент; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент</i>	
9.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ОСВІТЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	121
	<i>Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент</i>	
10.	УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ НА ОСНОВІ ДВОПЕРІОДНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ.....	122
	<i>Сабо А.Г., к.т.н., доцент; Лопачький М.І., студент</i>	
11.	ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА ЛІСОПИЛОРАМІ.....	123
	<i>Петрів В.А., студент; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент</i>	
12.	ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИСТКИ ВІВСА НА ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» М. ПОЛТАВА.....	124
	<i>Барсукова Г.В., к.т.н., доцент; Клаптенко А.О., студент</i>	

13.	ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ РОЗДАЧІ КОРМІВ В КОРІВНИКАХ.....	126
	<i>Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Мукоріз А. І., студент</i>	
14.	ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ БСХМ-16 НА ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» М. ПОЛТАВА.....	127
	<i>Барсукова Г.В., к.т.н., доцент; Клаптенко А.О., студент</i>	
15.	МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВОРОНОК НА ПОЛЯХ ДЛЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ШЛЯХІВ НАЗЕМНИХ РОБОТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	129
	<i>Жук Д.Є. аспірант</i>	
16.	ПЕРЕДАЧА ДАНИХ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА ТОВ «ТОПАЗ».....	131
	<i>Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, Ліцман В.С., студент; Белік М.Р., студент</i>	
17.	ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ МОДУЛІВ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗЧИТУВАННЯ ДАНИХ ІЗ САН ШИНИ.....	133
	<i>Яцун О.В., к.ф.-м.н., асистент</i>	
18.	АНАЛІЗ ТЕСТОВИХ, КЕРУЮЧИХ І ЗБУРЮЮЧИХ СИГНАЛІВ.....	134
	<i>Горбачов О.С. аспірант</i>	
19.	ДИНАМІКА КОМБІНОВАНОГО ПОВІТРЯНО-РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЮВАЧА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБІГРІВУ МОЛОДНЯКА ТВАРИН...	136
	<i>Грищенко В.О., к.т.н., доцент</i>	
20.	СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУБСТРАТУ В БІОРЕАКТОРІ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОНАГРІВУ І АВТОМАТИКИ.....	138
	<i>Котов Б.І., д.т.н., професор; Панцир Ю.І., к.т.н., доцент; Герасимчук І.Д., к.т.н., доцент</i>	
21.	ПРОЦЕС ОБМІНУ ДАНИХ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА ТОВ «ТОПАЗ».....	140
	<i>Ліцман В.С., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент; Белік М.Р., студент</i>	
22.	ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ SCHNEIDER ELECTRIC У ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	142
	<i>Школик В.Р., студент</i>	
23.	АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕДАТОЧНОЇ ФУНКЦІЇ ПРОЦЕСУ ІЧ-НАГРІВУ ЗЕРНА.....	144
	<i>Калініченко Р.А., к.т.н., доцент</i>	
24.	КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ.....	146
	<i>Стратоненко С.В., студент</i>	
25.	ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ СУШІННЯ ЗЕРНА В БУНКЕРІ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ.....	147
	<i>Салантій Р.Д., студент</i>	
26.	ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВАЖЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ.....	149
	<i>Домінський В. О., студент</i>	

27.	АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	150
	<i>Михайличенко С.В., студент</i>	
28.	АВТОМАТИЗАЦІЯ БЮГАЗОВИХ УСТАНОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ RASPBERRY PI, ARDUINO, NODE.JS ТА BLOCKLY.....	151
	<i>Король О.О., студент</i>	
29.	ПРОБЛЕМАТИКА ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ ХВОРОБ РОСЛИН У СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ.....	152
	<i>Савченко І.В., аспірант; Болбот І.М., д.т.н., професор</i>	
30.	АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ СПОСОБІВ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА.....	153
	<i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Бурнос С.М., студент</i>	
31.	ВПЛИВ АВТОМАТИЗАЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА.....	156
	<i>Сіренко Ю.В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач; Бурнос С.М., студент</i>	
32.	ПРОБЛЕМИ ВІДМОВСТІЙКОСТІ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ЧАСОВО-ЧАСТОТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ.....	158
	<i>Коваль В.В., д.т.н., професор; Лисенко В.П., д.т.н., професор; Самков О.В., д.т.н., с.н.с.; Пилипенко Ю.В., к.т.н., с.н.с.; Піскун О.М.</i>	
33.	КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ.....	160
	<i>Чиркін О.Д., студент</i>	
34.	НЕЙРОМЕРЕЖЕВА СИСТЕМА РОЗПІЗНАННЯ ТВАРИН.....	161
	<i>Семенов О. О., аспірант; Лисиченко М.Л. д.т.н., професор</i>	
35.	ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ.....	163
	<i>Бондаренко М. О., аспірант; Лисиченко М. Л. д.т.н., проф.</i>	
36.	СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ВИЗРІВАННЯ НА-СІННЯ У ТЕРМОСТАТІ НА ОСНОВІ ПЛАТИ ARDUINO.....	166
	<i>Мазурчук П.М., аспірант; Никифорова Л.Є., д.т.н., професор; Кіктев М.О., к.т.н., доцент</i>	
37.	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦІ.....	168
	<i>Ямчук А.В., студент</i>	
38.	АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ГРИБНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	169
	<i>Мельничук Д.В., студент</i>	
39.	КОМП'ЮТЕРНО - ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ТЕПЛИЦІ.....	171
	<i>Ющук В.О., студент</i>	
40.	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....	172
	<i>Якушов В.В., аспірант</i>	
41.	МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМ РОЗПОДІЛУ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ЗАГРОЗ.....	173
	<i>Шворов С.А., д.т.н., професор; Поліщук Р.Ф. аспірант</i>	

42. АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ПРЕМІКСІВ З ПІДСИСТЕМОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВХІДНОЇ СИРОВИНИ..... 175
Правілов М.О., аспірант; Опришко О.О., к.т.н., доцент; Кіктєв М.О., к.т.н., доцент
43. ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГРАНУЛЮВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ.. 177
Савченко О.В., студент

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

1. ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ..... 179
Колодяжний Я.І., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент
2. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАГАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ..... 180
Сіренко Ю.В., PhD; Тацький К.К., студент
3. ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ПОНИЖУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ В КОЛАХ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМ ОБЛАДНАННЯМ..... 181
Бокова В.І., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент
4. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ І РЕМОНТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ..... 183
Окушко О.В., к.т.н., доцент; Ковтун П.М., старший викладач
5. ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ: АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ..... 184
Сіренко Ю.В., PhD; Тацький К.К., студент
6. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛІФТА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ..... 186
Квітка С.О., к.т.н., доцент
7. РОБОТА ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ПЛАВНИМ ГАЛЬМУВАННЯМ І ПЛАВНИМ РЕВЕРСОМ..... 188
Голодний І.М., к.т.н., доцент; Торопов А.В., к.т.н., доцент; Санченко О.В., к.т.н., доцент
8. ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПЛАВІВ У ТЕПЛОВИХ ДВИГУНАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ..... 189
Козирський В.В., д.т.н., професор, директор з дослідження та розвитку компанії «ALOTEK technology»; Бунько В.Я., к.т.н., доцент
9. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З РОЗРОБКОЮ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ВІД ДИЗЕЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ..... 190
Петренко А.В., к.т.н., доцент; Сідлецький Ю.Ф., студент
10. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ..... 191
Брижук В.І., студент; Тесленко О.І., к.т.н, пров. наук. співроб., Мейта О.В., к.т.н., доцент
11. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КОНВЕЄРА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ..... 193
Квітка С.О., к.т.н., доцент
12. ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТИПУ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ..... 195
Кульпін Р.А., асистент

13.	АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СТРИЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ З ЧАСТОТНО-КЕРОВАНИМ УПРАВЛІННЯМ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ.....	196
	<i>Кульбін Р.А., асистент</i>	
14.	СУЧАСНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ В УМОВАХ СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ.....	197
	<i>Федина В.О., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
15.	ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МУЛЬТИСИСТЕМОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ.....	198
	<i>Фурса А.П., аспірант</i>	
16.	ПІДХОДИ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РОЗРАХУНКІВ ПЕРЕВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОБМОТКИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ В УСТАЛЕНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ.....	199
	<i>Вовк О.Ю., к.т.н., доцент; Груздев А.О., студент</i>	
17.	ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН В АВТОНОМНОМУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ.....	200
	<i>Віхоть Б.М., аспірант; Макаревич С.С., к.т.н., доцент</i>	
18.	ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ...	201
	<i>Федина В.О., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент</i>	
19.	ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ КЛАСУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІЕ5 ДЛЯ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ.....	202
	<i>Суржик В.В., аспірант; Заблодський М. М., д.т.н., професор</i>	
20.	ОПТИМІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ МОДЕЛІ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ У ПАКЕТІ МАТЛАВ.....	204
	<i>Сорокін М.С., к.т.н., доцент; Гузенко В.В., к.т.н., доцент; Хандола Ю.М., к.т.н., доцент</i>	
21.	КОНСТРУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ І ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ГІДРОЛІЗЕРА ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ КЕРАТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ.....	206
	<i>Заблодський М. М., д.т.н., проф.; Коваль Є.В., аспірант; Мазуркевич О. І., студент, Нарінович А. В., студентка</i>	
22.	ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ВІД АНОРМАЛЬНОЇ НАПРУГИ МЕРЕЖІ.....	208
	<i>Квітка С.О., к.т.н., доцент</i>	
23.	ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ НА СУБСТРАТ.....	210
	<i>Заблодський М. М., д.т.н., проф.; Шклярський Я. Д., студент</i>	
24.	ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МОТОР-ТЕСТЕРА MT PRO.....	211
	<i>Березюк А.О., к.т.н., доцент; Коржов Д.О., студент</i>	
25.	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ УМОВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПОМПИ.....	212
	<i>Бабак Д.О., аспірант, Заблодський М.М., д.т.н, професор</i>	

СЕКЦІЯ 5. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

1. ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРАЦІЇ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В СИСТЕМУ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ..... 215
Шеліманова О.В. к.т.н., доцент; Гриценюк І.О., студент; Самсоненко Ю.В., студент
2. STUDY OF HEAT EXCHANGE PROCESSES IN THE COOLING SYSTEM OF A POULTRY HOUSE WITH SIDE VENTILATION..... 216
Trokhaniak V., Nasieka Y., Ihnatiev Ye., Synyavskiy O., Skliar O., Olt J.
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- МАСООБМІНУ В СИСТЕМІ ОХОЛОДЖЕННЯ ПТАШНИКА ПРИ БІЧНІЙ ВЕНТИЛЯЦІЇ..... 218
Троханяк В.І., к.т.н., доцент; Фуркало Т.Г., студент
4. CFD МОДЕЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В ПТАШНИКУ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛА..... 220
Троханяк В.І., к.т.н., доцент; Білик С.Г., к.т.н., доцент; Островий С.Р., студент
5. HEAT PUMPS: FEATURES OF APPLICATION IN EU COUNTRIES AND UKRAINE..... 222
Paul De Schepper, Ivanka Pandelieva-Dimova, Victor Kaplun, Svitlana Makarevych, Olena Shelimanova, Ievgen Antypov
6. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ НА ДИСПЕРСНІСТЬ ОБРОБЛЮВАНОВОГО СЕРЕДОВИЩА..... 224
Горобець В.Г., д.т.н., професор; Сердюк А.М., Ph.D., асистент
7. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ З БАЛАНСУВАННЯ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ..... 226
Ходаківський В.О., аспірант; Карпенко Д.С., к.т. н, м.н.с.
8. НОВА МЕТОДИКА ВИБОРУ ПЕРЕПАДУ ТИСКУ В МЕРЕЖАХ ГАЗОПОСТАЧАННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗУ..... 229
Колієнко А.Г., к.т.н, професор; Шеліманова О.В., к.т.н, доцент
9. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ТА КАТАЛІТИЧНОГО МЕТАНУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНОГО ВІДНОВЛЮВАНОВОГО МЕТАНУ.... 230
Супрун Т.Т., к.т.н., старший науковий співробітник
10. ОГЛЯД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ ДЛЯ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ..... 232
Железна Т.А., к.т.н., с.н.с.; Драгнев С.В., к.т.н., доцент
11. ІНФРАЧЕРВОНІ НАГРІВАЧІ ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ОБІГРІВУ НА ВИРОБНИЦТВІ..... 234
Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист
12. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ШЛЯХОМ АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛА: ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ..... 236
Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист
13. ДОСЛІДЖЕННЯ БІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПТАШНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ CFD..... 238
Троханяк В.І., канд. техн. наук, доцент; Баліцький А.С., студент
14. ВПЛИВ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА КРАТНОСТІ ПОВІТРООБМІНУ НА ЕКОНОМІЮ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ БУДІВЛЕЮ ЗВО..... 239
Антипов Є. О., к.т.н., доцент, Горобець В. Г., д.т.н., професор, Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент

15. ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ В НАТУРНИХ УМОВАХ МЕТОДОМ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ТИСКУ ТА ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ОБСТЕЖЕННЯ..... 241
Антипов Є. О., к.т.н., доцент, Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент, Гелюх В. В., Оксимець Ю. О., студенти магістратури
16. ОБГРУНТУВАННЯ ВАЖЛИВОСТІ ОБЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ У ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ..... 243
Антипов Є. О., к.т.н., доцент, Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент, Іленьків О. О., Стрихар І. О., студенти магістратури
17. ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ТЕПЛООБМІННИКА-РЕКУПЕРАТОРА З ФУНКЦІЄЮ АКУМУЛЯЦІЇ ТЕПЛОТИ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ..... 246
Антипов Є. О., к.т.н., доцент, Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент, Іленьків О. О., Стрихар І. О., студенти магістратури
18. ОСОБЛИВОСТІ СЕРТИФІКАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ГУРТОЖИТКУ З ВБУДОВАНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ..... 248
Антипов Є. О., к.т.н., доцент, Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент, Сладкевич С. А., Сладкевич Є. А., студенти магістратури

СЕКЦІЯ 6. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

1. ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ВОЄННИЙ ЧАС..... 250
Твердохлебова Н.Є., PhD, доцент; Євтушенко Н.С., к.т.н., доцент
2. APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS TO IMPROVE THE ACCURACY OF ENERGY MANAGEMENT OF TECHNICAL SYSTEMS..... 252
Levkin D., Candidate of Engineering Science, Associate Professor
3. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ПОБУТОВИХ ДОМОГОСПОДАРСТВ..... 253
Павленко В.М., к.т.н., доцент; Йовенко О.Б., студент
4. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ..... 255
Павленко В.М., к.т.н., доцент; Решетняк Я.В., студент
5. ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ГРУПИ LEGRAND-УКРАЇНА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНА БУДІВЛЯ»..... 256
Окушко О.В., к.т.н., доцент; Лебеда О.Ю., студент
6. ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ГРУПИ LEGRAND-УКРАЇНА З РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ ПО ЗНИЖЕННЮ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ..... 258
Окушко О.В., к.т.н., доцент; Чайка В.В., студент
7. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗШИРЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ..... 259
Окушко О.В., к. т. н., доцент; Чередниченко Р.Ю., студент
8. ОСНОВНІ НЕДОЛІКИ В ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ..... 260
Ткаченко Р.Р., студент; Радько І.П., к.т.н., доцент

СЕКЦІЯ 7. МЕТОДИКИ ТА СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

1. МОДЕРНІЗАЦІЯ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗДАТНОСТІ
ДО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ВИПУСКНИКІВ..... 262
Сабо А.Г., к.т.н., доцент; Федоренко С.А., студент; Сабо С.А., студент
2. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙН-ЛАБОРАТОРІЙ ПРИ
ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ» ЗДОБУВАЧАМ ОСВІТИ
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»..... 264
Паньків Г. В., викладач природничих дисциплін
3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ БЕЗКОШТОВНИХ КУРСІВ З ФІЗИКИ ДЛЯ
СТУДЕНТІВ ПЕРШОГО КУРСУ БАКАЛАВРАТУ..... 265
Грудинін Б. О., д.пед.н., доцент
4. МЕДІАОСВІТА ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ ФАХІВЦІВ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ..... 267
Макух О. І., кандидат психологічних наук, доцент

СЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

УДК 621.3.03

ГРАФЕН ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ МАТЕРІАЛ У ЕНЕРГЕТИЦІ

*Сподоба М.О., доктор філософії (Ph.D); Герасимчук В.О., студент.
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Дедалі більше зустрічається інформації про використання графену у енергетиці, а саме: виготовлені обладнання для генерації та акумулювання електричної енергії та інше [1, 2]. Зацікавленість виробників у використанні графену пов'язана із унікальними властивостями цього матеріалу. Фізико-хімічний склад дозволяє отримати найтонший матеріал серед відомих у світі. Серед найпрогресивніших сфер використання графену є виготовлення генеруючих елементів сонячних панелей, акумуляторів, суперконденсаторів та інше. Висока здатність поглинати світло, яку забезпечує використання графену, дозволяє елементам сонячних панелей вловлювати більше сонячного світла та перетворювати його у електричну енергію [1].

Використання графену при виробництві акумуляторів дозволяє значно покращити їх енергетичні характеристики, пришвидшити заряджання батареї, зменшити її деградацію та збільшити кількість циклів заряджання-розряджання. Ще одним перспективним напрямком використання графену є виготовлення суперконденсаторів. Зазначається, що висока електропровідність графену дозволяє пришвидшувати заряджання конденсатора, а значна поверхнева площа забезпечує збільшення ємності конденсатора у порівняно з класичними конденсаторами, значно меншими габаритами.

Графен є наноматеріалом з винятковими електричними, термічними а також механічними властивостями, що є перспективними у виготовленні високопродуктивних композитних матеріалів з метою забезпечення армуючих матеріалів.

Враховуючи поширеність графену у сфері енергетики [1, 2], актуальним є виготовлення транзисторів та інших електронних деталей з меншими габаритами з подальшим дослідженням їх електричних, електромагнітних та енергетичних характеристик.

Перелік джерел посилань

1. Y. Song, S. Chang, S. Gradečak, and J. Kong. "Visibly-transparent organic solar cells on flexible substrates with all-graphene electrodes." *Advanced Energy Materials*, July 2016. DOI: 10.1002/aenm.201600847.
2. Ch, Bhagya lakshmi & Nouri, Jamshid & Brabazon, Dermot & Naher, Sumsun. (2017). *Graphene and derivatives – Synthesis techniques, properties and their energy applications*. *Energy*. 140. 766-778. DOI: 10.1016/j.energy.2017.08.048.

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ
ЗАЛИШКОВОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНА**

*Матвієнко О.М., аспірант; Кривонос В.Є., д.т.н., професор;
Кривонос В.В., інженер*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Енергозбереження та підвищення економічної ефективності електротехнічних комплексів є найактуальнішим завданням сучасної енергетики.

Одним з методів зниження втрат електроенергії є компенсація реактивної потужності як комплексна так і локальна. Асинхронні двигуни споживають більше 60% вироблюваної електроенергії. Застосування асинхронних двигунів у нерегульованому електроприводі складає до 75 % від усього парку електроприводу. Щорічно аварійний вихід з експлуатації АД становить до 20-25%, а в деяких випадках до 30%.

Сучасні мікропроцесорні пристрої, які впроваджуються у автоматизацію електротехнічних комплексів, дозволили поєднати локальну компенсацію реактивної потужності, що споживають асинхронні двигуни, з діагностичною системою контролю та прогнозування залишкового ресурсу роботи асинхронного двигуна. Мета роботи є прогнозування залишкового терміну експлуатації корпусної ізоляції асинхронного двигуна за рахунок енергії, яка залишається в конденсаторах при локальній компенсації реактивної потужності та розробка програмного забезпечення для пристрою реалізуючого методу.

Для досягнення мети у вирішенні завдання: проведено аналіз диференційного рівняння для досліджуваного кола розряду конденсатора на активний опір ізоляції;

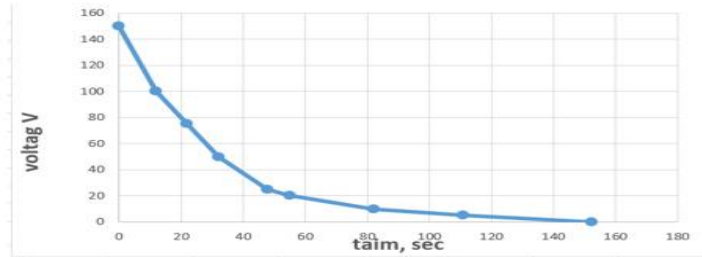
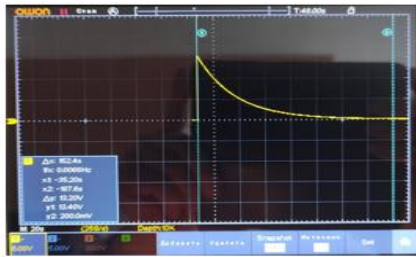
$$\frac{d^2}{dt^2} + \frac{R_{is}dI}{L_1 dt} + \frac{1}{L_1 C_1} = 0 \quad (1)$$

Характер перехідного процесу, що протікає в ланцюзі, залежить від співвідношення параметрів C_1 – ємність конденсатору, R_1 - опір ізоляції, L_1 - індуктивність обмотки, зміна напруги на конденсаторі описується рівнянням:

$$U_{Z_{is}} = U_C (1 - e^{-t/\tau_{Rr}}) \quad (2)$$

Розроблений метод [1], прогнозування залишкового ресурсу електродвигуна, встановлені взаємозв'язки зміни опору ізоляції обмоток та постійною часу розряду конденсатора. Найважливішим результатом є встановлення однозначного взаємозв'язку стану ізоляції та величини постійного часу загасання напруги на конденсаторі.

Найбільш суттєвим результатом є те, що зміну постійної часу вперше використано як критеріальний параметр для прогнозування залишкового



ресурсу діелектричних властивостей корпусної ізоляції електродвигуна. Значимістю дослідження і те, що базове значення постійної часу згасання

значення, отримане після першого відключення електродвигуна від мережі. Запропоновано метод і розроблено програмне забезпечення для пристрою, що дозволяє контролювати неповнофазні режими напруги мережі та струмових ланцюгів в період роботи електродвигуна, а при відключенні електродвигуна від мережі - контролювати величину опору ізоляції статорних обмоток електродвигуна і кабелю, а також прогнозувати залишковий ресурс експлуатації електродвигуна. Розроблено комп'ютерну програму, протокол роботи комп'ютерної програми, «Прогнозування залишкового ресурсу ізоляції обмоток електродвигуна, при локальній компенсації реактивної потужності» [2].

```

Розрахунок Rcr (сек): 1.5
Перевірка Блокування!
Блокування вимкнено. Продовження роботи.
Фіксування часу початку роботи
Робота двигуна
Перевірка кнопки СТОП!
Натиснуто кнопку СТОП?(0-так, 1-ні): |
Фіксування часу кінця роботи:
Загальний час роботи (год): 10
Розрахунок часу розряду t роз (сек): 152.4
Розрахунок Tпер: 30.48

```

Комплексний підхід до енергозбереження ЕТК за рахунок поєднання методу компенсації реактивної потужності та методу оцінки динамічного зниження діелектричних властивостей ізоляції статорних обмоток АД дозволяє знизити втрати енергії до 8% та підвищити надійність ЕТК за рахунок попередження остаточного ресурсу АД.

Перелік джерел посилань

1. Патент № 98353 С2 Україна, МПК H02K15\12(2006.01), G01R31\34(2006.01), №a201005384 ; Заявл.05.05.2010; Опубл.10.05.2012, Бюл. № 9. - 4 с./ Кривонос В.Э Спосіб контролю зміни опору ізоляції електродвигуна й живильного кабелю.
2. Авторське свідоцтво № 122459 від 28.12.2023р. на комп'ютерну програму «Прогнозування залишкового ресурсу ізоляції обмоток електродвигуна при локальній компенсації реактивної потужності» Кривонос В.Є, Матвієнко А.М.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ УНІВЕРСИТЕТУ ЧЕРЕЗ РЕКОНСТРУКЦІЮ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

*Павленко В.М., к.т.н., доцент; Ткаченко М.В., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Реконструкція енергетичної інфраструктури Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України), зокрема трансформаторної підстанції №181, є важливою умовою для забезпечення стабільного та надійного електропостачання навчальних та наукових процесів. На сьогодні застаріла інфраструктура збільшує значні енергетичні втрати та підвищує експлуатаційні витрати, а також ризики збоїв в енергопостачанні. В умовах постійного зростання навантаження на мережу реконструкція трансформаторної підстанції через використання сучасних енергоефективних технологій, стає необхідною для підвищення стабільності та ефективності системи електропостачання.

Проект реконструкції передбачає заміну старого обладнання на сучасні трансформатори, комутаційну апаратуру та системи захисту, які відповідають сучасним вимогам енергоефективності та надійності. Важливим елементом є впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) та диспетчерського обліку, що дозволяє в режимі реального часу відслідковувати споживання енергії, ефективно реагувати на зміни в навантаженні, оперативно запобігати аварійним ситуаціям та зменшувати витрати енергоресурсів.

Мета проекту полягає в модернізації трансформаторної підстанції №181 10/0,4 кВ, що дасть можливість знизити енергетичні витрати, підвищити ефективність електропостачання та підвищити його надійність. Серед основних завдань — проведення технічної оцінки поточного стану підстанції, обґрунтування необхідності заміни застарілих пристроїв, впровадження АСКОЕ та диспетчерської системи, а також оцінка економічної та технічної ефективності впроваджених рішень. Реконструкція дозволить університету оптимізувати використання енергетичних ресурсів, що позитивно позначитися на загальній економічній ефективності, скоротити витрати на обслуговування й забезпечити сталу подачу енергії.

Перелік джерел посилань

1. Попов В.С., Коваленко М.П. Енергоефективність та економічні аспекти модернізації електромереж. Журнал "Енергетика і електрифікація", 2019.
2. Пасічник О.Е., Шматов С.А. Розробка та впровадження автоматизованих систем управління електричними мережами. Київ: НТУУ "КПІ", 2016.
3. V. Kozyrskyi, A. Petrenko, M. Trehub, Y. Charyev, "Renewable Energy and Power Supply Challenges for Rural Regions", ch009, Pages: 197- 228, 2019. DOI:10.4018/978-1-5225-9179-5.ch009.

СПОСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ТРИФАЗНИХ СПОЖИВАЧІВ, З'ЄДНАНИХ ЗІРКОЮ, ПРИ ОБРИВІ ЛІНІЙНОГО ПРОВОДУ

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Основними споживачами електричної енергії є трифазні пристрої, які перетворюють її у інші види енергії. На стабільну роботу таких споживачів впливає надійність системи електроживлення, виникнення ушкоджень у якій призводить до погіршення їх роботи. Однією з розповсюджених несправностей цих систем є обрив одного з проводів живлення, що призводить до нестабільної роботи споживача і порушень у технологічному процесі, тому нівелювання наслідків такої несправності є актуальною задачею. На сьогодні розв'язанню цієї задачі присвячено багато робіт ([1, 2] та інші). Існуючі розробки дозволяють контролювати, сигналізувати та відключати трифазних споживачів у разі вказаної несправності системи живлення. Такий підхід призводить до виникнення значних збитків на підприємствах внаслідок зупинки технологічних процесів, що обумовлює необхідність збереження роботоздатності трифазних споживачів при обриві живлячого проводу на період усунення обриву або завершення технологічного процесу [3].

Для досягнення цієї мети проаналізовано роботу трифазного статичного споживача, з'єданого зіркою, за різних схемних рішень: 1) у симетричному режимі; 2) у неповнофазному режимі (обрив одного з лінійних проводів); 3) у неповнофазному режимі (обрив одного з лінійних проводів) при включенні ідеального нульового проводу; 4) у неповнофазному режимі (обрив одного з лінійних проводів) при переключенні навантаження на схему трикутника зі струмообмежувальними активними опорами. Як критерій збереження роботоздатності споживача прийнято його активну потужність. Аналіз показав, що у порівнянні з симетричним режимом роботи активна потужність споживача у неповнофазних режимах зменшується: при обриві лінійного проводу – у 2 рази; при обриві лінійного проводу і включенні ідеального нейтрального проводу – у 1,5 рази; при обриві лінійного проводу і переключенні навантаження на схему трикутника зі струмообмежувальними активними опорами – у 1,2 рази. Таким чином, серед розглянутих неповнофазних режимів випадок переключення трифазного споживача на схему трикутника зі струмообмежувальними активними опорами є найкращим з точки зору збереження його активної потужності. Для цього випадку запропоновано схемне рішення пристрою для такого переключення.

Перелік джерел посилань

1. G.L. Aschidamini, G.A. da Cruz, M. Resener, M.J.S. Ramos, L.A. Pereira, B.P. Ferraz, S. Haffner, P.M. Pardalos. Expansion Planning of Power Distribution Systems Considering Reliability: A Comprehensive Review. *Energies*. 2022, 15: 2275.
2. Попова І.О., Квітка С.О., Вовк О.Ю. Дослідження несиметричного режиму на роботу динамічного індуктивного навантаження. *Праці ТДАТУ*. 2023; 23(1): 179-187.

3. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Попова І.О., Діордієв В.Т. Збереження роботоздатності трифазного статичного навантаження за неповнофазного живлення. Праці ТДАТУ. 2024; 24(1): 136-150.

УДК 631.3-83.004(075.8)

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВІДМОВ АПАРАТІВ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ

Білець О.В., студент; Радько І.П., к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Відмови апаратів керування і захисту можна розділити на дві групи: 1) раптові – виникають переважно за стрибкоподібної зміни одного чи кількох параметрів; 2) поступові – настають внаслідок зношування і старіння.

Найбільш уражуваними є контакти, обмотки котушок і механічна частина апаратів. Відмови контактів є наслідком впливу комплексу експлуатаційних факторів – струму, напруги, частоти й характеру комутації, величини навантаження, умов навколишнього середовища, вібрації тощо. Вони становлять близько 40–60 % усіх відмов залежно від виду апарата. Найбільш прискорює зношування контактів електрична дуга, що супроводжує їх розмикання і призводить до оплавлення та випаровування контактних матеріалів. Поряд із цим електричне зношування контактів відбувається під час підскакування рухомих контактів від нерухомих під час їх з'єднання. Механічне зношування контактів спричиняється ударами й тертям контактних поверхонь. Відмови контактів апаратів з малим струмом часто настають внаслідок появи поверхневих окисних плівок. Відмови обмоток котушок пов'язані з обривами та міжвитковими замиканнями. Обриви проводу виникають у місцях не якісно пропаяних з'єднань унаслідок вібрації та механічного впливу. Низька якість ізоляції обмоткового проводу в поєднанні зі струмовим перевантаженням (заклинювання, нещільне прилягання поверхонь осердя магнітопроводу) провокує міжвиткові замикання в обмотках. Ізоляція пошкоджується також за комутаційних перенапруг на затискачах котушок. Рідше виникає пробій ізоляції безкаркасних котушок на корпус апарата.

За результатами досліджень різних науковців, встановлена лінійна залежність інтенсивності відмов котушок апаратів керування і захисту від напруги живлення, а також чіткий зв'язок кількості відмов із збільшенням кількості циклів «увімкнення – вимикання» та з тривалістю роботи.

Відмови механічних систем апаратів (до 20 % усіх відмов) настають із зношуванням та руйнуванням деталей і вузлів, а також у разі перекосів, застрявань і заклинювань рухомої частини. В основному це поступові відмови за винятком незначної кількості раптових відмов у період приробітку.

У процесі експлуатації трапляються також обриви коротко замкнутих витків на осерді апаратів змінного струму, а також послаблення чи руйнування пружин. Не досить довговічними є деталі апаратів керування і захисту, виготовлювані із широко застосовуваної пластмаси. Металеві ж деталі й вузли страждають від корозії, особливо в умовах високої вологості повітря та наявності в ньому хімічно активних реагентів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ В КОТУШКАХ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КОНТАКТОРІВ

*Дяченко В.В., бакалавр; Березюк А.О., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Електромагнітні контактори відіграють ключову роль у комутації силових ланцюгів, що знаходить застосування в системах управління та захисту електромереж. Основний елемент контактора — котушка, яка під впливом прикладеної напруги генерує магнітне поле, що спричиняє притягування рухомих частин до нерухомих. Важливим аспектом дослідження є аналіз розподілу електромагнітного поля в котушці, оскільки від цього залежить стабільність роботи пристрою, зносостійкість контактів та їхня здатність витримувати навантаження.

Метою цього дослідження є виявлення закономірностей розподілу електромагнітного поля в котушках низьковольтних контакторів та аналіз їхнього впливу на роботу пристрою. Методи дослідження включають аналітичний розрахунок та чисельне моделювання електромагнітного поля з використанням спеціалізованого програмного забезпечення ELCUT.

У результаті дослідження визначено, що розподіл поля залежить від геометричних параметрів котушки, щільності витків та сили струму. Чисельне моделювання дозволило створити тривимірну модель поля, що відображає зони концентрації магнітного потоку, та визначити умови, за яких виникає оптимальне поле для стабільної роботи пристрою. Також було встановлено залежність між конструкцією котушки та витратами електроенергії на комутацію.

Отримані результати можуть бути використані для покращення характеристик електромагнітних контакторів, зниження їх енергоспоживання та збільшення терміну експлуатації в умовах промислового використання.

Перелік джерел посилань

1. Макаричев Ю.А. Чисельне моделювання в електротехніці з використанням програмного середовища ELCUT: навч. посібник / Ю.А. Макаричев, Ю.Н. Иванников. – С: Самар. гос. техн. ун-т, 2020. – 92 с.
2. Клименко Б.В. Электричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі. – Харків: ТОЧКА, 2008. – 272 с.

РЕЖИМИ РОБОТИ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Крук О. студентка

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Сучасна електроенергетика відіграє вирішальну роль у функціонуванні всіх галузей промисловості, транспорту, зв'язку та побутових потреб. Одним із найважливіших елементів електричної мережі є кабельні лінії, які забезпечують передачу електроенергії на відстані при різних умовах навантаження та навколишнього середовища. Правильний розрахунок режиму роботи кабельних ліній при різних режимах навантаження є критично важливим для забезпечення їх надійної та ефективної роботи, запобігання аварійним ситуаціям та оптимізації енергоспоживання.

З огляду на постійне зростання потреб у електроенергії та розширення мереж електропостачання, питання ефективної роботи кабельних ліній набуває особливої актуальності. Сучасні вимоги до надійності та безпеки електромереж диктують необхідність оптимізації роботи кабельних ліній, особливо в умовах змінних режимів навантаження та впливу зовнішніх факторів, таких як температура і вологість. З огляду на це, дослідження, спрямоване на вдосконалення методів розрахунку та експлуатації кабельних ліній, є надзвичайно важливим для забезпечення стійкості енергопостачання та підвищення енергоефективності.

Однією з основних класифікацій кабельних ліній є їх поділ за конструкцією. Залежно від конструктивних особливостей, кабелі можуть мати різну кількість жил, різні матеріали ізоляції та захисних оболонок, різну товщину провідників та ізоляції.

Основними типами кабельних ліній за конструкцією є одножильні та багатожильні кабелі. Одножильні кабелі складаються з однієї провідної жили, оточеної ізоляційним матеріалом, який захищає провідник від короткого замикання та зовнішніх впливів. Одножильні кабелі зазвичай використовуються для передачі електроенергії на високій напрузі, оскільки їх конструкція дозволяє зменшити втрати енергії та забезпечити ефективне охолодження. Однак, через те, що вони менш гнучкі, ніж багатожильні кабелі, їх застосування обмежене в умовах, де потрібна висока гнучкість і здатність адаптуватися до вигинів [2].

Перелік джерел посилань

- 1.Anders, G. J. Rating of Electric Power Cables in Unfavorable Thermal Environment. IEEE Press, 2005.
- 2.Дрозд, О. І. Методи і засоби контролю кабельних ліній. Вісник Інституту електродинаміки, №6, 2018.

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

*Савченко В.В., к.т.н., доцент; Синявський О.Ю., к.т.н., доцент;
Кресан А.М., студент; Перепелюк П.І., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Хоча багатьма дослідниками встановлено позитивний вплив магнітного поля на насіння сільськогосподарських культур, але відсутність пояснення дії магнітного поля на процеси, які відбуваються в насініні, не дозволяє встановити всі діючі фактори при магнітній обробці насіння і визначити їх оптимальні значення.

Механізм дії магнітного поля на насіння можна пояснити так. Під дією магнітного поля зростає швидкість хімічних та біохімічних реакцій [1], які є переважно окислювально-відновними. Внаслідок цього збільшується концентрація продуктів реакції і відбувається стимуляція насіння.

При цьому підвищується розчинність солей і кислот, що знаходяться в рослинній клітині.

Зміна швидкості хімічних та біохімічних реакції, які протікають у рослинній клітині, а також розчинності солей впливає на біопотенціал і рН середовища.

Під впливом магнітного поля внаслідок дії сили Лоренца посилюється транспорт іонів через клітинну мембрану, збільшуючи концентрацію мінеральних речовин у клітині, які беруть участь у хімічних реакціях [1]:

$$\Delta C_{i_2} = C_{i_1} f_i l_i \frac{\varphi}{L} \frac{m(K_i^2 B^2 + 2K_i Bv)}{2RT} (a + 2K_m B/\tau)(a + 2K_m B/\tau + K_k K_b Bv) e^{-\frac{E}{kT}}, \quad (1)$$

де C_{i1} , C_{i2} – концентрації речовин у рослинних клітинах, розділених мембраною, моль/л; l_i – шлях руху іона в магнітному полі, м; φ – дифузійний потенціал, В; L – товщина мембрани, м; a – розмір пори в мембрані, м; K_m , K_b , K_i – коефіцієнти; τ – полюсна поділлка, м.

Магнітне поле сприяє прискоренню дифузії молекул через клітинну мембрану. Зміна концентрації речовини, яка пройшла шляхом дифузії через мембрану, визначається рівнянням [1]:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_2}{2} \left(1 - e^{-\frac{2k_d (a + K_m B/\tau)^2 e^{-\frac{E}{kT}}}{L^2} t} \right), \quad (2)$$

де k_d – коефіцієнт, с^{-1} , E_a – енергія активації дифузії, Дж; k – стала Больцмана, Дж/К.

Зростання проникності мембрани та розчинності кисню при магнітній обробці призводить до зростання його концентрації в клітині, що придушує процес спороутворення фітопатогенних грибків.

Під дією магнітного поля прискорюється транспорт води в клітину. Оскільки при магнітній обробці насіння зростає проникність мембран, тому зростає також і водопоглинання.

На підставі отриманих аналітичних виразів встановлено, що зміна рН, біопотенціалу, ступеня електролітичної дисоціації, водопоглинання, концентрації кисню і іонів в клітині рослини залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості руху насіння в магнітному полі.

Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на енергію проростання і схожість насіння олійних культур проводили з насінням соняшника сорту «Люкс». При дослідженнях використовувався ортогональний центрально-композиційний план. Значення нижнього, основного і верхнього, рівня становили для магнітної індукції 0, 0,065 і 0,13 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4, 0,6 і 0,8 м/с.

Насіння переміщали через магнітне поле, створюване чотирма парами постійних магнітів з інтерметалічного композиту NdFeB, встановленими паралельно над і під стрічкою транспортера зі змінною полярністю. Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами і вимірювали тесламетром 43205/1..

Енергію проростання і схожість насіння визначали за ГОСТ 12038-84.

У діапазоні магнітної індукції 0 – 0,065 Тл із її зростанням збільшується енергія проростання і схожість насіння соняшника. При магнітній індукції понад 0,065 Тл енергія проростання і схожість насіння соняшника зменшуються, але є вищими за контроль. При магнітній індукції понад 0,13 Тл ці показники змінюють мало із зростанням магнітної індукції, а при магнітній індукції 0,3 Тл несуттєво перевищують контроль.

Ефект магнітної обробки залежав від швидкості руху насіння, але вона є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція.

На основі проведених досліджень встановлено, що при передпосівній обробці насіння соняшника в магнітному полі енергія проростання насіння та його схожість були найбільшими при магнітній індукції 0,065 Тл, чотириразовому перемагнічуванні, градієнті магнітного поля 0, 57 Тл/м і швидкості руху насіння 0,4 м/с. За такого режиму обробки енергія проростання насіння соняшника збільшувалася на 28 %, а схожість – на 24 %.

Перелік джерел посилань

1. Kozyrskiy V., Savchenko V., Sinyavsky O. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 2018. P. 576 – 620.
2. Kozyrskiy V., Savchenko V., Sinyavsky O. Effect of magnetic field on ion transport in plant cells. Research in Agricultural Electric Engineering. 2014. Vol.2, №3. P. 90 – 94.

ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У МАГНІТНОМУ ПОЛІ

*Савченко В.В., к.т.н., доцент; Синявський О.Ю., к.т.н., доцент;
Марціян А.М., студент; Органіста М.В., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Нині багатьма дослідниками встановлено позитивний вплив магнітного поля на насіння сільськогосподарських культур, яке проявляється в поліпшенні посівних якостей насіння, біометричних показників рослин, зменшенні захворюваності рослин, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і якості продукції.

Однак відсутність пояснення дії магнітного поля на процеси, які відбуваються в насінні, не дозволяє встановити всі діючі фактори при магнітній обробці насіння і визначити їх оптимальні значення.

Встановлено, що магнітне поле впливає на швидкість хімічних і біохімічних реакцій, а також розчинність солей і кислот, що знаходяться в рослинній клітині [1]. Внаслідок цього змінюються рН та біопотенціал рослинної клітини.

Під дією магнітного поля підвищується проникність клітинних мембран, що прискорює дифузію через них молекул і іонів [2]. Внаслідок цього збільшується водопоглинання насіння, що прискорює розвиток рослин і сприяє підвищенню врожайності.

Крім того, збільшується швидкість дифузії молекул кисню через клітинну мембрану і його розчинність, внаслідок чого зростає концентрація кисню в клітинах і пригнічується процес спороутворення фітопатогенних грибків.

Під дією сили Лоренца посилюється транспорт іонів, внаслідок чого зростає концентрація мінеральних елементів, які надійшли в клітину, що прискорює швидкість реакцій [3].

На підставі отриманих аналітичних виразів встановлено, що зміна рН, біопотенціалу, водопоглинання, концентрації кисню і іонів в рослинній клітині залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості руху насіння в магнітному полі.

Експериментальні дослідження з визначення впливу магнітного поля на посівні якості насіння проводили з насінням пшениці сорту «Наталка», ячменю сорту «Солнцедар», жита сорту «Харківський 98», кукурудзи сорту «Зоря 123». Дслідження проводили методом планування експерименту з використанням ортогонального центрально-композиційного плану. Значення верхнього, нижнього і основного рівня становили для магнітної індукції 0, 0,065 і 0,13 Тл, для швидкості руху насіння - 0,4, 0,6 і 0,8 м/с.

Насіння переміщували через магнітне поле, яке створювалося чотирма парами постійних магнітів з інтерметалічного композиту NdFeB, встановленими паралельно над і під стрічкою транспортера зі змінною полярністю. Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху транспортерної стрічки регулювали зміною частоти обертання двигуна за допомогою перетворювача частоти.

Біопотенціал паростка вимірювали іономіром И-160М у комплекті з розробленим вимірювальним електродом у вигляді платинової пластини з загостреним кінцем і допоміжним хлорсрібним електродом ЭВЛ-1М. Водопоглинання, енергію проростання і схожість насіння визначали по ГОСТ 12038-84.

За зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл біопотенціал, водопоглинання, енергія проростання і схожість насіння зростають, а за подальшого зростання магнітної індукції зменшуються. Коли магнітна індукція перевищує 0,15 Тл їх значення змінювалися несуттєво, проте були дещо вищими, ніж в контролі.

Ефект магнітної обробки залежав від швидкості руху насіння, але вона є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція.

На ефект магнітної обробки впливає також градієнт магнітного поля (полюсна поділлка). Встановлено, що полюсна поділлка є менш суттєвим фактором, ніж магнітна індукція. У межах її зміни $0,23 \pm 0,09$ м енергія проростання насіння змінюється не більше, ніж на 3 %, а схожість – 5 %.

Проведені дослідження показали, що за зміною біопотенціалу можна визначити ефективність передпосівної обробки насіння.

Найкращі результати за передпосівної обробки насіння в магнітному полі отримані за магнітної індукції 0,065 Тл і швидкості руху насіння 0,4 м/с та полюсній поділці 0,23 м.

За такого режиму обробки енергія проростання насіння пшениці збільшилася на 50 %, ячменю – 42 %, жита – 48 %, кукурудзи – 24 %, Схожість насіння пшениці збільшувалася на 22 %, ячменю – 38 %, жита – 36 %, кукурудзи – 28 %, Водопоглинання насіння пшениці зросла з 9 до 14 %, ячменю - з 10 до 21 %.

Урожайність сільськогосподарських культур в середньому збільшується на 20 - 25%.

Перелік джерел посилань

1. [Savchenko V., Synyavskiy O., Dudnyk A., Nesvidomin F., Ramsh V., Bunko V.](#) The Impact of a Direct Magnetic Field on the Cells. [2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology \(KhPIWeek\)](#), 2020, P. 193-198.
2. Savchenko V., Synyavskiy O., Dudnyk A., Nesvidomin A. Pre-sowing treatment of flax seeds in a magnetic field,” 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2021 - Conference Proceedings. 2021. P. 521–526.
3. Kozyrsky V., Savchenko V., Sinyavsky O. Effect of magnetic field on ion transport in plant cells. *Research in Agricultural Electric Engineering*. 2014. V.2, №3. P. 90 – 94.

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

*Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Савченко В.В., к.т.н., доцент;
Гусятинський Н.О., студент; Гуцал М.В., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Відхилення напруги від нормованих значень викликає негативні наслідки, серед яких найсуттєвішими є порушення нормального ходу технологічних процесів, простої підприємств та випуск неякісної продукції, скорочення строку служби електрообладнання, зростання втрат електроенергії в елементах системи електропостачання [1].

За EN50160 середньоквадратичне відхилення напруги повинно бути в межах $\pm 10\%$, але в реальності ці показники можуть значно відрізнятись від норми, наприклад, в Україні відхилення напруги буває від -20% до $+30\%$ [2].

Нині отримані аналітичні залежності моменту асинхронного електродвигуна від напруги та втрат енергії в ustalених режимах роботи при номінальних параметрах живлячої мережі. Встановленні залежності продуктивності робочих машин від кутової швидкості [3].

Проте не проводилися дослідження з впливу відхилення напруги на енергетичні характеристики електроприводів робочих машин.

Енергетичну оцінку електропривода сільськогосподарських машин при відхиленні напруги доцільно проводити за питомою витратою електроенергії, яка визначається за формулою:

$$q = P_I / Q, \quad (1)$$

де q – питома витрата електроенергії, кВт·год/м³; P_I – потужність, споживана двигуном з мережі, кВт; Q – продуктивність, м³/год.

При відхиленні напруги змінюються постійні і змінні втрати потужності в асинхронному електродвигуні [4].

У відносних одиницях вираз (1) можна записати у вигляді:

$$q_s = \frac{P_2 + \Delta P_c + \Delta P_v}{P_{2n} + \Delta P_{cn} + \Delta P_{vn}} \cdot \frac{Q_n}{Q} = \frac{P_2 + \Delta P_{vn}(\alpha + \Delta P_v / \Delta P_{vn})}{P_{2n} + \Delta P_{vn}(\alpha + 1)} \cdot \frac{Q_n}{Q}, \quad (2)$$

де P_{2n} і P_2 – відповідно потужність на валу двигуна при номінальній і відмінній від номінальної напрузі, Вт; ΔP_{cn} і ΔP_c – постійні втрати, Вт; ΔP_{vn} і ΔP_v – змінні втрати, Вт; α – коефіцієнт втрат.

Номінальні втрати потужності

$$\Delta P_n = P_{2n} \frac{1 - \eta_n}{\eta_n} = \Delta P_{vn} (\alpha_n + 1), \quad (3)$$

де α – коефіцієнт втрат; η_n – ККД двигуна при номінальній напрузі.

Із виразів (2) та (3) можна визначити питому витрату електроенергії для робочих машин з незмінним моментом статичних опорів (стрічкові і скребкові транспортери, вакуум-насоси):

$$q_* = \eta_n + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha_n + 1)} \cdot \frac{(\alpha_n U_*^2 + 1 / U_*^2)}{\omega_*}, \quad (4)$$

де η_n – ККД двигуна при номінальній напрузі,

Зниження напруги викликає зростання питомої витрати електроенергії в машинах з незмінним моментом станичних опорів, а підвищення напруги – невелике зниження.

Для машин з лінійною механічною характеристикою ($x=1$) питома витрата енергії

$$q_* = \eta_n Q_* + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha_a + 1)} \cdot \frac{(\alpha_a + Q_*^2 / \beta_{\alpha a^*})}{Q_*}. \quad (5)$$

Для машин з лінійною механічною характеристикою зниження напруги призводить до зростання питомої витрати електроенергії.

Для машин з вентиляторною механічною характеристикою (насоси, вентилятори) початковий момент невеликий, тому їм можна знехтувати. Тоді вираз для питомої витрати електроенергії запишеться так:

$$q_* = \eta_n Q_*^2 + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha + 1)} \cdot \frac{(\alpha U_*^2 + Q_*^4 / U_*^4)}{Q_*}. \quad (6)$$

Зниження напруги у машин з вентиляторною механічною характеристикою викликає зростання питомої витрати електроенергії, а її підвищення – невелике зниження

Норії та шнекові транспортери мають гіперболічну механічну характеристику. Вираз для питомої витрати електроенергії для цієї групи машин має вигляд:

$$q_* = \frac{1 + \frac{1 - \eta_n}{\eta_n} \cdot \frac{(\alpha U_*^2 + 1)}{(\alpha + 1)}}{Q_* \left(1 + \frac{1 - \eta_n}{\eta_n} \right)} = \frac{\eta_n}{Q_*} + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha + 1)} \cdot \frac{(\alpha U_*^2 + 1)}{Q_*}. \quad (7)$$

Як впливає з формули (5), питома витрата електроенергії для ковшових і шнекових транспортерів при відхиленні напруги також зменшується.

При відхиленні напруги змінюється питома витрата електроенергії, яка залежить від механічної характеристики робочої машини. При зниженні напруги на 20 % питома витрата електроенергії у транспортерів зростає на 11 %, вентиляторів – 15 %, насосів – 12 %, норій – на 0,5 %.

Перелік джерел посилань

1. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д. Г. Войтюк, В. П. Лисенко, І. І. Мартиненко [та ін.]. Електрифікація та автоматизація сільського господарства. 2004. №1(6). С. 3–12.
2. Синявський О. Ю., Горобець В. Г. Вплив якості електроенергії на енергетику електроприводів в усталеному режимі. Науковий вісник НУБіП України. 2010. Вип. 153. С. 133 – 138.
3. Синявський О. Ю., Савченко В. В., Олійник П. В., Іжик О. Л. Вплив відхилення

напруги на технологічні та енергетичні характеристики скреперних установок для прибирання гною. Енергетика і автоматика. 2018. №4. С. 112 – 122.

УДК 621.327.539

ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРИВОДНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАКУУМ-НАСОСІВ

*Синявський О. Ю., к.т.н., доцент; Загнійний Н. М., студент;
Бик П. Р., студент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Нині встановлено, що найбільший вплив на електроприводи виробничих машин і механізмів мають відхилення та несиметрія напруги. Допустиме відхилення напруги в Україні становить $\pm 5\%$, а гранично допустиме її відхилення $\pm 10\%$. Проте фактичне відхилення напруги значно перевищує допустиме значення. Математичне очікування відхилення напруги знаходиться в межах 16% , а діапазон зміни напруги складає $15\text{--}28\%$ від номінального [1].

При відхиленні і несиметрії напруги асинхронний двигун працює на робочій частині механічної характеристики, яку можна вважати лінійною [3]. При відхиленні напруги механічна характеристика електродвигуна на робочій ділянці опишеться рівнянням:

$$M_{\delta} = \beta_{\delta} U_*^2 (\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_{δ} – момент двигуна, Н·м; β_{δ} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна, Н·м·с; U_* – напруга у відносних одиницях; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с^{-1} ; ω – задана кутова швидкість, с^{-1} ,

а при несиметрії напруги

$$M_{\delta} = \beta_{\delta a^*} \beta_{\delta n} (\omega_0 - \omega), \quad (2)$$

де $\beta_{\delta a^*} = \beta_{\delta a} / \beta_{\delta n}$ – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при несиметрії напруги у відносних одиницях; $\beta_{\delta a}$ – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при несиметрії напруги; $\beta_{\delta n}$ – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при номінальній симетричній напрузі, Н·м·с.

Механічна характеристика вакуум-насосів: [3]:

$$M_c = M_{cn}, \quad (3)$$

де M_{cn} – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості, Н·м.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_{\delta} U_*^1 (\omega_0 - \omega) = M_{cn}, \quad (4)$$

$$\beta_{\delta a^*} \beta_{\delta n} (\omega_0 - \omega) = M_{cn}. \quad (5)$$

Продуктивність вакуум-насоса прямо пропорційна кутовій швидкості електродвигуна:

$$Q_* = \omega_*. \quad (6)$$

Тоді закон зміни продуктивності вакуум-насоса при зміні напруги запишеться у вигляді:

$$Q_* = \frac{\omega_0}{\omega_n} - \frac{M_{cn}}{\beta_o \omega_n U_*^2}, \quad (7)$$

а при несиметрії напруги

$$Q_* = \frac{\omega_0}{\omega_n} - \frac{M_{cn}}{\beta_o \beta_{oa^*} \omega_n} \quad (8)$$

Відхилення та несиметрія напруги впливають також на енергетичні характеристики вакуум-насоса, однією з яких є питома витрата електроенергії, кВт·год/кг, яка визначається так:

$$q = P_1 / Q, \quad (9)$$

де P_1 – потужність, споживана електродвигуном з мережі, кВт.

У відносних одиницях вираз (9) має вигляд:

$$q_* = \frac{P_2 + \Delta P_c + \Delta P_v}{P_{2n} + \Delta P_{cn} + \Delta P_{vn}} \cdot \frac{Q_n}{Q} = \frac{P_2 + \Delta P_{vn} (\alpha + \Delta P_v / \Delta P_{vn})}{P_{2n} + \Delta P_{vn} (\alpha + 1)} \cdot \frac{Q_n}{Q}, \quad (10)$$

де P_{2n} и P_2 – відповідно потужність на валу двигуна при номінальній і відмінній від номінальної напрузі; ΔP_{cn} і ΔP_c – постійні втрати потужності; ΔP_{vn} і ΔP_v – змінні втрати потужності; α – коефіцієнт втрат.

Враховуючи, що номінальні втрати потужності

$$\Delta P_n = P_{2n} \frac{1 - \eta_n}{\eta_n} = \Delta P_{vn} (\alpha_n + 1), \quad (11)$$

де α – коефіцієнт втрат; η_n – ККД двигуна при номінальній напрузі, тоді питома витрата електроенергії при відхиленні напруги

$$q_* = \eta_n + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha_n + 1)} \cdot \frac{(\alpha + 1 / U_*^2)}{Q_*}, \quad (12)$$

а при несиметрії напруги

$$q_* = \eta_n + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha + 1)} \cdot \frac{(\alpha_a + 1 / \beta_{oa^*})}{Q_*}. \quad (13)$$

Таким чином, при зниженні та несиметрії напруги зменшується жорсткість механічної характеристики електродвигуна. При цьому зростає ковзання та втрати потужності. Внаслідок цього зменшується продуктивність та зростають питомі витрати електроенергії в електроприводі вакуум-насоса. На основі проведених досліджень встановлено, що при зниженні напруги на 20 % продуктивність вакуум-насоса знижується до 3 %

Перелік джерел посилань

1. Szultka A., Szultka S., Czapp S., Zajczyk R. Voltage Variations and Their Reduction in a Rural Low-Voltage Network with PV Sources of Energy. *Electronics* 2021, 10(14), 1620
2. Лаврінченко Ю.М., Савченко П.І., Синявський О.Ю. та ін. Основи електропривода. К.: Видавництво Ліра-К, 2016. 524 с.
3. Синявський О.Ю., Савченко В.В., Лаврінченко Ю.М. та ін. Електропривод виробничих машин і механізмів. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 444 с.

СЕКЦІЯ 2. ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

УДК 628.385

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ АНАЕРОБНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Чміль А.І., д.т.н., професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Ефективним і перспективним способом утилізації гною є анаеробне зброджування в біогазових установках. При зброджуванні, особливо в термофільному режимі, екскременти тварин значною мірою знезаражуються, гине патогенна мікрофлора, втрачає схожість насіння бур'янів і крім того, виділяється біогаз, утилізація якого дозволяє отримати додаткову енергію. Оскільки зброджування здійснюється в закритих спорудах, повністю ізольованих від оточуючого середовища, усувається можливість поширення інфекцій і газів з неприємним запахом та попадання необробленого гною в ґрунт, ґрунтові і підземні води. У результаті розкладання органічних речовин у зброженому продукті збільшується доля біогенних елементів, більша їх частина переходить в легкозасвоювані рослинами мінеральні речовини, а втрати азоту не перевищують 3-5%.

Для визначення характеру газовиділення, глибини мінералізації органічної речовини залежно від режимно-конструктивних параметрів, а також з метою розробки на основі отриманих залежностей технологічних схем анаеробної обробки та утилізації відходів тваринницьких підприємств розроблена експериментальна установка.

В даний час вітчизняними і зарубіжними вченими досягнуті великі успіхи в іммобілізації мікроорганізмів на різних носіях, розроблені і мають практичне застосування так звані анаеробні реактори другого покоління, які дозволяють значно підвищити концентрацію мікроорганізмів у реакторі і забезпечують ефективне очищення стоків у дуже широкому діапазоні концентрацій (БПК₅ 0,3-100 г/л). При цьому час обробки становить від 4 до 48 год. Кількість мікроорганізмів, які виносяться із зброджуваною масою, можна значно зменшити при застосуванні електрофізичних методів фіксації. Пропускаючи електричний струм густиною від 0,002 до 0,4 А/м² площі електроду через зброджувану масу перед операцією завантаження-вивантаження метантенка протягом 40-60 хв можна фіксувати колонії мікроорганізмів на інертних носіях, які розміщуються навколо електродів, і запобігати їх видаленню з метантенка [1].

Перелік джерел посилань

1. Чміль А.І. Енергетична ефективність і екологічна безпека замкнутих еколого-біотехнічних систем в тваринництві/ А.І. Чміль: Монографія. – К.: ЦК «Компринт», 2015. – 163 с.

ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;
Авхутський А. І., студент
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна.*

Надійність електроустаткування відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної роботи сучасних систем електропостачання. Вона визначає безперебійність електропостачання та зниження ймовірності аварій, що є особливо важливим для промислових підприємств і громадських об'єктів. З огляду на це, забезпечення надійності електроустаткування вимагає комплексного підходу, який поєднує як традиційні методи, так і новітні технології для діагностики, профілактики та модернізації обладнання.

Одним із ключових елементів підтримання надійності є **профілактичне обслуговування**. Регулярні огляди та технічне обслуговування дозволяють вчасно виявляти потенційні проблеми й уникати несправностей. Зокрема, використання методів вібраційного аналізу, термографії та аналізу струмів витoku дозволяє точно оцінювати стан обладнання. Правильна організація профілактичного обслуговування забезпечує стабільність і безпеку роботи системи, зменшуючи ризик аварій.

Таблиця 1.

**Частота профілактичних робіт для різних типів
електроустаткування**

Тип обладнання	Частота огляду	Основні параметри, що контролюються
Трансформатори	Раз на рік	Рівень масла, температура, вібрації
Кабельні лінії	Раз на півроку	Опір ізоляції, вологість
Електродвигуни	Раз на квартал	Шум, вібрації, температура обмоток

Важливим аспектом підвищення надійності є **впровадження систем моніторингу в реальному часі**. Такі системи дозволяють безперервно контролювати стан обладнання, виявляти аномалії та запобігати виникненню несправностей. Це особливо важливо для великих промислових підприємств, де збої в електропостачанні можуть призвести до значних економічних втрат. Впровадження таких систем дозволяє значно підвищити надійність та оперативність обслуговування електроустаткування.

Перелік джерел посилань

1. Billinton R., Allan R.N. Reliability Evaluation of Power Systems. – Springer, 2013. – 432 p.
2. Brown R.E., Electric Power Distribution Reliability. – CRC Press, 2017. – 488 p.

СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО КОРИСТУВАННЯ

Кузнецов М.А., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми, Україна.

Збільшення об'ємів виробництва електричної енергії автономними системами пов'язане з різного роду ситуаціями. До таких систем відносять:

- сонячні електростанції;
- вітроенергетичні установки;
- гідроелектростанції.

Доцільність впровадження в роботу таких систем визначається безкоштовними поновлюваними джерелами енергії. Проте, є один важливий недолік роботи таких систем, що визначається шляхом неперервності виробництва електричної енергії. Тому, альтернативна енергетика в такому плані не може бути конкурентно спроможною з традиційними джерелами енергії. Постійна зміна дня і ночі, поява або зникнення вітру не дають можливості постійного ефективного функціонування систем.

Роль сучасних автономних систем виробництва електричної енергії важко переоцінити. Незалежність споживача від вимкнень електричної енергії цілком компенсується погодними умовами для систем альтернативної енергетики.

Наявність автономних когенераційних установок на ринку електрообладнання робить важливу справу не лише в підйомі фінансової складової для держави, але і має на меті задоволення одразу двох потреб:

- теплової енергії;
- електричної енергії.

Спрямованість такого виду обладнання на виконання основних функціональних особливостей робить його актуальним для будь-якого виду споживача електричної енергії. Перевагою когенераційних установок є виробництво ними і теплової енергії. До речі, остання виробляється на 60%, порівнюючи з об'ємом електричної, що складає показник 40% від загального об'єму виробленої енергії.

До основних характерних особливостей, що входять до переліку технічних характеристик таких установок, відносять:

- електричну потужність;
- теплову потужність;
- паливо (біогаз, природний газ, шахтний метан та інші види палива);
- потужність двигуна;
- поставка як з котлом, так й без котла-утилізатора;
- повний ресурс.

Указаними технічними особливостями споживач керується при виборі такого типу обладнання для власних цілей.



Рисунок 1. Когенераційна установка

Значні попити на особливості роботи установок різняться між собою. Електрична потужність, яка генерується, є однаковою як при використанні природного газу, так й для спеціальних газів. Тому, тенденції по збільшенню використання такого типу обладнання в системах електро- та теплопостачання лише зростають.

УДК 621.311.1

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М.; ст. викладач
Авхутський А. І., студент
Сумський національний аграрний університет
м. Суми, Україна*

Модернізація електроустаткування є важливим елементом підвищення надійності. Заміна застарілого обладнання на нові моделі з покращеними технічними характеристиками дозволяє підвищити енергоефективність, знизити частоту технічного обслуговування та покращити стійкість до зовнішніх впливів. Новітні технології забезпечують більш тривалий термін служби обладнання та зменшують експлуатаційні витрати.

**Переваги нових моделей електродвигунів
порівняно зі старими**

Параметр	Старі моделі	Нові моделі
Споживання електроенергії	Високе	Низьке
Частота технічного обслуговування	Висока	Низька
Стійкість до вібрацій	Низька	Висока
Захист від пилу та вологи	Відсутній	Наявний (IP55 і вище)

Зовнішні умови експлуатації, такі як температура, вологість, пил та агресивні середовища, також мають значний вплив на надійність електроустаткування. Використання спеціальних матеріалів та захисних технологій дозволяє мінімізувати негативний вплив зовнішніх факторів на роботу обладнання.

Окрім технічних аспектів, кваліфікація обслуговуючого персоналу відіграє важливу роль у забезпеченні надійної роботи електроустаткування. Працівники повинні мати необхідні знання та досвід для вчасного виявлення проблем та правильного обслуговування обладнання. Тому регулярне навчання та підвищення кваліфікації персоналу є важливими умовами для забезпечення високого рівня надійності.

Таким чином, підвищення надійності електроустаткування в системах електропостачання є багатогранним завданням, яке потребує поєднання різних підходів. Впровадження сучасних систем моніторингу, профілактичне обслуговування та модернізація обладнання дозволяють зменшити ризики аварій та підвищити ефективність роботи системи.

Перелік джерел посилань

1. Rausand M., Hoyland A. System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications. – Wiley, 2004. – 664 p.
2. Zio E. An Introduction to the Basics of Reliability and Risk Analysis. – World Scientific, 2007. – 405 p.

УДК 621.316.1.05

**ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ В
УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ПОТУЖНОСТЕЙ**

Войтенко В.В., аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м.Київ, Україна.*

Станом на кінець 2024 року постає актуальне питання обґрунтування критеріїв оптимального функціонування регіональних енергосистем в умовах

неконтрольованого дефіциту потужностей, що виникає внаслідок непередбачуваного виходу з ладу енергетичної інфраструктури. У зв'язку з цим, необхідно розробити ефективні стратегії диверсифікації та відновлення енергопостачання, спрямовані на підвищення стійкості електромережі.

У роботі [1] проаналізовано методи розподілу потоків потужності в модельній регіональній електроенергетичній системі. Запропоновано алгоритм та програма для розв'язання задачі адресності потоків і втрат потужності у багатовузлових регіональних енергосистемах, використовуючи сучасні програмні засоби для моделювання енергетичних процесів, описані в роботі [2]. Авторами [3] досліджено реалізація плану відновлення, що поєднує принципи «знизу вгору» та «поступовий підхід». Запропонований план передбачає розробку алгоритму для визначення зв'язувальних ліній між сусідніми операторами та знаходження найкоротшого шляху для кожної невідновленої одиниці, включаючи оцінку ризиків та наслідків.

Розроблена схема [4] планування для регіональної енергетичної системи, яка враховує систему віртуального накопичення енергії (VES). Ця система може переносити енергетичні навантаження через періоди часу, що є особливо актуальним у контексті зростання частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) та їхньої нестабільності у виробництві. Метою подальшого дослідження є розробка стратегії "розумної" диспетчеризації регіональних енергомереж. Це передбачає впровадження інтелектуальних систем управління генераціями та енергетичними вузлами в усіх наявних мікромережах та енергоостровах регіону.

Ефективна диспетчеризація в умовах змінюваної енергетичної архітектури дозволить адаптуватися до динамічних викликів, забезпечуючи оптимальне управління ресурсами, збільшення диверсифікації енергопостачання та зниження ризиків блекауту.

Перелік джерел посилань

1. Kaplun, V., Gai, O., Stetsyuk, P., & Ivlichev, A. (2023). Provision of optimal dispatching scenarios for regional power systems in the face of uncontrollable power shortages. *Machinery & Energetics*, 14(2), 23-33. doi: 10.31548/machinery/2.2023.23.
2. Біла Г.Д., Корчинський О.О., Стецюк П.І., Хом'як О.М., Шеховцов С.Б. Використання NEOS-сервера для розв'язання двох класів оптимізаційних задач. *Кібернетика та комп'ютерні технології*. 2022.
3. Fotis, G., Vita, V., & Maris, T. I. (2023). Risks in the european transmission system and a novel restoration strategy for a power system after a major blackout. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(1) doi:10.3390/app13010083.
4. Zhu, X., Yang, J., Li, G., Dong, X., & Liu, S. (2020). Optimal dispatching strategy of regional integrated energy system considering virtual energy storage system. *Dianli Jianshe/Electric Power Construction*, 41. doi:10.12204/j.issn.1000-7229.2020.08.012.

ПЕРЕНАПРУГА В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;
Коваленко К.М., студент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Перенапруги в електричних мережах є складним технічним явищем, що викликає значні коливання напруги у системах електропостачання. Здатність мереж стабільно забезпечувати необхідний рівень напруги без різких стрибків є критичною для якості електроенергії, від якої залежить надійність роботи всієї інфраструктури, зокрема промислових підприємств, об'єктів критичної інфраструктури та побутового сектору.

Перенапруги поділяються на кілька типів залежно від їх походження, тривалості та впливу на мережу. Серед основних видів – імпульсні, комутаційні та аварійні перенапруги. Імпульсні перенапруги зазвичай мають короткочасний характер і часто пов'язані з грозовими розрядами, а також із раптовими електромагнітними імпульсами. Такі перенапруги можуть викликати миттєві стрибки напруги, що значно перевищують номінальні показники [1]. Комутаційні перенапруги, у свою чергу, виникають внаслідок вмикання чи вимикання потужних споживачів електроенергії, таких як трансформатори, великі електродвигуни чи генератори. Зокрема, комутаційні перенапруги можуть виникати під час перемикавання навантаження у великих мережах, коли різко змінюється потік струму, що спричиняє короткочасні стрибки напруги в мережі.

Однією з причин виникнення перенапруг є порушення в роботі електричної ізоляції, що може спричинити короткі замикання або пробой. Це також може бути наслідком зносу ізоляційного матеріалу, температурних коливань або механічних ушкоджень [2]. Особливу загрозу для якості електричної енергії створюють перенапруги, пов'язані з аварійними ситуаціями — раптовими відключеннями, короткими замиканнями або порушеннями в роботі обладнання. Після таких збоїв напруга в мережі може значно зростати або спадати, що впливає на стабільність і надійність постачання.

Забезпечення якісної електричної енергії без перенапруг є основою для стабільної роботи обладнання. Під час перенапруги електричні прилади можуть перегріватися, що веде до прискореного зносу і може навіть викликати поломку обладнання. Це особливо критично для складного промислового обладнання, комп'ютерної техніки та іншої електроніки, що є чутливою до коливань напруги. Низька якість електричної енергії, зумовлена перенапругами, призводить до втрат потужності, зниження ефективності роботи обладнання та виникнення гармонік, які створюють додаткове навантаження на мережу.

Для забезпечення захисту від перенапруг широко використовуються різноманітні захисні засоби та пристрої. Зокрема, одним із найбільш

ефективних засобів є розрядники та обмежувачі перенапруг, які захищають мережу, поглинаючи надлишкову напругу та запобігаючи її поширенню на інші частини системи. Розрядники діють шляхом створення каналу для протікання струму під час перевищення напруги певного рівня, що дозволяє безпечно відводити надлишок енергії до заземлення. Обмежувачі перенапруг є ще одним засобом для зниження впливу перенапруг — вони встановлюються у вузлах мережі для контролю рівня напруги і запобігання її перевищенню.

Іншим важливим елементом захисту є використання системи заземлення. Вона дозволяє відводити надмірну енергію, зокрема імпульси від грозових розрядів, убік від основного обладнання, мінімізуючи ризик пробоя ізоляції та захищаючи чутливі компоненти електромережі. Налагоджена система заземлення є важливою частиною захисту будь-якої електроустановки від зовнішніх впливів, таких як атмосферні явища.

Крім технічних засобів захисту, сучасні мережі оснащені автоматичними системами моніторингу якості електроенергії, які дозволяють у режимі реального часу контролювати параметри, що впливають на якість електроенергії. Такі системи вимірюють амплітуду напруги, частоту, наявність гармонік і рівень перенапруг у мережі. Це допомагає не лише виявити джерело перенапруги, але й дозволяє відразу вживати заходів для її усунення. Завдяки постійному контролю якості електричної енергії значно підвищується надійність і стабільність роботи всієї мережі.

Перенапруги становлять особливу загрозу для об'єктів критичної інфраструктури та великих підприємств, де навіть короточасні збої у постачанні можуть призвести до значних фінансових втрат. Наприклад, підприємства, що займаються виробництвом, можуть втратити цінні ресурси через несподіване відключення обладнання. Для житлових будівель перенапруги також небезпечні, оскільки можуть пошкодити побутові прилади та електроніку. Регулярне технічне обслуговування, профілактика обладнання та вдосконалення систем захисту дозволяють мінімізувати ризики, пов'язані з перенапругами, та підвищують якість електропостачання.

Перенапруги в електричних мережах є складним і багатофакторним явищем, що суттєво впливає на якість електричної енергії, стабільність роботи обладнання і безпеку електропостачання. Ефективний захист від перенапруг вимагає застосування сучасних засобів моніторингу та профілактики, а також регулярного технічного обслуговування електромереж. Завдяки комплексним заходам захисту можна не лише знизити ризик виникнення аварій, але й забезпечити високу якість електричної енергії для кінцевих споживачів.

Перелік джерел посилань

1. S, S. (2020). Study of the influence of overvoltage on the quality of electricity in energy systems. *Journal of Electrical and Power Engineering*, 23(2), 52–58. <https://doi.org/10.31474/2074-2630-2020-2-52-58>
2. Dimitriadis, P. (2015). Effects of overvoltage on power consumption. <https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/12164/1/FulltextThesis.pdf>.

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;
Лубенець Р.А., студент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Компенсація реактивної енергії є важливим методом покращення показників якості електричної енергії, особливо у промислових та великих комерційних об'єктах. Реактивна енергія виникає в електричних системах через наявність елементів індуктивного або ємнісного характеру, таких як електродвигуни, трансформатори та конденсатори. Ці елементи створюють фазовий зсув між струмом і напругою, що призводить до збільшення навантаження на систему та зниження коефіцієнта потужності. Низький коефіцієнт потужності спричиняє більші втрати енергії у лініях електропередачі, підвищує втрати у трансформаторах і кабелях, а також збільшує загальне навантаження на генераторні установки.

Компенсація реактивної енергії полягає у введенні пристроїв, які коригують цей фазовий зсув, зменшуючи або повністю нейтралізуючи реактивну складову потужності. Основними способами компенсації є використання конденсаторних батарей або синхронних компенсаторів. Конденсаторні установки підключаються до системи та генерують ємнісну реактивну потужність, що компенсує індуктивну реактивну потужність від таких пристроїв, як електричні двигуни. Це призводить до збільшення коефіцієнта потужності до значень, наближених до одиниці.

Поліпшення показників якості електроенергії за рахунок компенсації реактивної енергії має кілька важливих наслідків. Перш за все, це дозволяє знизити втрати активної енергії, оскільки зменшується кількість переданої реактивної потужності, що знижує струмові навантаження на мережу. Це сприяє збільшенню ефективності використання електричних систем та зниженню експлуатаційних витрат.

Ще одним важливим аспектом є підвищення стабільності напруги в мережі. Коли реактивна потужність компенсована, зменшуються коливання напруги, що позитивно впливає на роботу електрообладнання та знижує ризики його пошкодження. Стабільна напруга також сприяє збільшенню терміну служби електричних пристроїв і підвищує їх надійність.

Важливим економічним чинником є зниження штрафів від енергопостачальних компаній за низький коефіцієнт потужності. У багатьох країнах енергетичні компанії стягують додаткові збори з споживачів, якщо коефіцієнт потужності їх систем значно відхиляється від нормативних значень. Впровадження систем компенсації дозволяє уникнути цих штрафів і знизити рахунки за електроенергію. Окрім того, компенсація реактивної

енергії сприяє збільшенню пропускної здатності існуючих електричних мереж. Завдяки зниженню навантаження на кабелі та трансформатори, можна передавати більшу кількість активної потужності без необхідності модернізації інфраструктури. Це особливо актуально для промислових об'єктів та підприємств, які постійно збільшують свої енергетичні потреби.

Використання сучасних засобів автоматичної компенсації реактивної енергії дозволяє гнучко реагувати на зміни навантажень у реальному часі. Це важливо для об'єктів з варіативним енергоспоживанням, де рівень реактивної енергії може суттєво змінюватися залежно від типу та кількості працюючого обладнання. Автоматичні системи забезпечують оптимальну компенсацію, що мінімізує втрати енергії та забезпечує стабільну роботу всієї електричної мережі.

У підсумку, компенсація реактивної енергії є ключовим елементом для підвищення ефективності та надійності електричних систем. Вона сприяє зниженню втрат енергії, підвищенню стабільності напруги, зменшенню експлуатаційних витрат та збільшенню пропускної здатності мереж. Для сучасних промислових підприємств, де стабільна та ефективна робота електрообладнання має критичне значення, впровадження таких систем є необхідністю для досягнення високих показників якості електричної енергії.

Перелік джерел посилань

1. Доброгорський, В.О. Аналіз методів компенсації реактивної потужності в низьковольтних мережах [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В.О Доброгорський; наук. керівник І.Л. Лебединський. - Суми: СумДУ, 2020. - 101 с.
2. Лежнюк П.Д. Електроощадні технології в електричних мережах енергосистем / Любов Наумівна Добровольська, Володимир Володимирович Кулик, Петро Дем'янович Лежнюк // Під редакцією Лежнюка П.Д. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2018. – 328 с.

УДК 621.316

ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ 0,4 КВ

Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;

Лубенець Р.А., студент

Сумський національний аграрний університет,

м. Суми, Україна

Електричні мережі напругою 0,4 кВ є основою сучасної розподільчої інфраструктури, оскільки вони забезпечують живлення побутових і комерційних споживачів. З огляду на збільшення кількості електропристроїв та впровадження енергоефективних технологій потреба в підвищенні пропускної спроможності таких мереж зростає. Це особливо актуально для

регіонів із швидким розвитком будівництва нових житлових районів, промислових об'єктів та інфраструктурних об'єктів, де навантаження на мережі збільшується щороку.

Перше, на що варто звернути увагу, – це технічний стан існуючих електричних мереж. Багато з них були побудовані десятки років тому, коли попит на електроенергію був значно меншим, а сучасні норми енергоефективності ще не існували. Тому модернізація мережі є основним заходом для підвищення її пропускної спроможності.

Це особливо важливо для зниження рівня втрат на лініях і покращення якості постачання електроенергії.

Другий ключовий напрямок – це встановлення нових трансформаторних підстанцій. В умовах, коли існуючі підстанції перевантажені або не можуть забезпечити нові підключення, збільшення кількості трансформаторних потужностей є необхідним. Це дозволяє розподілити навантаження між декількома джерелами живлення та зменшити ймовірність аварій через перевантаження мережі. Важливим аспектом є також оптимізація розміщення підстанцій – встановлення їх ближче до споживачів дозволяє зменшити довжину ліній, що знижує втрати на передачу енергії.

Окрім суто технічних заходів, важливою є й оптимізація управлінських процесів у сфері електропостачання. Підключення нових споживачів до мереж 0,4 кВ часто супроводжується бюрократичними затримками або відсутністю чіткої координації між постачальниками електроенергії та забудовниками. Спрощення процедур отримання дозволів на підключення та вдосконалення регуляторних вимог дозволить прискорити процес розширення мережі та забезпечити швидке підключення нових об'єктів.

Ще одним перспективним напрямком є розвиток розподіленої генерації та інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Насьогодні дедалі більше домогосподарств та підприємств встановлюють власні сонячні або вітрові електростанції, які генерують енергію для власного споживання або для продажу в загальну мережу. Така практика дозволяє зменшити навантаження на мережі 0,4 кВ, оскільки частина споживачів переходить на власні джерела електроенергії. Однак це вимагає серйозної модернізації мереж для забезпечення стабільної роботи в умовах розподіленої генерації, адже відновлювані джерела енергії мають нестабільний характер виробництва (наприклад, залежність від погоди).

Щодо економічного аспекту, підвищення пропускної спроможності мереж пов'язане зі значними інвестиціями. Втім, ці інвестиції окупаються завдяки підвищенню ефективності електропостачання та зниженню експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі. Ефективна мережа потребує менших втрат енергії на лініях, що зменшує загальні витрати на електроенергію для кінцевих споживачів. Крім того, підвищення надійності електропостачання знижує кількість аварійних ситуацій і, як наслідок, економічні втрати, пов'язані з простоям бізнесів та промислових

підприємств. Підвищення пропускної спроможності мереж 0,4 кВ є комплексною задачею, що включає технічні, управлінські та економічні фактори. Інтеграція нових технологій та модернізація інфраструктури дозволять забезпечити стабільне та надійне електропостачання для зростаючого числа споживачів. Це, у свою чергу, сприятиме розвитку економіки, покращенню якості життя та екологічної стійкості за рахунок зменшення втрат електроенергії та інтеграції ВДЕ.

Перелік джерел посилань

1. Зорін, В. В. Підвищення пропускної здатності по ряду критеріїв кабельних ліній електропередач напругою 6-10 Кв / В. В. Зорін, О. М. Майстренко // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2013. – № 3(34). – С. 44–52.
2. Бондаренко Р. В. Підвищення надійності функціонування розподільних електричних мереж / Р. В. Бондаренко, О. М. Довгальок, Г. В. Омеляненко, О. Є. Піротті, Т. В. Сиромятнікова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2018. - Вип. 195. - С. 69-71.

УДК 621.311.13: 621.316.13

ВПЛИВ ПЕРЕНАПРУГ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;
Коваленко К.М., студент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Перенапруги в електричних мережах є складним технічним явищем, що викликає значні коливання напруги у системах електропостачання. Здатність мереж стабільно забезпечувати необхідний рівень напруги без різких стрибків є критичною для якості електроенергії, від якої залежить надійність роботи всієї інфраструктури, зокрема промислових підприємств, об'єктів критичної інфраструктури та побутового сектору.

Перенапруги поділяються на кілька типів залежно від їх походження, тривалості та впливу на мережу. Серед основних видів – імпульсні, комутаційні та аварійні перенапруги. Імпульсні перенапруги зазвичай мають короткочасний характер і часто пов'язані з грозовими розрядами, а також із раптовими електромагнітними імпульсами. Такі перенапруги можуть викликати миттєві стрибки напруги, що значно перевищують номінальні показники [1]. Комутаційні перенапруги, у свою чергу, виникають внаслідок вмикання чи вимикання потужних споживачів електроенергії, таких як трансформатори, великі електродвигуни чи генератори. Зокрема, комутаційні перенапруги можуть виникати під час перемикавання навантаження у великих мережах, коли різко змінюється потік струму, що спричиняє короткочасні стрибки напруги в мережі.

Однією з причин виникнення перенапруг є порушення в роботі електричної ізоляції, що може спричинити короткі замикання або пробой. Це також може бути наслідком зносу ізоляційного матеріалу, температурних коливань або механічних ушкоджень [2]. Особливу загрозу для якості електричної енергії створюють перенапруги, пов'язані з аварійними ситуаціями — раптовими відключеннями, короткими замиканнями або порушеннями в роботі обладнання. Після таких збоїв напруга в мережі може значно зростати або спадати, що впливає на стабільність і надійність постачання.

Забезпечення якісної електричної енергії без перенапруг є основою для стабільної роботи обладнання. Під час перенапруги електричні прилади можуть перегріватися, що веде до прискореного зносу і може навіть викликати поломку обладнання. Це особливо критично для складного промислового обладнання, комп'ютерної техніки та іншої електроніки, що є чутливою до коливань напруги. Низька якість електричної енергії, зумовлена перенапругами, призводить до втрат потужності, зниження ефективності роботи обладнання та виникнення гармонік, які створюють додаткове навантаження на мережу.

Для забезпечення захисту від перенапруг широко використовуються різноманітні захисні засоби та пристрої. Зокрема, одним із найбільш ефективних засобів є розрядники та обмежувачі перенапруг, які захищають мережу, поглинаючи надлишкову напругу та запобігаючи її поширенню на інші частини системи. Розрядники діють шляхом створення каналу для протікання струму під час перевищення напруги певного рівня, що дозволяє безпечно відводити надлишок енергії до заземлення. Обмежувачі перенапруг є ще одним засобом для зниження впливу перенапруг — вони встановлюються у вузлах мережі для контролю рівня напруги і запобігання її перевищенню.

Іншим важливим елементом захисту є використання системи заземлення. Вона дозволяє відводити надмірну енергію, зокрема імпульси від грозових розрядів, убік від основного обладнання, мінімізуючи ризик пробойу ізоляції та захищаючи чутливі компоненти електромережі. Налагоджена система заземлення є важливою частиною захисту будь-якої електроустановки від зовнішніх впливів, таких як атмосферні явища.

Крім технічних засобів захисту, сучасні мережі оснащені автоматичними системами моніторингу якості електроенергії, які дозволяють у режимі реального часу контролювати параметри, що впливають на якість електроенергії. Такі системи вимірюють амплітуду напруги, частоту, наявність гармонік і рівень перенапруг у мережі. Це допомагає не лише виявити джерело перенапруги, але й дозволяє відразу вживати заходів для її усунення. Завдяки постійному контролю якості електричної енергії значно підвищується надійність і стабільність роботи всієї мережі.

Перенапруги становлять особливу загрозу для об'єктів критичної інфраструктури та великих підприємств, де навіть короточасні збої у

постачанні можуть призвести до значних фінансових втрат. Наприклад, підприємства, що займаються виробництвом, можуть втратити цінні ресурси через несподіване відключення обладнання. Для житлових будівель перенапруги також небезпечні, оскільки можуть пошкодити побутові прилади та електроніку. Регулярне технічне обслуговування, профілактика обладнання та вдосконалення систем захисту дозволяють мінімізувати ризики, пов'язані з перенапругами, та підвищують якість електропостачання.

Перенапруги в електричних мережах є складним і багатофакторним явищем, що суттєво впливає на якість електричної енергії, стабільність роботи обладнання і безпеку електропостачання. Ефективний захист від перенапруг вимагає застосування сучасних засобів моніторингу та профілактики, а також регулярного технічного обслуговування електромереж. Завдяки комплексним заходам захисту можна не лише знизити ризик виникнення аварій, але й забезпечити високу якість електричної енергії для кінцевих споживачів.

Перелік джерел посилань

1. S, S. (2020). Study of the influence of overvoltage on the quality of electricity in energy systems. *Journal of Electrical and Power Engineering*, 23(2), 52–58. <https://doi.org/10.31474/2074-2630-2020-2-52-58>
2. Dimitriadis, P. (2015). Effects of overvoltage on power consumption. <https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/12164/1/FulltextThesis.pdf>.

UDC 621.424

THE EFFECT OF USING HYDROGEN FOR CARBURETED ENGINES

*Dubovyk Volodymy, senior lecturer; Gorodetskyi Viktor, assoc. prof., PhD;
Afanasova Anastasiia, student; Pachev Artem, student
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute", Kyiv, Ukraine.*

Fossil fuels are the main resource for large scale production which aggravates the carbon cycle. Because of environmental criteria, its production should be from renewable sources (green hydrogen). Tashie-Lewis B et al [1] concluded that the major limitations of widespread use of hydrogen are concerns about fuel safety and lifecycle costs (investment cost, production cost, supply cost, market price, demand, storage and distribution costs). Low density which leads to exceptional diffusivity helps hydrogen mix with other fuels and high selfignition temperature allows a higher compression ratio which leads to better efficiency. Shivaprasad K V [2] observed an increase of thermal efficiency when fuelling with a mix of gasoline and hydrogen till a fraction of 20% hydrogen. HC and CO emissions drop with the increase of hydrogen but high NO_x values are observed when operating at rich mixtures. Thawko A and Tartakovsky L [3] study focus on

particle formation in a direct injection internal combustion engine ICE indicating that the particles formed during hydrogen combustion are entirely generated from the lubricant coverings of the internal cylinder surfaces. The results reveal that nonpremixed hydrogen combustion produces significantly more particles compared to gasoline combustion.

This is the result of hydrogen's much lower flame quenching distance that amplifies the lubricant evaporation and the interaction between the core jet and the lubricant vapour. Also, jet-wall interaction duration increase results in more lubricant vapour into the chamber bulk which leads to more particles. To eliminate the storage challenge of hydrogen, Dinesh M H and Kumar G N [4] have shifted their focus on using a hydrogen-rich carrier fuel like ammonia (NH₃) with H₂ addition (from 5% to 21%) and studied the effect of compression ratio CR (from 12 to 15) over combustion stability, performance and emissions. Due to hydrogen's excellent burning properties, brake power BP increased by 31.2% and brake thermal efficiency BTE improved by 39%. The peak cylinder pressure, temperature and heat release are modest due to ammonia's low energy content and rather slow burning speed, which improves to some degree with CR and remarkably with the percentage of hydrogen added. NO_x emission increased with

42.34% from 5% hydrogen at a CR12 to 21% hydrogen at CR15. Wang S et al [5] analysed the combustion and emission of a hydrogen blended gasoline engine at high loads and lean conditions emphasizing the improvement of HC and CO emissions after the hydrogen addition and the stability of combustion with the only disadvantage of NO_x levels that increased. Chitrakar P R et al [6] focused their study on combustion and emission on a gasoline engine using pure hydrogen and LPG at idle condition with similar results like other authors regarding the evolution of HC and CO but with a substantial decrease of NO_x when fuelled with hydrogen. The use of hydrogen has improved the cylinder pressure by 18%.

The experiment was carried out with different percentages (up to 7%) of hydrogen injected in the intake manifold. The main conclusions of the experimental investigations are: CO, CO₂ and HC emissions reduce with the increase of hydrogen addition due to the high flame speed of hydrogen and the short quenching distance which allows the flame to travel near the cylinder wall thus improving combustion. The high diffusivity property of hydrogen is another reason for better combustion because of a more homogeneous mixture. At stoichiometric mixture, the level of CO was reduced with 46% and CO₂ emission marked a 16% cut. At lean mixtures, the gasoline-hydrogen mix showed a 44% improvement regarding HC emission. The higher hydrogen addition results in a higher combustion temperature which leads to more dissociation and more NO_x emission causing a 14.8% decrease at lean mixtures. Brake thermal efficiency under the test conditions, increased from 27.8% with no hydrogen addition to 29.1% with 6.5% H₂ addition.

References

1. Tashie-Lewis B, Nnabuike S 2021 Hydrogen Production, Distribution, Storage and Power Conversion in a Hydrogen Economy - A Technology Review *Chemical Eng. J. Advances* 8.

2. Shivaprasad K V, Raviteja S, Parashuram C, Kumar G N 2014 Experimental Investigation of the Effect of Hydrogen Addition on Combustion Performance and Emissions Characteristics of a Spark Ignition High Speed Gasoline *Engine Procedia Tech.* 14 141-148.
3. Thawko A, Tartakovsky L 2022 The Mechanism of Particle Formation in Non-Premixed Hydrogen Combustion in a Direct-Injection Internal Combustion Engine *Fuel* 327.
4. Dinesh M H, Kumar G N 2022 Effects of compression and mixing ratio on NH₃/H₂ fuelled SI engine performance, combustion stability and emission *Energy Conversion and Management: X*
5. Wang S, Ji C, Zhang B, Zhou X 2014 Analysis on combustion of a hydrogen-blended gasoline engine at high loads and lean conditions *Energy Procedia* 61 323-326.
6. Chitragar P R, Shivaprasad K V, Nayak V, Bedar P, Kumar GN 2016 An experimental study on combustion and emission analysis of four cylinder 4-stroke gasoline engine using pure hydrogen and LPG at idle condition Injection *Energy Procedia* 90 525-534.

UDC 621.311.61

RADIOISOTOPE SOURCES OF ELECTRICAL ENERGY

Dubovyk Volodymyr, senior lecturer; Gorodetskyi Viktor, assoc. prof., PhD; Polishchuk Valentyna, senior lecturer; Krychkovskyi Kiril, student
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukrain.

The problem of creating small-sized power sources is currently receiving a lot of attention. The existing market of small-sized electronic equipment, including special ones, requires a significant number of small-sized and micro-sized power sources. Existing elements, including lithium-ion ones, have a limited service life and require constant recharging. The creation of reliable power sources with a capacity of 0.05-0.5 W that do not require recharging is a very relevant issue [1].

Currently, there are two most famous projects for the creation of atomic batteries. The first is the use as a "fuel" of an isotope that does not occur in nature - nickel-63, the distinguishing feature of which is powerful beta radiation with an almost complete absence of alpha and gamma particles. Beta radiation has a low penetrating power, so it will remain completely within the nuclear battery, making it safe from radioactive contamination. However, ordinary nickel contains only 3.6% nickel-63, so an enrichment process to 99.5% is required, which requires additional costs.

The second is the so-called diamond battery developed by the University of Bristol. The isotope carbon-14 is used as an energy source, which is also an almost pure beta source. Carbon is obtained from waste moderator rods of nuclear plants, which are given the shape of a diamond crystal with the help of special processing. Carbon-14 was chosen as the source material because it emits short-wavelength radiation that is quickly absorbed. In a diamond, no short-wave radiation can

escape. In fact, diamond is the hardest substance known to man to provide protection [2].

Atomic batteries use the so-called BetaVolt effect, which occurs when beta particles (simply put, released as a result of some nuclear reactions of high-energy electrons) interact with semiconductors. The first radioisotope energy source was presented in 1913 by the English physicist Henry Moseley. In this sense, BetaVolt cells are partially similar to solar batteries, but only there the energy source is the interaction of batteries with photons, and here - with electrons.



Figure 1. General view of the BetaVolt power supply

The situation with a nuclear battery is completely different. In the case of BetaVolt, the rate of current is not determined by the intensity of work, but only by the rate of decay of nickel-63. In other words, the battery is always on and working at full capacity, and it is important that this capacity is enough to perform all tasks.

Developers of such technologies have shown that the use of semiconductor elements with a Schottky barrier structure or p-n-p structure in the structure of an atomic battery will increase their power several times due to more complete absorption of beta particles and an increase in the electrical electrochemical potential in a beta-anode tritium nuclear battery [3].

In the 1970s, the American scientist Larry Olsen created the famous "Betacel" battery, which was based on promethium-147. It was the first commercially successful BetaVolt energy source. For its time, it was a revolutionary product: the volume of the battery was approximately 16 cm³, and the service life reached 10 years.

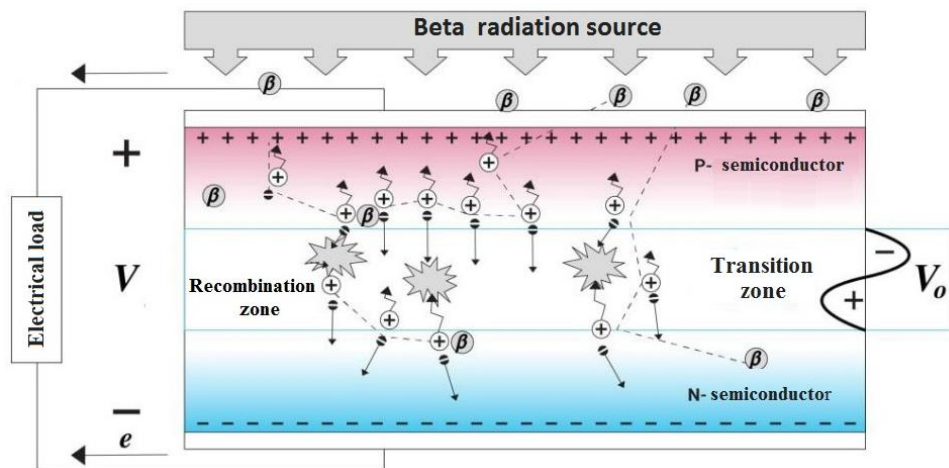


Figure 2. Scheme of operation of a BetaVolt cell

The generation of NanoTritium-P100 serial elements had a maximum power of 75 nanowatts, and further improvement allowed to increase the peak power to 280 nanowatts. The 2018 development - "NanoTritium-P200" - has a voltage range from 0.8 to 2.4 volts, a current from 52 to 156 microamps, and a maximum power of 125 microwatts.

References

1. V. S. Bormashov, S. Yu. Troschiev, S. A. Tarelkin, A. P. Volkov, D. V. Teteruk. High power density nuclear battery prototype based on diamond Schottky diodes (англ.)// Diamond and Related Materials. — 2018-04-01. — Vol. 84. — P. 41–47. — ISSN 0925-9635. — doi:10.1016/j.diamond.2018.03.006.
2. University of Bristol. November: diamond-power | News and features | University of Bristol (англ.). www.bristol.ac.uk. Дата обращения: 25 сентября 2020.
3. Glenn McDonald. Nuclear Waste and Diamonds Make Batteries That Last 5,000 Years. Seeker.

UDC 620.9:621.311.243:338.5

THE INFLUENCE OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT DEPLOYMENT ON ELECTRICITY CONSUMPTION: A FACTOR ANALYSIS

Dmytro Matushkin, Ph.D.

*General Energy Institute of NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine.*

Modern development of energy systems relies on the integration of renewable energy sources (RES), with solar energy at the forefront. Photovoltaic (PV) stations, which convert solar energy into electrical power, play a critical role in energy transformation efforts aimed at reducing greenhouse gas emissions and enhancing energy efficiency. The decline in PV panel prices and advancements in Smart Grids have further encouraged widespread adoption [1].

Many countries incentivize RES technologies, especially solar energy investments. In 2022, PV stations accounted for 62% of renewable electricity investments, totaling \$307,5 billion (Fig. 1) [3, 4].

While PV systems clearly reduce grid electricity consumption and household utility bills, their overall contribution to carbon footprint reduction remains uncertain [4, 5]. Consumer behavior, such as shifting energy usage to daylight hours, influences the grid's stability and efficiency.

This research used statistical data, mathematical modeling, and forecasting to analyze the impact of PV stations on electricity consumption. Key focus areas include technical aspects, economic effectiveness, and social impacts on consumers.

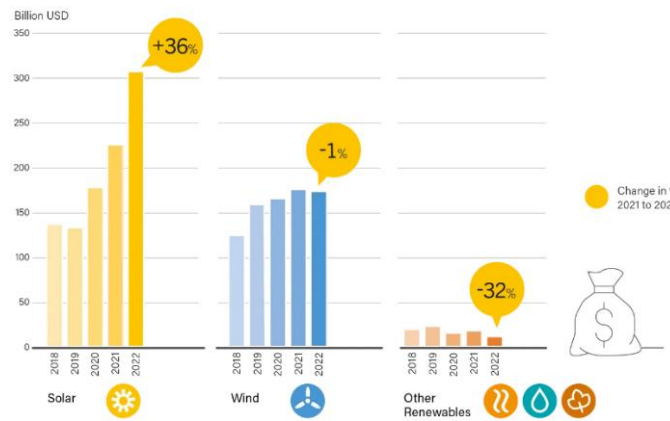


Figure 1. Global Investment in Renewable Power and Fuels, by Technology, 2018-2022 [3]

The implementation of PV plants may immensely affect the dynamics in electricity consumption from a number of perspectives:

–**Reduction of traditional electricity consumption:** PV systems reduce consumption dependence on energy generated via traditional methods, including thermal and nuclear power plants. This is very well observed in the private sector and businesses which use their own solar power stations.

–**Improved grid stability:** PV plants help mitigate peak loads in unstable power grids, common in regions with unreliable energy supplies.

–**Day-night electricity dynamics:** Since the plants that convert PV energy produce this kind of energy during the day, nighttime consumption depends on traditional sources. This represents a challenge for research into energy storage systems so that renewable sources are used equitably throughout the day.

–**Potential reduction in electricity tariffs:** A higher share of RES lowers fuel costs, reducing electricity prices.

–**Decentralized energy supply:** PV systems encourage local energy generation, reducing reliance on centralized grids.

–**Integration with other RES:** Combining PV with wind, bioenergy, or hydrogen balances energy supply and reduces dependency on any single source.

–**Increased demand for energy storage:** Energy storage systems are needed to manage excess PV electricity and stabilize supply during non-solar hours.

–**Economic incentives:** Government programs and subsidies foster broader adoption of PV energy.

–**Climate factors:** Variations in solar activity (e.g., cloudiness) affect electricity generation and grid dependency.

–**Social and regulatory impacts:** Growing ecological awareness and incentive tariffs support the transition to renewable energy, reducing transmission losses and increasing efficiency.

Establishment of PV plants represents a very important step towards development in energy systems and greening of the economy. Key findings

derived from the study show that with regards to the dynamics of electricity consumption, PV stations have a considerable effect, yet this fact does not always correspond to the amount of electricity produced. In this regard, energy storage systems will be developed and integrated into Smart Grids for stabilizing supply with the growing share of solar energy within the energy balance. The results of this study can be used to further develop energy efficiency enhancement strategies by making recommendations on how PV stations should be integrated into power systems

References

- 1.Kostenko, G., & Zgurovets, O. (2023). Current State and Prospects for Development of Renewable Distributed Generation in Ukraine. System Research in Energy, (2 (73), 4-17. <https://doi.org/10.15407/srenergy2023.02.004> [in Ukrainian].
- 2.Sudarykov, A. (2024). Analysis of factors influencing electricity consumption upon the implementation of the “green” energy transition concept in Ukraine by 2050. System Research in Energy, (3 (79), 70-79. <https://doi.org/10.15407/srenergy2024.03.070> [in Ukrainian].
- 3.REN21. 2023. Renewables 2023 Global Status Report collection, Renewables in Energy Supply.
- 4.Pourasl, H. H., Vatankhah Barenji, R., & Khojastehnezhad, V. M. (2023). Solar energy status in the world: A comprehensive review. Energy Reports, 10, 3474-3493. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.10.022>.
- 5.Bošnjaković, M., Santa, R., Crnac, Z., & Bošnjaković, T. (2023). Environmental impact of PV power systems. Sustainability, 15(15), 11888. <https://doi.org/10.3390/su151511888>.

УДК 663.033:662.767.2

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ БІОГАЗУ УТВОРЕНОГО У БІОГАЗОВИХ РЕАКТОРАХ

Сподоба М.О., Ph.D, асистент; Сподоба О.О., Ph.D

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Основним критерієм оцінки ефективності використаного у біогазовому реакторі обладнання або процесу є визначення об'єму біогазу, що утворюється підчас анаеробного бродіння органічної маси.

Сьогодні, широкого розповсюдження набув метод який працює за принципом евідометра – рухомої труби в трубі з гідравлічним клапаном [1]. Перевагами є дешевизна та швидкість монтажу. Даний метод підходить для визначення виходу об'єму біогазу з відносно малими дозами завантаження біомаси, до кількох літрів. Також, цей метод не підходить для визначення невеликих доз виділення біогазу, які відбуваються в початковий і кінцевий моменти бродіння. Іншим методом визначення виходу біогазу є використання газової лампи, що не дозволяє встановити навіть приблизний об'єм утвореного біогазу і служить лише для візуального спостереження за процесом горіння.

Наступний тип це ультразвукові лічильники газу [2]. Вони дозволяють реєструвати велику кількість біогазу виробленого протягом усього циклу ферментації. Однак, точність вимірювання залежить від конкретних умов течії, її швидкості, завихреності, температури та вологості. Ще один тип, це турбінні витратоміри. Головним недоліком яких є наявність рухомих частин, які мають високу чутливість до забруднень. Що робить цей метод вимірювання ненадійним і вимагає постійного очищення та налаштування. Також недоліком є складність визначення утвореного біогазу при відносно низьких витратах по газопроводу, що призводить до неточного визначення повного об'єму утвореного біогазу, внаслідок чого спотворюються результати експериментальних досліджень.

Розглянувши наявні методи та пристрої для визначення об'єму виходу біогазу, можна зробити висновок, що на сьогодні актуальною є необхідність розробки інноваційного, недорогого та високочутливого пристрою визначення об'єму біогазу під час експериментальних досліджень як малих, так і великих резервуарів.

Перелік джерел посилань

1. Chetveryk H. O. Energy-efficient conversion of liquid biomass gasification waste in a biogas plant: thesis. can. technical Sciences: specialist 05.14.08. "Conversion of renewable types of energy. Technical sciences"/ H. O. Chetveryk – K.: Institute of Renewable Energy NAN Ukraine, 2018. – 166 p.
2. Automatical methane potential test system. Operation and maintenance manual. – Lund: Bioprocess control Sweden AB, 2016. – 95 p.

УДК 621.316

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

*Раши В.Ю. к.т.н., доцент; Потапенко М.В., к.т.н.
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Особливого розвитку в наш час набула мала вітроенергетика. До неї відносяться установки потужністю менше 100 кВт, які встановлюють безпосередньо біля споживачів, де вітер переважно характеризують невисокі середні швидкості, часті пориви, зміна напрямків і висока турбулентність [1].

Виробництво вітроенергетичних установок малої потужності потребує постійної модифікації конструкцій. Оцінка ефективності таких вітроустановок ускладнена через відсутність достатньої кількості даних, загальної статистичної бази, відмінностей у конструкціях та режимах роботи.

Один із основних критеріїв ефективності – потужність установки, яка дає можливість оцінити економічний ефект [2]. Використання потоків

потужності для оцінки ефективності установки та її модифікацій дозволило б уніфікувати підхід в більш детальному вигляді, а не обмежуватися загальним коефіцієнтом використання встановленої потужності.

Ефективність вітроколеса та всієї установки є максимальною на номінальній (розрахунковій) швидкості вітру. При початковій швидкості вітру ефективність установки близька до нуля, тому що вітроколесо не обертається. Його швидкохідність також є близькою до нуля. У діапазоні від початкової швидкості вітру до номінальної ефективність збільшується. Зі збільшенням швидкості вітру відбувається регулювання кута атаки лопаті і швидкохідність колеса знижується, що призводить до зниження його ефективності.

Модель потужності такої вітроенергетичної установки спрощено можна описати наступним рівнянням:

$$P_v = P_{\text{обм}} + \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\text{дин}} + P_{\text{ел}}, \quad (1)$$

де P_v – потужність вхідного вітрового потоку; $P_{\text{обм}}$ – потужність вітрового потоку, що пройшла повз вітроколеса в режимі обмеження потужності; $\Delta P_{\text{ст}}$ – статичні втрати; $\Delta P_{\text{дин}}$ – динамічні втрати; $P_{\text{ел}}$ – електрична потужність на виході генератора.

Основні характеристики моделі можуть бути отримані залежно від потужності від швидкості вітру. Дана модель може використовуватися для оцінки ефективності проекрованої конструкції або змін у ній.

Перелік джерел посилань

1. Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М. Особливості роботи автономних малих ВЕУ. *Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь* : збірн. тез IX Міжнар. наук.-практ. конф. (м.Житомир, 5 квітня 2023 р.). Житомир, 2023. С. 70-73.
2. Синеглазов В.М., Зеленков О. А., Аскеров Ш. І., Дмитренко Б. І. Відновлювальна енергетика: навчальний посібник. К.: НАУ, 2015. 278 с.

УДК 621.3

ФАКТОРИ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРІВ ЯК РЕЗЕРВНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ

*Гаруст В.В., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач;
Барсукова Г.В., к.т.н., доцент*

Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми, Україна.

Виклики сучасності, якими супроводжується сучасна ситуація в енергетиці, вимагають від інженера, енергетика та компанії-виробника належного підходу до виробництва продукції, а, головне, - розробки сучасної і високоефективної технології користування електричною енергією споживачем.

У зв'язку із частими перебоями у постачанні електричної енергії до споживача є необхідність розгляду та аналізу методів не так запобігання даним перебоям, як альтернативам, якими можна тимчасово отримувати електричну енергію споживачем для задоволення власних потреб. Мова іде про побутового споживача, електричні пристрої, які мають бути ввімкненими щодня і щохвилини вдома у людини. Наприклад, перебої у надходженні електричної енергії можуть відобразитися на виконанні функціональних завдань холодильними камерами, бойлерами, насосними станціями, іншими електронагрівальними пристроями, насосами, не говорячи уже про інструменти, знаряддя праці і т. п., збої у роботі яких можуть призвести до зупинки на певний проміжок часу певного технологічного процесу чи виробництва у домашніх умовах.

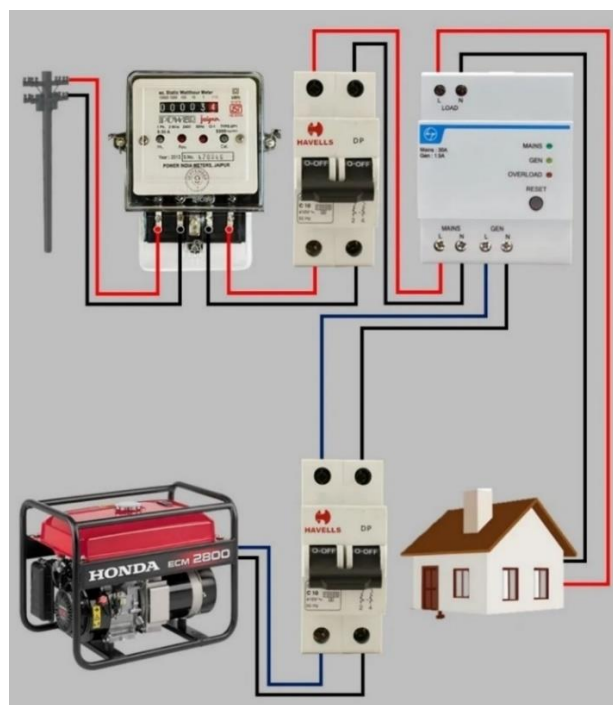


Рисунок 1. Схема отримання електричної енергії від генератора з приводом від ДВЗ

Звичайно, використання електричної енергії не зводиться лише до надходження її з мережі. Нині є багато різноманітних способів, якими є можливість регулювання процесів накачування рідини, нагрівання чи охолодження продуктів харчування, здійснення різноманітних ремонтних, навантажувально-розвантажувальних робіт як на великому виробництві, так і в домашніх умовах, тобто в умовах для кінцевого споживача, виробництво чи задоволення потреб якого відобразиться лише на ньому, а не на великій кількості споживачів.

Використання великої кількості генераторів, що працюють на бензиновому або дизельному паливі, є одним з таких способів. На сьогоднішній день є це досить розповсюджена технологія отримання

електричної енергії при відключенні її від мережі. При цьому, варто відмітити значний негативний вплив, що може відобразитися на стані навколишнього середовища від такого процесу. Справа у тім, що робота дизельного або бензинового двигуна внутрішнього згорання, яким приводиться в дію генератор зводиться до:

- 1) виробництва електричної енергії;
- 2) споживання певної кількості дизельного палива або газу чи бензину;
- 3) викидів в повітря речовин, що є наслідком згорання палива у циліндрах двигуна внутрішнього згорання.

Якщо перший із вище зазначених пунктів є цілком позитивним і стає зрозуміло, що це та ціль, яку необхідно досягти, заради якої здійснюється увесь процес роботи над виробництвом електричної енергії, то наступні два пункти є досить негативним і вважаються значним кидком у бік охорони навколишнього середовища та погіршення його стану такого виду виробництвом електричної енергії.

УДК 621.3

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ НА БАЗІ WI-FI АВТОМАТА КМА-111-40

*Лалак Д.М., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач
Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми.*

Принцип роботи системи контролю енергоспоживання на базі Wi-Fi автомата (рисунок 1) полягає у зборі даних про параметри електричної мережі, їх обробці та передачі на мобільні пристрої або сервер для подальшого аналізу.

Система складається з:

- Wi-Fi автомата (лічильник) КМА-111-40 для вимірювання та передачі даних.
- Контролера, що керує збиранням та обробкою даних.
- Мобільного або ПК для віддаленого моніторингу.

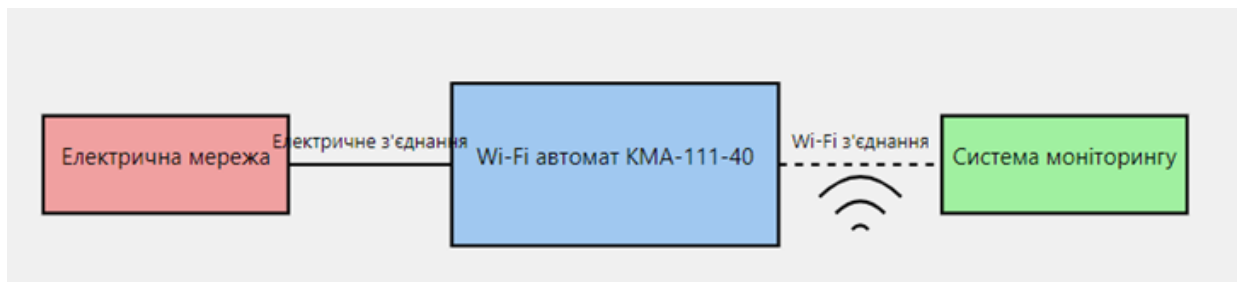


Рисунок 1. Схема підключення Wi-Fi автомата КМА-111-40 до електричної мережі та системи моніторингу

Система складається з Wi-Fi автомата, електричної мережі, до якої він підключений, системи моніторингу (сервер або хмарна платформа), та кінцевих пристроїв для доступу до системи моніторингу, виконується підключення до електричної мережі, через яку керує подачею електроенергії до підключених пристроїв. Вбудовані датчики вимірюють ключові електричні параметри.

Автомат постійно збирає дані про стан електромережі та підключених пристроїв, передаючи їх через Wi-Fi до системи моніторингу. Там дані обробляються, на їх основі генеруються звіти, графіки споживання енергії, сповіщення про аномалії. Користувачі можуть відправляти команди керування до реле через систему моніторингу, автомат отримує ці команди та виконує відповідні дії, такі як вмикання/вимикання пристроїв чи зміна режимів роботи. У випадку втрати зв'язку з системою моніторингу, автомат продовжує працювати автономно згідно з попередньо встановленими налаштуваннями.

Вбудований потужний процесор дає змогу виконувати складні алгоритми керування без додаткових зовнішніх пристроїв. Автомат підтримує різні протоколи зв'язку, що робить його сумісним з широким спектром систем "розумного дому" та промислової автоматизації.



Рисунок 2. Структура КМА-111-40

Обрана модель також відрізняється своєю енергоефективністю. Вона має низьке власне споживання електроенергії та інтелектуальні алгоритми оптимізації енергоспоживання підключених пристроїв, що дозволяє значно знизити загальні витрати на електроенергію.

Система на базі Wi-Fi автомата забезпечує ефективне, безпечне та гнучке керування електричними системами з розширеними можливостями віддаленого моніторингу та контролю. Завдяки своїм унікальним характеристикам, КМА-111-40 є оптимальним вибором для широкого спектру застосувань - від побутових систем "розумного дому" до складних промислових комплексів.

ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОЇ ГРОМАДИ ЗА УМОВ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

*Нечасва Т.П.^{1,2}, к.т.н., ст. дослідник, Тесленко О.І.^{1,2}, к.т.н.,
ст. дослідник, Троханяк В.І.², к.т.н., доцент*

¹Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ, Україна

*²Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ, Україна*

Проголошена на державному рівні стратегічна мета декарбонізації національної енергетики України до середини поточного століття вимагає подальшого збільшення частки відновлюваної енергії в балансі регіональних енергосистем, які традиційно покладалися на генерацію з викопного палива. Широке впровадження об'єктів відновлюваної енергетики та сучасний стан розробки новітніх техніко-технологічних рішень конверсії біопалива для комбінованого виробництва електричної та теплової енергії створює нові можливості для інноваційного управління ефективністю енергозабезпечення територіальних громад за умов збільшення їх енергонезалежності та мінімізації негативного впливу на довкілля [1-3]. Нерівномірність добових графіків навантаження локальної енергетичної системи, їх сезонна, місячна та добова відмінності, стохастичність генерації сонячних та вітрових електростанцій, невідповідність їх профілів потужності до форми добового графіку електричного навантаження без можливості керування їх відпуском в мережу потребує аналітичного дослідження відповідних енергетичних балансів у добовому розрізі. Розроблена математична модель формування прогнозного річного щомісячного балансу теплової та електричної енергії енергонезалежної громади, заснована на підходах до оптимальної добового завантаження потужностей енергосистеми [4-5], дозволяє детально визначати оптимальне завантаження агрегатів комбінованої системи енергопостачання (КСЕ) локальної мережі громади з урахуванням профілів добових графіків електричного та теплового навантаження при дотриманні вимог балансової надійності. Формування прогнозного річного щомісячного балансу теплової та електричної енергії енергонезалежної громади полягає у оптимізації одночасного покриття добових графіків електричного та теплового навантаження із підсумовуванням отриманих добових показників виробництва-споживання у місячному та річному вимірі. Основними обмеженнями розробленої математичної моделі є баланси виробництва-споживання електричної та теплової енергії для кожного часового періоду доби з використанням установок виробництва електричної та/або теплової енергії, що входять до структури КСЕ, з урахуванням їх техніко-економічних характеристик.

Для моделювання оптимального завантаження генеруючих потужностей мікроенергосистеми з формуванням помісячних балансів виробництва-споживання електричної та теплової енергії було використано статистичні дані про енергоспоживання 2021 року Смілянської громади Черкаської області України (населення та юридичних осіб). Прогнозна трансформація технологічної структури КСЕ цієї громади базується на впровадженні потужностей відновлюваних джерел енергії: СЕС, ВЕС та установок комбінованого виробництва енергії на біогазі. В якості маневреної технології для забезпечення балансу виробництва-споживання електроенергії прийнято когенераційні газопоршневі установки на природному газі загальною встановленою електричною потужністю 10 МВт.

Результати модельних розрахунків річних помісячних балансів теплової та електричної енергії для сформованих варіантів технологічної структури КСЕ Смілянської територіальної громади з використанням програмно-інформаційного комплексу для моделювання багатовузлових інтегрованих та автономних систем електро- і теплопостачання [6] засвідчили, що збільшення частки потужностей відновлювальних джерел енергії у структурі електропостачання з 55% до 69% при 30% обмеженні споживання електроенергії з зовнішньої електромережі забезпечує скорочення викидів парникових газів ($\text{CO}_2\text{-екв}$) при виробництві електроенергії у 3,5 рази. Загальне скорочення викидів парникових газів системи комбінованого енергозабезпечення громади склало 42%.

Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України в рамках конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди» гранту №94/0129.

Перелік джерел посилань

1. Kaplun, V. (2023). Principles of resource-process modeling of territorial communities combined energy supply in the climate change prevention context. *System Research in Energy*, 2023(4), 55–64. doi:10.15407/srenergy2023.04.055
2. Stanytsina, V., Nechaieva, T., Trokhaniak, V., Horskyi, V., & Teslenko, O. (2023). Electricity and heat supply technologies for increasing the energy independence of certain territorial communities. *System Research in Energy*, 2023(4), 32–44. doi:10.15407/srenergy2023.04.032
3. Teslenko, O. I. (2024). Energy potential of distributed generation at powerful boiler houses of Ukraine in conditions of military aggression. *Energy Technologies & Resource Saving*, 78(1), 47–59. doi:10.33070/etars.1.2024.04
4. Shulzhenko, S. (2023). Generation unit commitment mixed integer linear model for simultaneous heat and electric daily load covering. *System Research in Energy*, 2023(1), 25–34. doi:10.15407/srenergy2023.01.025
5. Nechaieva, T. P. (2021). Modeling of flexible nuclear power unit operational modes in the mathematical model of the Ukraine's power system daily electric load profile dispatching. *The Problems of General Energy*, 2021(1), 29–37. doi:10.15407/pge2021.01.029
6. Denysov, V., & Babak, V. (2023). Software and information simulation complex of multinode integrated and autonomous power and heat supply systems. *System Research in Energy*, (3 (74), 50-63. <https://doi.org/10.15407/srenergy2023.03.050>

СУЧАСНІ ПРОГРАМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

*Лалак Д.М., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.*

Сучасні програми для моніторингу енергоспоживання надають можливість аналізувати дані в режимі реального часу. Вони можуть бути інтегровані з різними пристроями, такими як лічильники та сенсори. Програмне забезпечення забезпечує зручний інтерфейс для користувачів, дозволяючи отримувати звіти та графіки.

Системи моніторингу складаються з апаратних компонентів, таких як:

- лічильники енергії, що вимірюють споживання в реальному часі;
- датчики, які фіксують навантаження та інші параметри енергоспоживання.

Автоматизацією дозволяється не лише моніторити, а й управляти споживанням. Це можуть бути системи, які автоматично вимикають непотрібні пристрої у часи пікових навантажень.

Системи моніторингу енергоспоживання

- програмні рішення: використовують ПЗ для збору, обробки та аналізу даних про споживання електроенергії. Вони можуть інтегруватися з різними датчиками та пристроями;

- апаратура: вимірювальні пристрої, такі як лічильники енергії, що забезпечують точний моніторинг споживання в режимі реального часу;

Методи контролю енергоспоживання

- аналіз даних: використання аналітики для виявлення аномалій у споживанні, оптимізації витрат і планування енергетичних потреб;
- автоматизовані системи управління (АСУ): дозволяють автоматизувати регулювання навантаження, наприклад, шляхом вимкнення непотрібних пристроїв у часи пікових навантажень.

Системи автоматизації

- системи диспетчеризації: забезпечують централізований контроль за енергоспоживанням у великих об'єктах (заводи, офіси).

- системи Smart Grid: інтелектуальні електромережі, що використовують інформаційні технології для оптимізації постачання електричної енергії.

Таким чином, можливість автоматизованого контролю енергоспоживання в режимі реального часу є важливим елементом в функціонуванні енергетичної системи з порівняно комфортним виконанням усіх функцій персоналом.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Гаруст В.В., студент; Юрченко О.Ю., ст. викладач;
Барсукова Г.В., к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми, Україна.

Одним із можливих і найбільш ефективних способів отримання енергії навіть у моменти перебоїв є використання сонячних панелей. Здавалося б, що це є альтернативна енергетика, яка має працювати постійно. Звісно, це так і є, але можливість використання енергії сонця як тимчасового джерела електричної енергії, - ніхто не відміняв.

Питання полягає у тому, що виробництво сонячних панелей, на сьогоднішній день, представлено не лише широким рядом марок та моделей від провідних виробників, а і обширним набором характеристик та функціональних особливостей. Наприклад, підключення сонячної панелі з напругою 12 вольт (рисунок 1, а) дає змогу заряджання акумуляторної батареї, від якої буде здійснюватися живлення пристроїв або за уже описаним вище способом (через інвертор), або живлення спеціально підбраного обладнання, розрахованого на напругу 12 вольт. Іноді, з метою збільшення вихідних характеристик і покращення параметрів системи в цілому використовуються кілька панелей, під'єднаних в одну систему, але зарядка якими здійснюється лише однієї акумуляторної батареї (рисунок 1, б).

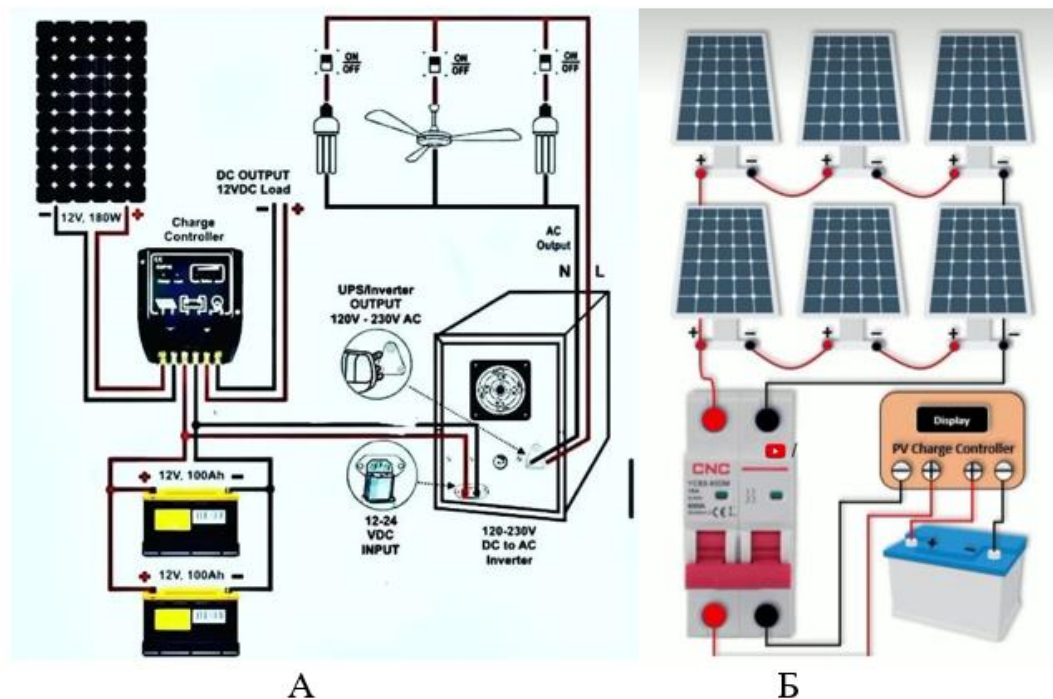


Рисунок 1. А – схема отримання електричної енергії від сонячної панелі. Б – підключення кількох сонячних панелей в одну систему.

Підключення систем живлення при використанні сонячних панелей має власний ряд переваг з точки зору простоти та компактності для споживача. Зосереджене джерело живлення представляє з себе окремих щит, в якому змонтовані одразу кілька основних елементів. Серед основних конструктивних елементів такого представника альтернативної енергетики наявні:

- сонячні панелі;
- акумуляторна батарея;
- щит керування;
- інвертор.

Окремо, підключення споживача відбувається до відповідних виводів такої системи. Практика, показана впродовж останнього часу від великої кількості споживачів, підтверджує ефективність функціонування систем альтернативної енергетики.

Наявні варіанти отримання електричної енергії у вигляді генераторів, як дизельних, так і бензинових, є досить простими і відносно незатратними, порівнюючи із іншими способами, але вагомі недоліки змушують задуматися про те чи є це доцільним, зваживши усі «за» та «проти» з огляду на нинішній стан навколишнього середовища.

Таким чином, при перебоях в постачанні електричної енергії є можливість задоволення власних потреб людини, незважаючи на певні труднощі в системі. Використання сонячних панелей, акумуляторних батарей або генераторів дає змогу з мінімальними втратами часу ввімкнути усе необхідне обладнання на роботу у звичному режимі без завдання йому шкоди. Враховуючи широкий модельний ряд засобів генерування, автоматизації, захисту, регулювання та контролю перебігу технологічної операції з виробництва електричної енергії можна з легкістю виконувати усі необхідні процеси для задоволення власних потреб. Модернізація існуючих елементів та розробка нових пристроїв, на сьогоднішній день, виправдовують усі затрати на виробництво, що в разі полегшує труд людині та покращує її умови існування при значно менших затратах.

УДК 621.316.14

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ПОШКОДЖЕНОЇ МЕРЕЖІ

Подольський А.М., аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Після численних ракетних атак російської федерації на українську енергетичну інфраструктуру ситуація з енергозабезпеченням населення та

промисловості стала вкрай складною. З кінця березня 2024 року, Україна зазнала сім великомасштабних ракетно-дронових ударів, що призвело, за офіційними даними, до втрати приблизно 9 ГВт генерації та завдало збитків на суму понад 1 мільярд доларів [3]. Нині доступна генеруюча потужність української енергосистеми скоротилася до 11,5 ГВт, при цьому поточне споживання становить 12-13 ГВт. Також, наявні численні пошкодження магістральних ліній, що в свою чергу призводить до ситуації, коли наявною потужністю неможливо забезпечити певні об'єкти чи регіони до часу її відновлення.

Наразі, експерти оцінюють, що пошкоджено або знищено приблизно 85-90% теплової генерації та 45% генерації «Укргідроенерго», а дані щодо стану магістральних ліній та підстанцій НЕК «Укренерго» залишаються в таємниці. У таких умовах в бізнесу виникає потреба самостійно подбати про свою енергетичну безпеку, встановлюючи власні енергетичні установки.

В умовах сьогоденної реальності стає все складніше оцінювати усталені показники надійності електропостачання. З'являються все нові і нові фактори, що впливають на мережу. Замість того щоб прогнозувати, явища які називаються «форс мажорними» було б більш доцільніше розробляти і впроваджувати системи, які зможуть мінімізувати вплив таких явищ на енергосистему. В цьому плані Україна може бути державою-першопрохідцем адже ще ніде в світі так гостро не стояло питання реалізації надійності енергосистеми в таких умовах.

24 травня 2024 року Кабінет Міністрів України прийняв постанову № 600 «Про затвердження Порядку визначення та застосування граничних величин споживання електричної потужності» [1]. Особливо важливим є пункт № 34 цієї постанови, який передбачає, що основний споживач, електропостачання якого має пріоритетний характер, повинен за поданням оператора системи розподілу (ОСР) відключати субспоживачів, які не впливають на його роботу [1]. У разі невиконання цієї вимоги, основного споживача можуть включити до графіків погодинних відключень. Це означає, що об'єкти критично важливої інфраструктури можуть бути відключені разом із субспоживачами, якщо останніх не можна перенести на інші лінії енергопостачання.

Одним із можливих рішень цієї проблеми є модернізація ліній електропередач та підключення побутових і промислових споживачів до альтернативних джерел енергії, що стає все більш актуальним у сучасних умовах.

Альтернативні джерела енергії, такі як газопоршневі та газотурбінні електростанції, забезпечують більшу гнучкість і є менш вразливими у порівнянні з великими стаціонарними енергооб'єктами. Вони можуть доповнюватися відновлюваними джерелами енергії, що забезпечує електроенергією в менш пікові години.

Українська влада також впроваджує низку заходів для підтримки розподіленої генерації:

- Законопроекти про скасування ПДВ та ввізного мита на імпорт енергообладнання.
- Програма «Доступні кредити 5-7-9%» для проектів розподіленої генерації.
- Цільові кредити на придбання енергообладнання від окремих банків.
- Скорочення термінів видачі та погодження технічних умов для приєднання до електромереж об'єктів розподіленої генерації.

Ці заходи дозволять бізнесу частково забезпечити себе альтернативними джерелами енергопостачання в найближчі 1-2 роки. Однак всі ці заходи спрямовані на інтеграцію в існуючу систему, щоб доповнити енергосистему України. Відповідно до концепції «зеленого» енергетичного переходу, Україна планує до 2050 року збільшити частку відновлюваних джерел енергії до 70% від загальної потужності генерації [2].

На сьогодні ми бачимо тенденцію до будівництва малими домогосподарствами невеликих сонячних станцій потужністю 30 кВт і більше. Деякі з них перевищують 100 кВт і здатні забезпечити електроенергією невеликий населений пункт.

Проте існує проблема з розподілом та зберіганням виробленої електроенергії від таких станцій через застарілість енергосистеми. ОСР часто простіше відключити такі невеликі генерації від загальної енергосистеми, що призводить до втрат прибутку для власників станцій та перерв у постачанні електроенергії для споживачів.

Рішенням цієї проблеми могла б стати модернізація існуючих ліній електропостачання критично важливих споживачів, впровадження сучасних систем захисту повітряних ліній та використання новітніх методів секціонування ліній електропередач. Це підвищить енергоефективність малих генерацій та забезпечить надійність електропостачання споживачів.

Перелік джерел посилань

1. Про затвердження Порядку визначення та застосування граничних величин споживання електричної потужності: Постанова Каб. Міністрів України від 24.05.2024 р. № 600. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-poriadku-vuznachennia-ta-zastos-ab00> (дата звернення: 05.08.2024).
2. Презентовано проект Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/prezentovano-proekt-koncepciyi-zelenogo-energetichnogo-perehodu-ukrayini-do-2050-roku>
3. Світлана Гринчук: Підвищення тарифу для населення дозволить відновити державну генерацію. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/prezentovano-proekt-koncepciyi-zelenogo-energetichnogo-perehodu-ukrayini-do-2050-roku>

ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ В ОКРЕМИХ ПРИРОДНИХ УМОВАХ

*Коломієць В.О., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент
Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми,
Україна.*

Об'єднана енергетична система діє з метою забезпечення споживачів достатньою кількістю електричної енергії. Таке завдання є основою для забезпечення споживача якістю енергії. В подальшому дана енергія використовується в тих чи інших потребах.

Передача електричної енергії відбувається по лініям електропередачі. Такі лінії електропередачі змонтовано на опорах. Проходження ліній електропередачі можливе як на відкритій місцевості, так і поза її межами. До складних умов проходження ліній електропередачі з точки зору природних умов є можливість віднести наступні:

- лісиста місцевість;
- посадки;
- водойми;
- болотиста місцевість;
- фірми, організації, установи, тощо.

Функціонування ліній електропередачі у важких природних умовах реалізується за рахунок порівняно частішого за звичайний графіку технічних оглядів, обслуговування, а також ремонтів, якщо це необхідно.

Лісиста місцевість є одним із найбільш вагомих факторів зміни напрямку прокладання ліній електропередачі. Однак, як показує нинішня практика, з ціллю прокладки нових ліній електропередачі роблять спеціальні просіки в лісах (рисунок 1). Досить ефективне рішення, у тому числі і в цілях економії коштів на прокладку порівняно довшої лінії поза лісом.

В подальшому обслуговування ліній електропередачі в такій місцевості здійснюється за певним розробленим графіком. Однак, слід зауважити, що порівняно більша кількість аварійних ситуацій та відключень електричної енергії відбувається саме на такій місцевості. Пов'язано це з контактуванням деревини, зокрема гілок, стовбурів з лініями електропередачі, особливо у вітряну погоду, зливи, при дощах і т. п. Як наслідок, це призводить до обриву ліній електропередачі, вимкнення електропостачання, аварійних відключень і т. д.



Рисунок 1. Просіки ліній електропередачі

Покращення рівня функціонування ліній електропередачі, в тому числі і у важких природних умовах, обов'язково має бути забезпеченим необхідними заходами з підготовки до монтажу ліній, їх оглядів, технічного обслуговування та ремонту. Якісна роботи з передачі електричної енергії забезпечується відповідними структурними органами, що функціонують в даній області, та під контролем яких знаходиться конкретний район електропостачання того чи іншого регіону.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Слухай В.В., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми, Україна.

Активні процеси вентиляювання приміщень є досить розповсюдженими. Тваринницька галузь на сьогодні є одним із важливих елементів в системі функціонування сільськогосподарського підприємства. Великі холдинги та малі фермерські господарства виділяють значні суми коштів на утримання тварин та відповідні умови функціонування тваринницьких приміщень.

Процеси вентиляювання тваринницьких приміщень є можливість поділити на два основні види:

- активна вентиляція приміщення;
- природна вентиляція приміщення.

За першого з видів вентиляції відбувається примусове вентиляювання приміщення за допомогою спеціальних електротехнологічних пристроїв. Тобто, процес вентиляювання здійснюється за порівняно більшими темпами та об'ємами, а ніж пасивна мимовільна вентиляція.

Другий тип вентиляювання приміщення полягає в мимовільній поступовій вентиляції без спеціального обладнання. Так звана природна вентиляція приміщення. Такий тип вентиляції не є складним з точки зору набору елементів як безпосередньо вентиляції, так і автоматики, але його продуктивність є значно меншою, порівнюючи з першим зі способів вентиляції.

Основні матеріали дослідження. Процес активної вентиляції тваринницького приміщення здійснюється відповідними пристроями – вентиляторами. Такими пристроями відбувається примусове нагнітання повітря до приміщення та видалення забрудненого повітря з нього. До останнього можна віднести:

- загазоване повітря;
- кислотність середовища;
- запиленість;
- інше.

Автоматизація процесів вмикання вентиляційних установок полягає в підключенні відповідних пристроїв автоматизації – датчиків запиленості, загазованості з метою безпосередньої дії – подачі сигналу на котушку електромагнітного пускача, від якого відбувається комутація до привідного електричного двигуна вентиляційної установки.



Рисунок 1. Автоматизація процесів керування вентиляційними установками. А – блок керування вентилятором; Б – термореле; В – датчик загазованості; Г – вологомір

Отже, покращення систем вентиляції полягає не лише в підборі порівняно кращого за продуктивністю вентилятора. Покращення функціонування такого пристрою полягає і, в тому числі, автоматизації процесу керування обладнанням, чим досягається автоматичне вмикання або вимкання вентилятора без втручання персоналу. Таким технічним рішенням досягається зменшення вірогідності помилкових дій або аварійних ситуацій з боку людини, а також покращення умов праці для персоналу.

УДК 681.5.017

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОРОШКОВОГО ФАРБУВАННЯ

***Науменко В.С., аспірант; Червінський Л.С., д.т.н., професор**
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Електростатична порошкова фарба є високотехнологічним декоративним і захисним покриттям, яке наноситься на поверхні за допомогою електростатичного розпилення. Цей спосіб фарбування забезпечує рівномірне покриття поверхні і зменшує втрати фарби, що робить цей метод ефективним у таких галузях, як автомобілебудування, авіакосмічна промисловість та деревообробка.

Основні переваги електростатичного порошкового фарбування:

1. Довговічність покриття: Порошкові фарби зазвичай мають високу стійкість до механічних пошкоджень, ультрафіолетового випромінювання і корозії, що забезпечує довгий термін служби покриття.

2. Економічність: Відходи матеріалу при використанні порошкових фарб значно нижчі, ніж у випадку рідких фарб, оскільки частина порошку може бути повторно використана.

3. Екологічність: Порошкові фарби не містять розчинників, що зменшує викиди летких органічних сполук (ЛОС) у атмосферу та є безпечнішими для здоров'я.

4. Рівномірність покриття: Технологія електростатичного нанесення забезпечує рівномірний розподіл фарби на поверхні, що гарантує однорідний колір та текстуру.

5. Широкий вибір кольорів і текстур: Порошкові фарби доступні в різноманітних кольорах і фінішах, включаючи матові, глянцеві та спеціальні ефекти.

6. Стійкість до високих температур: Багато порошкових фарб витримують високі температури, що робить їх придатними для використання в умовах з високим термічним навантаженням.

Перелік джерел посилань

1.R.A.Coffee, "Basic principles and advantages of the: Electrostatic paint spraying process", *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 1963, Vol. 10 No. 12, pp. 323-324.

2.Patel, МК, Sahoo, НК, & Ghanshyam, С. (2016). Высоковольтная генерация для зарядки жидких распылителей в системе электростатических форсунок с воздушной поддержкой. *IETE Journal of Research* , 62 (3), 424–431. <https://doi.org/10.1080/03772063.2015.1135087>

3.Коваленко А. В. Методи і засоби нанесення лакофарбових покриттів під час ремонту транспортних засобів: монографія / А. В. Коваленко, В. І. Коваленко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 402 с. ISBN 978-966-695-414-8

4. <https://tdph.com.ua/ua/a386522-poroshkovye-kraski-tehnologiya.html>

УДК 621.3

ОСОБЛИВОСТІ ВМИКАННЯ АНАЛІЗАТОРІВ ТА ДАТЧИКІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ

Слухай В.В., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми, Україна.

Класичні схеми (рисунок 1) керування електричними двигунами зводяться до вмикання електричного двигуна за рахунок використання кнопкових постів. В таких кнопкових постах зазвичай використовуються

кнопки «Стоп» та «Пуск». Кількість пускових кнопок може бути різною. Це залежить від того чи напряму буде запускатися електричний двигун, чи працюватиме ще і на реверс.

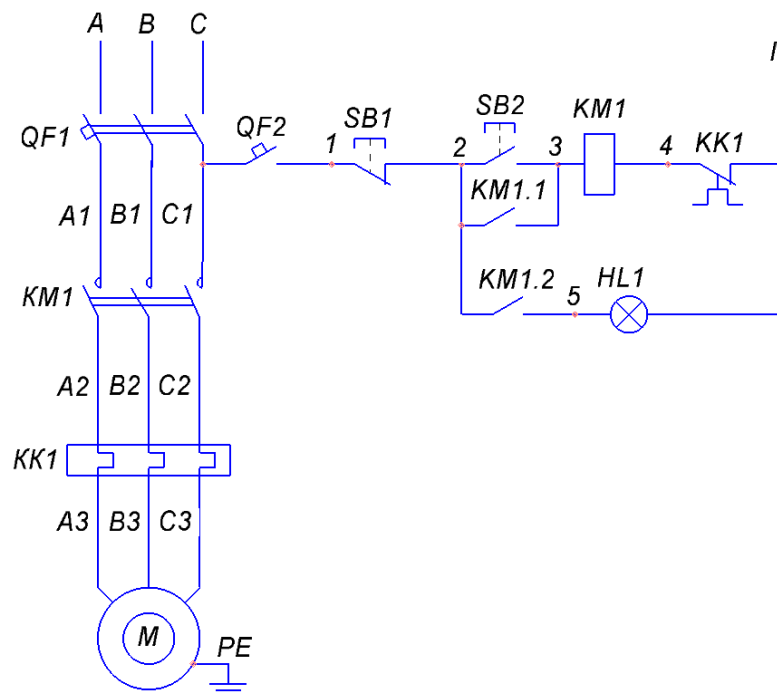


Рисунок 1. Схема електрична принципова керування електричним двигуном

Керування за схемою, представленою на рисунку 1, відбувається виключно в ручному режимі. Цим пояснюється використання подача струму на котушку електромагнітного пускача з кнопки «Пуск» та відповідного блок-контакту електромагнітного пускача.

Автоматизація процесу вмикання приводного електричного двигуна вентиляційної установки полягає в підключенні в коло керування нею засобів автоматизації. Такими засобами автоматизації можуть бути:

- датчики вологості;
- датчики запиленості;
- датчики загазованості;
- датчики температури;
- датчики тиску;
- інші.

Вмикання перелічених систем автоматизації в коло керування відбувається за рахунок використання пакетних перемикачів. Такі структурні елементи являють собою перемикачі з ручного в автоматичний режим керування і навпаки. Ручний режим роботи залишається незмінним.

Автоматизація процесу реалізується за рахунок подачі на вхід нормального відкритого контакту датчика автоматизації струму. За перевищення критичного показника за температурою, вологістю, загазованістю або іншими параметрами, що може бути встановленим окремо для кожного з приміщень, відбувається замикання нормально відкритого

контакту пристрою і подача струму до котушки електромагнітного пускача. Внаслідок цього відбувається вмикання привідного електричного двигуна і робота установки до тих пір, доки не буде досягнуто раціонального показника по обраному критерію. Вимикання електричного двигуна відбувається знову ж таки в автоматичному режимі.

Таким чином, автоматизація процесів керування вентиляційними установками дає можливість зменшення трудозатрат на керування ними в ручному режимі, а також повний автоматизований контроль за процесами, що відбуваються з мікрокліматом у приміщенні.

УДК 621.318.122

ПОПЕРЕДНЯ ПІДГОТОВКА ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ ДО ЗБРОДЖУВАННЯ НЕТЕПЛОВИМ ВПЛИВОМ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Клендій П.Б., к.т.н., доцент

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Виробництво біогазу з пшеничної соломи є однією зі стратегій перетворення біомаси в біоенергію, але необхідна попередня обробка лігноцелюлозного матеріалу, щоб зробити субстрат біологічно розкладним[1].

Спостереження викладені [2] показують, що під дією нетеплових впливів ВЧ-ЕМП відбуваються зміни не тільки в тканинах, які піддаються безпосередньому впливу, але також системно у віддалених тканинах рослин. Дослідження показали, що ЕМП трансформатора Тесли викликають нетермічне руйнування клітинних органел, а також спостерігалась взаємодія між ЕМ-полями та клітинними ультраструктурними компартментами.

Густина електромагнітної потужності, пов'язана з електромагнітними хвилями (вимірюється у ватах на квадратний метр) характеризується вектором Пойнтінга. Умова Пойнтінга у диференціальній формі свідчить, що у будь-якій точці джерела, його енергія за одиницю часу витрачається на зміну енергії електромагнітного поля та на передачу енергії у вигляді дивергенції додатного вектору Пойнтінга $\vec{P} = [\vec{E}, \vec{H}]$, який дорівнює векторному добутку напруженості електричного та магнітного полів [3]. Він у кожній точці простору напрямлений у бік передавання енергії і чисельно дорівнює енергії, що передається за одиницю часу через одиничну площу, розташовану перпендикулярно до напрямку передавання енергії. Таким чином, енергія, яку, виробляють джерела у деякому об'ємі, витрачається на рух вільних зарядів, на зміну енергії в електричному та магнітному полі і,

крім цього, частина енергії джерел передається за межі цього об'єму через поверхню S , що його обмежує, у навколишній простір.

Перелік джерел посилань

1. Diaz J.P, Reyes I.P, Lundi M., Horvath I.S. Codigestion of different waste mixtures from agroindustrial activities, kinetic evaluation and synergetic effects. *Bioresource Technology*, 2011, vol.102, pp. 10834-10840
2. Plant Responses to High Frequency Electromagnetic Fields Alain Vian, Eric Davies, Michel Gendraud and Pierre Bonnet. Hindawi Publishing Corporation *BioMed Research International* Volume 2016, Article ID 1830262, 13 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1830262>
3. Шиндерук С. О. Джерела електричної енергії на основі резонансних контурів : монографія / С. О. Шиндерук. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. – 124 с. ISBN 978-617-7912-79-7

УДК 621.43: 621.311.23

ВИБУХОВИЙ ДВИГУН ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Щеглюк М.Р¹., к.т.н., доцент; Щеглюк В.Р²., інженер

¹Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна.

²Інженер-електромеханік, винахідник, м. Львів, Україна.

Нині головним завданням електромеханічного перетворення енергії є використання найпотужнішого, найекономічнішого, найчистішого початкового джерела енергії. Таким, як показують дослідження та нові винаходи, є вибухове спалювання водню у спеціальних двигунах [1]. Процеси в електроенергетичних системах у недалекому майбутньому можуть піти саме цим перспективним шляхом. Тому в Україні треба прискорити створення, дослідження й удосконалення вибухових двигунів і агрегатів на його базі.

Тиск у вибуховій камері такого двигуна при вибуху заряду суміші водню з киснем, або повітрям, значно більший від того, який виникає при спалюванні будь-якого палива у циліндрі традиційного двигуна. Існує декілька способів безпечного використання сили вибуху у спеціальних агрегатах. Автори винаходу [1] показали один із можливих способів безпечного використання сили вибуху і перетворення його хвиль у кінетичну енергію рухомих частин двигуна, котру не важко застосувати для компресії повітря чи будь-якого газу, приводу в рух турбіни, вироблення електроенергії, для руху транспортних засобів і ракет. У когенераційному агрегаті, при частоті пульсацій двигуна 4-5 Гц, можна виробляти, як окремо, так і одночасно, електричну енергію та водень і кисень у процесі електролізу очищеної води. Розрахунки і лабораторні дослідження показали, що при цьому втрати теплової енергії, тиску можуть скласти до 10 відсотків, так як вода у вигляді пари чи конденсату повертається в електролізер при потрібних

тиску і температури, що значно зменшує витрачання електроенергії на електроліз. При потребі, продукти вибухової реакції можуть спочатку скеровуватись у турбіну традиційного електрогенератора, а з турбіни – в електролізер.

Когенераційний агрегат може складатися із: вибухового двигуна, лінійного електрогенератора, циліндру компресора з поршнем, електролізера та потрібних пристроїв до нього, перетворювача напруги, ємкостей для водню та кисню, пристроїв з'єднання, клапанів і системи керування. Вибуховий двигун може мати декілька вибухових камер, з'єднаних послідовно. Агрегати, закріплені у вертикальному положенні, у захищеному виконанні, можна буде розміщувати як біля генеруючих електростанцій, так і в населених пунктах, біля житлових будинків. Теплова енергія від них може використовуватись також для обігріву приміщень.

Такі та інші екологічно чисті агрегати на базі вибухових двигунів зможуть виробляти, мабуть, найдешевші «зелений» водень і кисень з води, а також недорогу електроенергію, та не потребуватимуть великих затрат для їх виготовлення і експлуатації. Блоки агрегатів відповідної потужності зможуть замінити поруйновані теплові електростанції.

Перелік джерел посилань

1. Щеглюк В.Р., Щеглюк Р.В. Спосіб використання енергії вибухових хвиль та вибуховий агрегат для його здійснення (варіанти), патент 120624 Україна : (51) МПК F02B 71/04, F02K 7/06, F02G 3/02, F02K 9/42, F02B 63/06, F02B 63/04, H02K35/02-№ а201703420 ; заявл. 10.04.2017 ; опубл. 10.10.2018, Бюл. №19.

УДК 612.316.1.052.6:696.6-1

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ЕНЕРГООСТРОВІВ ОТГ З КОМБІНОВАНИМ ВИРОБНИЦТВОМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ І ТЕПЛА

*Троханяк В.І., к.т.н., доцент; Ковальчук С.І., PhD;
Заблодський М.М., д.т.н., професор; Каплун В.В., д.т.н., професор;
Макаревич С.С., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Зростаюча потреба у забезпеченні життєздатності енергоостровів територіальних громад вимагає розробки ефективних методів короткострокового прогнозування попиту на енергію. Особливо актуальною стає ця проблема в умовах воєнних дій та нестабільної енергетичної ситуації.

Метою даної роботи є розробка нейромережевої моделі короткострокового прогнозування попиту енергоостровів територіальних громад з комбінованим виробництвом електроенергії і тепла.

До структури довгої короткочасної пам'яті входять вхідний, вилучення та вихідний шари. Кількість нейронів вхідного шару рівна кількості даних попиту на енергію. Кількість шарів визначається методом перехресної перевірки пошуку у сітці, що являє собою сітку можливих значень, для кожного існуючого гіперпараметру та оцінку ефективності, для усіх можливих комбінацій гіперпараметрів. Продуктивність методу порівнюється в усіх можливих комбінаціях, нейрон вихідного шару являє собою прогнозоване значення попиту на енергію. Модель реалізована з використанням мови програмування Python та бібліотеки Keras [1]. Середньоквадратична похибка та оптимізація Адама використані для навчання моделі протягом визначеної кількості циклів, до поки продуктивність не перестане покращуватись.

Результати даного дослідження отримані з використанням даних розділених на цілі навчання 80% і цілі тестування 20%. З використанням даних, навчені та протестовані моделі машинного навчання з опорною векторною регресією (SVR) та випадковою лінійною регресією (Prophet), які порівняні з моделлю короткострокового прогнозування попиту на енергію [2, 3]. Модель глибокого навчання запропонована в роботі навчена з використанням архітектури довгої короткочасної пам'яті що містить 200 одиниць пам'яті. Модель навчалась згідно алгоритму оптимізації Адама з швидкістю навчання 0,001. Результати експерименту наведені в табл. 1.

Відповідно до отриманих результатів помітно, що для моделі довгої короткочасної пам'яті характерна висока точність прогнозування. Середня абсолютна похибка прогнозування становить приблизно 2,2 %, R^2 приблизно в межах 95 %, середньоквадратична похибка дорівнює 0,0008. Порівнюючи з регресією опорних векторів, модель володіє кращим показником R^2 , однак судячи з показників середньої абсолютної похибки та середньоквадратичної похибки прогнозований попит не є близьким до фактичного. Модель випадкової лінійної регресії володіє від'ємним значенням R^2 , що є показником відсутності пояснення мінливостей незалежних змінних, отримані показники середньої абсолютної похибки та середньоквадратичної похибки вказують на нижчу в порівнянні з моделлю довгої короткочасної пам'яті здатність до прогнозування та точність прогнозування.

Таблиця 1.

Результати експерименту

Модель	R^2	Середня абсолютна похибка	Середньоквадратична похибка
Довга короткочасна пам'ять	0,951253	0,022566	0,000888
Регресія опорних векторів	0,986650	132,343542	85152,198802
Випадкова лінійна регресія	-14,407594	0,621314	0,412824

Повні та якісні набори даних, необхідні для навчання моделі зібрано з використанням контролера приєднання SATEC PM180. Контролер здатний здійснювати вимірювання напруги, струму, частоти потужності, несиметрії струмів та напруг, струму нейтралі. Всі ці дані, у вигляді необхідному для навчання моделі, шляхом використання прикладного програмного інтерфейсу (API) передаються в локальну базу даних, після чого використовуються для навчання. Впровадження моделі короткострокового прогнозування попиту на енергію в існуючі, або новостворені автоматизовані системи керування енергоострова територіальних громад з комбінованим виробництвом електроенергії та тепла відкриває можливості, для збору історичних наборів даних та прогнозування попиту на енергію в конкретний момент часу, тим самим дозволяючи в короткі терміни узгодити узгодити доступні рівні генерації відновлювальних джерел в частині коригування графіку навантаження з зменшенням перетоків з зовнішньої мережі, дозволить формувати баланс енергосистеми в умовах спільного комбінованого виробництва, тим самим оптимізуючи вартість одиниці енергії.

Подяка

Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди» гранту №94/0129.

Перелік джерел посилань

1. Keras-Team. (n.d.). *GitHub - keras-team/keras: Deep Learning for humans*. GitHub. <https://github.com/keras-team/keras>
2. Islam, S. S., Haque, M., Miah, M. S. U., Sarwar, T. B., & Nugraha, R. (2022). Application of machine learning algorithms to predict the thyroid disease risk: an experimental comparative study. *PeerJ. Computer Science*, 8, e898. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.898>
3. Taylor, S. J., & Letham, B. (2018). Forecasting at scale. *The American Statistician*, 72(1), 37–45. <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1380080>

УДК 621.311.24

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА У РОЗПОДІЛЬНІЙ МЕРЕЖІ З ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОЮ СТАНЦІЄЮ

*Козін В.М., к.т.н., доцент; Гончарук Ю.О., студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.*

Режими роботи вітрових електричних станцій (ВЕС) визначаються характеристикою вітрового потоку на лопатях вітротурбіни, який носить різномісний характер і, у свою чергу, призводить до змінного моменту на валу синхронного генератора (СГ), що може привести до нестабільної роботи споживачів у розподільній мережі [2]. Зручність використання локально

розміщених ВЕС у місцях наближених до споживачів електроенергії, якими є розподільні мережі, вимагає додаткового аналізу впливу ВЕС на режими роботи споживачів [3].

Мета дослідження полягає у аналізі режимів роботи споживачів розподільної мережі [1], а саме асинхронних двигунів (АД).

Для вирішення поставленої мети була використана модель АД у формі Горєва-Парка по ЕРС з двома короткозамкнутими контурами на роторі [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{de'_d}{dt} = -a_4 \cdot e''_d - e'_d + s \cdot e'_q \cdot T_1 + a_4 \cdot u_d \\ \frac{de'_q}{dt} = -a_4 \cdot e''_q - e'_q - s \cdot e'_d \cdot T_1 + a_4 \cdot u_q \\ \frac{de''_d}{dt} = -a_1 \cdot e''_d - a_2 \cdot e'_d + s \cdot e''_q \cdot T_2 + a_3 \cdot u_d \\ \frac{de''_q}{dt} = -a_1 \cdot e''_q + a_2 \cdot e'_q - s \cdot e''_d \cdot T_2 + a_3 \cdot u_q \\ T_j \frac{ds}{dt} = M_e - M_c, \end{array} \right. \quad (1)$$

де a_1, a_2, a_3, a_4 – коефіцієнти рівнянь визначені за параметрами двоконтурної замісної схеми; M_e – електромагнітний момент, що діє на ротор АД; u_q, u_d – складові вектору напруги вузла приєднання АД у координатах q і d відповідно; i_q, i_d – складові вектору струму асинхронної машини в координатах q і d відповідно; e'_q, e'_d – складові вектора ЕРС першого короткозамкненого контуру на роторі АД у проєкціях на осі q і d відповідно; e''_q, e''_d – надперехідні ЕРС АД в осях q, d , зв'язані з ротором машини; $M_c = b_0 + b_1(1+s) + b_2(1+s)^2$ – момент опору механізму АД; b_0, b_1, b_2 – коефіцієнти рівняння моменту опору механізму; S – ковзання ротора асинхронної машини; T_j – постійна інерції ротора асинхронної машини.

Модель мережі для розрахунку перехідного режиму i -го вузла електроенергетичної системи має вигляд:

$$\dot{U}_i = \frac{\dot{E}_i - \dot{U}_j \cdot \dot{y}_{ij}}{\dot{y}_i + \dot{y}_{ij} + \dot{y}_{inas}}, \quad (2)$$

де \dot{E}_i – еквівалентна ЕРС i -го вузла; \dot{y}_i – еквівалентна провідність i -го вузла; \dot{U}_j – напруга вузлів, що приєднуються до i -го вузла; \dot{y}_{ij} – провідність між вузлами; $\dot{y}_{нав}$ – провідність статичного навантаження i -го вузла.

Статичне навантаження вузла енергосистеми може задаватися в вигляді $P, Q = \text{const}$, або $Q, P = f(U)$.

Як демонстрація можливостей розробленого комплексу програм були виконані розрахунки режимів реальної електроенергетичної системи.

Як модель вітрового потоку на лопатях ВЕС використовувалась реальна залежність швидкості вітру як функція часу.

Результати моделювання показують, що зміна швидкості вітрового потоку на лопатях вітроколеса СГ спричиняє коливання напруги на затискачах генератора, що впливає на режим напруги у вузлах розподільної мережі. Відхилення величини напруги від номінальної для всіх виконаних розрахунків усіх вузлів реальної розподільної мережі знаходяться у межах норми.

Перелік джерел посилань

1. Костерев, Н. В. Моделирование и динамика атомных электростанций при возмущениях в энергосистеме [Текст] / Н. В. Костерев. – М. : Вища шк., 1986. – 166 с.
2. Пекур П. П. Стохастичне моделювання динаміки повітряного потоку в приземному шарі атмосфери за довільної функції розподілу швидкості вітру // Відновлювана енергетика / П. П. Пекур. – Київ : ІВЕ НАН України, 2005. – № 3–4. – С. 29–33.
3. Костерев Н. В. Оценивание параметров асинхронной машины // Моделирование и расчет на ЦВМ режимов энергетических систем / Н. В. Костерев, П. Л. Денисюк. – Київ : Наукова думка, 1977. – С. 66–75.

УДК 621.311.243

АГРОВОЛЬТАЙКА- ПЕРСПЕКТИВНЕ ПОЄДНАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ФЕРМЕРСТВА

Червінський Л.С., д.т.н., професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Цю технологію називають ще «дуальним фермерством» тому, що одне й те саме поле використовується одночасно і для встановлення сонячних батарей, і для ведення сільського господарства.

Енергія сонця вгорі, а врожай унизу – у світі розвивається напрямок агровольтаїки – а саме вирощування сільськогосподарських культур під сонячними панелями. Наприклад, суміші ароматних трав і їстівних квітів вирощують у Греції. В Іспанії – артишоки та броколі вирощують під

сонячними панелями. У Бельгії панелі встановили поверх грушевих дерев, а також над полями цукрових буряків.

Це приклади агровольтаїки – нового стійкого рішення, пілотні проєкти якого з'являються по всій Європі та дозволяють фермерам підвищити врожайність за меншого споживання енергії та води.

Чому це поєднання виглядає ефективним? Спробуємо пояснити.

Земля на будь-якому з земельних угідь потребує попередньої обробки. Часто обробляється важкою технікою, яка викидає шкідливі речовини в навколишнє середовище. Тому краще використовувати важку техніку на електричних двигунах, а основне джерело енергії постачатиметься з сонячних фотосистем. Крім цього, сонце може випалювати значні площі посаджень, тому варто забезпечити такі умови, щоб окремі рослини перебували в півтіні. З іншої сторони, фотомодулі деколи монтуються на ділянках, які можна використовувати раціональніше, будуючи житлові площі. Отож, як обгрунтування - монтування фотомодулів на фермерських угіддях, це раціональне рішення, яке дозволяє зекономити місце при монтуванні, а також забезпечити затінення рослин і повноцінне функціонування станції.

В ході досліджень агровольтаїки було виявлено, що часткове затінення поля лише сприяє росту окремих рослинних культур, адже рівень сонячної радіації при цьому зменшується. Крім цього, внаслідок затінення, рослини потребуватимуть меншу кількість води, адже рівень ґрунтового випарування скоротиться на 15 – 30%.

До прикладу, підтверджено, що в умовах часткового затінення, окремі культури дають більший урожай, близько 30%. Основні культури хоч і дають на 20% менший урожай (до прикладу зернові, картопля, селера, чи конюшина), проте основна перевага такого симбіозу полягає в максимальній ефективності використання обмеженої території. При обмеженості площі, доцільно використовувати такий комплекс, адже він приносить високий дохід. На рисунку нижче обгрунтовано доцільність агровольтаїки.

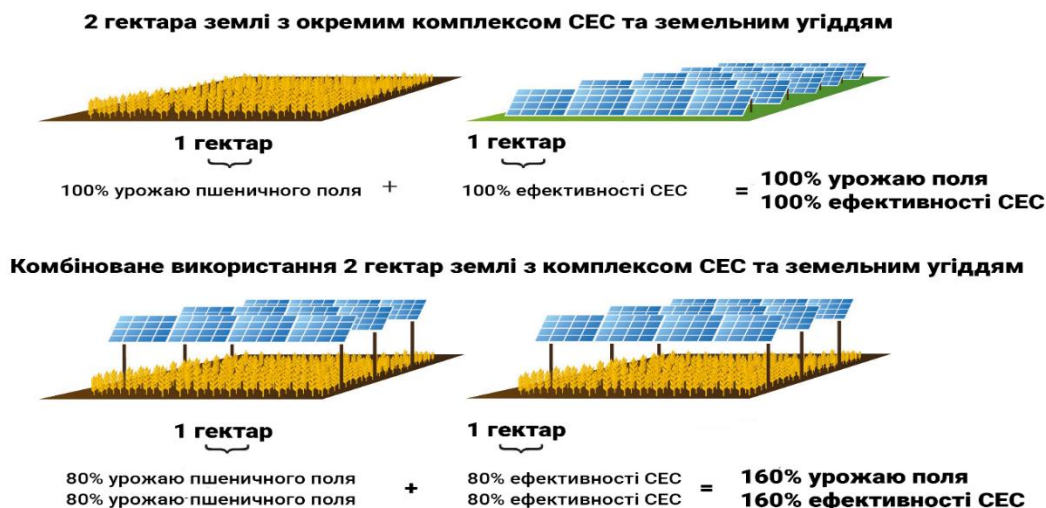


Рисунок 1. Переваги використання агровольтаїки.

Отож, які позитивні сторони використання агровольтаїки

1. *Економія простору*: Встановлення сонячних панелей на землях, які вже використовуються для агровиробництва, дозволяє максимально ефективно використовувати обмежені ресурси. Це особливо важливо в умовах збільшення населення і потреби в продовольстві.

2. *Збагачення ґрунту*: Сонячні панелі можуть створювати затінення, що знижує випаровування вологи з ґрунту і покращує умови для рослин. У деяких випадках це може сприяти збільшенню врожайності.

3. *Стимулювання розробки нових технологій*: Інтеграція сільського господарства та відновлювальної енергетики сприяє розробці нових технологій, які можуть підвищити ефективність обох секторів.

4. *Фінансова вигода*: Фермери можуть отримувати додатковий дохід від продажу електроенергії, виробленої сонячними панелями, що може допомогти знизити витрати і підвищити прибутковість агробізнесу.

5. *Стійкість до кліматичних змін*: Комбіноване використання земель для агровольтаїки може допомогти сільському господарству адаптуватися до змін клімату, завдяки більшому контролю за умовами вирощування та збереженню вологи.

Перелік джерел посилань

1. https://sun-energy.com.ua/articles/agrovoltaic?srsltid=AfmBOoobulYcPS1RGNq8D5scth_NPHQpeeQm9Mn_XGdXUDsGFvLRw7wV

2. <https://east-fruit.com/uk/plodoovochevyi-biznes/istorii-uk/zamist-hazu-ta-vuhillya-sonyachne-fermerstvo-ta-ahrovoltayika-v-ukrayini-ta-sviti-foto/>

3. <https://eco-tech.com.ua/ua/a482085-agrovoltaika-polza-dlya.html>

УДК 621.355

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛІТІЄВИХ АКУМУЛЯТОРІВ

*Лисіков О.Ю., аспірант; Червінський Л.С., докт. техн. наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Досліджуються способи покращення експлуатації і продовження терміну служби літєвих акумуляторних батарей, підкреслюючи важливість підтримання оптимального рівня заряду і правильних умов зберігання. Також відзначається, що регулярна зарядка та уникнення перегріву можуть значно вплинути на тривалість роботи акумулятора. Серед інших рекомендацій наводяться технічні параметри, які можуть запобігти зниженню ємності батареї під час тривалої експлуатації.

Зокрема, дослідження тривалості роботи літєвих акумуляторів охоплює кілька ключових аспектів, серед яких головними є наступні:

1. Хімічний склад: Літієві акумулятори можуть мати різні хімічні склади, такі як літій-іонні (Li-ion) та літій-полімерні (Li-Po). Кожен тип має свої характеристики, що впливають на тривалість роботи.

2. Цикл заряджання/розряджання: Тривалість роботи акумулятора часто визначається кількістю циклів заряджання і розряджання, які він може витримати. Більшість літієвих акумуляторів здатні витримати від 300 до 500 циклів.

3. Температурний режим: Робота акумуляторів в екстремальних температурах (як низьких, так і високих) може значно зменшити їх тривалість життя. Оптимальний температурний діапазон для роботи літієвих акумуляторів — від 20 до 25 градусів Цельсія.

4. Швидкість розряджання: Чим швидше відбувається розряджання, тим більше стресу зазнає акумулятор, що також може скоротити його термін служби.

Для підвищення ефективності літієвих акумуляторів можна використовувати кілька підходів, таких як оптимізація складу електроліту, застосування нових матеріалів для електродів, поліпшення технології виготовлення, а також контроль за умовами заряджання та розряджання акумуляторів. Це допоможе знизити окислювальне розкладання та покращити енергетичну ефективність.

Перелік джерел посилань

1. Zhao, Y. An Aqueous Lithium-Iodine Battery with Solid Polymer Electrolyte-Coated Metallic Lithium Anode [Text] / Y. Zhao, N. B. Mercier, H. R. Byon // ChemPlusChem. — 2014. — Vol. 80, № 2. — P. 344–348. doi:10.1002/cplu.201402038

2. Bin, W. Summary of Lithium-Ion Battery Polymer Electrolytes [Text] / W. Bin, F. Chun // Advanced Materials Research. — 2012. — Vol. 535–537. — P. 2092–2099. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.535-537.2092

УДК 621.31:004.89

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ СТРУМУ ВИТОКУ

*Герасименко В. П., к.т.н., доцент; Н. В. Майбородіна, к.ф.-м.н.
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут",
м. Ніжин, Україна.*

Засоби контролю величини струму витоку вже зарекомендували себе як ефективний технічний метод моніторингу стану ізоляції електродвигунів. Це дозволяє зменшити час простою обладнання та надає можливість проводити обслуговування, ремонт або заміну двигунів під час технологічної паузи, не чекаючи їхньої повної відмови [1, 2].

Застосування технічних засобів, які не лише фіксують, але й прогнозують небезпечні значення струму витoku, дає змогу завчасно попереджати обслуговуючий персонал про потенційну загрозу.

Для прогнозування струму витoku електродвигунів часто використовуються нейронні мережі [3], які мають певні переваги перед класичними методами аналізу [4].

З цією метою широко застосовують багат шаровий персептрон як стандартну архітектуру нейронної мережі [5, 6].

Для прогнозування значень струму витoku використовують різні типи нейромереж, при цьому вибирають різні технологічні параметри як вхідні величини. Це дозволяє зробити висновок, що для покращення прогнозу варто розглянути можливість комбінування прогнозів, розробивши критерії для вибору кращої з двох нейромереж.

На початковому етапі використовується попередньо розроблений критерій вибору [7], на основі якого синтезується гібридна нейронна мережа (ГНМ).

Навчання ГНМ проводилося на даних пасивного експерименту, і кінцева мета полягала в створенні гібридної нейромережі, здатної адекватно прогнозувати, базуючись на критерії вибору між двома моделями: нейромережею на основі часових рядів (НМЧР) або нейромережею на основі технологічних параметрів (НМТП). Архітектура ГНМ для інтеграції прогнозів обох моделей була синтезована за допомогою ANFIS-Editor у пакеті Matlab.

Якщо критерій позитивний, використовується нейромережа на основі часових рядів, якщо негативний – вибирається нейромережа, що базується на технологічних параметрах. Якість прогнозування інтелектуальної системи прогнозування струму витoku за допомогою гібридної нейромережі відповідає технологічним вимогам: відносна похибка на етапі навчання – 3,71 %, на етапі тестування – 3,38 %, та на навчальному етапі – 3,16 %.

Перелік джерел посилань

1. Zagirnyak M., Prus V., Somka O. Reliability Models of Electric Machines with Structural Defects Proceedigs. 2015 16th International Conference on “Computational Problems of Electrical Engineering” CPEE 2015. Lviv, 2015. P. 249 – 251.
2. Gerasymenko V., Kozyrskiy V., Maiborodina N., Kovalov O. Mathematical Model Changing the Value of the Process of Leakage Current in 0.38 kV Networks. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 339 – 348.
3. Zaiets N., Kondratenko I. Development of an Intelligent System for Predicting the Reliability of Electric Motors. IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). April 16 - 18, 2019, Kyiv. pp. 614 - 619.
4. Лисенко В. П., Решетюк В. М., Штепа В. М., Заєць Н. А. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. К., 2014. 336 с.

5. Кондратенко І. П., Заєць Н. А., Штепа В. М. Наукові основи керування електротехнічними комплексами неперервних виробництв із прогнозуванням нештатних ситуацій: монографія. Київ: Прінтеко, 2020. 256 с.
6. Лисенко В. П., Заєць Н. А., Штепа В. М., Дудник А. О. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища. Біоресурси і природокористування. К.:НААН, 2011. №3 – 4. С. 102 – 108.
7. Герасименко В.П. Розробка критерію вибору прогнозованих значень струму витоку синтезованих нейромереж. Енергетика і автоматика. 2022. №5. С. 52-61.

УДК 313.33:621.318.122

ВИДОБУТОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОТОГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*Соломко Н.О., Олешко М.І., спеціалісти вищої категорії, викладачі-методисти,
ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»,
м. Ніжин, Україна.*

Фотогальванічні елементи (ПВ-елементи), відомі також як фотоелектричні панелі, є одним із найперспективніших способів отримання електричної енергії з відновлюваних джерел. Вони перетворюють сонячну енергію на електричну через явище фотоелектричного ефекту. Така технологія має низку переваг, включно з екологічністю та можливістю інтеграції у різні сфери життя, але також стикається з певними технічними та економічними викликами. Ця стаття розглядає основні аспекти видобутку електричної енергії за допомогою фотогальванічних елементів, їх ефективність, вплив на довкілля та перспективи розвитку.

Фотогальванічні елементи працюють на основі фотоелектричного ефекту, коли фотони сонячного світла вибивають електрони з атомів матеріалу напівпровідника, створюючи електричний струм. Найпоширенішими матеріалами для виготовлення ПВ-елементів є кремній, який використовується у вигляді монокристалічних та полікристалічних панелей [3]. Останніми роками зростає інтерес до нових матеріалів, таких як перовськіти, які можуть збільшити ефективність та зменшити витрати на виробництво. Одним із ключових факторів для оцінки ефективності фотогальванічних систем є коефіцієнт перетворення – частка сонячного випромінювання, що перетворюється на електричну енергію. У комерційних кремнієвих панелях ефективність досягає 15-22% залежно від типу панелей і умов їх експлуатації [3]. Новітні дослідження спрямовані на збільшення ефективності шляхом оптимізації матеріалів і конструкцій панелей. Наприклад, дослідження в галузі багаточарових фотогальванічних елементів показують можливість підвищення ефективності до 30% [4].

Продуктивність фотогальванічних панелей залежить від інтенсивності сонячного випромінювання, що змінюється залежно від географічного розташування, часу доби та погодних умов. У південних регіонах із високою інсоляцією, таких як середземноморські країни, фотогальванічні системи можуть бути дуже ефективними. У північних регіонах, де частіше бувають хмарні дні, продуктивність панелей знижується [4]. Однак навіть у менш сприятливих умовах панелі можуть приносити значну користь, особливо в поєднанні з технологіями зберігання енергії. Оскільки сонячна енергія нестабільна та залежить від погодних умов, системи зберігання енергії стають невід'ємною частиною фотогальванічних систем. Акумулятори, такі як літій-іонні батареї, дозволяють накопичувати енергію, вироблену в періоди високої інсоляції, і використовувати її вночі або в похмурі дні. Це дозволяє стабілізувати подачу електроенергії та забезпечувати безперервність її постачання.

Однією з основних переваг фотогальванічних систем є їх екологічна чистота. Вони не виробляють шкідливих викидів під час генерації електроенергії. Проте необхідно враховувати енергію, яка використовується для виробництва самих панелей. Кремнієві ПВ-елементи вимагають значних енергетичних ресурсів для виробництва, проте в процесі експлуатації вони здатні компенсувати ці витрати, генеруючи "чисту" електроенергію протягом десятків років [2].

Крім того, питання утилізації панелей після закінчення їхнього терміну служби стає дедалі актуальнішим. Необхідно розробляти екологічно безпечні методи утилізації, зокрема переробку матеріалів, які використовуються у виробництві панелей [3].

Фотогальванічна технологія постійно розвивається. Однією з перспективних можливостей є інтеграція фотогальванічних систем у будівлі (BIPV – Building Integrated Photovoltaics). Це дозволяє використовувати панелі не тільки для виробництва енергії, а й як будівельний матеріал для дахів або фасадів. Такі рішення дозволяють економити простір і одночасно забезпечувати будівлі енергією [1]. Фотогальванічні елементи є ключовою технологією для переходу до відновлюваних джерел енергії. Вони мають багато переваг, таких як екологічна чистота та можливість інтеграції з іншими енергетичними системами. Однак із розвитком технологій і матеріалів перспективи фотогальванічної енергетики виглядають оптимістичними.

Перелік джерел посилань

1. Biyik, E., Araz, M., Hepbasli, A. et al. Integration of Photovoltaic Systems into Buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (2017). 73.
2. Fthenakis, V. M., Kim, H. C., & Alsema, E. Emissions from Photovoltaic Life Cycles. *Environmental Science & Technology*, (2011). 45(24).
3. Green, M. A., Dunlop, E. D., Hohl-Ebinger, J. et al. Solar cell efficiency tables (version 57). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, (2021). 29(1), 3-15.
4. Kavlak, G., McNerney, J., & Trancik, J. E. Evaluating the causes of cost reduction in photovoltaic modules. *Energy Policy*, (2018). 123, 700-710.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ТРЕКЕРІВ

Потапенко М.В., к.т.н.; Шаріонь В.Л., асистент

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Невеликі малопотужні сонячні панелі можуть використовуватись для організації автономного живлення електрообладнання з низьким рівнем електроспоживання.

З метою підвищення ефективності роботи таких панелей пропонується використовувати автоматичний поворотний механізм, який буде орієнтувати сонячну панель на максимально освітлений напрямок – так званий сонячний трекер [1].

На етапі проектування на кафедрі енергетики і автоматики ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» розроблено фізичний макет сонячного трекера (рис. 1).



Рисунок 1. Фізична реалізація сонячного трекера

Розроблений пристрій представляє собою стійку, що обертається, на яку кріпиться сонячна панель номінальною напругою $U_N = 5$ В. Стійка встановлюється за допомогою сервоприводу на корпус, в якому розміщується плата, що керує режимом роботи пристрою.

Робота пристрою контролюється мікроконтролером ATmega328P, розташованим на платі Arduino Uno [2].

Потужність $P_{сп}$, що виробляється сонячною панеллю, визначається за формулою:

$$P_{сп} = \frac{U^2}{R_H}, \quad (1)$$

де U – спад напруги на навантажувальному опорі; R_H – навантажувальний опір підключений до сонячної панелі.

При великих значеннях опору R_H напруга, що видається сонячною панеллю, наближається до свого номінального значення $U_N = 5$ В. Однак струм у цьому випадку зменшується, що призводить до того, що і потужність, яка споживається навантаженням, помітно знижується.

При малих опорах струм прямує до максимального значення, проте напруга на виходах сонячної панелі різко зменшується, що знову ж таки призводить до зниження вироблюваної потужності. Оптимальним рішенням є деяке проміжне значення опору R_{H0} , при якому потужність $P_{сп}$ максимальна.

Перелік джерел посилань

1. Chia-Yen Lee, Po-Cheng Chou, Che-Ming Chiang, Chiu-Feng Lin. Sun Tracking Systems: A Review. *Sensors*. 2009. №9 (5), P. 3875–3890.
2. Arduino UNO R3. Product Reference Manual. URL: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>

УДК 621.113

АВТОНОМНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПРИВАТНОГО ДОМОГОСПОДАРСТВА З ВДЕ

*Овсійчук Д. О., студент, Макаревич С.С., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Сучасний технологічний розвиток та зростання цін на енергоносії спонукають все більше домогосподарств встановлювати автономні системи електропостачання. Такі системи допомагають зменшити залежність від централізованих електромереж, підвищити енергетичну безпеку і водночас зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Автономні системи на основі відновлюваних джерел енергії, таких як енергія сонця та вітру, забезпечують незалежність від централізованої електромережі. Основними компонентами таких систем є сонячні панелі, вітрогенератори, інвертори, акумулятори та контролери заряду. Ці системи можуть бути повністю автономними або комбінованими, використовуючи енергію з мережі лише тоді, коли її недостатньо.

Для підтвердження доцільності автономної системи електроживлення використовували метод моделювання енергетичних потоків, що дає змогу оцінити продуктивність і надійність системи у різних умовах. Застосування цієї методики дозволяє визначити оптимальну конфігурацію компонентів, таких як акумуляторні батареї та інвертори, і доводить, що така система здатна стабільно забезпечувати енергопотреби домогосподарства, знижуючи залежність від зовнішніх джерел живлення.

**ЛАБОРАТОРНИЙ ЗРАЗОК ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ІСНУЮЧИХ
УСТАНОВОК З АКУМУЛЯТОРНИМИ БАТАРЕЯМИ, ІНВЕРТОРОМ
НАПРУГИ ТА ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СОНЯЧНИМИ
ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ**

Петренко А.В., к.т.н., доцент;

Кругляк Г.В., ст.викл.; Ликтей В.В., к.т.н., ст.викл.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Останнім часом приділяється увага ефективності роботи існуючих установок з акумуляторними батареями, інвертором напруги та фотоелектричними сонячними перетворювачами. Дослідження, що проводяться з використанням математичного моделювання [1] дають можливість обрати оптимальні рішення систем при їх проектуванні. У випадку необхідності отримання точних та надійних даних проводять експериментальні дослідження, для прикладу [2], результати яких можна використовувати для подальшого аналізу.

З появою різноманіття акумуляторів, фотоелектричних перетворювачів та інверторів, а також наявною складністю перевірки їх фактичних параметрів вбудованими засобами інтерфейсу, стає актуальним завдання розробки лабораторного зразка, що забезпечуватиме можливість проведення досліджень їх електричних характеристик, що незалежатимуть від вбудованого програмного забезпечення виробників.

До складу розробленого лабораторного зразка (рис. 1) входять такі елементи: HSI1 - гібридний сонячний інвертор Solis RHI-5K-48ES-5G; BAT1 - акумуляторна батарея (АКБ) PylonTech US2000C; MCU1 - мікроконтролер MCU-ESP8266 Node MCU V3, до вхідних і вихідних контактів мікроконтролера (MCU) під'єднані зовнішні периферійні пристрої; LCD1 - рідкокристалічний 4-х строковий 20-знаковий дисплей, під'єднаний до MCU з використанням протоколу I²C; U1 - блок живлення AC230V/DC5V для живлення всіх складових низьковольтної частини системи моніторингу; U2 - блок живлення AC230V/DC5V для живлення високовольтної частини модуля гальванічної розв'язки HCNR201 для вимірювання постійної напруги PV; U3 - блок живлення AC230V/DC5V для живлення високовольтної частини модуля гальванічної розв'язки HCNR201 для вимірювання постійної напруги АКБ; U4 - 4-входовий 16-бітний модуль АЦП ADS1115, під'єднаний до MCU з використанням протоколу I²C; АЦП вимірює напругу і струм АКБ і фотоелектричних панелей; U5 - модуль гальванічної розв'язки HCNR201 для вимірювання постійної напруги PV, вхід під'єднаний через подільник напруги R1-R2 до клем PV, вихід - до входу АЦП; U6 - модуль гальванічної

розв'язки HCNR201 для вимірювання постійної напруги АКБ, вхід під'єднаний через подільник напруги R3-R4 до клем АКБ, вихід - до входу АЦП; U7 - модуль гальванічно розв'язаного вимірювача постійного струму PV ACS712-5A, струмовий вхід під'єднаний послідовно до клеми +PV, вихід - до входу АЦП; U8 - модуль гальванічно розв'язаного вимірювача постійного струму АКБ ACS758B-100A, струмовий вхід під'єднаний послідовно до клеми +АКБ, вихід - до входу АЦП; U9 - модуль гальванічно розв'язаного вимірювача параметрів змінного струму PZEM-004T v3, виходи якого під'єднані до MCU з використанням протоколу UART, входи вимірювання напруги під'єднані до мережевого виходу інвертора, до струмового входу модуля під'єднаний трансформатор струму CT1; U10 - модуль гальванічно розв'язаного вимірювача параметрів змінного струму PZEM-004T v3, виходи якого під'єднані до MCU з використанням протоколу UART, входи вимірювання напруги під'єднані до мережевого входу інвертора, до струмового входу модуля під'єднаний трансформатор струму CT2; U11 - однофазний лічильник енергії ACR10R-D16TE для сонячних інверторів, під'єднаний до інвертора через інтерфейс зв'язку RS485 з протоколом MODBUS-RTU, входи вимірювання напруги під'єднані до мережевого входу інвертора, до струмового входу модуля під'єднаний трансформатор струму CT3.

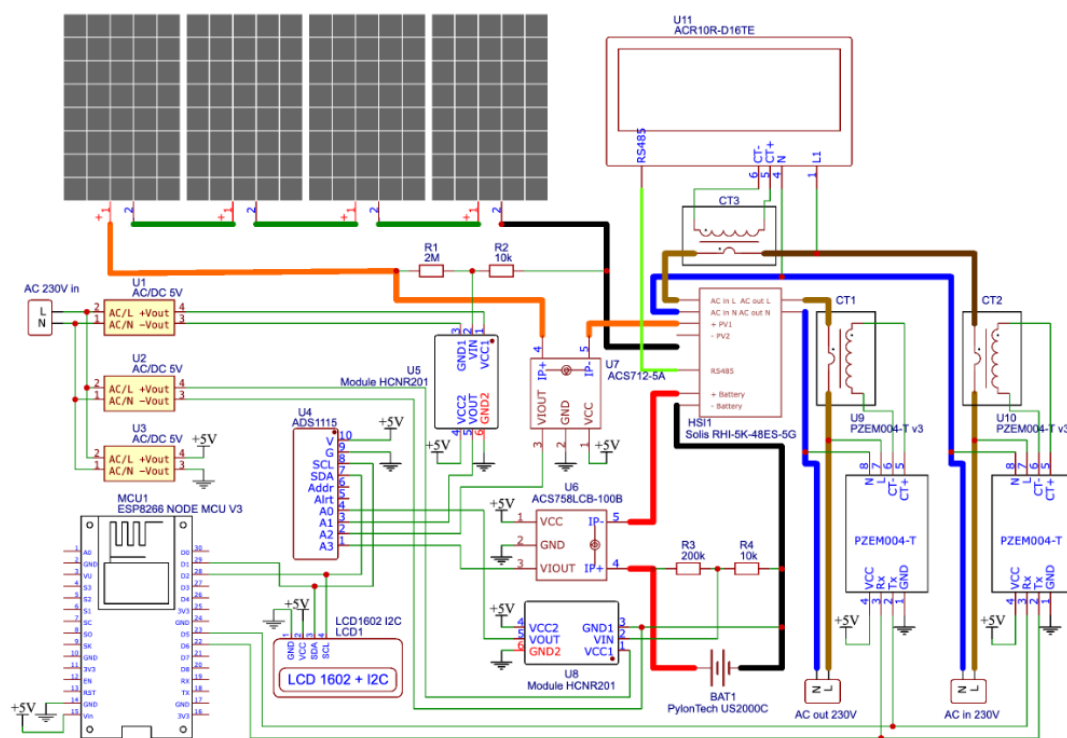


Рисунок 1. Електрична схема лабораторного зразка для експериментального дослідження режимних параметрів існуючих установок з акумуляторними батареями, інвертором напруги та фотоелектричними сонячними перетворювачами

Дослідження проведені на лабораторному зразку дають можливість провести оцінювання відповідності номінальним параметрам обладнання та визначити шляхи підвищення ефективності роботи.

Перелік джерел посилань

1. Tambura, T & Adefarati, Temitope & Bansal, Ramesh & Naidoo, R. (2021). Modelling and Simulation of PV-Battery Grid-Connected Power System. 10.1049/icp.2021.2324.
2. Sudarsono, Waluyo, J., & Herawati, N. (2024). Experimental Study an Effect of Photovoltaic (PV) Arrangement on Performance of 150 wp Solar Power Plant. Engineering And Technology Journal, 9(5), 4061–4064. <https://doi.org/10.47191/etj/v9i05.23>

УДК 621.311

NEW TECHNOLOGIES FOR PHOTOELECTRICITY IN AGRICULTURE

*Evelina Stoykova¹, Nina Nikolova²,
Victor Kaplun³, Svitlana Makarevych³, Olena Shelimanova³*

¹Sofia Energy Centre (SEC), Bulgaria.

²The Chamber of Installation Specialists in Bulgaria (CISB), Bulgaria.

³National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine.

The European Climate Law and the Energy Transition Roadmap towards 2050 and its scenarios for decarbonisation, one of the main priorities of the Commission in the field of energy efficiency, is the political commitment to very large savings of energy. It is forecast as well that the share of RES shall be higher due to decisive support measures for renewable energy technologies, leading to a very high share of these energy sources in gross final energy consumption (75% in 2050) and up to 97% share of renewable energy sources in electricity consumption [1].

Among these renewable sources, the energy of the sun occupies a prominent place due to its unlimitedness and "purity". The application of PV technologies is becoming more widespread in various industries and is spreading from cities to rural areas and desert regions.

Europe will rapidly develop agrophotovoltaics – a combination of solar energy and agriculture. Agrophotovoltaic systems differ from conventional land-based solar power plants in that they do not just occupy open spaces: they allow you to simultaneously "harvest" electricity and grow food products, and with a higher yield (some crops grow better under certain shading). Joint use of land for agriculture and energy generation, the lion's share of which is directed to the needs of the agricultural enterprise itself, increases the efficiency of land use up to 160% [2].

The combination of solar energy and agriculture. is currently most widely used for energy-independent water supply.

The solar power system for the water pump mainly consists of four parts (see Fig. 1): a photovoltaic module (solar panel), a photovoltaic water pump inverter, a three-phase AC water pump, and a water storage tank.

A solar cell absorbs the energy of solar radiation and converts it into electrical energy to power the entire system.

The frequency converter (inverter) for the solar water pump converts the DC output power of the photovoltaic array into AC power and drives the water pump, and adjusts the output voltage and frequency in real time according to the change in sunlight intensity to track and reach the maximum power point .

When the intensity of sunlight weakens (clouds, morning or evening), the photovoltaic water pump system can perform the function of switching to the consumption of electricity from the general network, the energy from which acts as an additional (reserve) source of energy for the water pumps.



Fig.1. The principle of operation of the solar water pump power system

The water obtained from the solar pump and pre-stored in the accumulator can be used for crop production, animal husbandry, in greenhouses, for technical and drinking water pipelines, etc.

Management and control of water supply is carried out through wireless modules, the system is suitable for work as part of a modern dispatching and energy accounting system both "input" and "output"

More and more specialists are becoming supporters of joint use of areas for RES and productive agriculture. Such technical solutions will allow to increase the yield, and will also help farmers to break out of the "energy siege" and dependence on increased fuel prices during seasonal work.

The CEO of the Solar Power Europe Association, Walburg Hemetsberger, is confident that a climate-neutral Europe will look like a region where local agriculture and low-cost solar energy can become drivers for the entire sustainable European economy [3].

References

- 1.DIRECTIVE 2010/31/EU on the energy performance of buildings <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:en>:
- 2.Агрофотовольтаїка – новий європейський тренд <https://aw-therm.com.ua/agri-pv-agrofotovoltayika-novij-yevropejskij-trend/>
- 3.solarpowereurope.org, ise. fraunhofer.de, pv-magazine, EWS Consulting, ShenZhen RSI Technology Co.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАГРІВУ ДЛЯ СУШІННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Савойський О. Ю., Козін В. М., к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Прямий електричний нагрів використовується в технологіях переробки плодоовочевої сировини досить давно. При нагріванні біологічних об'єктів змінним електричним струмом, одночасно з підвищенням їх температури відбувається явище електроплазмолізу. Електроплазмоліз – обробка сировини струмом низької або високої частоти, в результаті чого відбувається плазмоліз протоплазми, тобто руйнування білково-ліпоїдних мембран рослинних тканин зі збереженням цілісності клітинних оболонок, що призводить до швидкого вивільнення клітинної вологи (соку). Результати аналізу показують, що у вітчизняній літературі кількість таких досліджень незначна. Аналіз закордонних літературних джерел показав наявність великої кількості досліджень, в яких доведено ефективність використання прямого омичного нагріву для підвищення ефективності процесу сушіння плодоовочевої сировини.

У дослідженні [1] запропоновано систему сушіння картоплі, яка передбачає одночасне поєднання омичного нагрівання та конвективного сушіння нагрітим повітрям. Залежно від режимів, тривалість процесу сушіння з використанням омичного нагріву скоротилася на 20–60 % в порівнянні з конвективним зневодненням. У роботі [2] нарізані пластинами плоди солодкої картоплі між двома титановими електродами нагрівали до заданої температури змінним електричним струмом частотою 60 Гц та усередненою напруженістю поля 50 В/см, 70 та 90 В/см. Одразу після нагріву отримані зразки поміщали до вакуумної сублімаційної сушильної камери. Проведені експерименти показали, що використання попереднього нагріву зразків електричним струмом зменшує час їх зневоднення на 22–24 %.

У роботі [3] розглядається конвективний процес сушіння, при якому нарізані пластинами яблука проходили попередню обробку омичним нагріванням протягом 1 хв при напруженості електричного поля 20–40 В/см. Порівняно з контрольною групою, спостерігалось зменшення часу висихання на 24 %, 35 та 29 % для зразків, оброблених напруженістю електричного поля 20, 30 та 40 В/см, відповідно. Крім того, оброблені яблука значно краще зберігали правильну форму та мали кращі органолептичні показники.

У роботі [4] показано доцільність використання прямого електричного нагріву для сушіння фруктів. Встановлено, що збільшення усередненої напруженості поля прямого електричного нагріву від 20 до 30 В/см при температурах теплоносія 25 °С, 40 та 55 °С дає скорочення часу в 2, 2,3 та 2 рази відповідно. Найбільший ефект спостерігається при порівнянні режимів

20 В/см+25 °С (час 440 хв) та 30 В/см+55 °С (час 110 хв), тривалість сушіння скоротилася в 4 рази. Тривалість сушіння без використання прямого електронагріву при температурі повітря 25 °С складає близько 18 годин. А при робочих температурах повітря в шафі 40 та 55 °С час обробітку складає 8,2 та 4,8 годин, що мінімум в 4 рази перевищує тривалість сушіння з додатковим прямим електричним нагрівом.

Відомі також роботи, які присвячені дослідженням якості готової продукції, зневодненої з використанням прямого електронагріву [5, 6]. Авторами доведено, що використання прямого електричного нагріву в процесі сушіння дозволяє покращити якісні показники сушених фруктів та овочів. Встановлено, що готові продукти мали кращий колір, менше деформувалися в процесі сушіння, краще зберігали вміст поживних речовин та вітамінів. Також виявлено, що прямий електричний нагрів призводить до інактивації ферментів і мікроорганізмів, що позитивно впливає на тривалість зберігання продукту.

Таким чином, використання прямого електричного нагріву в процесі сушіння фруктів викликає великий інтерес. Перевагами даного способу нагріву є простота в реалізації та висока ефективність при мінімальній кількості теплових втрат. Також прямий електронагрів дозволяє забезпечити рівномірний прогрів матеріалу по всьому об'єму, на відміну від поверхневих способів нагріву. Водночас, аналіз літератури показав, що найчастіше даний вид нагріву використовується тільки на стадії попередньої обробки без поглибленого вивчення кінетики зневоднення та фізичних процесів, що відбуваються всередині біологічного об'єкту під час сушіння. Враховуючи складність даних процесів, виникає необхідність визначення залежностей технологічних параметрів від властивостей об'єктів сушіння протягом всього процесу висушування.

Перелік джерел посилань

1. Turgut, S. S., Küçüköner, E., Feyissa, A. H., & Karacabey, E. (2021). A novel drying system – simultaneous use of ohmic heating with convectional air drying: System design and detailed examination using CFD. *Innovative Food Science and Emerging Technologies/Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 72, 102727. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102727>.
2. Zhong, T., & Lima, M. (2003). The effect of ohmic heating on vacuum drying rate of sweet potato tissue. *Bioresource Technology*, 87(3), 215–220. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(02\)00253-5](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00253-5).
3. Kutlu, N., Yılmaz, M., Arslan, H., İşçi, A., & Şakıyan, Ö. (2018). The effect of ohmic heating pretreatment on drying of apple. *Proceedings of 21th International Drying Symposium*. <https://doi.org/10.4995/ids2018.2018.7375>.
4. Savoiskyi, O., Yakovliev, V., & Sirenko, V. (2021). Determining the kinetic and energy parameters for a combined technique of drying apple raw materials using direct electric heating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224993>.
5. Kaur, R., Gul, K., & Singh, A. (2016). Nutritional impact of ohmic heating on fruits and vegetables – A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1159000>.
6. Bhale, S. D. (2004). Effect of ohmic heating on color, rehydration and textural characteristics of fresh carrot cubes. https://doi.org/10.31390/gradschool_theses.3918.

ФОСФАТНО-ВОЛЬФРАМАТНІ СКЛОКЕРАМІКИ ЯК ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ КОНЦЕНТРАТОРИ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

*Чорній В. П.¹, к.ф.-м.н.; Бойко В. В.¹, к.ф.-м.н., доцент;
Теребіленко К. В.², д.х.н., доцент; Неділько С. Г.², д.ф.-м.н., ст.н.с.*
*¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.
²Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна.*

Широке використання сонячних панелей в приватних господарствах не лише сприяє переходу на екологічні технології, а й забезпечує енергонезалежність. Одним із недоліків сонячних електростанцій є досить низька ефективність сонячних комірок, яка становить $\sim 20\%$ для комерційних систем [1]. Відомо, що для найбільш поширених систем на основі кристалічного кремнію ефективність перетворення світла в електроенергію є найвищою для інфрачервоного діапазону (з $\lambda \sim 1$ мкм) в той час як для видимого та ультрафіолетового (УФ) випромінювання ця ефективність є в 2–5 разів меншою. Використання люмінесцентного концентратора, який поглинає сонячне світло у діапазоні 250 – 500 нм та перетворює його в більш довгохвильове випромінювання є одним зі способів підвищення ефективності сонячних панелей. Такими концентраторами можуть бути склокераміки на основі фосфатно-вольфраматних стекел та оксидних матеріалів, легованих іонами рідкісноземельних або перехідних металів. В цій роботі аналізуються результати дослідження склокерамік де кристалічною компонентою є червоний люмінофор – $\text{K}_2\text{Eu}(\text{PO}_4)(\text{WO}_4)$, а матрицею – скло $\text{K}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{WO}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$. Наявність фосфатних та вольфраматних груп як у склі так і в кристалі, а також іонів Eu^{3+} в кристалі забезпечує інтенсивне поглинання в області 240 – 550 нм та випромінювання в області 590 – 730 нм. Важливо, що $\text{K}_2\text{Eu}(\text{PO}_4)(\text{WO}_4)$ виявляє високий квантовий вихід люмінесценції (до 99 %), а найбільш інтенсивні смуги випромінювання лежать в області 610 – 630 та 690 – 710 нм [2], де поглинання кремнієвих сонячних елементів втричі інтенсивніше ніж для фіолетового світла (400 нм) [3].

Перелік джерел посилань

1. Dhilipan J., Vijayalakshmi N., Shanmugam D. B., et al. Performance and efficiency of different types of solar cell material—A review. *Mater Today Proc.* 2022;66:1295–1302.
2. Terebilenko K. V., Chornii V. P., Zozulia V. O., et al. Crystal growth, layered structure and luminescence properties of $\text{K}_2\text{Eu}(\text{PO}_4)(\text{WO}_4)$. *RSC Adv.* 2022;12(15):8901–8907.
3. Islam M. A., Kassim N. M., Alkahtani A. A., & Amin N. Assessing the impact of spectral irradiance on the performance of different photovoltaic technologies. In *Solar Radiation-Measurement, Modeling and Forecasting Techniques for Photovoltaic Solar Energy Applications*. IntechOpen (2021).

УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ У БІОГАЗОВІЙ УСТАНОВЦІ

Гайдукевич С.В., старший викладач, Семенова Н.П., старший викладач

*ВП НУБіП України “Бережанський агротехнічний інститут”,
м. Бережани, Україна*

Перед країною стоїть не проста задача з утилізації сільськогосподарських, харчових відходів і стічних вод комунальних господарств над якою інтенсивно працюють фахівці з охорони навколишнього середовища та інші науковці. Вийти з кризового становища можна тільки за рахунок створення комплексів з переробки біоматеріалу оснащених сучасною автоматичною системою контролю і керування процесу бродіння, оскільки інтенсивність одержання електроенергії та високоякісного добрива з біомаси суттєво залежить від мікрокліматичних параметрів.

Застосування біогазових установок дозволяє вирішити проблеми екологічного, енергетичного та агрохімічного характеру, а тому є базовою основою для створення екологічно чистих технологій переробки органічних відходів [1, с. 36].

Процес виготовлення біогазу виконується у декілька операцій: підготовка біосировини до бродіння, кислотне бродіння, метанове бродіння, одержання біогазу і високоякісного органічного добрива. Функціонально-технологічна схема лінії з переробки біомаси наведена на рисунку 1.

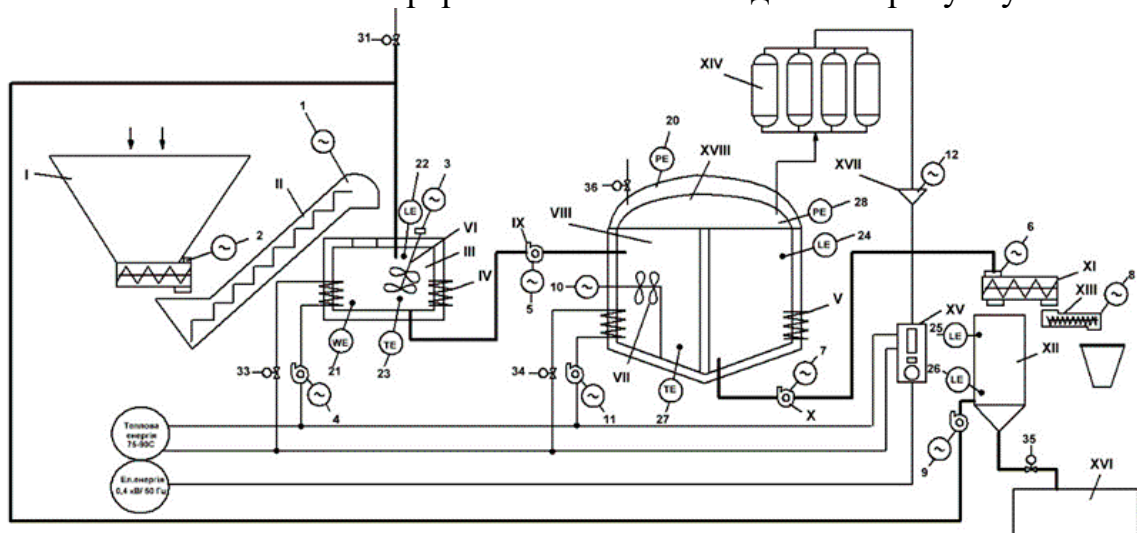


Рисунок 1. Функціонально-технологічна схема керування біогазовою установкою

I - подрібнювач; II - завантажувальний шнек; III- приймальний резервуар; IV, V - теплообмінник; VI, VII - мішалка; VIII - реактор бродіння біомаси; IX - насос подрібнювач; X - насос дозатор; XI - сепаратор; XII - бункер рідких відходів; XIII-вивантажувальний транспортер; XIV- очисна колонка; XV - когенераційна установка; XVI - лагуна; XVII - компресор; XVIII – газгольдер

При бродінні органічних речовин вихід газу залежить від багатьох факторів, в тому числі від автоматизації технологічних процесів. Оскільки процес бродіння є нестандартним процесом і не може виконуватися за одним постійним алгоритмом. Він вимагає точного контролю та керування температурного режиму, вологості, однорідності субстрату, тиску і інших контрольованих величин, так як ці величини мають безпосередній вплив на кількість і якість утворення біогазу. Тобто це замкнений процес, який формується на зворотному зв'язку, де велику роль відіграють інформаційні потоки, та використовується принцип керування за відхиленням, оскільки це динамічна система, яка функціонує в умовах мінливих зовнішніх впливів.

На процес вироблення газу суттєво впливають такі фактори як вологість, температура, тривалість бродіння, рН [2, с. 304]. Оскільки при відповідному підтриманні мікрокліматичних параметрів проходження режиму бродіння можна забезпечити життєдіяльність бактерій, які є основою виготовлення біогазу, їх харчування і розмноження. Немаловажним процесом виготовлення біогазу є підготовка сировини. Чим якісніше підготовлена сировина, тим швидше буде проходити бродіння, а відповідно і технологічний процес.

Однорідність органічного розчину з однаковою температурою по всьому периметру, кислотністю і іншими мінеральними складовими забезпечується постійним перемішуванням субстрату.

На теплові процеси біогазової установки окрім внутрішніх чинників великий вплив має зміна кліматичних параметрів навколишнього середовища. Тобто задля ефективного протікання процесу утворення біогазу необхідно забезпечити температурні режими, екологічність та економічність роботи енергетичного устаткування біогазових установок [3, с. 26] з найменшими втратами на кожній стадії виконання тої чи іншої операції. Тому з метою підвищення ефективності біогазової установки необхідно впроваджувати сучасну систему автоматизації, яка базується на прогресивних технологіях і включає в себе технологічні об'єкти керування та автоматизовані системи управління процесами. Саме використання мікропроцесорів в системі автоматизації дадуть можливість інформацію, яка подається з датчиків, реалізувати для виконання складних алгоритмів керування, а також забезпечити взаємозв'язок між об'єктами, візуалізацію та диспетчеризацію стану виконання технологічного процесу, тобто перетворення зовнішніх впливів на стабілізацію вихідних параметрів. Сучасна автоматизована система повинна надійно і чітко керувати всіма процесами в умовах реального часу та створювати сприятливі умови функціонування біогазової установки.

Висновок. Удосконалення системи автоматизації спрямоване на збільшення продуктивності, надійності та ефективності. А використання когенераційної установки створює економію електроенергії оскільки вода від охолодження газопоршневого двигуна внутрішнього згорання використовується для обігріву реактора окислення і реактора бродіння

біомаси для створення відповідних температурних режимів та підтримки динамічної рівноваги процесу виготовлення теплової і електричної енергії та високоякісного добрива.

Перелік джерел посилань

1. Новосилецький Ю.Л., ДурасМ.В., Забродський А.П. Обґрунтування структурних параметрів біогазових та когенераційних установок. *Вісник Житомирського агротехнічного коледжу*, 2019. №1 (1). С. 35-47.
2. Іванов В.О., Онищенко А.О., Засуха Л.В., Конкс Т.М., Кучер С.Д. Біогазова установка для утилі при переробці зації гною на свинокомплексі. *Наука і техніка сьогодні*, 2022. №11 (11). С. 298-306.
3. Куценуо Ю.М. Удосконалення конструкції установки для отримання біогазу при переробці органічних відходів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 2014. №2 (34). С. 26-29.

УДК 535.372

ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ

***Бойко В. В.¹, к.ф.-м.н., доцент; Чорній В. П.¹, к.ф.-м.н.;
Неділько С. Г.², д.ф.-м.н., ст.н.с.; Щербацький В. П.², провідний інженер.***

*¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

*²Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна.*

Рослини в теплицях вирощують в умовах світлокультури: дозування, ритм, склад, інтенсивність світла, за допомогою якого регулюють формування і розвиток рослин. Для життя рослин найбільш важливою є так звана фотосинтезуюча активна радіація (ФАР), тому енергоефективність освітлення буде максимальною, якщо спектр джерела світла буде співпадати зі спектром ФАР. Однак, смуги випромінювання найбільш поширених натрієвих ламп високого та низького тиску лежать в спектральній області, де поглинання хлорофілів є відносно малим і, відповідно, підбір оптимальніших джерел випромінювання для споруд закритого ґрунту є важливою задачею. Більш перспективними джерелами випромінювання для теплиць є світлодіодні (СД) лампи, які уже на сьогодні мають співвідношення ціна/ефективність порівняну з натрієвими лампами. Якщо говорити про смугу поглинання хлорофілу в синій області (400-480 нм), то сучасні СД мають тут високу енергоефективність та досить низьку вартість. Однак, в червоній області поглинання хлорофілів (600 – 700 нм) відсутні дешеві ефективні світлодіоди. Одним із можливих способів вирішення цієї проблеми є нанесення люмінесцентного покриття на базовий СД синього світла. Таке

покриття складається із червоного люмінофору з потрібним спектральним складом випромінювання та скла або полімеру. Останнім часом зростає увага до мікро/наноцелюлози як природного полімеру з перспективами широкого застосування в гнучкій оптоелектроніці. Щодо переваг целюлози над іншими полімерами можна зазначити низьку вартість, екологічність, простоту утилізації. З іншого боку, для целюлози (як і для більшості полімерів) спостерігається зниження оптичних характеристик при тривалій дії високих температур та/або потужних світлових потоків. В цій роботі розглянуто оптичні властивості композитів, в яких матрицею є мікрोकристалічна целюлоза, а люмінофорами – оксиди $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$, $K_2Bi(PO_4)(MoO_4):Eu$ та $KBi(MoO_4)_2:Pr$. Показано, що смуги випромінювання рідкісноземельних іонів (Pr^{3+} , Eu^{3+} , Tb^{3+}) при збудженні в синій області ($\lambda_{36} = 473$ нм) корелюють зі смугами поглинання хлорофілів рослин, що вказує на перспективність використання досліджених композитів як люмінесцентних покриттів для спеціалізованих джерел освітлення споруд закритого ґрунту.

УДК 537.523:004.94

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРОБОЮ У ПЛАЗМОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ГОРІННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СУМІШЕЙ

*Заблодський М. М., д.т.н., професор; Ковальчук О. І., аспірант
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Плазмові технології активно використовуються для інтенсифікації горіння, зменшення шкідливих викидів та оптимізації енергоспоживання х. Критичним етапом у формуванні плазми є електричний пробій, який впливає на ефективність всієї системи [1]. Тому важливо розробити методи моделювання, що дозволять контролювати пробій та кінетику розряду.

Моделювання проведено з використанням COMSOL Multiphysics [2], із застосуванням модулів «Electrostatics» базується на законі Гаусса, який є частиною рівнянь Максвелла для статичного електричного поля а також «Electrical Breakdown Detection» на основі рівнянь Таунсенда, що описують процес електричного пробію [3]. Основні параметри моделі: Напруга пробію: від 10 до 15 кВ; Середовище пробію: Сухе повітря; Тиск: 1 атм (101.3 кПа); Температура середовища: 293.5 К (20°C); Міжелектродний проміжок: 3 мм. Моделювання показало, що максимальне значення напруженості електромагнітного поля на відстані 3 мм сягає $1 \cdot 10^7$ В/м. Електричний пробій настає при нарузі 13,5 кВ, що узгоджується з теоретичними умовами Таунсенда. Проведений аналіз і моделювання дозволили чітко розрізнити два режими електричного розряду:

таунсендівський та стримерний. У таунсендівському режимі пробій має поступовий характер, тоді як у стримерному розряд розвивається значно швидше через перевищення критичного значення коефіцієнта Таунсенда, що становить 16. Це забезпечує інтенсивне розширення іонізації в середовищі, що сприяє формуванню стримерів та подальшому розвитку плазмового каналу а також відповідає результатам досліджень [4]. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації плазмових пальників, які застосовуються у процесах горіння вуглеводневих сумішей.

Перелік джерел посилань

1. Патент України на винахід № 125775. «Спосіб багатостримерного імпульсно-розрядового супроводження горіння стехіометрично збідненої пальної повітряно-водно-вуглеводневогазової суміші».
2. COMSOL Multiphysics® v. 5.1. Plasma Module, User's Guide; COMSOL AB: Stockholm, Sweden, 2015.
3. Lieberman, M. A., & Lichtenberg, A. J. (2005). Principles of Plasma Discharges and Materials Processing (2nd ed.). Wiley-Interscience.
4. Michał Lech, Paweł Węgierek. "Breakdown Initiation and Electrical Strength of a Vacuum Insulating System in the Environment of Selected Noble Gases at AC Voltage", Energies 2022.

УДК 313.33:621.318.122

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ

Бабій В.Ю., студент; Ликтей В.В., к.т.н., ст. викл.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

В умовах сучасної енергетичної кризи в Україні, питання стабільності електропостачання набуло критичного значення. Часті відключення електроенергії, пошкодження енергомереж та дефіцит енергоресурсів створюють серйозні проблеми для функціонування підприємств, зокрема, таких важливих об'єктів, як автозаправні комплекси, які повинні працювати безперервно. Це особливо актуально в контексті підтримання життєво необхідних логістичних ланцюгів для постачання палива.

Залежність автозаправних станцій від централізованого електропостачання є критичною, особливо в умовах зростаючої вартості енергоносіїв та можливих збоїв у мережах. Впровадження сонячної електростанції може забезпечити автономне енергопостачання, зменшити операційні витрати та залежність від зовнішніх джерел енергії, а також сприяти екологічній стійкості підприємства.

Аналіз потенційної енергетичної ефективності сонячних панелей, необхідна потужність для повного або часткового забезпечення енергопотреб станції розглядається на прикладі проекту будівництва мережевої СЕС під ВС потужністю 63,8 кВт. ФЕМ встановлюються на конструкції для кріплення сонячних панелей (система «Баласт з підйомом кута») з кутом нахилу 15° на даху операторської і на системі кріплення Y-профілем з кутом нахилу 20° на покрівлі заправного навісу АЗК. Дане розміщення відповідає розробленій моделі у програмі HELIOSCOPE. Фотоелектричні модулі типу Tiger Pro 72НС 545W з'єднуються в стрінги. ФЕМ в стрінгу обрана з умови максимально доцільного використання даху будівлі та ефективності роботи інвертора. Проектом передбачена установка інвертора постійного струму в змінний, виробництва «HUAWEI» моделі SUN2000-50KTL-M3 (380V).

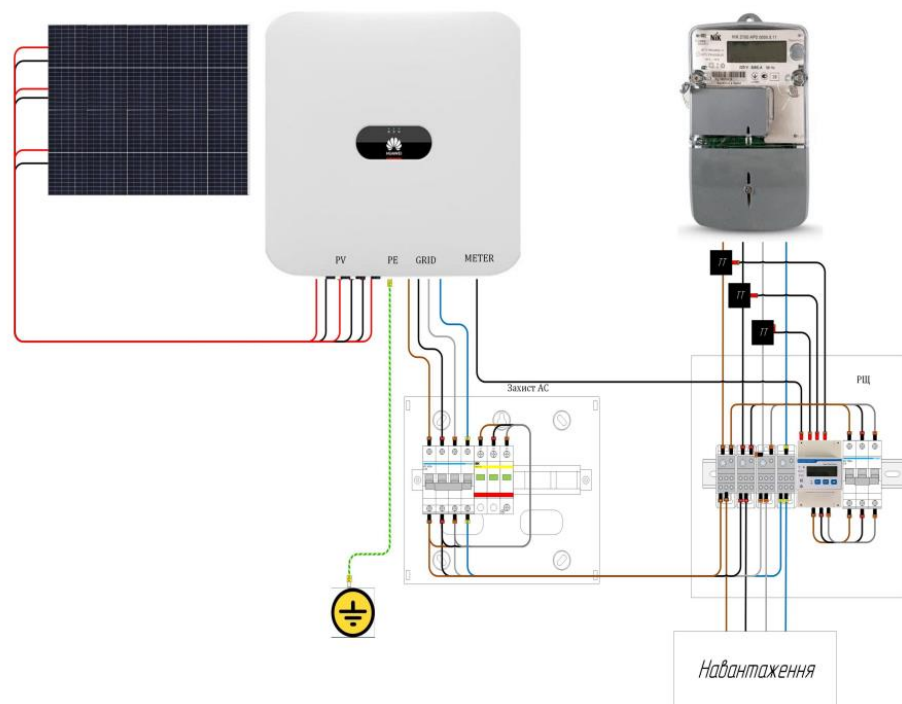


Рисунок 1. Схема підключення обладнання

Проект охоплює аналіз технічних характеристик обладнання, розрахунок необхідної потужності для стабільного забезпечення станції електроенергією, враховуючи середньодобове споживання та кліматичні умови.

Перелік джерел посилань

1. Савчук, Б. Д. Енергозберігаючі технології в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. Київ: Техніка, 2020.
2. Бугай, В. П., Лисенко, Г. А. "Економічні аспекти використання сонячної енергетики в промисловості України", Економіка та держава, №8, 2021.
3. Розробка сонячних енергетичних систем: технічний посібник від Solar Energy Industries Association (SEIA).

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ЗАГАЛЬНИЙ БАЛАНС ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛЕЮ ЗВО

*Масловський Н.Р., студент; Ликтей В.В., к.т.н., ст. викл.
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Загальна проблематика дослідження впливу відновлюваних джерел енергії на енергоспоживання будівель закладів вищої освіти (ЗВО) охоплює низку актуальних питань і викликів. Сучасні ЗВО споживають значні обсяги енергії, що зумовлює підвищене навантаження на традиційні джерела електроенергії та відповідно значні фінансові витрати на їх утримання. Впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячна, вітрова або геотермальна енергія, здатне зменшити залежність від викопних видів палива, скоротити експлуатаційні витрати та знизити екологічний вплив на навколишнє середовище. Однак, на практиці інтеграція ВДЕ у систему енергоспоживання будівель ЗВО стикається з низкою проблем.

Перш за все, ключовими є високі початкові інвестиції на встановлення та обслуговування обладнання для генерації та зберігання енергії з ВДЕ. Це потребує додаткових джерел фінансування, а також детальних економічних обґрунтувань. Другою важливою проблемою є технічні обмеження, оскільки будівлі багатьох ЗВО спроектовані без урахування можливості інтеграції сучасних технологій, що зумовлює складність їх адаптації до вимог ВДЕ. Крім того, важливо дослідити, як впливає коливання погодних умов і сезонність вироблення енергії на стабільність енергозабезпечення, а також розробити ефективні системи акумуляування та розподілу енергії, щоб забезпечити безперервну роботу закладу.

Також актуальним є питання оптимізації загального енергоспоживання будівель ЗВО, включно з модернізацією освітлення, вентиляції та систем опалення для зниження загального енергетичного навантаження. Це потребує комплексного підходу, що включає як технічні, так і організаційні заходи.

Дослідження цієї теми дозволяє виявити оптимальні підходи до інтеграції ВДЕ в енергетичну систему будівель ЗВО, що може стати основою для розробки моделей ефективного використання відновлюваної енергії у масштабах усього освітнього сектору.

Перелік джерел посилань

1. Енергетична стратегія України до 2035 року: безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність. Київ, 2017. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p>
2. Директива (ЄС) 2018/844 Європейського Парламенту та Ради від 30 травня 2018 року про внесення змін до Директиви 2010/31/ЄС про енергетичні характеристики будівель та Директиви 2012/27/ЄС про енергоефективність. Доступно: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>

ПРОЕКТ СВІТЛОДІОДНОЇ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ ПТАХІВНИЦТВА

Васюк В.В., к.т.н., доц.; Андріяш В.В., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Освітлення є важливим чинником у птахівництві, який впливає на зростання, здоров'я та продуктивність птиці. Використання традиційних систем освітлення може спричиняти високі витрати енергії та створювати некомфортні умови для птахів. Тому впровадження енергозберігаючих світлодіодних технологій є актуальним та економічно вигідним рішенням.

Правильно організована система освітлення разом із грамотно спроектованою програмою освітлення дозволяє впливати на вік статевого дозрівання, забезпечувати оптимальний режим розвитку птиці, підвищувати яйценосність, тривалість періоду яйцекладки, розмір і масу яєць, міцність шкаралупи, а також знижувати втрати через пошкодження яєць. Останніми роками інтенсифікація промислового виробництва яєць призвела до підвищеної енергоємності цього процесу.

Мета дипломного проєкту полягає у розробці та вивченні параметрів світлодіодних світильників для утримання сільськогосподарської птиці у клітках з використанням сучасних вимірювальних та комп'ютерних технологій.

Актуальність цього дипломного проєкту полягає в розробці енергоефективного світлодіодного світильника для кліткового утримання промислового стада птиці з оптимальними режимами та характеристиками.

У процесі роботи були проведені дослідження світлових приладів, а також вивчення специфіки світлодіодних джерел світла для птахівництва. Крім того, досліджували режими та принципи організації освітлення і їх вплив на продуктивність птиці.

Перелік джерел посилань

1. Renden, J. A., & Vaughman, G. R. (2020). "LED lighting in poultry production: Effects on performance and welfare." Poultry Industry Council.
2. Піскун, Н. В., & Дубровін, А. В. (2019). "Енергозберігаючі технології освітлення у птахівництві." Актуальні питання птахівництва, 6, 35-39.
3. Wysokinska, K., & Klosowska, A. (2020). "Effect of LED lighting on the growth performance and egg production of laying hens." Poultry Science, 99(6), 3018-3025. DOI: 10.1016/j.psj.2020.02.004.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖЕВОЇ СХЕМИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПОТУЖНІСТЮ 150кВт

Декер І.П., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Актуальність дослідження електричних параметрів сонячних електростанцій зумовлена зростаючими вимогами до енергетичної ефективності та стабільності в умовах переходу на відновлювані джерела енергії. Вивчення показників таких систем, зокрема станцій середньої потужності, допомагає підвищити їх ефективність та забезпечити стабільне енергопостачання. Об'єктом дослідження є сонячна електростанція потужністю 150 кВт, а предметом — електричні параметри цієї станції, такі як напруга, струм та вихідна потужність. У роботі проведено аналіз роботи станції в різних погодних умовах (від повного сонячного освітлення до повної хмарності), виміряні параметри напруги та струму на виході інвертора, а також зміни вихідної потужності протягом дня. Було досліджено вплив температури панелей на їх ефективність, адже при перевищенні 25 гр. Цельсія ефективність сонячних панелей знижується. Це дозволило зробити висновки щодо залежності роботи станції від кліматичних умов. Отримані результати свідчать, що при максимальній інтенсивності сонячного випромінювання станція досягає 85% від номінальної потужності, тоді як при хмарності цей показник знижується до 50%, а в умовах мінливої хмарності — до 20%. Це підкреслює необхідність застосування систем зберігання енергії або гібридних рішень для підвищення стабільності енергопостачання в умовах змінного клімату. Дослідження показали важливість оптимізації налаштувань інвертора та використання додаткових технологій для мінімізації втрат енергії в умовах недостатнього сонячного випромінювання. У майбутніх дослідженнях планується більш детально вивчити вплив різних типів панелей на їх ефективність в умовах зміни температур та погодних умов, а також дослідити можливість підвищення продуктивності систем за допомогою новітніх матеріалів і технологій охолодження панелей.

Перелік джерел посилань:

- 1Титко, Р. Відновлювані джерела енергії /Р. Титко, В. Калініченко.– Варшава: Вид-во OWG, 2010. – 533 с.
- 2Єрохов В.Ю. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів: навч. вид. / В. Ю. Єрохов; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Смолоскип, 2015. - 116 с.
- 3Альтернативні джерела енергії [Текст]: навч. посіб. для студентів вищ. учб. закл. / В. П. Чучуй, С.М. Уминський, С. В. Інютін; Одес. держ. аграр. ун-т. - Одеса : ТЕС, 2015. - 494с.

ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ БІОГАЗОВИХ І КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Бабак В. П. проф.; Ільчаков К. О., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Підвищення енергоефективності фермерських господарств з використанням біогазових і когенераційних установок є актуальною задачею, оскільки ферми з великим поголів'ям ВРХ генерують значні обсяги органічних відходів, які можуть використовуватися для виробництва біогазу та заміщення традиційних енергоносіїв [1]. Встановлено, що біогазові установки дозволяють перетворювати органічні відходи в біогаз, забезпечуючи виробництво електричної та теплової енергії для покриття енергетичних потреб ферми [2].

У дипломній роботі було проведено розрахунки річного виробництва біогазу для ферми з 500-700 головами ВРХ. Дослідження показало, що обсяги виробництва біогазу дозволяють не тільки забезпечувати ферму електроенергією та теплом, але й реалізовувати надлишкову електроенергію за зеленим тарифом, що сприяє підвищенню економічної ефективності підприємства [3]. Річний обсяг виробництва біогазу досяг 273,750 м³ у першому році для 500 голів, збільшуючись до 383,250 м³ у п'ятому році при нарощуванні поголів'я до 700 [4].

У дослідженні використані методи енергетичного аудиту, математичного моделювання та економічного аналізу. Було розроблено математичну модель для оцінки обсягів виробництва біогазу залежно від кількості органічних відходів, а також економічної доцільності когенераційного обладнання [5-6]. Експериментальні дослідження підтвердили ефективність системи автономного енергопостачання для фермерського господарства, що дозволило скоротити витрати на енергоносії на 50% та отримати додатковий дохід від продажу електроенергії [7].

У дипломній роботі розглянуто можливість використання когенераційного обладнання, яке дозволяє одночасно виробляти електричну та теплову енергію з біогазу, що забезпечує комплексне покриття енергетичних потреб фермерського господарства [8]. Таким чином, впровадження біогазової та когенераційної установки сприяє підвищенню енергетичної незалежності, знижує екологічне навантаження та забезпечує стійкий розвиток агропромислового сектору в Україні [9].

Перелік джерел посилань

1. Kumar S., Gupta A., Naik S.N. Biogas production from kitchen waste: A sustainable source of energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018;81:509-515. DOI: 10.1016/j.rser.2017.07.048.

2. Alrawi, M., Waleed, M. The use of anaerobic digesters for biogas production in agricultural settings. *Agricultural Engineering Today*. 2020;44(3):189-195.
3. Farghali M., El-Mashad H.M., Zhang R., Pan Z. Performance evaluation of biogas production from dairy farm waste. *Journal of Environmental Science and Health*. 2019;54(5):312-320. DOI: 10.1080/10934529.2019.1590113.
4. Williams J., Smith B. Optimization of biogas yield from cattle manure using anaerobic digestion. *Bioengineering*. 2021;8(2):77-84. DOI: 10.3390/bioengineering8020077.
5. Gądek B., Krzemiński P. Analysis of biogas generation potential from agricultural waste: A case study. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2017;26(2):923-928. DOI: 10.15244/pjoes/68434.
6. Thrän D., Liebetrau J., Reichel T. Techno-economic aspects of biogas production in Europe. *Waste and Biomass Valorization*. 2020;11(4):1259-1275. DOI: 10.1007/s12649-018-0476-0.
7. Tauseef S.M., Premalatha M., Abbasi T., Abbasi S.A. Methane capture from cattle manure as an alternative energy source. *Energy Conversion and Management*. 2018;159:468-476. DOI: 10.1016/j.enconman.2017.12.049.
8. Ogunkunle O., Ahmed N.A., Ajao A.T. A review of biogas production from agricultural residues in Sub-Saharan Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019;112:226-234. DOI: 10.1016/j.rser.2019.05.002.
9. Fodor Z., Klemeš J.J. Water and energy demand and reduction opportunities in biogas production. *Journal of Cleaner Production*. 2019;240:118261. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118261.
10. Singh S., Kothari R., Pathak V.V. Advances in biogas production from organic waste. *Biomass and Bioenergy*. 2021;145:105962. DOI: 10.1016/j.biombioe.2020.105962.

УДК 621.3.014.33:556

ОБРОБКА ВОДИ ІМПУЛЬСНИМ БАР'ЄРНИМ РОЗРЯДОМ

Крючков Р.Р., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Проблема очищення води від стійких органічних забруднень стає дедалі актуальнішою через зростання промислових скидів, які часто містять сполуки, стійкі до традиційних методів очищення. У цьому контексті виникає необхідність розробки нових підходів, які забезпечують високу ефективність і екологічну безпеку процесів водоочищення. Одним із перспективних методів є використання імпульсного бар'єрного розряду, який створює високоактивні радикали (ОН, О, О₃) безпосередньо в зоні обробки. Ці радикали мають високу реакційну здатність і можуть розкласти складні органічні сполуки, сприяючи ефективному очищенню води. Для забезпечення стабільності процесу необхідно створити просторово однорідний розряд у розрядній камері, адже наявність нерівномірностей може призводити до локальних перегрівів плазми, що погіршує результативність процесу і знижує стабільність роботи установки. Важливим аспектом є оптимізація розподілу електричного поля в зоні обробки: дослідження показують, що наявність

дрібнодисперсних крапель води в міжелектродному проміжку збільшує площу контакту з електричним полем. Це сприяє підвищенню енергоефективності за рахунок збільшення генерації окислювальних радикалів. Крім того, застосування частоти імпульсів у межах 100–300 Гц дозволяє досягти сталих умов утворення активних частинок і покращити загальну ефективність розкладання забруднювачів. Імпульсний бар'єрний розряд є технологією, що може бути адаптована для різних обсягів обробки води завдяки модульному принципу побудови розрядної камери. Це дозволяє застосовувати технологію як для лабораторних досліджень, так і для промислових масштабів, де потрібна висока продуктивність. Загалом, імпульсний бар'єрний розряд має значний потенціал для екологічного та енергоефективного очищення води від стійких органічних забруднювачів, що відкриває нові можливості для його використання у промислових процесах та забезпечення екологічної безпеки.

Перелік джерел посилань

1. Божко І.В., Берека В.О. Однорідність імпульсного бар'єрного розряду в атмосферному повітрі за присутності води в краплинно-плівковому стані. Технічна електродинаміка. 2019;5:17–21.
2. Берека В.О., Божко І.В., Бржезицький В.О., Троценко Є.А. Моделювання електричного поля в електродній системі для створення імпульсного бар'єрного розряду. Технічна електродинаміка. 2020;2:17–22.
3. Берека В.О., Кондратенко І.П. Узгодження сумісної роботи генератора коротких високовольних імпульсів напруги і камери для обробки води імпульсним бар'єрним розрядом. Праці ІЕД НАН України. 2021;60:22–27.

УДК 621.311.4:620.91:621.8.036:725.85/.89(477)

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РІВНЯ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТУ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ НУБІП УКРАЇНИ

*Радько І.П., к.т.н., доцент; Антипов Є.О., к.т.н., доцент;
Ткаченко В.Р., студент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

З огляду на зростання вартості енергоресурсів та вимоги щодо зменшення викидів парникових газів, підвищення енергетичної ефективності будівель є не лише економічною необхідністю, але й важливою складовою екологічної політики кожної держави. Якщо поглянути на досвід країн ЄС, то Європейським Парламентом та Радою Європейського Союзу, ще 2002 року було ухвалено першу Директиву про енергетичне функціонування будівель (англ. Directive on the energy performance of buildings, EPBD) і всі країни-

члени мали її імплементувати, як національний закон до 2006 року. Відповідно до Директиви, обсяг енергії, призначений для різних потреб у звичайній експлуатації будівлі, повинен враховувати ряд факторів, зокрема теплоізоляцію, технічні параметри обладнання, спеціально розроблені з урахуванням кліматичних умов та орієнтації щодо сонячної радіації, вплив сусідніх споруд, власне виробництво енергії та інші чинники, включаючи внутрішній мікроклімат. У цей час проводяться значні дослідження у сфері впровадження енергоефективних заходів з метою зменшення енергоспоживання як існуючих, так і новозбудованих будівель [1].

В Україні, закон, який ідеологічно подібний до згаданої вище директиви, був проголосований Верховною Радою України і підписаний Президентом в 2017 році: «Ідеологія Закону «Про енергоефективність будівель» визначається європейською директивою №30, що дозволяє перейти до системного аналізу сертифікації будівель і визначення практичних рекомендацій – що потрібно робити для зменшення споживання» [2].

Також нормативно-правові акти України та міжнародні зобов'язання стимулюють модернізацію будівель закладів вищої освіти (ЗВО) та підвищення їх енергоефективності. Корпуси ЗВО, в тому числі і спортивні комплекси (як і будь-які інші громадські будівлі, освітні будівлі тощо), споживають значні обсяги енергії для забезпечення оптимальних умов перебування здобувачів вищої освіти, учасників змагань тощо. Проте багато таких комплексів залишаються енергетично неефективними, що призводить до великих втрат ресурсів та збільшення витрат на їх енергозабезпечення. Наразі, дослідження говорять, що близько 40% від світового споживання енергії та третя частина викидів парникових газів припадає на будівлі [3].

Питання енергоефективності спортивних комплексів проводилось авторами статті [4], було досліджено будівлю Пекінського спортивного університету та пекінський тир, обираючи енергоефективні будівельні матеріали. Архітектурний проект відповідає «стандарту проектування енергозбереження громадських будівель» (Пекінський місцевий стандарт DBJ01-621- 621), який вимагає досягнення рівня енергозбереження 65%. Досвід заміни освітлювальних приладів на більш енергоефективні в спортивних залах одеських шкіл дозволив скоротити енергоспоживання на 1 500 Вт, а освітленість підняти більше ніж в три рази - з 80 лк до 250 лк [5].

Таким чином, розробка та впровадження заходів із підвищення енергоефективності спортивного комплексу НУБіП України також є важливою та актуальною задачею.

Проведено енергетичне дослідження будівлі спортивного комплексу, розраховано теплові втрати через різні типи огорожувальних конструкцій та, для енергоживлення об'єкту, запропоновано встановлення мережевої сонячної електричної станції (СЕС). Нижче, у таблиці 1, наведено ключові показники пропонованої СЕС.

Ключові показники пропонованої СЕС

Прогнозна генерація електроенергії від сонячних батарей за 1-й рік, кВт-г	255 005
Вартість заміщеної електроенергії в 1-й рік експлуатації СЕС, тис.	\$49,6
Загальний економічний ефект від впровадження СЕС за 25 років експлуатації, тис.	\$1 020,9
Вартість будівництва сонячної електростанції "під ключ", тис.	\$119,7
Термін окупності проекту, років	2,5
Прогнозний термін експлуатації PV обладнання, років	35
Поточний тариф за 1 кВт-г електроенергії з мережі, з ПДВ	7,30 грн.
Середньозважена собівартість 1 кВт-г "сонячної" електроенергії (LCOE25), з ПДВ	0,93 грн.
Зменшення викидів CO ₂ , т на рік	75

Показано, що впровадження на об'єкті відновлювальних джерел енергії, а конкретно встановлення мережевої СЕС, дозволяє суттєво підвищити енергетичну ефективність, забезпечити вищий рівень автономності і значно зекономити або навіть заробити кошти. Так, пропоноване обладнання при прогнозованому терміні експлуатації 35 років, окупиться за 2.5 роки, загальний економічний ефект за 25 років складе 1 020 900 доларів, а також дозволить зменшити викиди CO₂ на 75 т/рік.

Перелік джерел посилань

1. EPBD Recast: New provisions need sharpening to hit climate targets URL: <https://www.bpie.eu/publication/epbd-recast-new-provisions-need-sharpening-to-hit-climate-targets/>
2. Геннадій Зубко: Підписані енергоефективні закони дадуть мультиплікативний ефект для економіки URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/250154736>
3. Pearce A. Sustainable Buildings and Infrastructure: Paths to the Future. Routledge, 2013.
4. Sun, Yimin. Use of Energy-efficient Materials and Sustainable Design Strategy for Large Sports Architecture in Beijing. 2014.
5. Енергоефективний спорт. Як німці допомагають сучасно освітлювати спортивні зали Одеси <https://news.informer.od.ua/page1000872.html>

УДК 621.3:658.567.5:633.1

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЗНЕЗАРАЖУЮЧОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ

Бабенко М.А., студент; Усенко С.М., к.т.н., доц.,

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна*

Нині широко впроваджуються дослідження з використання електроозонаторів. Озонування, як метод знезаражування добре вивчено з санітарно-гігієнічного боку. Але існуючі технології, що використовують електроозонатори для обробки зернових не забезпечують належного ефекту:

при подачі озону від генератора до матеріалу обробки він частково розкладається, що призводить до низького коефіцієнту корисної дії існуючих установок [1]. Крім того, при обробці зерна озон розподіляється нерівномірно і взаємодіє, переважно, з поверхневими шарами, що значно зменшує ефективність обробки. Тому розробка методів та технічних засобів для екологічно безпечного знезараження зерна є актуальною.

У зв'язку з орієнтацією передових країн світу на екологічно безпечні технології виробництва сільськогосподарської продукції все більше уваги приділяється розвитку електротехнологічним методам обробки, одним з яких є передпосівна обробка насіння електромагнітними полями різного діапазону [2]. Електротехнологічні методи, що використовують електричні поля високої напруженості, є малоенергоємними, екологічно чистими й порівняно легко реалізуються, що робить їх перспективними для застосування в рослинництві. Зерно з електрофізичної точки зору має іонний характер електричних зарядів, які проявляються лише в розчині, а у сухому стані воно є нейтральним і має низьку електропровідність та діелектричну проникність, що робить його хорошим діелектриком. Нині встановлено, що під дією магнітного поля зростає швидкість хімічних і біохімічних реакцій, які протікають в клітинах, підвищується розчинність солей і кислот, а також проникність мембран, що прискорює дифузію через мембрану молекул та іонів, а також водопоглинання насіння [3]. Для розробки ефективних технологій обробки насіннєвого матеріалу необхідно провести дослідження електрофізичних процесів, які виникають у насіннєвій суміші під впливом електричних полів високої напруженості (ЕПВН).

Перелік джерел посилань

1. Берека О. М. Дія сильних електричних полів на насіння сільськогосподарських культур // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково-виробничий журнал. – К., 2007. – № 1(20) – 23 – 29с.
2. Inozemtsev, G. B., Bereka, O. M., Okushko, O. V., & Usenko, S. M. (2015). Elektrotekhnolohii obrobky silskohospodarskoi produktsii [Electrotechnology of processing of agricultural products]. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian].
3. Козирський В. В., Савченко В. В., Синявський О. Ю. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2016. - Вип. 256. - С. 55-60.

СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ

УДК 681.5

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ ЗБРОДЖУЮЧОГО БІОМАТЕРІАЛУ

*Павлов С. Г., аспірант; Лисенко В.П., д.т.н., професор;
Лендел Т.І. к.т.н., доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Актуальність дослідження. У сучасному виробництві, у тому числі аграрному, комп'ютерний зір відіграє все більш вагомую роль, забезпечуючи автоматизоване керування як окремими технологічними процесами, так і виробництвом в цілому.

Виявлення об'єктів, що підлягають автоматизації, та оцінка їх якості - ключове завдання комп'ютерного зору, котре полягає в умінні комп'ютерно-інтегрованих систем керування розпізнавати та локалізувати об'єкти на зображеннях і відео. З кожним роком ця технологія стає все більш надійною і точною, що робить її незамінною у багатьох сферах, як приклад, сільське господарство, автономні транспортні засоби, системи розпізнавання обличчя, тощо. Важливим фактором, що зумовив прогрес у виявленні об'єктів, є відкриття й застосування штучних нейромережових архітектур. Вказані архітектури стали фундаментом для розвитку методів виявлення об'єктів, розширюючи можливості комп'ютерного зору.

Одним із найважливіших завдань в області комп'ютерного зору є об'єктне визначення - здатність системи розпізнавати, класифікувати та сегментувати об'єкти на зображеннях або відео.

Мета дослідження. Розробити та впровадити систему комп'ютерного зору, яка дозволяє швидко та об'єктивно оцінювати якість біоматеріалу за результатами аналізу зображень.

Основні матеріали досліджень. Дослідження зосереджене на застосуванні різних методів сегментації зображень, таких як порогова сегментація, адаптивна порогова сегментація, метод Оцу та його модифікації (з підвищеним контрастом), кластеризація методом K-means та сегментація на основі глибоких нейронних мереж (CNN, U-Net). Кожен із зазначених методів застосовувався до зображень біоматеріалу, попередньо перетворених у градації сірого для спрощення аналізу та уніфікації вхідних даних. Основними критеріями оцінки ефективності методів виступали середнє значення інтенсивності пікселів, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації.

Після етапу сегментації особливу увагу приділено аналізу якісних

характеристик об'єктів, що дозволяє на основі отриманих даних формулювати рекомендації щодо подальшого використання матеріалу. Для експерименту було зібрано набір даних зображень біоматеріалу на полігоні досліджень, де фотозйомка проводилася в єдиний час доби для мінімізації впливу зовнішнього освітлення. Кожне зображення було переведено у градації сірого з метою уніфікації та полегшення подальшої обробки. З метою визначення оптимального методу сегментації виконано обчислення кількості білих пікселів за формулою сегментованої площі.

$$P = \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W \delta(p(i, j) = 255)$$

де: H – висота зображення; W – ширина зображення; $\delta(p(i,j)=255)$ – функція, яка дорівнює 1, якщо піксель $p(i,j)$ дорівнює 255, і 0 в іншому випадку.

Результати дослідження показали, що найстабільнішим методом є метод Оцу з підвищеним контрастом, який характеризується найменшим стандартним відхиленням (1.79) та коефіцієнтом варіації (3.63%). Це свідчить про низьку варіативність результатів на різних зображеннях порівняно з іншими методами, що підтверджує його надійність та стабільність.

Оцінювання якості зображень проводилося на основі таких показників, як середнє значення інтенсивності пікселів, стандартне відхилення інтенсивностей, коефіцієнт асиметрії, ексцес та гістограма розподілу інтенсивностей пікселів [7].

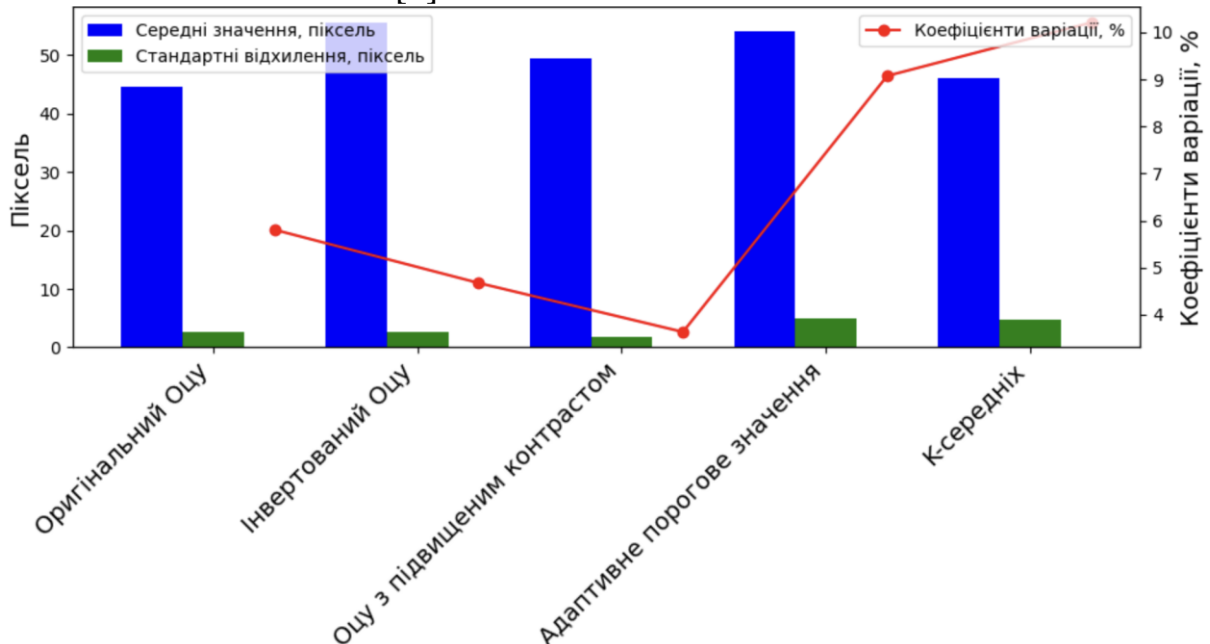


Рисунок 1. Графік порівняння методів сегментації

Висновок. Розроблено модель системи комп'ютерного зору для оцінки якості біоматеріалу за допомогою аналізу його зображень. Застосовано методи багатовимірної аналізу даних для прийняття рішень щодо експрес-аналізу якості біоматеріалу, що дозволяє забезпечити швидку та об'єктивну оцінку. Запропоновано багаторівневий підхід до оцінки, який дозволяє

автоматизувати процес та оптимізувати підготовку біоматеріалу для подальшого зброджування. Планується подальше вдосконалення методики шляхом інтеграції її з показниками температури, характеристиками біоматеріалу та обсягами виробництва газу для підвищення ефективності процесу газовидобування.

Перелік джерел посилання

- 1.Клювак, А., et al. "Двоетапне сегментування зображення із складним фоном на основі методу Отсу." Вісник Національного університету Львівська політехніка. Комп'ютерні науки та інформаційні технології 843 (2016): 335-341.
- 2.Bradley, D., & Roth, G. (2007). Adaptive Thresholding using the Integral Image. Journal of Graphics Tools, 12(2), 13–21. <https://doi.org/10.1080/2151237X.2007.10129236>
- 3.Reza, Ali M. "Realization of the contrast limited adaptive histogram equalization (CLAHE) for real-time image enhancement." Journal of VLSI signal processing systems for signal, image and video technology 38 (2004): 35-44.
- 4.DasGupta, Anirban. Asymptotic theory of statistics and probability. Vol. 180. New York: Springer, 2008.
- 5.Altman D G, Bland J M. Standard deviations and standard errors BMJ 2005; 331 :903 doi:10.1136/bmj.331.7521.903
- 6.Wang, Z., Wang, E. & Zhu, Y. Image segmentation evaluation: a survey of methods. Artif Intell Rev 53, 5637–5674 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09830-9>
- 7.Pajankar, Ashwin. Python 3 Image Processing: Learn Image Processing with Python 3, NumPy, Matplotlib, and Scikit-image. BPB Publications, 2019

УДК 621.313.8: 631.53.027

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБАСТНИХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ

Панталієнко Л.А, канд.фіз.-мат.наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Сучасні напрями моделювання робастних систем, що відповідають вимогам низької чутливості, ґрунтуються на методах оптимального та робастного синтезу [1]. При цьому, зазвичай, забезпечення працездатності системи здійснюється за рахунок введення в алгоритм керування додаткового нелінійного зворотного зв'язку або застосування апарату функцій чутливості.

Методи практичної стійкості [2] дозволяють з єдиних позицій проводити всебічний аналіз параметричної системи, чисельно оцінювати максимальну за об'ємом область допустимих параметрів, розкиду фазових координат, гарантованої чутливості.

Нехай рух об'єкта описується лінійною системою диференціальних рівнянь, залежних від параметрів:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t)\alpha, t \in [t_0, T], \quad (1)$$

Тоді вектори розкиду $y = x - \bar{x}$, $\beta = \alpha - \bar{\alpha}$ задовольнятимуть систему

$$\frac{dy}{dt} = A(t)y + B(t)\beta, t \in [t_0, T], \quad (2)$$

де $\bar{\alpha} \in G_{\bar{\alpha}} \subset G_{\alpha}$ – деяке розрахункове (незбурене) значення вектора параметрів, а $\bar{x} = x(t, \bar{\alpha})$ – відповідна розрахункова траєкторія системи (1).

Дослідимо задачу оцінювання області допусків $G^{(\beta)}$, що не порушують заданих динамічних обмежень Φ_t , $t \in [t_0, T]$ на вектор y .

Означення. Будемо казати, що система (2) має $\{k, l, \Phi_t, t_0, T\}$ – оцінку допусків на параметри β , якщо $y(t, \beta) \in \Phi_t, t \in [t_0, T]$, лише тільки параметри β вибираються згідно з рівністю $\beta = k_1 l$, $0 \leq k_1 < k$, l – m -вимірний одиничний вектор.

Нехай початкові умови для системи (1) задано у вигляді $x(t_0) = X_0 \alpha$, де X_0 – відомі матриці вимірності $n \times m$, а обмеження Φ_t , $t \in [t_0, T]$ на вектор y є лінійними:

$$\Phi_t = \Gamma_t = \{y : |l_s^*(t)y| \leq 1, s = 1, 2, \dots, N, t \in [t_0, T], \quad (3)$$

Тоді для $\{k, l, \Gamma_t, t_0, T\}$ - оцінки допусків на параметри β необхідно й достатньо, щоб виконувалось співвідношення

$$k \leq \bar{k}(l) = \min_{t \in [t_0, T]} \min_{s=1, 2, \dots, N} \left[|l_s^*(t)(X(t, t_0)X_0 + Y(t))l| \right]^{-1}, \quad (4)$$

де $X(t, t_0)$ – нормована фундаментальна матриця розв'язків однорідної системи (1) при $\alpha = 0$; $Y(t) = \int_{t_0}^t X(t, \tau)B(\tau)d\tau$ – матриця чутливості по вектору параметрів α , що обчислюється згідно з рівнянням

$$\frac{dY(t)}{dt} = A(t)Y(t) + B(t), t \in [t_0, T],$$

за наявності початкової умови $Y(t_0) = X_0$.

Якщо динамічні обмеження на вектор розкиду y нелінійного типу

$$\Phi_t = \Psi_t = \{y : \psi(y, t) \leq 1, t \in [t_0, T], \quad (5)$$

критерієм $\{k, l, \Psi_t, t_0, T\}$ – оцінки допусків на параметри α слугує нерівність

$$k \leq \bar{k}(l) = \min_{t \in [t_0, T]} \min_{\bar{y} \in \Psi_t'} \frac{g^*(\bar{y}, t)\bar{y}}{g^*(\bar{y}, t)(X(t, t_0)X_0 + Y(t))l}, \quad (6)$$

$$g^*(\bar{y}, t)\bar{y} > 0, \bar{y} \in \Psi_t', t \in [t_0, T],$$

де $g^*(\bar{y}, t) = \text{grad}_{\bar{y}}^* \psi(\bar{y}, t)$, Ψ_t' – межа замкненої опуклої множини Ψ_t , $t \in [t_0, T]$.

Обчисливши величини $\bar{k}(l)$ згідно з наведеними критеріями, дістанемо екстремальну множину допусків

$$G_e^{(\beta)} = \{\beta : \beta = k_1 l, 0 \leq k_1 < \bar{k}(l), \forall l \in E^{(m)}, \|l\| = 1\}.$$

З такого роду задачами тісно зв'язана задача оцінювання максимальної за об'ємом області стійкості $G_0^{y,\beta}$ відносно векторів y та β .

З позицій практичної стійкості можна розглядати також прямі задачі теорії чутливості: для системи (1) за відомою множиною допусків на параметри $G^{(\beta)}$ оцінити розкид вектора фазових станів.

У плані прикладань розроблені алгоритми стійкості за напрямом застосовуються для оцінки максимальної області допусків на параметри коректування індукційної системи прискорення [3].

Перелік джерел посилань

1. Луцька Н.М., Ладанюк А.П. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами / Н.М. Луцька, А.П.: Ладанюк. – К.: Ліра, 2015. – 288с.
2. Панталієнко Л.А. Оцінювання області допустимих параметрів за наявності варіації показника якості /Л.А. Панталієнко // Енергетика і автоматика. – 2023. – №1.– С. 183–191.
3. Панталієнко Л.А. Розрахунок оптимальних параметрів коректувальних елементів в індукційних системах прискорювання /Л.А. Панталієнко // Енергетика і автоматика. – 2021. – №2.– С. 107–114.

УДК 657.012.637

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ПІЦИ: АНАЛІЗ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Куля Р.В., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

У сучасному світі індустрія громадського харчування постійно розвивається, що вимагає удосконалення технологічних процесів для підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Виробництво піци — один з ключових сегментів цього ринку, де важливо забезпечити якість, швидкість виготовлення та економічність процесу. Дана теза присвячена дослідженню та оптимізації технологічних процесів виробництва піци через впровадження сучасного обладнання [1].

Технологічний процес випічки піци є складним та включає декілька ключових етапів:

- підготовку тіста,
- нанесення інгредієнтів,
- випічку
- подачу.

На сьогоднішній день, більшість закладів використовують електричні конвеєрні печі, які дозволяють забезпечити рівномірне пропікання тіста та досягти стабільності якості продукції [2].

Проте, існуючі системи мають декілька недоліків, таких як високе споживання енергії та обмеження у налаштуваннях температурного режиму:

1. Важливість впровадження нових технологій.

Впровадження інноваційного обладнання може суттєво підвищити ефективність виробництва піци. Це включає покращення конвеєрних систем, які дозволяють контролювати час та температуру випічки з більшою точністю. Застосування енергоефективних технологій не лише зменшить експлуатаційні витрати, а й знизить негативний екологічний вплив, що стає все більш важливим у контексті сталого розвитку.

2. Розробка електротехнологічного комплексу.

У рамках дослідження був розроблений та впроваджений інноваційний електротехнологічний комплекс. В кафе 1604 використовується електрична конвеєрна піч KitchenMax GR-309EP (рис. 1), яка має 3 робочі відділення. Основна увага приділялася проектуванню системи керування процесом випічки, що дозволяє автоматизувати і оптимізувати весь виробничий цикл. Проведені експерименти підтвердили підвищення продуктивності та зниження енергоємності на 15-20%, що вказує на високу ефективність нових технологій.



Рисунок 1. Конвеєрна піч KitchenMax GR-309EP

3. Економічні та екологічні переваги.

Економічні розрахунки, проведені в результаті дослідження, показали, що впровадження сучасного обладнання є економічно вигідним інвестуванням для закладів на зразок кафе 1604. Також наголошено на важливості використання екологічно чистих матеріалів у виробництві, які

сприяють зменшенню відходів та покращенню загального екологічного стану.

Таким чином, впровадження сучасного обладнання для виробництва піци є важливим кроком на шляху до оптимізації технологічних процесів. Воно дозволяє не лише підвищити якість кінцевого продукту, а й зменшити вплив на навколишнє середовище. Подальші дослідження у цій сфері мають зосереджуватись на вдосконаленні параметрів технологічних комплексів та впровадженні нових інновацій у процеси приготування.

Перелік джерел посилань

1. <https://centur.com.ua/torgove-i-restoranne-prof-oblad/teplove-oblad-harchove/pechi-pekarski-i-zharochni/pechi-dlia-pizzy/povnyj-komplekt-obladnannya-dlya-pitseri> - комплексний набір обладнання для піцерії.
2. <https://torgoborud.com.ua/ua/for-pizzeria> - Обладнання для піцерії, суші-бару та доставки їжі.

УДК 681.52

ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ КУЛЬОВИМИ БАРАБАННИМИ МЛИНАМИ ДЛЯ РОЗМЕЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ

Федоришин Р.М., д.т.н., доцент; Лимич В.В.

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

Технологічні процеси подрібнення матеріалів за допомогою кульових барабанних млинів (КБМ) відіграють ключову роль у багатьох галузях промисловості [1]. Кульові барабанні млини застосовуються для розмелювання клінкеру на цементних заводах, глини на керамічних заводах, руди на гірничих підприємствах тощо. Особливе значення процеси розмелювання мають для теплових електростанцій, що працюють на твердому паливі, зокрема на вугіллі. Значні енерговитрати на процеси розмелювання твердих матеріалів стимулюють розробку нових підходів до автоматизованого керування кульовими барабанними млинами. Удосконалення алгоритмів автоматичного керування спрямоване також на підвищення надійності роботи КБМ і запобігання аварійних ситуацій, таких як завал (переповнення) млина, вибух аеросуміші, блокування та вихід з ладу пилепроводів.

Під час налаштування систем автоматичного керування КБМ зазвичай проводиться калібрування млина [2]. Це передбачає знімання статичної характеристики залежності завантаженості млина від продуктивності живильника сирого матеріалу. Завантаженість млина також є індикатором розмелювальної продуктивності млина. Відкалібрувавши млин, керування ним здійснюється за отриманою статичною характеристикою. Захист від

завалу забезпечується вимірюванням вібрації опор підшипників на вході та виході млина, а також перепаду тисків на млині. У випадку, якщо рівні вібрації опор підшипників опускаються нижче, ніж допустимі значення (кожен підшипник має своє допустиме значення), повинен спрацювати захист, який припинить подачу матеріалу в млин і запобіжить завалу. Захист від завалу млина також передбачає моніторинг перепаду тиску на барабані. Якщо перепад тиску перевищує допустимі межі, потрібно негайно припинити подачу сирого матеріалу в млин.

Сьогодні існують такі алгоритми керування роботою КБМ: імпульсна подача сирого матеріалу при фіксованій тривалості імпульсів та пауз між ними; неперервна подача сирого матеріалу при фіксованій продуктивності живильника; керування за вимірним сигналом вібрації опори переднього підшипника з імпульсною або неперервною подачею сирого матеріалу; керування за вимірним сигналом перепаду тиску на млині з імпульсною або неперервною подачею сирого матеріалу; керування за вимірним сигналом температури аеросуміші на виході млина з імпульсною або неперервною подачею сирого матеріалу; керування за вимірним сигналом активної потужності приводу КБМ з імпульсною або неперервною подачею сирого матеріалу. Під час пуску млина з вимкненого режиму, подача матеріалу здійснюється поступово, щоб уникнути можливого завалу. При режимі імпульсної подачі, коли продуктивність живильника матеріалу вдвічі або втричі перевищує робочу продуктивність млина, поступово збільшується тривалість імпульсів, а в разі неперервної подачі – поступово збільшується продуктивність живильника сирого матеріалу.

Під час раптового зупинення подачі сирого матеріалу існує ризик блокування та виходу з ладу пилепроводів. Це відбувається через те, що при різкому зниженні подачі сирого вугілля відбувається рівномірний розподіл матеріалу по довжині млина, що призводить до значного збільшення кількості пилу грубої фракції у млині та в аеросуміші. Це збільшення вмісту грубої фракції пилу призводить до зростання перепаду тиску на млині до певного максимального рівня, після чого цей перепад тиску може спадати. Якщо перепад тиску збільшується до критичного значення, може виникнути блокування та вихід з ладу пилепроводів. Тому під час управління роботою КБМ необхідно дотримуватися режиму, при якому перепад тиску не досягає критичного значення. Зупинку млина здійснюють шляхом поступового зменшення тривалості імпульсів (у випадку імпульсної подачі сирого матеріалу) або поступового зменшення продуктивності живильника сирого матеріалу (у випадку неперервної подачі).

Крім загрози завалу та блокування пилепроводів, на млині може виникнути ще одна аварійна ситуація – вибух аеросуміші на виході. Цей вибух можуть спровокувати горючі компоненти, що містяться у вугільному пилі, якщо температура аеросуміші перевищить допустимі межі. Для запобігання таким вибухам, в автоматичному керуванні слід передбачити захист у разі перевищення допустимого рівня температури аеросуміші на

виході млина. Цей захист має змінювати температуру сушильного агента, збільшуючи подачу повітря з навколишнього середовища. Проте це може створити нову небезпеку, оскільки збільшення кількості кисню у сушильному агенті може підвищити ризик вибуху. Тому співвідношення витрат навколишнього повітря і димових газів має бути в строго визначених межах.

Стан пилепроводів може бути обмеженням підвищення розмелювальної продуктивності КБМ. Якщо пилепроводи не є герметичними, це призводить до зниження вентиляційної продуктивності млина та загальної ефективності його роботи. Ще одним обмеженням є недостатній або занадто високий рівень кульового заряду в млині. Цей рівень залежить від характеристик матеріалу та типу млина.

Перелік джерел посилань

1. Pistun Y., Zahray V. and Fedoryshyn R. Automation and optimization of solid material grinding by means of ball mills // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. Дніпропетровськ – 2011 р., № 36, том 1, с. 122-127.
2. Pistun, Y.; Fedoryshyn, R.; Zagraj, V.; Nykolyn, H. & Kokoshko, R. (2019). Experimental Study and Mathematical Modelling of Nonlinear Control Plant, Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium, pp.0967-0975, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, Vienna, Austria DOI: 10.2507/30th.daaam.proceedings.134

УДК 631.365

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;
Гриценко Ю.В., студент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Швидкий технологічний розвиток останніх років перетворює уявлення про промисловість та інші галузі економіки, прискорюючи процеси автоматизації та вдосконалення виробничих процесів. Однією з ключових галузей, яка отримала значний імпульс від цього технологічного прориву, є автоматизація вентиляційних систем. Великі промислові комплекси, офісні будівлі, а також інші об'єкти з великою кількістю приміщень та розгалуженими мережами повітроводів стикаються з необхідністю ефективного управління вентиляцією та забезпеченням чистого та безпечного середовища.

Основні вузли системи автоматизації вентиляційних систем включають в себе датчики, контролери, приводи та систему управління. Датчики вимірюють параметри оточуючого середовища, такі як температура, вологість, рівень CO₂, та передають ці дані до контролера.

Контролер обробляє інформацію від датчиків та приймає рішення щодо регулювання роботи вентиляційної системи на основі заданих параметрів та алгоритмів управління. Приводи відповідають за регулювання роботи вентиляційних клапанів, заслонок або вентиляторів залежно від сигналів, які надходять від контролера. Вони виконують команди на зміну обсягу подачі або витяжки повітря в приміщенні. Система управління координує роботу всіх компонентів вентиляційної системи, забезпечуючи їх взаємодію та спільну роботу для досягнення заданих цілей. Вона також може включати інтерфейс користувача для налаштування параметрів роботи системи та відображення її стану. Ці вузли спільно працюють для забезпечення ефективної та автоматизованої роботи вентиляційної системи, що забезпечує комфортні та безпечні умови в приміщенні. Розширена автоматизація вентиляційних систем передбачає використання передових алгоритмів контролю та моніторингу, які надають змогу відстежувати стан системи в реальному часі та автоматично реагувати на будь-які зміни або відхилення в роботі. Це дозволяє не лише забезпечити оптимальні умови для праці та життя, але й зменшити витрати на енергію та збільшити загальну продуктивність. Крім того, зростає роль систем диспетчеризації, які забезпечують централізований контроль та управління вентиляційними мережами навіть на великих промислових об'єктах. Це дозволяє забезпечити безперервну та надійну роботу систем в будь-який час, а також ефективно використовувати ресурси. Диспетчеризація систем вентиляції – це централізована система контролю та управління вентиляційним обладнанням в будівлі чи промисловому комплексі. Вона включає в себе спеціалізоване програмне забезпечення та апаратне забезпечення, призначені для моніторингу та управління різними аспектами роботи вентиляційних систем. Основні функції диспетчеризації включають в себе нагляд за роботою всіх вентиляційних установок, збір даних про їх функціонування, аналіз цих даних, автоматичне регулювання параметрів роботи системи в залежності від потреб та забезпечення віддаленого керування.

Переваги використання системи диспетчеризації включають в собі підвищену ефективність роботи вентиляційних систем, зменшення споживання енергії за рахунок оптимізації режимів роботи, зменшення витрат на обслуговування та підтримку системи, а також збільшення рівня комфорту та безпеки на робочих місцях. Диспетчеризація дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни в роботі вентиляційних систем та забезпечує надійне та ефективне їх функціонування.

Перелік джерел посилань

1. Автоматизація систем вентиляції и кондиціонування повітря/ Е.С. Бондарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. НИмич.– К.: ТОВ «Аванпост – Прим» 2005-560с.

МОДЕЛЮВАННЯ БІОФІЛЬТРА У АКВАПОННИХ СИСТЕМАХ

Р.В. Залозний, аспірант; Н.А.Заєць, д.т.н., професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

При дослідженні систем аквапоніки важливо приділити увагу процесам, що відбуваються у біофільтрі. Саме в ньому аміак, що є наслідком життєдіяльності риб, перетворюється у нітрати та нітрити. Далі у гідропонній підсистемі рослини поглинають NO_2 та NO_3 . Для забезпечення процесу окиснення аміаку необхідно забезпечити концентрацію відповідних бактерій: *Nitrosomonas* та *Nitrobacter*. Модель, з використанням програмного забезпечення MatLab Simulink представлено на рисунку 1.

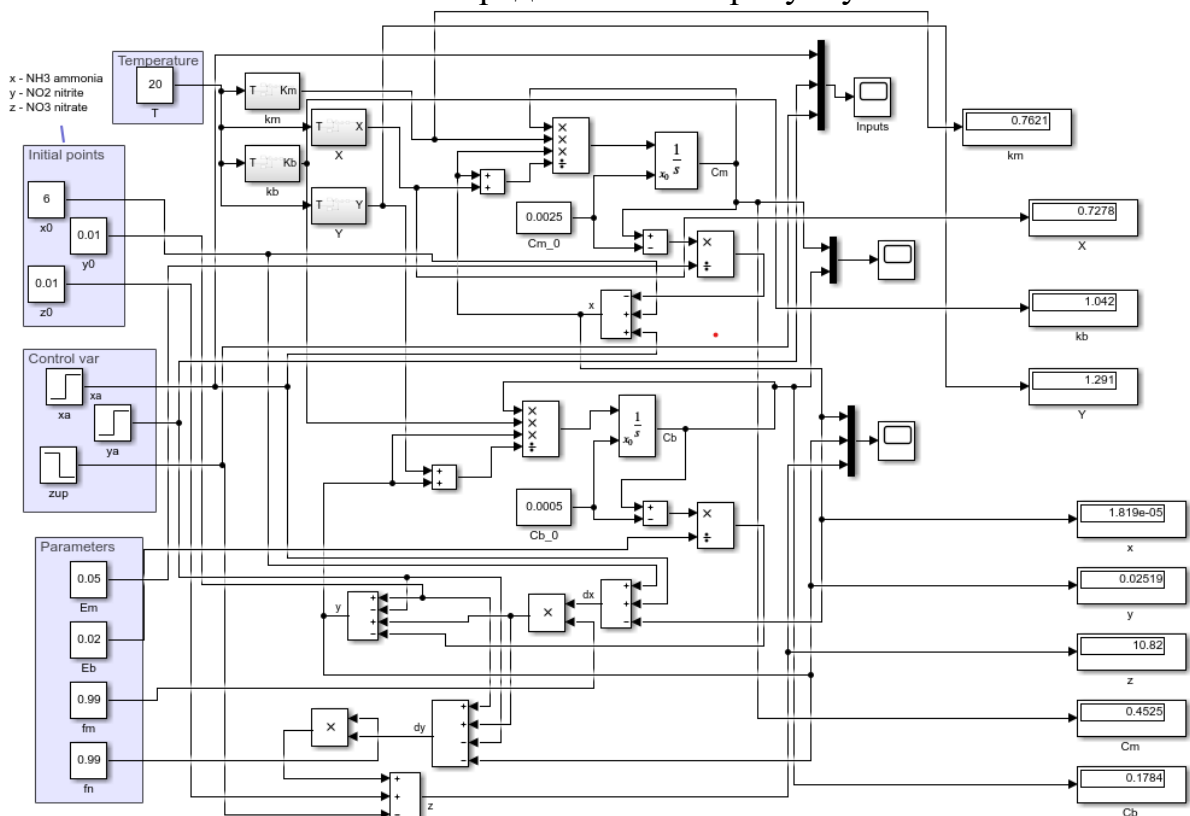
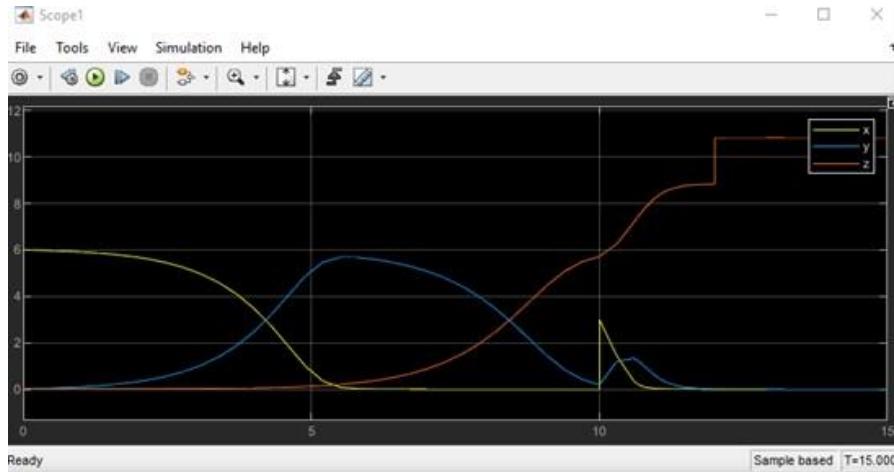


Рисунок 1. Модель біофільтра

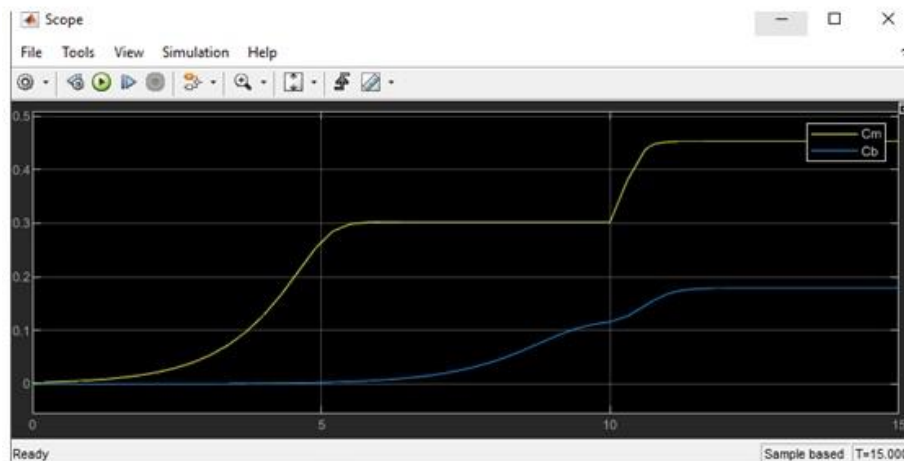
Запропонована модель побудована на рівняннях, що описують концентрацію бактерій *Nitrosomonas* та *Nitrobacter*, з урахуванням їхніх коефіцієнтів росту та початкових умов. Основним завданням біофільтра є процес нітрифікації, у якому токсичний аміак перетворюється на безпечні нітрати, і згідно з розрахунками, загальна концентрація нітратів становить 10,82 мг/л.

Результати моделювання показали, що насичення нітратами досягається на дванадцятий день. Концентрація нітритів становить 0,02519

мг/л, а загальна концентрація аміаку в системі складає 0,000018 мг/л. Крім того, було визначено динаміку змін концентрації самих бактерій *Nitrosomonas* та *Nitrobacter*, що дозволяє прогнозувати подальші зміни концентрації нітратів, нітритів та аміаку. Результати моделювання на рисунку 2.



a)



б)

Рисунок 2. Результати моделювання: а) Приріст концентрації аміаку – x , нітритів – y та нітратів – z , б) приріст C_m – концентрація бактерії *Nitrosomonas*, C_n – концентрація бактерії *Nitrobacter*

Ця модель також дозволяє розробити стратегію управління системою. Вона включає зміну температури, додавання аміаку та регулювання популяцій риб і рослин. У моделі ці параметри представлені як T – температура, x_a – доданий аміак, y_a – нітрити, поглинуті рослинами, та z_{up} – нітрати, поглинуті рослинами. Збільшення кількості риб підвищує рівень аміаку, тоді як збільшення кількості рослин знижує концентрацію нітратів і нітритів.

Перелік джерел посилань:

1. Matthew Bradley, Sean Lane Modeling and Control of an Aquaponics System ChEn 593R Project, Nathan Woodbury April 24, 2018.

2. G. Knowles, A. L. Downing, and M. Barrett, "Determination of kinetic constants for nitrifying bacteria in mixed culture, with the aid of an electronic computer," *Journal of General Microbiology*, vol. 38, no. 2, pp. 263–278, 1965.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОСВІТЛЕННЯ В ПТАШНИКУ

*Маслей М.І., студент; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Досягнення максимальної продуктивності у промисловому птахівництві можливо за підтримання стабільного режиму освітлення. Для курей-несучок на початковому етапі встановлюють світловий день до 16 годин, потім поступово його знижують до 10-12 годин. Далі тривалість освітлення стабілізується, а на завершальних етапах знову підвищується.

У ході дослідження з'ясовано, що сучасні системи освітлення в пташниках дозволяють контролювати тривалість світлового дня, а також інтенсивність і спектр світла. Це дозволяє створювати комфортні умови для птиці, сприяючи кращій продуктивності та зниженню стресу.

Зокрема, спеціалізоване програмне забезпечення DIALux [1] використовуємо для світлотехнічного розрахунку та моделювання освітлювальних систем. Проектування освітлення за допомогою DIALux дозволяє точно розрахувати їхнє розташування, а також рівномірність розподілу світла в приміщенні. Визначено основні етапи проектування: введення параметрів пташника; розрахунок освітленості; моделювання умов освітлення у віртуальному середовищі та аналіз результатів, на основі яких можна вносити зміни до проєкту та оптимізувати систему освітлення.

Програмну платформу LabVIEW [2] застосовуємо для розробки систем автоматизації та управління освітленням, яка дозволяє створювати інтерактивні модулі для контролю над різними параметрами системи. Наприклад, за допомогою LabVIEW можна автоматизувати такий важливий параметр, як – регулювання тривалості світлового дня в пташнику. Зокрема, програмування алгоритмів для поступового збільшення або зменшення тривалості світлового дня, відповідно до фази розвитку птиці.

Таким чином, автоматизація освітлення в пташнику із застосуванням таких технологій, як DIALux для моделювання, LabVIEW для управління, дозволяють досягти значної оптимізації в управлінні освітленням. Це сприяє підвищенню продуктивності птахів та покращенню загальних умов утримання птиці. Тобто, використання сучасних технологій у птахівництві є кроком до сталого й ефективного виробництва, що створює максимально ефективну систему освітлення, яка відповідатиме біологічним потребам

птахів.

Перелік джерел посилань

1. Офіційний сайт Dialux. URL: <https://www.dialux.com/en-GB/> (дата звернення: 22.10.2024).
2. Офіційний сайт LabVIEW. URL: <https://www.ni.com/en/support/downloads/software-products/download.labview.html?srsId=AfmBOoo8ZFu4ohD5U6JFW-iV0rVMhW5eTLAcnSAeUDcaDV4ctJ8zglkZ#544096> (дата звернення: 22.10.2024).

УДК 681.5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ В РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРНЯХ

*Короліук В.В., студент; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Сучасні ремонтно-механічні майстерні переходять на новий технічний рівень завдяки автоматизації, яка дозволяє підвищити продуктивність і точність робіт. Однією з найбільш гнучких і потужних платформ для автоматизації виробничих процесів є програмне забезпечення LabVIEW від National Instruments [1]. Воно дозволяє розробляти системи моніторингу та управління. Програмне середовище є повністю графічним і забезпечує збір, аналіз та обробку даних у режимі реального часу. Це особливо актуально для підтримки справного стану обладнання та оптимізації процесів.

У ході дослідження з'ясовано, що LabVIEW дозволяє автоматизувати широкий спектр функцій у ремонтній майстерні. Зокрема: збір і аналіз даних про стан машин (вібрація, температура, знос компонентів); контроль за послідовністю операцій, дотриманням технічних параметрів; візуалізацію даних у вигляді діаграм і графіків. На основі зібраних даних з'являється можливість аналізувати довготривалі зміни в роботі обладнання, що сприяє прогнозуванню можливих збоїв та плануванню технічних обслуговувань.

Встановлено, що процес автоматизації ремонтно-механічної майстерні за допомогою LabVIEW можна поділити на кілька основних етапів: планування та встановлення датчиків і сенсорів; програмування в графічному середовищі LabVIEW за допомогою блок-схем, що значно спрощує програмування коду; інтеграція з технологічним обладнанням і тестування.

До інших перспективних напрямів автоматизації відносимо використання мікропроцесорної техніки на базі інноваційного модульного реле типу CS-8 із вбудованими сценаріями. Центральний вимикач CS-8 може керувати кількома зонами або пристроями одночасно, забезпечуючи гнучке управління за допомогою кнопок, таймерів або через інші системи автоматизації. Він також може бути сумісним із системами віддаленого

управління, дозволяючи налаштовувати сценарії освітлення або інші електропараметри на основі розкладу чи подій зі сучасних технічних рішень.

Таким чином, впровадження автоматизованих систем дозволяє не лише підвищити продуктивність, але й створити надійну та гнучку систему управління. У майбутньому впровадження згаданих технологій дозволить досягти ще більш високих результатів і автоматизувати складні аспекти виробничого процесу.

Перелік джерел посилань

1. Сиротюк В.М. Віртуальні контрольно-вимірювальні прилади і системи: навч. посіб. / В.М. Сиротюк, С.М. Хімка, С.В. Сиротюк. – Львів: Магнолія 2006, 2017. – 128 с.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОСВІТЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент

*ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Цифрові технології, як-от Інтернет речей, роботизація, штучний інтелект, великі дані та хмарні обчислення, суттєво впливають на сучасні підходи до автоматизації. Ці технології проникають у всі аспекти життя, починаючи від побутових приладів і закінчуючи складними промисловими системами.

Однією з важливих сфер, де цифровізація проявляє свій вплив, є автоматизація систем освітлення у «Розумних будинках». У дослідженні розглядається використання платформи Home Assistant для автоматизації освітлення, встановленої на персональному комп'ютері через Virtual Box. Перевагою такої платформи є те, що вона не потребує підключення до сторонніх серверів для обробки даних. Проте, це часто буває з іншими популярними IoT-рішеннями, наприклад, від Sonoff чи Xiaomi.

Відкрита платформа Home Assistant дозволяє автоматизувати процеси електричного освітлення за допомогою системи тригерів, умов та дій [1]. При цьому вона підтримує не лише готові «розумні» пристрої, але й мікроконтролери типу ESP32, які можна налаштувати для роботи через Wi-Fi [2]. Управління освітленням здійснюється локально, без потреби у зовнішньому підключенні до Інтернету. Для зручності користувач може створювати віртуальні панелі для управління кожним пристроєм окремо або інтегрувати карту приміщень, що надає більш інтуїтивне управління. Home Assistant також підтримує дистанційне керування через VPN, що дозволяє управляти освітленням з будь-якої точки світу.

Наше дослідження показує, що цифрові технології, використані у Home Assistant, значно спрощують управління освітленням, роблячи його більш зручним та ефективним. Додатковою перевагою є можливість налаштування сповіщень у месенджери, що додає користувачам більше контролю над системою. Вважаємо, що автоматизація освітлення за допомогою цифрових технологій уже є ефективною, проте вона все ще потребує подальших досліджень та удосконалень для повної адаптації до мінливих потреб сучасних споживачів.

Перелік джерел посилань

1. Офіційний сайт Home Assistant. URL: <https://www.home-assistant.io/> (дата звернення: 11.10.2024).
2. Колодійчук Л.С. Використання цифрової платформи Home Assistant для керування електротехнічною установкою *Енергетика та автоматика*. №1. 2023. – С.165-172.

УДК 681.234:681.5

УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ НА ОСНОВІ ДВОПЕРІОДНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ

Сабо А.Г., к.т.н., доцент; Лопачький М.І., студент

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Відомо, що основні параметри мікроклімату теплиці або прямо пропорційні, або можуть бути визначені через величину приходу сонячної радіації, який одночасно є основним збуджуючим фактором [1, 2]. Невеликі тепличні господарства не завжди можуть дозволити собі мати метеостанцію. У той же час, для отримання даних про сонячну інсоляцію достатньо використовувати відомий пристрій, що поєднує поліровану металеву напівкулю та просту веб-камеру щоб визначити співвідношення фактичного надходження сонячної радіації до максимально можливої (далі - СФМСР), яка легко визначається для даного часу (або для даного дня в цілому) та широти за відомими математичними співвідношеннями. У прогнозуванні СФМСР існує «підхід лінивої людини» - припущення, що найімовірніше, що в наступний проміжок часу погода буде такою ж, як і в попередній проміжок. Тому у роботі [4] було запропоновано вимірювати та використовувати величину СФМСР, визначену на протязі проміжку 15-20 хвилин, для регулювання температурного режиму. Автори цієї статті пропонують додатково до цього використовувати подібний підхід для розрахунку добової величини СФМСР з використанням отриманого значення при регулюванні загальної уставки системи підтримки температури. Моделювання в

MATLAB/Simulink показало перспективність такого підходу для регулювання температури та забезпечення сумарного добового опромінення рослин. Перспективним напрямом подальших досліджень є використання нейронної мережі для керування параметрами мікроклімату на основі двох зазначених прогнозів з додатковим урахуванням прогнозу погоди від метеослужб.

Перелік джерел посилань

- 1.Jain, N., Bhakar, S. R. and Singhal, 2017. A review of greenhouse climate control application for cultivation of agriculture products. Int. J. Eng. Trends Technol., 46: 305-308.
- 2.Nemali, K, 2022. History of Controlled Environment Horticulture: Greenhouses. Hortic. Sci., 57(2): 239-246.
- 3.Tap R. F., Van Willigenburg L. G. & Van Straten G. Receding horizon optimal control of greenhouse climate using the lazy man weather prediction, Proc. of the 13th IFAC World Congress, San Francisco, USA, 1996, 387–392.

УДК 681.5

ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА ЛІСОПИЛОРАМІ

*Петрів В.А., студент; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»,
м. Бережани, Україна.*

Лісопильна промисловість є важливою ланкою у виробництві дерев'яних матеріалів та забезпеченні потреб будівництва й інших галузей. Сучасні виклики, такі як нестабільність цін на сировину, зростаюча конкуренція та вимоги щодо екологічності виробництва, вимагають підвищення ефективності роботи лісопилорам. Одним з основних шляхів удосконалення технологічних процесів є впровадження автоматизованих систем управління, що допомагають оптимізувати роботу обладнання, контролювати якість продукції та зменшити витрати.

Для дослідження обрано круглопильний станок моделі «С6-С2», на який впроваджено автоматизовану систему управління. Виявлено, що найбільш ефективним інструментом для цього є програмне середовище LabVIEW [1]. У ході дослідження з'ясовано, що процес автоматизації круглопильного станка із застосуванням LabVIEW включає декілька ключових етапів. Зокрема:

- 1.Аналіз технологічного процесу та вимог до автоматизації;
- 2.Інтеграція з пристроєм вводу/виводу інформації типу USB-6009;
- 3.Розробка віртуальних інструментів (VI) у LabVIEW;

4.Програмування алгоритмів управління, таких як автоматичне керування початком і завершенням процесу різання та автоматичного керування швидкістю і положенням пилки;

5.Візуалізація та моніторинг технологічного процесу розпилювання деревини.

До переваг такої автоматизованої системи можна віднести: гнучкість налаштувань; підвищена точність; безпечність процесу; ефективність та продуктивність, а також можливість аналізу зібраних даних.

Таким чином, впровадження автоматизованих систем з використанням LabVIEW, на прикладі круглопилкового станка, відкриває нові можливості для підвищення ефективності на виробництві. Адже середовище LabVIEW дозволяє не лише налаштовувати параметри роботи, але й здійснювати постійний моніторинг стану обладнання, автоматично реагувати на зміни в робочому процесі та забезпечувати комплексний аналіз. Впровадження таких рішень сприяє підвищенню якості продукції.

Перелік джерел посилань

1.Сиротюк В.М. Віртуальні контрольно-вимірювальні прилади і системи: навч. посіб. / В.М. Сиротюк, С.М. Хімка, С.В. Сиротюк. – Львів: Магнолія 2006, 2017. – 128с.

УДК 631.365

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИСТКИ ВІВСА НА ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» М. ПОЛТАВА

*Барсукова Г.В., к.т.н., доцент; Клаптенко А.О., студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Постановка проблеми. ТОВ «Фірма Діамант ЛТД» у м. Полтава спеціалізується на переробці зернових культур, зокрема вівса. Однак, існуюча система очистки вівса на підприємстві має ряд недоліків, які знижують ефективність виробництва та якість кінцевого продукту. Основними проблемами є:

- Низька автоматизація процесу, що призводить до значних затрат людських ресурсів та збільшує ймовірність помилок [1].

- Недостатня точність контролю параметрів очистки, що впливає на якість вихідного продукту.

- Високе енергоспоживання через неоптимальні режими роботи обладнання.

- Відсутність гнучкості у налаштуванні процесу очистки для різних партій сировини [2].

Для вирішення цих проблем необхідно спроектувати нову систему керування процесом очистки вівса, яка дозволить оптимізувати виробництво,

підвищити якість продукції та знизити витрати ресурсів.

Основні матеріали дослідження. У ході дослідження були проаналізовані наступні аспекти:

- Існуюча технологічна схема очистки вівса на ТОВ «Фірма Діамант ЛТД».
- Сучасні методи та обладнання для очистки зернових культур.
- Системи автоматизованого керування технологічними процесами в харчовій промисловості.
- Нормативні вимоги до якості очищеного вівса.
- Економічні показники виробництва та потенціал їх покращення.

На основі зібраних даних було розроблено концепцію нової системи керування, яка включає:

- Впровадження датчиків для постійного моніторингу ключових параметрів процесу (вологість, засміченість, температура тощо).
- Встановлення програмованого логічного контролера (ПЛК) для обробки даних та керування обладнанням.
- Розробку алгоритмів оптимізації режимів роботи очисного обладнання.
- Створення інтерфейсу оператора для контролю та управління процесом.
- Інтеграцію системи з існуючою інфраструктурою підприємства.

Висновки. Проєктування та впровадження нової системи керування процесом очистки вівса на ТОВ «Фірма Діамант ЛТД» дозволить досягти наступних результатів:

- Підвищення ступеня автоматизації процесу, що зменшить потребу в ручному втручанні та мінімізує людський фактор.
- Покращення якості очистки вівса завдяки точному контролю параметрів процесу та оперативному реагуванню на відхилення.
- Зниження енергоспоживання на 15-20% за рахунок оптимізації режимів роботи обладнання.
- Збільшення продуктивності лінії очистки на 10-15% без додаткових капітальних вкладень у нове обладнання.
- Забезпечення гнучкості виробництва, що дозволить швидко адаптувати процес очистки до різних партій сировини.
- Покращення умов праці операторів та підвищення загальної культури виробництва.

Впровадження спроектованої системи керування процесом очистки вівса дозволить ТОВ «Фірма Діамант ЛТД» підвищити конкурентоспроможність на ринку, збільшити прибутковість та забезпечити стабільно високу якість продукції. Рекомендується поетапне впровадження системи з подальшим аналізом результатів та коригуванням параметрів для досягнення максимальної ефективності.

Перелік джерел посилань

1. Авраменко В.М. Програмні засоби для автоматизації оперативного диспетчерського керування енергосистем / В.М. Авраменко, В.Л. Прихно, П.О. Черненко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – Т.4. – № 3. – С. 21-26.
2. Сало, В. М. Наукові основи сепарації зерна на решетах з клиноподібною формою отворів : монографія / В. М. Сало, П. Г. Лузан, Д. В. Богатирьов ; М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград : СПД ФО Лисенко В. Ф., 2013. - 148 с.

УДК 681.5

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ РОЗДАЧІ КОРМІВ В КОРІВНИКАХ

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач; Калнагуз О.М., ст. викладач;
Мукоріз А. І., студент*

Сумський національний аграрний університет м. Суми, Україна

При створенні автоматичних систем керування технологічними процесами сільськогосподарського виробництва одним з найбільш відповідальних етапів є розробка оптимального, тобто найефективнішого варіанта технологічного процесу, що підлягає автоматизації.

У зв'язку з постійним розвитком сільськогосподарських технологій, системи автоматизованої роздачі кормів в корівниках стають все більш популярними. Ці системи забезпечують ефективне та зручне харчування тварин з мінімальним втручанням людини.

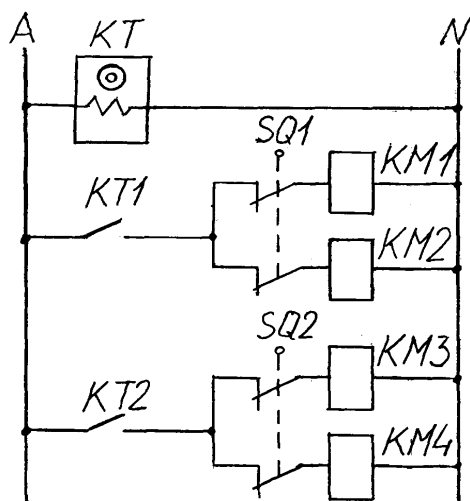


Рис. 1. Принципова електрична схема системи керування лінією ТВК-80Б

На нашому підприємстві встановлений стрічковий транспортер-роздавач ТВК-80Б, який здатний транспортувати корми до місця споживання і прибирати їх відходи, тобто виконувати найбільш трудомісткі технологічні операції.

Цей транспортер-роздавач працює в автоматичному режимі. Основними вузлами роздавача являються: ланцюгово-стрічковий транспортер, привідна і натяжна станції, годівниця, завантажувальний лоток. Він призначений для транспортування всіх видів кормів, окрім рідких.

Для роздачі кормів протягом доби використовують добове програмне реле КТ типу 2РВМ або аналогічне, яке настроюють згідно розрахунковій діаграмі годування. Лінією кормороздавача, згідно принциповій електричній схемі (рис. 1), управляють автоматично в наступному порядку.

Спочатку за допомогою контакту програмного пристрою КТ1 вмикаємо магнітні пускачі КМ1 та КМ2 для повернення стрічки та транспортування відходів. У кінцевому передньому положенні стрічки кормороздавача вимикач SQ1, який зупиняє рух і закриває конвеєр для відходів. Потім за сигналом програмного реле контакт КТ2 вмикає живлення КМ3 і розподіл живлення КМ4. В кінці роздачі кінцевий вимикач SQ2 відключає КМ3 і КМ4.

По закінченню годівлі при холостому ході ланцюга зі стрічкою жолоб очищується, залишки відкидаються в спеціальне відведене місце.

Переваги: забезпечує рівномірне та точне розподілення корму по великій площі; дозволяє програмувати і автоматизувати процес годування; мінімізує втрати корму завдяки точному дозуванню та контролю над подачею; підвищує продуктивність тварин завдяки стабільній та раціональній годівлі.

Недоліки: ціна на обладнання може бути високою, що робить його менш доступним; вимагає регулярного технічного обслуговування та налагодження, щоб забезпечити безперебійну роботу; потребує постійного живлення, тому може бути проблематичним у випадках перебоїв у електропостачанні; деякі моделі можуть мати складну систему управління.

Перелік джерел посилань

1. Корець Л.І. Електронний посібник з дисципліни: "Машини і обладнання для тваринництва" ЛТК ЛНТУ, [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://lib.lntu.info/book/liubeshiv/liubeshiv/2014/14-06/2>.
2. Мартиненко І. І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К., Урожай, 2005, 224

УДК 631.365

ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ БСХМ-16 НА ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» М. ПОЛТАВА

*Барсукова Г.В., к.т.н., доцент; Клаптенко А.О., студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Постановка проблеми. В умовах високої конкуренції на ринку зернової продукції, ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» м. Полтава стикається з необхідністю постійного вдосконалення виробничих процесів для підтримки якості продукції та ефективності виробництва. Очистка вівса є критично важливим етапом, який безпосередньо впливає на якість кінцевого продукту та ефективність подальшої переробки [1]. Застаріле обладнання не дозволяє досягти бажаних показників якості та продуктивності, що негативно впливає на конкурентоспроможність підприємства. Впровадження сучасної зерноочисної машини БСХМ-16 (рис. 1) розглядається як потенційне рішення для підвищення ефективності очистки вівса та загального вдосконалення

виробничого процесу [2].

Основні матеріали дослідження. Дослідження зосереджено на аналізі технічних характеристик та можливостей зерноочисної машини БСХМ-16 в контексті виробничих потреб ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД».



Рисунок 1. Зерноочищувальний сепаратор БСХМ-16

Розглянуто продуктивність машини, яка здатна обробляти до 16 тонн зерна на годину, що значно перевищує показники існуючого обладнання.

Вивчено ефективність очистки зерна від різних видів домішок, включаючи легкі, важкі та металоманітні домішки.

Проаналізовано енергоефективність БСХМ-16 та її вплив на загальне енергоспоживання підприємства.

Досліджено особливості інтеграції нової машини в існуючий технологічний процес, включаючи необхідні модифікації та можливі виклики при встановленні.

Оцінено потребу в навчанні персоналу для ефективної експлуатації нового обладнання.

Проведено економічний аналіз, який включав розрахунок витрат на придбання, встановлення та обслуговування БСХМ-16, а також прогнозовану економічну вигоду від підвищення якості продукції та збільшення продуктивності.

Розглянуто досвід інших підприємств, які вже впровадили БСХМ-16, для оцінки реальних переваг та можливих недоліків машини в умовах виробництва.

Висновки. Впровадження зерноочисної машини БСХМ-16 на ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» м. Полтава є обґрунтованим та перспективним рішенням для модернізації виробничого процесу. Дослідження показало, що БСХМ-16 здатна значно підвищити якість очистки вівса та збільшити продуктивність цього етапу виробництва. Висока ефективність машини в очистці від різних видів домішок дозволить покращити якість кінцевої продукції, що позитивно вплине на конкурентоспроможність підприємства

на ринку. Економічний аналіз вказує на потенціал швидкої окупності інвестицій завдяки зниженню виробничих витрат та збільшенню обсягів виробництва. Проте, успішне впровадження БСХМ-16 вимагатиме ретельного планування процесу інтеграції та навчання персоналу. Загалом, використання зерноочисної машини БСХМ-16 на ТОВ «ФІРМА ДІАМАНТ ЛТД» має потенціал стати ключовим фактором у підвищенні ефективності виробництва та зміцненні позицій підприємства на ринку зернової продукції.

Перелік джерел посилань

1. Михайлов Є.В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України. - Мелітополь, видавничо - поліграфічний центр —Люкс, - 2012 р. - 258 с.
2. Сало, В. М. Наукові основи сепарації зерна на решетах з клиноподібною формою отворів : монографія / В. М. Сало, П. Г. Лузан, Д. В. Богатирьов ; М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград : СПД ФО Лисенко В. Ф., 2013. - 148 с.

УДК: 313.33:621.318.122

МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВОРОНОК НА ПОЛЯХ ДЛЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ШЛЯХІВ НАЗЕМНИХ РОБОТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Жук Д.Є. аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Робототехніка на початку 21 століття принципово змінила підходи до організації бойових дій, а також забезпечила нові можливості відповідним службам в надзвичайних ситуаціях. В роботі J. Khurshid (2004) в [1] було описано перспективи спеціалізованих роботів для військових потреб.

Війна в Україні на Європейському континенті з часів Другої Світової війни не мала аналогів по кількості використаних потужних артилерійських снарядів та авіабомб. Відповідно, роботи забезпечення логістики опинилися в ситуації, коли на полі бою можлива поява великої кількості несподіваних перешкод, зумовлених воронками від вибухів. Це принципово відрізняється від стандартних умов для правоохоронних та спеціальних служб, описаних в X. Duan (2008) в [2], де враховувались стабільні елементи рельєфу, а саме канави, схили, вцілілі та зруйновані будівлі, тощо. При раптовій появі перешкод, зумовлених вибухами, вибір оптимальних маршрутів має визначатись за іншими підходами.

Найбільш перспективною є взаємодія наземного робота із БПЛА, що може здійснюватися і в автономному режимі. Зокрема такі рішення підпадають під технології інтернету речей, стосовно БПЛА, що показано в роботі A. A. Mamin Anik (2023) в [3].

Для досліджень використовували безкоштовні супутникові знімки від

сервісу Google earth pro (ver 7.3). Розглядали воронки на полях з координатами 50°38'17"N 30°13'22"E, дата зйомки: 07.04.2022. Роздільна здатність знімків, виконаних у видимому діапазоні спектру, становила від 0,2 м/піксель. За архівними даними від вищезгаданого сервісу по цим координатам воронки відсутні. Відповідно вважали, що ці воронки утворились внаслідок бойових дій на території України в результаті збройного конфлікту впродовж лютого-березня 2022 року.

Обробка здійснювалася у спеціально розробленому авторському програмному забезпеченні SurfaceAnalysis, розробленому на мові Python. Спочатку розглядається побудова контрастного зображення, що перетворює його з кольорового на монохромне (чорно-біле), а також виділяє ключові текстурні особливості знімку. Для подальшого підсилення видимості об'єктів розглядається застосування розмиття за Гаусом [4].

Досліджувався вплив зміни стандартного відхилення σ на виразність шуканих елементів. Так, при $\sigma = 1$ збереглися лише найбільш чітко виражені силуети об'єктів, при $\sigma = 4$ та $\sigma = 7$ відбувається підсилення помітності елементів, що були відфільтровані на попередньому зображенні, при $\sigma = 10$ крім підсилення інтенсивності шуканих об'єктів спостерігаємо також появу сторонніх елементів на зображенні, таких як сліди від техніки.

Для пошуку потенційних об'єктів на кінцевому зображенні пропонувався алгоритм, що базується на знаходженні максимального значення в матриці із поступовим охопленням об'єкта до умовної межі. Пошук налаштовувався наступними параметрами: порогова інтенсивність білого кольору d , що приймається за потенційний об'єкт; мінімальна інтенсивність m , що приймається як межа об'єкта; коефіцієнт q , що визначає мінімальну частку пікселів об'єкта, що підпадають у діапазон $[m; d]$.



Рис. 1.1. $q = 0,7; d = 100; m = 25$



Рис. 1.2. $q = 0,4; d = 75; m = 25$



Рис. 1.3. $q = 0,2; d = 100; m = 25$



Рис. 1.4. $q = 0,3; d = 50; m = 25$

Рисунок 1. Результати розпізнавання при різних налаштуваннях q , d та m

Проведені експерименти демонструють, що коригування параметрів алгоритму дозволяє досягти значного покращення точності попереднього розпізнавання об'єктів.

Перелік джерел посилань

1. J. Khurshid and Hong Bing-rong, "Military robots - a glimpse from today and tomorrow," ICARCV 2004 8th Control, Automation, Robotics and Vision Conference, 2004., Kunming, China, 2004, pp. 771-777 Vol. 1, doi: 10.1109/ICARCV.2004.1468925.
2. X. Duan, G. Bian, Z. Jiang and Q. Huang, "Planning and control of MOBIL'S obstacle negotiating," 2008 IEEE International Conference on Automation and Logistics, Qingdao, China, 2008, pp. 580-586, doi: 10.1109/ICAL.2008.4636217.
3. A. A. Mamun Anik, S. Adhikary, I. Habib and A. Gafur, "IoT Based Mechanized Robot: An Integrated Process Involving Fulltime Multipurpose Control, Automation and Surveillance System," 2021 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI), Singapore, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/SOLI54607.2021.9672395.
4. E. S. Gedraite and M. Hadad, "Investigation on the effect of a Gaussian Blur in image filtering and segmentation," Proceedings ELMAR-2011, Zadar, Croatia, 2011, pp. 393-396.

УДК 658.12.011

**ПЕРЕДАЧА ДАНИХ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА
БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА ТОВ «ТОПАЗ»**

*Барсукова Г.В., к.т.н., доцент¹, Ліцман В.С., студент¹;
Белік М.Р., студент²*

¹Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

²Сумський державний університет, м. Суми, Україна.

Передача даних в автоматизованій системі електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей на ТОВ «Топаз» у місті Суми є критично важливим аспектом функціонування всього виробничого процесу. Ця система забезпечує безперебійний обмін інформацією між різними компонентами комплексу, що дозволяє оптимізувати виробництво та підвищити якість кінцевого продукту [1].

Основою передачі даних в даній системі є промислова мережа, яка об'єднує всі елементи автоматизованого комплексу. Ця мережа побудована на основі сучасних протоколів промислового зв'язку, таких як Modbus або Profibus, що забезпечують надійну та швидку передачу даних між пристроями [2].

Центральним елементом системи передачі даних є програмований логічний контролер (ПЛК150) (рис. 1), який виконує роль головного вузла мережі. ПЛК збирає дані з усіх датчиків та виконавчих механізмів, обробляє їх відповідно до заданих алгоритмів та передає керуючі сигнали на виконавчі пристрої [3].



Рисунок 1. програмований логічний контролер (ПЛК150)

Датчики, розташовані в різних точках виробничого процесу, постійно передають інформацію про поточний стан системи. Це можуть бути дані про температуру, вологість, вагу компонентів, швидкість обертання змішувачів та інші параметри. Ці дані передаються до ПЛК через промислову мережу з використанням аналогових або цифрових сигналів.

Виконавчі механізми, такі як клапани, насоси, двигуни змішувачів, отримують керуючі сигнали від ПЛК також через промислову мережу. Це дозволяє точно контролювати всі етапи виробничого процесу, від дозування компонентів до змішування та вивантаження готової бетонної суміші.

Важливим елементом системи передачі даних є людино-машинний інтерфейс (НМІ), який забезпечує взаємодію операторів з автоматизованою системою. НМІ отримує дані від ПЛК та відображає їх у зручному для сприйняття вигляді на екрані оператора. Через НМІ оператори також можуть вводити параметри виробництва та керувати процесом.

Для забезпечення надійності та безпеки передачі даних в системі використовуються різні методи захисту інформації. Це включає шифрування даних, використання захищених протоколів зв'язку, а також фізичне розділення промислової мережі від загальної корпоративної мережі підприємства.

Система передачі даних також інтегрована з корпоративною інформаційною системою ТОВ «Топаз». Це дозволяє автоматично передавати дані про виробництво в систему планування ресурсів підприємства (ERP) для подальшого аналізу та оптимізації бізнес-процесів.

Для забезпечення безперебійної роботи системи передачі даних на підприємстві впроваджено систему резервування критично важливих компонентів. Це включає дублювання каналів зв'язку, використання резервних джерел живлення та регулярне резервне копіювання.

Система передачі даних автоматизованого електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей на ТОВ «Топаз» є сучасним,

надійним та ефективним рішенням, яке відповідає всім вимогам сучасного виробництва та забезпечує високу якість кінцевого продукту. Ця система не тільки оптимізує виробничий процес, але й створює основу для подальшого розвитку та вдосконалення виробництва на підприємстві.

Перелік джерел посилань

1. Авраменко В.М. Програмні засоби для автоматизації оперативного диспетчерського керування енергосистем / В.М. Авраменко, В.Л. Прихно, П.О. Черненко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – Т.4. – № 3. – С. 21-26.
2. Hajime Ikeda, Oluwafemi Kolade, Ling Cheng, Frederick Cawood, Youhei Kawamura, Development of underground communication system for data transmission using Wi-Fi direct and power line communication, Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 153, 2024, 106047, ISSN 0886-7798, <https://doi.org/10.1016/j.tust.2024.106047>
3. Chao Fan, Yanfeng Peng, Yiping Shen, Yong Guo, Sibao Zhao, Jie Zhou, Sai Li, Variable scale multilayer perceptron for helicopter transmission system vibration data abnormality beyond efficient recovery, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 133, Part B, 2024, 108184, ISSN 0952-1976, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108184>

УДК 621.3

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ МОДУЛІВ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗЧИТУВАННЯ ДАНИХ ІЗ CAN ШИНИ.

Яцун О.В., к.ф.-м.н., асистент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м.Київ, Україна.*

Останніми роками системи альтернативного і резервного електрозабезпечення набули особливої актуальності. Зазвичай, такі системи мають модульну організацію: акумулятор, інвертор, генератор, і т.п. Якщо раніше, задача технічної сумісності і узгодженості модулів не стояла так гостро, то зараз, із розвитком технологій та стрімким зростанням кількості виробників елементів систем електрозабезпечення, така задача загострилась. Ось чому поруч із давно відомим у даній галузі комунікаційним інтерфейсом RS (Recommended standard) 232 або 485 [1] з'явився інтерфейс CAN (Controller area network) [2] нетиповий для енергетики, але добре відомий у індустрії рухомих машин (автомобілів, дорожньої, сільськогосподарської техніки). Саме широке залучення електронних засобів контролю і керування у модулі систем енергозабезпечення зумовило появу CAN інтерфейсу, як такого, що забезпечує більш глибоку інтеграцію модулів між собою.

Застосування CAN інтерфейсу у системах енергозабезпечення вимагає розробки методів спостереження за параметрами роботи і діагностики модулів системи за допомогою самостійного зчитування даних із CAN шини, оскільки штатні засоби діагностики зазвичай обмежені або взагалі відсутні.

Одержавши інформацію із CAN шини на найнижчому (фізичному) рівні, постає задача її коректної інтерпретації – встановлення зв'язків між ID CAN пакета і пов'язаних із ними фізичних параметрів, а також декодування поля даних пакета. Загалом, опрацювання задачі розробки методів діагностики модулів систем електро- та енергозабезпечення може складатися із наступних етапів: а) Вибір конкретної системи або окремого модуля для дослідження з точки зору перспективності такої роботи; б) Підбір технічної бази та програмного забезпечення для зчитування внутрішньої (службової) інформації із системи/модуля через CAN інтерфейс; в) Встановлення типу протоколу, що застосований у CAN інтерфейсі, та вивчення цього протоколу. Цей пункт логічно пов'язаний із попереднім пунктом. г) Проведення емпіричних досліджень для встановлення кореляцій між робочими параметрами системи/модуля в умовах реальної роботи і відповідними полями даних CAN пакетів.

Перелік джерел посилань

1. <https://www.sameskydevices.com/blog/rs-485-serial-interface-explained>.
2. <https://www.csselectronics.com/pages/can-bus-simple-intro-tutorial>.

УДК 681.5.011

АНАЛІЗ ТЕСТОВИХ, КЕРУЮЧИХ І ЗБУРЮЮЧИХ СИГНАЛІВ

Горбачов О.С. аспірант

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна.

У сучасному світі автоматизація та управління різними системами відіграють ключову роль у багатьох галузях, від промислового виробництва до транспорту та енергетики. Керуючі системи вимагають надійного та точного аналізу сигналів для забезпечення безпечної та ефективної роботи. Для отримання діагностичної інформації використовуються сигнали, що отримуються від системи при функціональному діагностуванні та формуються у діагностичному комплексі під час тестових випробувань.

Класифікація сигналів

Тестові сигнали – сигнали, що подаються для перевірки відгуку системи на певні зміни. Вони використовуються для моделювання та тестування реакцій системи у контрольованих умовах, а також для аналізу перехідних процесів. До тестових сигналів можуть належати різні форми сигналів, такі як імпульсні, ступінчасті, синусоїдальні, лінійно-наростаючі. Ці сигнали можна охарактеризувати як прості. Використання різних методів ідентифікації та діагностики розширює цей перелік. Додатково можна вказати сигнал, що є випадковою функцією часу та сигнал експоненційної форми. У практичних ситуаціях виникає необхідність використовувати

сигнали форма і параметри яких задані диференціальним рівнянням, або набором точок.

Керуючі сигнали – сигнали, які подані на вхід діагностованої системи та спрямовані на безпосереднє керування станом системи. Ці сигнали створюються для забезпечення оптимального функціонування системи, підтримки необхідних параметрів та запобігання збоєм. Керуючі сигнали можуть бути різної форми та амплітуди, їх коригування важливе для підтримки стійкості системи.

Збурюючі сигнали – непередбачувані сигнали, які подаються на систему, створені зовнішніми джерелами або процесами, впливають на систему ззовні. Найчастіше місце застосування сигналу - вихід системи. Сигнали, що збурюють, можуть надавати дестабілізуючу дію, викликаючи відхилення параметрів від бажаних значень. Приклади збурюючих сигналів: коливання напруги, зовнішні шуми і температурний вплив.[1]

Методи аналізу сигналів

Аналіз сигналів потребує застосування різних методів обробки даних. Нижче розглянуті основні методи, що використовуються для аналізу тестових, керуючих та збурюючих сигналів.

Часовий аналіз

Часовий аналіз – передбачає оцінку поведінки сигналів у часовій області, дозволяючи визначити зміну характеристик сигналу з часом. Цей підхід дозволяє відстежити перехідні процеси в системі, виявити можливі затримки та тимчасові відхилення в керуючих сигналах.

Частотно-часовий аналіз

Також існує частотно-часовий аналіз, який представляє собою сукупність методів, що використовуються для характеристики сигналів та керування ними, статистика яких змінюється з часом. Сигнали розглядаються в частотній ділянці, що дозволяє виявити компоненти, що викликають резонанси або нестабільність. Застосування перетворення Фур'є є ключовим елементом частотно-часового аналізу, особливо для вивчення стійкості систем до низькочастотному та високочастотному шуму.[1]

Кореляційний аналіз

Кореляційний аналіз – використовується для визначення взаємозв'язків між збурюючими та керуючими сигналами. Цей метод дозволяє оцінити, як зміни в збурюючому сигналі, впливають на реакцію системи. Сигнали порівнюються між собою, відбувається пошук, збіг або кореляція між ними. Використання кореляційної обробки дозволяє зменшити рівень шуму у сигналі та виявити бажаний сигнал на тлі шуму.

Статистичний аналіз

Статистичні методи аналізу, такі як метод аналізу середньої та дисперсії, використовуються для оцінки стабільності сигналів та виявлення випадкових факторів, що впливають на систему. Даний метод дозволяє визначити ймовірність виникнення збоїв, виявити тенденцію зміни та сезонні коливання у керуючих сигналах.

Приклади застосування аналізу сигналів

Промислове обладнання: у промисловій автоматичній керуючій та збурюючій сигнали часто аналізуються для запобігання аварій та підвищення надійності обладнання.

Авіаційні системи: тестові та контрольні сигнали в авіаційних системах допомагають забезпечити безпечне функціонування всіх частин літака. Постійний моніторинг сигналів дозволяє виявити зміни в режимі роботи двигуна або гідравлічної системи, дозволяючи оперативно реагувати на збої.

Енергетичні системи: в енергетиці аналіз керуючих і збурюючих сигналів застосовується для стабілізації електромереж. Частотний і кореляційний аналіз допомагає зменшити вплив зовнішніх збурень, таких як коливання напруги, на стабільність енергосистем.

Підводячи підсумок можна сказати, що правильне застосування методів обробки сигналів дозволяє поліпшити діагностику, підвищити точність управління та знизити вплив зовнішніх перешкод.

Перелік джерел посилань

1. J. L. Tan and A. Z. b. Sha'ameri, "Signal Analysis and Classification of Digital Communication Signals using Adaptive Smooth-Windowed Wigner-Ville Distribution," 2008 6th National Conference on Telecommunication Technologies and 2008 2nd Malaysia Conference on Photonics, Putrajaya, Malaysia, 2008, pp. 260-266, doi: 10.1109/NCTT.2008.4814284

УДК 621.365:697.93: 636.087.5

ДИНАМІКА КОМБІНОВАНОГО ПОВІТРЯНО-РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЮВАЧА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБІГРІВУ МОЛОДНЯКА ТВАРИН

Грищенко В.О., к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Радіаційне (ІЧ-випромінювання) як , важливий природний чинник, що безпосередньо впливає на організм молодняка тварин, є необхідним елементом (параметром) мікроклімату і позитивно впливає на їх розвиток. Тому проблема підвищення енергетичної та технологічної ефективності електричних опромінювальних установок для локального обігріву молодняка тварин і птиці є актуальним і своєчасним.

Недоліки існуючих ІЧ-опромінювачів є значні втрати теплоти шляхом радіаційного розсіювання та конвективної тепловіддачі елементами конструкцій в оточуюче середовище [1].

Запропоновано обдувати поверхні джерел ІЧ-випромінювання потоком підготовленого (знепиленого, зволоженого, іонізованого) повітря (рис. 1). При цьому конструктивне виконання залежить від типу виконаного джерела ІЧ-випромінювання (лампа, ТЕН, кераміка) [2].

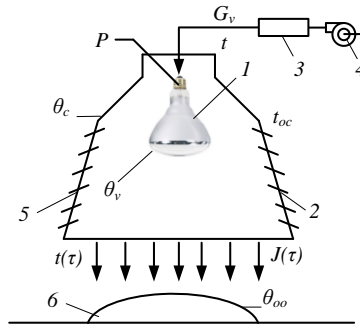


Рисунок 1. Розрахункова схема комбінованого повітряно-ІЧ-опромінювача:
 1 – джерело; 2 – екран; 3 – знепилювач-іонізатор; 4 – нагнітач повітря;
 5 – жалюзійні отвори; 6 – об'єкт опромінення.

Динамічні характеристики, що визначають нестационарний теплообмін елементів конструкції і об'єкта опромінення (поверхня тварин) визначені системою диференціальних рівнянь енергетичного (теплового) балансу, сформульованою при використанні загальноприйнятих спрощувальних припущень (незмінність теплофізичних характеристик і коефіцієнтів теплообміну в часі і незалежність від температури):

$$\begin{cases} P_v = m_v c_v \frac{d\theta_v}{d\tau} + \frac{\varepsilon \sigma f_1}{10^8} (T_v^4 - T_c^4) + \frac{\varepsilon_2 \sigma f_2}{10^8} (T_v^4 - T_{oo}^4) + \alpha_v F_v (\theta_v - t_n), \\ \frac{\varepsilon \sigma f_1}{10^8} (T_v^4 - T_c^4) = m_c c_c \frac{d\theta_c}{d\tau} + \alpha_c F_c (\theta_c - t_n), \\ \alpha_c F_c (\theta_c - t_n) + \alpha_v F_v (\theta_v - t_n) + G_n c_n t_{oc} = m_n c_n \frac{dt_n}{d\tau} + G_n c_n t, \\ \frac{\varepsilon_2 \sigma f_2}{10^8} (T_v^4 - T_{oo}^4) + \alpha_t F_t (t_n - \theta_{oo}) = m_{oo} c_{oo} \frac{d\theta_{oo}}{d\tau}, \end{cases}$$

де $T_v = (\theta_v + 273)$; $T_c = (\theta_c + 273)$; $T_{oo} = (\theta_{oo} + 273)$; $\theta_v, \theta_c, \theta_{oo}, t_{oc}, t$ – температура, відповідно випромінювача, екрана, об'єкта опромінення, оточуючого середовища, нагрітого повітря; f_v, f_c, f_t – поверхня випромінювача, екрана і об'єкта опромінення; α – коефіцієнти теплообміну; σ – постійна (стала) Больцмана; ε – ступінь чорноти; m_v, m_c, m_n, m_{oo} – маса випромінювача, екрана, повітря в об'ємі опромінювача та об'єкта опромінення; c_v, c_c, c_n, c_{oo} – питомі теплоємності елементів конструкції і об'єкта опромінення.

Лінеаризація системи нелінійних рівнянь і застосування перетворення Лапласа при нульових початкових умовах дозволило представити динаміку об'єкта керування передатними функціями другого порядку (рис. 2).

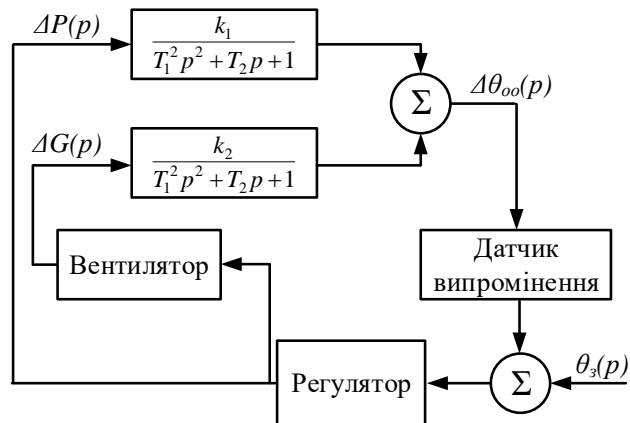


Рисунок 2. Структурна схема ІЧ-опромінювача з контуром регулювання.

Враховуючи нормовані незначні відхилення регульованої температури можна застосувати зміну потужності випромінювача регулятором напруги [3].

Перелік джерел посилань

1. Червінський Л.С. Оптичні технології в тваринництві. Київ: Наукова думка, 2003. 230 с.
2. Грищенко В.О. Математична модель динаміки температурного режиму приміщень з локальним електрообігрівом молодняка тварин. *Енергетика і автоматика*. Вип. 6, 2018. С. 101–117.
3. Олійник П.В. Енергозберігаючі режими роботи установок інфрачервоного локального обігріву сільськогосподарських тварин: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.02. Київ. Нац. аграр. ун-т., 2000. 18 с.

УДК 66.047:536.24: 577.1:62-5

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУБСТРАТУ В БІОРЕАКТОРІ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОНАГРІВУ І АВТОМАТИКИ

Котов Б.І., д.т.н., професор; Панцир Ю.І., к.т.н., доцент;

Герасимчук І.Д., к.т.н., доцент

Подільський державний аграрно-технічний університет

м. Кам'янець-Подільський, Україна

Для анаеробного бродіння виділяють три температурних режими, дотримання яких є необхідною умовою безперебійного вироблення біогазу і життєдіяльності метанутворювальних бактерій. Також до обмежувальних умов належить максимальна температура нагрівального елемента, яка не може перевищувати 60 °С. Нагрівання субстрату в біореакторі відбувається за рахунок передачі теплоти води, що протікає через нагрівальний елемент. Вода гріється в котлі за рахунок спалювання виробленого газу. Температура води на виході котла регулюється засобами автоматики котла. Але за рахунок зміни втрат теплоти біореактором температура субстрату може змінюватись.

Для стабілізації температури субстрату шляхом догрівання води перед реактором запропоновано використовувати електродний проточний водонагрівач (рис. 1).

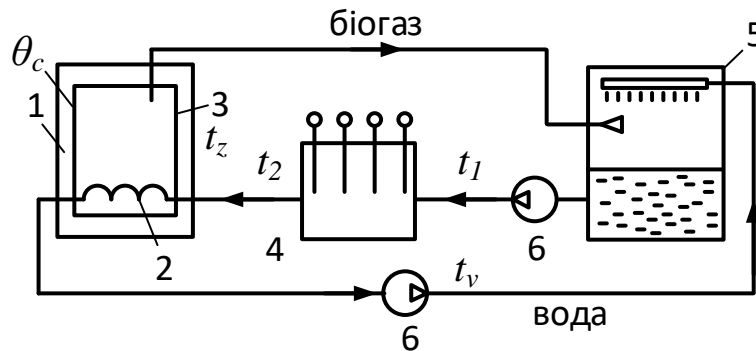


Рисунок 1. Схема теплопостачання біореактора:

- 1 – корпус біореактора; 2 – теплообмінний елемент; 3 – субстрат;
4 – водонагрівач; 5 – водогрійний котел.

Теплові процеси в системі теплопостачання біореактора описано системою диференціальних рівнянь теплового балансу:

$$\begin{cases} m_c c_c \frac{d\theta_c}{d\tau} = k_c F_c (0.5(t_1 + t_2) - \theta_c), \\ m_t c_t \frac{dt_2}{d\tau} = P_h + G_t c_t (t_1 + t_2) + k_h F_h (\bar{t}_h - t_z), \\ m_{2t} c_t \frac{dt_v}{d\tau} = G_t c_t (t_2 - t_v) + k_c F_c (\bar{t}_2 - \theta_c), \end{cases}$$

де t_1, t_2, t_v – температура теплоносія (вода) на вході, виході теплообмінного елемента електродного водогрійного котла; θ_c, t_z – температура субстрату та зовнішнього середовища; m_t, m_{2t}, m_c – маса теплоносія в об'ємі водонагрівача і субстрату в реакторі; k_h, k_c, F_h, F_c – коефіцієнти і поверхні теплопередачі; c_t, G_t – питома теплоємність і витрати теплоносія; P_h – потужність нагрівача; $\bar{t}_1 = 0.5(t_1 + t_2), \bar{t}_2 = 0.5(t_2 + t_v)$.

Лінеаризацією передатні функції системи по відповідним каналам:

$$\begin{aligned} W_1(p) &= \frac{\Delta\theta_c(p)}{\Delta t_v(p)} = \frac{k_1}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; & W_2(p) &= \frac{\Delta\theta_c(p)}{\Delta t_1(p)} = \frac{k_2}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; \\ W_3(p) &= \frac{\Delta t_t(p)}{\Delta P(p)} = \frac{k_3}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; & W_4(p) &= \frac{\Delta t_t(p)}{\Delta t_1(p)} = \frac{k_4}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; \\ W_5(p) &= \frac{\Delta t_2(p)}{\Delta G(p)} = \frac{k_5}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; & W_6(p) &= \frac{\Delta t_2(p)}{\Delta t_v(p)} = \frac{k_6}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; \\ W_7(p) &= \frac{\Delta t_v(p)}{\Delta\theta_c(p)} = \frac{k_7}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}; \end{aligned}$$

де T_1, T_2 – часові сталі; k_1, \dots, k_7 – коефіцієнти функцій (k, F, G).

Структурна схема лінійної моделі динаміки теплових процесів в системі теплопостачання реактора на рис. 2.

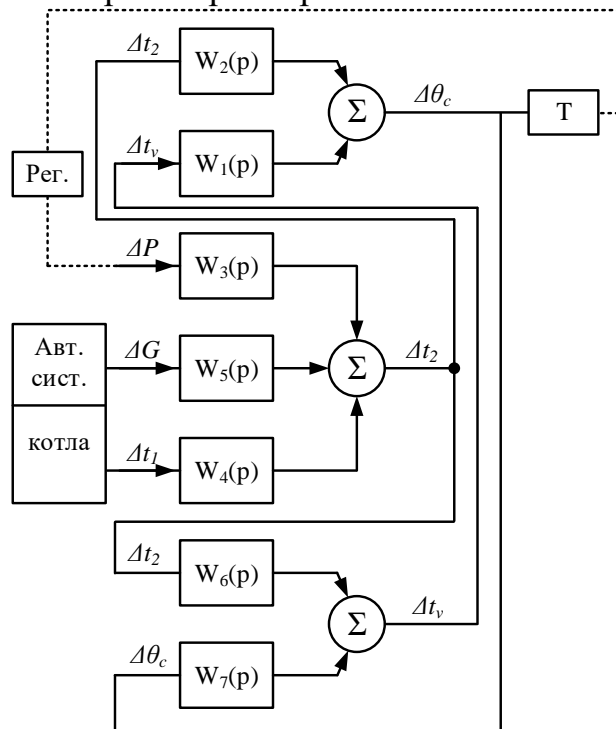


Рисунок 2. Структурна схема моделі теплових процесів системи теплопостачання біореактора

Перелік джерел посилань

1. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Енергозбереження в системах біоконверсії. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 83 с.
2. Котов Б. І., Лендел Т. І., Чирченко Д. В. Моделювання динамічних характеристик біотехнологічних установок як об'єктів автоматичного керування температурними режимами. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. Вип. 166, № 3. С. 163–169.

УДК 658.12.011

ПРОЦЕС ОБМІНУ ДАНИХ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА ТОВ «ТОПАЗ»

*Ліцман В.С., студент¹, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент¹;
Белік М.Р., студент²*

¹Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

²Сумський державний університет, м. Суми, Україна.

Процес обміну даних в автоматизованій системі електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей на ТОВ «Топаз» (рис. 1) являє собою складний та багатогранний механізм, який забезпечує безперебійну

роботу всього виробничого процесу. Інтеграція системи обміну даних з корпоративною інформаційною системою підприємства дозволяє оптимізувати не тільки виробничі, а й бізнес-процеси ТОВ «Топаз». Це сприяє підвищенню загальної ефективності роботи підприємства, покращенню якості продукції та зниженню виробничих витрат [1].



Рисунок 1. Бетнозмішувальний вузол ТОВ «Топаз»

У автоматизованій системі електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей на ТОВ «Топаз» обмін даними здійснюється між наступними конкретними компонентами:

1. Програмований логічний контролер (ПЛК) - центральний елемент системи, який обмінюється даними з усіма іншими компонентами.
2. Датчики різних типів: датчики температури компонентів суміші та готового бетону; датчики вологості; тензодатчики для вимірювання ваги компонентів; датчики рівня в бункерах та ємностях; датчики тиску в гідравлічних та пневматичних системах; датчики швидкості обертання змішувачів.
3. Виконавчі механізми: електроприводи дозаторів; двигуни змішувачів; клапани подачі води та хімічних добавок; насоси для перекачування рідких компонентів; пневматичні та гідравлічні приводи.
4. Людино-машинний інтерфейс (НМІ) - панель оператора для візуалізації процесу та керування.
5. Локальні пульти керування окремими вузлами обладнання.
6. Система відеоспостереження за критичними точками виробництва.
7. Сервер збору та зберігання даних, який накопичує інформацію про виробничий процес.
8. Система диспетчеризації, яка забезпечує централізоване управління комплексом.
9. Інтерфейсні модулі для зв'язку з корпоративною ERP-системою підприємства.
10. Системи безпеки та контролю доступу до обладнання.

Всі ці компоненти об'єднані в єдину промислову мережу, що забезпечує їх взаємодію та обмін даними для ефективного управління виробничим процесом. Важливу роль в процесі обміну даних відіграють локальні пульти керування окремими вузлами обладнання. Вони забезпечують можливість безпосереднього управління конкретними

агрегатами на місці їх розташування, що особливо важливо при проведенні налагоджувальних робіт або в аварійних ситуаціях.

Система відеоспостереження, інтегрована в загальну систему обміну даних, передає відеопотік з критичних точок виробництва на монітори операторів та в систему архівування. Це дозволяє візуально контролювати процес та мати відеозапис для подальшого аналізу у разі виникнення нештатних ситуацій. Всі дані про хід виробничого процесу, включаючи інформацію про використані матеріали, параметри виготовлених сумішей, час роботи обладнання, передаються на сервер збору та зберігання даних. Цей сервер забезпечує довготривале зберігання інформації та можливість її подальшого аналізу для оптимізації виробництва.

Система диспетчеризації, яка є надбудовою над основною системою управління, забезпечує централізоване управління комплексом. Вона отримує агреговані дані від ПЛК та серверу зберігання даних, що дозволяє диспетчеру мати дані. Система охоплює всі етапи виробничого процесу, починаючи від дозування компонентів і закінчуючи контролем якості готової продукції. Це досягається завдяки широкому спектру датчиків та виконавчих механізмів, які постійно обмінюються даними з центральним контролером. Тому особливу увагу в системі приділено забезпеченню надійності та безпеки обміну даних. Використання захищених протоколів зв'язку, шифрування даних та фізичне розділення промислової мережі від корпоративної забезпечують високий рівень захисту від несанкціонованого доступу та втрати інформації.

Перелік джерел посилання

1. Бурикін О.Б. Автоматизація оптимального керування потоками потужності на основі критеріального методу / О.Б. Бурикін, К.І. Кравцов, В.В. Кулик // Вісник ВПІ – 2007. – № 2. – С. 66-71.

УДК 681.5

ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ SCHNEIDER ELECTRIC У ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Школик В.Р., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Проблема оптимізації процесів виробництва цукру та підвищення енергоефективності на цукрових заводах є вкрай актуальною, зважаючи на сучасні тенденції у сфері енергозбереження та автоматизації виробництва.

Значна увага у дослідженнях приділяється автоматизованим системам керування, що дозволяють зменшити споживання енергоресурсів та оптимізувати технологічні процеси з використанням сучасного обладнання [1,2]. У роботах [3] представлено аналіз та узагальнення досліджень використання інтегрованих рішень на основі програмно-апаратних платформ, що включають програмовані логічні контролери (PLC), датчики, виконавчі механізми та НМІ-панелі для покращення взаємодії оператора з технологічними установками. В дослідженнях також виявлено, що впровадження спеціалізованих пристроїв керування Schneider Electric сприяє стабілізації та регуляції температурних режимів на всіх етапах виробництва, що особливо важливо в процесах дифузії та кристалізації, де стабільність температури впливає на якість кінцевого продукту. У дослідженнях [4] було проаналізовано застосування систем моніторингу і контролю витрат енергії, які дозволяють зменшити втрати та підвищити ефективність процесу за рахунок оптимізації режимів роботи обладнання. У результаті проведених експериментів було встановлено, що автоматизація процесів випарювання та кристалізації із залученням НМІ-панелей Schneider Electric дозволяє знизити загальне енергоспоживання, забезпечуючи при цьому високу якість кінцевої продукції. Також було виявлено, що інтеграція програмно-апаратних рішень підвищує безпеку та стабільність роботи виробництва, що особливо важливо в умовах високих вимог до надійності обладнання на підприємствах агропромислового комплексу [5].

Подальші дослідження виявили, що застосування інтелектуальних систем керування, які можуть адаптуватися до змін параметрів технологічного процесу в режимі реального часу, забезпечує значне скорочення енергетичних та матеріальних витрат. Сучасні SCADA-системи та рішення на базі Schneider Electric, зокрема, дають можливість відстежувати ключові параметри, аналізувати зібрані дані та оперативно реагувати на зміни у виробничому циклі. Це дозволяє знижувати ризики переривання процесу та підвищує якість автоматизованого контролю, що особливо цінно для безперервного виробництва цукру [6]. Крім того, автоматизовані системи контролю споживання енергії дозволяють ефективніше використовувати енергоресурси за рахунок своєчасного виявлення та усунення енерговтрат, а також налаштування оптимальних режимів роботи для кожного етапу технологічного ланцюга. Наприклад, підвищення ефективності роботи насосних станцій і випарних апаратів досягається за рахунок використання частотних перетворювачів, що зменшує витрати електроенергії та знижує рівень зносу обладнання [7]. Впровадження системи моніторингу та аналітики на основі IoT дозволяє збирати дані з різних етапів виробництва та здійснювати їх аналіз для довгострокового планування ресурсів. Інтеграція таких рішень із загальною системою керування заводом створює можливості для вдосконалення процесів, підвищення якості кінцевої продукції та зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище, що відповідає сучасним вимогам екологічної

безпеки та сталого розвитку [8]. Такі дослідження підтверджують, що використання комплексних систем автоматизації, побудованих на базі обладнання Schneider Electric, має значний потенціал для підвищення ефективності виробництва, мінімізації енергетичних витрат та покращення екологічних показників цукрових заводів.

Перелік джерел посилань

1. Бочкарьова, В. Г., & Сідоренко, М. В. (2020). Підвищення енергоефективності цукрових заводів шляхом впровадження автоматизованих систем керування.
2. Петров, О. В., & Іванова, С. М. (2021). Використання SCADA-систем для моніторингу та оптимізації процесів на підприємствах харчової промисловості..
3. Коваленко, Ю. П., & Остапенко, А. І. (2019). Інтегровані системи на базі PLC для цукрових заводів: сучасний стан та перспективи розвитку. Автоматизація виробничих процесів і систем, 2(12), 95-101.
4. Даниленко, Л. С., & Романчук, Н. В. (2022). Автоматизація контролю витрат енергії в технологічних процесах виробництва цукру.
5. Семенова, А. О., & Кравчук, Г. С. (2020). Системи автоматизації на базі Schneider Electric для підвищення якості управління та безпеки процесів.
6. Климчук, М. В., & Степанов, І. Д. (2018). Інтелектуальні системи автоматизації для цукрових заводів: огляд перспективних рішень.
7. Захаренко, Т. В., & Литвиненко, П. І. (2021). Підвищення ефективності насосних станцій у цукровому виробництві шляхом використання частотних перетворювачів.
8. Шевченко, О. Л., & Трофименко, І. С. (2022). Інтеграція IoT-рішень в автоматизовані системи управління виробничими процесами на цукрових заводах.

УДК 631.365

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕДАТОЧНОЇ ФУНКЦІЇ ПРОЦЕСУ ІЧ-НАГРІВУ ЗЕРНА

Калініченко Р.А., к.т.н., доцент

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Однією з основних задач, що виникають при створенні систем автоматичного управління є задача математичного опису динаміки процесів, що протікають в об'єкті керування. Найбільш точні дані про динамічні властивості об'єкта визначаються, як правило, з нелінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних. При аналізі і синтезі систем автоматичного управління представляє більший інтерес, навіть не стільки рішення диференціального рівняння, скільки отримання передаточної функції.

Для математичного моделювання ІЧ-нагріву зерна, зокрема при його мікронізації [1], застосовують рівняння теплопровідності з граничними умовами II-роду, яке описує зміни температури та вологості зернового матеріалу в часі та просторі [2]:

$$\frac{\partial t(r,\tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t(r,\tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial t(r,\tau)}{\partial r} \right). \quad (1)$$

Граничні умови другого роду означають, що на межі тіла діє певне значення теплового потоку. Для кулі радіуса R граничні умови другого роду можна записати так:

$$\lambda \frac{\partial t(R, \tau)}{\partial r} = q(\tau), \quad (2)$$

де $q(\tau)$ – тепловий потік через поверхню кулі.

Щоб перейти від диференціальних рівнянь у частотну область і отримати передаточну функцію, застосуємо перетворення Лапласа за часом до рівняння теплопровідності (1), отримаємо:

$$T_L(r, p) - \frac{T_0}{p} = B \frac{sh \sqrt{\frac{p}{a}} r}{r} \quad (3)$$

Постійну інтегрування B визначаємо із граничної умови (2):

$$B = \frac{R^2 Q_L(p)}{\lambda \left(R \sqrt{\frac{p}{a}} ch \left[R \sqrt{\frac{p}{a}} \right] - sh \left[R \sqrt{\frac{p}{a}} \right] \right)} \quad (4)$$

Підставимо (4) в (3) і спростимо, відображення для поверхні буде мати вигляд:

$$T_L(R, p) - \frac{T_0}{p} = \frac{R Q_L(p)}{\lambda \left(-1 + R \sqrt{\frac{p}{a}} ch \left[R \sqrt{\frac{p}{a}} \right] \right)} \quad (5)$$

Перенесемо початок відліку температури в точку T_0 , рівняння (5) перепишемо у вигляді:

$$T_L(R, p) = \frac{R Q_L(p)}{\lambda \left(-1 + R \sqrt{\frac{p}{a}} ch \left[R \sqrt{\frac{p}{a}} \right] \right)} \quad (6)$$

Припустимо, що вхідний вплив – це тепловий потік, а вихід це температура поверхні і визначимо передаточну функцію:

$$W(p) = \frac{T_L(R, p)}{Q_L(p)} = \frac{R}{\lambda \left(-1 + R \sqrt{\frac{p}{a}} ch \left[R \sqrt{\frac{p}{a}} \right] \right)}. \quad (7)$$

Передаточна функція (7) ПЧ-нагріву є трансцендентний вираз, операції з таким виразом достатньо складні. Тому, в подальшому, доцільно замінити точний вираз (7) апроксимуючою передаточною функцією у вигляді многочлена від оператора p .

Перелік джерел посилань

1. Степаненко С.П., Калініченко Р.А., Котов Б.І. Ресурсо-енергоєфективні технології і технічні засоби для обробки вологого фуражного зерна: монографія / С.П. Степаненко, Р.А. Калініченко, Б.І.Котов – Ніжин: Видавець Лисенко М.М., 2023.–128с.
2. Котов, Б., Калініченко, Р., Панцир, Ю., & Гарасимчук, І. (2024). Моделювання тепло- і масопереносу в процесах сушіння зерна під впливом електромагнітного поля. Енергетика і автоматика, 0(2), 29-43..

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ

Стратоненко С.В., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Оптимізація та автоматизація процесів випікання є важливими завданнями в хлібопекарській промисловості, з огляду на актуальність підвищення енергоефективності, якості продукції та безперебійності технологічного процесу. Впровадження комп'ютерно-інтегрованих систем керування у хлібопекарській печі тунельного типу дозволяє значно покращити контроль і стабільність виробничих параметрів, що забезпечує високу якість готової продукції. Дослідження, проведені в цій сфері, фокусуються на системах керування, що дозволяють оптимізувати технологічний процес, знижуючи споживання енергії та підтримуючи сталі температурні режими [1, 2]. У роботах [3] представлені результати досліджень ефективності інтегрованих рішень на основі програмно-апаратних платформ, що включають програмовані логічні контролери (PLC), термодатчики, виконавчі механізми та панелі НМІ. Такі платформи сприяють підвищенню ефективності процесу за рахунок інтеграції та автоматизації керування, що знижує необхідність у ручному контролі, підвищує надійність і точність вимірювань температурних показників. Автоматизація регулювання температурного режиму є критично важливою, оскільки температурні зміни можуть суттєво впливати на якість кінцевого продукту, а стабільність теплового процесу є одним із основних факторів у виробництві хлібобулочних виробів. Результати досліджень [4] також підкреслюють переваги системи моніторингу та контролю споживання енергії. Впровадження автоматизованих рішень дозволяє оптимізувати режим роботи обладнання, що призводить до зниження загальних витрат на енергію. Зокрема, автоматизація процесів нагріву та конвекції дозволяє досягти рівномірного розподілу тепла, що сприяє як зниженню витрат енергії, так і покращенню якості випікання. У дослідженнях також наголошується, що застосування частотних перетворювачів у керуванні вентиляційними системами дозволяє зменшити енергоспоживання, регулюючи швидкість обертання вентиляторів залежно від температурних потреб конкретного етапу виробництва [5].

Інтелектуальні системи керування дозволяють адаптуватися до змін температури, вологості та інших параметрів в режимі реального часу, що сприяє забезпеченню стабільності процесу, економії енергії та зменшенню витрат на технічне обслуговування. Такі системи можуть також передбачати потенційні відмови обладнання на основі зібраних даних, що дозволяє

знизити ймовірність аварій та підвищити загальну ефективність роботи печей тунельного типу [7].

Такі дослідження підтверджують, що інтеграція комп'ютерно-інтегрованих рішень на базі автоматизованих систем керування є перспективною для підвищення ефективності, зниження енерговитрат та забезпечення стабільності виробничого процесу на підприємствах хлібопекарської галузі.

Перелік джерел посилань

1. Іванов, О. В., & Петров, М. Г. (2020). Підвищення енергоефективності на хлібопекарських підприємствах за рахунок автоматизації технологічних процесів.
2. Сидоренко, В. П., & Павленко, І. С. (2021). Автоматизовані системи керування для харчової промисловості: огляд сучасних рішень.
3. Коваленко, П. І., & Гончаренко, А. М. (2019). Впровадження PLC та НМІ в системи управління хлібопекарськими печами.
4. Бондаренко, Л. С., & Савченко, В. В. (2022). Оптимізація енергоспоживання в печах тунельного типу за допомогою автоматизованих систем моніторингу.
5. Кравчук, О. М., & Іванова, Л. С. (2020). Частотні перетворювачі в системах вентиляції хлібопекарських підприємств.
6. Петренко, М. В., & Кузьменко, І. І. (2018). SCADA-системи для контролю процесів у хлібопекарській промисловості.
7. Захарченко, Т. Г., & Литвиненко, П. В. (2021). Інтелектуальні системи керування для печей тунельного типу: огляд перспективних рішень.
8. Шевченко, О. Л., & Трофименко, І. С. (2022). Інтеграція екологічних рішень у системи автоматизації хлібопекарських підприємств.

УДК 631.576:004.89

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ СУШІННЯ ЗЕРНА В БУНКЕРІ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ

Салантій Р.Д., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Сучасні технології зберігання та обробки зерна постійно вдосконалюються, особливо в умовах високої потреби у зниженні енергетичних витрат і забезпеченні якості продукції. Сушіння зерна є одним із найважливіших етапів обробки, який визначає його подальшу якість і тривалість зберігання. Забезпечення стабільного температурного режиму в бункері активного вентилявання дозволяє уникнути перезволоження зерна, перешкоджає розвитку мікроорганізмів і зберігає поживні властивості.

Автоматизація цього процесу зменшує залежність від людського фактора, підвищуючи ефективність та знижуючи енергоспоживання.

Температурний режим є ключовим параметром у процесі сушіння зерна, оскільки він безпосередньо впливає на рівень вологості і на можливість зберігати зерно в належному стані протягом тривалого часу. Основні виклики, які виникають під час сушіння, включають забезпечення рівномірного розподілу температури всередині бункера та запобігання перегріву чи переохолодженню зерна. Використання автоматизованих систем контролю дозволяє оперативно регулювати температуру, відповідно до параметрів зерна і умов середовища.

Метою даного дослідження є вдосконалення системи автоматизованого керування температурними режимами в бункері активного вентилявання, що забезпечить підвищення ефективності сушіння зерна, оптимізацію енергоспоживання та покращення якості зберігання продукції.

Об'єктом дослідження є процес сушіння зерна в бункері активного вентилявання. Предметом дослідження є система автоматизованого керування температурним режимом в цьому процесі.

Дослідження проведено з використанням сучасних засобів автоматизації, зокрема, датчиків температури, систем контролю і регулювання температури, програмованих логічних контролерів (PLC) та SCADA-систем для моніторингу та управління температурними параметрами. Було протестовано алгоритми контролю температури, що дозволяють зберігати стабільну температуру та регулювати потоки повітря в бункері.

Вдосконалення системи автоматизованого керування температурними режимами сушіння зерна в бункері активного вентилявання дозволило підвищити енергоефективність та забезпечити стабільну якість обробленої продукції. Використання інтелектуальних систем контролю та SCADA дозволяє не лише знизити витрати на енергію, але й забезпечити якісне зберігання зерна протягом тривалого часу. Це відкриває перспективи для подальших досліджень і впровадження автоматизованих рішень в агропромисловому секторі, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств.

Перелік джерел посилань

1. Ковальчук, О. В., & Савчук, І. М. (2020). Системи контролю температурного режиму для обробки зерна: теоретичні та практичні аспекти.
2. Сидоренко, М. Г., & Петрова, Л. К. (2021). Оптимізація автоматизованих систем сушіння зерна на підприємствах агропромислового комплексу.
3. Кравченко, В. С., & Іванченко, А. Ю. (2019). Програмно-апаратні комплекси для контролю температури в процесі обробки зерна.
4. Данилюк, С. С., & Олійник, П. Г. (2022). Впровадження енергоефективних технологій в сушіння зерна: досвід і перспективи.
5. Трофименко, О. В., & Степаненко, М. Л. (2023). Сучасні SCADA-системи для моніторингу та управління процесами в агросекторі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВАЖЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ

Домінський В. О., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Контроль мікроклімату в пташнику має вирішальне значення для підтримки здоров'я та продуктивності птиці, оскільки сучасні птахоферми характеризуються високою концентрацією поголів'я на одиницю площі. Птахи ізольовані від природного середовища, і стан повітря в приміщенні визначає не лише їхнє здоров'я, але й рентабельність виробництва в цілому. Забезпечення оптимальних умов включає підтримку певних параметрів повітряного середовища: температура, вологість, вентиляція та рівень шкідливих газів (наприклад, аміаку). Встановлено, що для дорослих курей оптимальна температура становить 18–24 °С [1], а відносна вологість повинна залишатися вище 50%, щоб забезпечити достатній рівень вологи в підстилці та запобігти утворенню пилу [2]. Зниження або підвищення цих показників може спричинити стрес, зниження продуктивності, захворювання і навіть загибель птиці. Для молодняку, особливо в перші тижні життя, важливий температурний режим з вищою температурою на початку (до 26 °С), яка поступово знижується до дорослого рівня. Інший фактор — вентиляція, яка також є важливою для забезпечення надходження свіжого повітря та видалення шкідливих газів. Аміак, сірководень і надлишок вуглекислого газу можуть накопичуватися в приміщенні, якщо система провітрювання працює недостатньо ефективно. За підвищеної концентрації цих речовин в приміщенні вже через 2-3 дні знижується якість шкаралупи і загалом продуктивність птиці [3]. Системи вентиляції, наприклад, тунельного типу, дають змогу ефективно підтримувати мікроклімат навіть у великих приміщеннях із високою щільністю поголів'я. У спекотні періоди ці системи здатні охолоджувати повітря та уникати перегріву приміщення, що є критичним для підтримки стабільного клімату. Наукові дослідження доводять, що оптимальні умови мікроклімату збільшують продуктивність птиці на 25–30%, збереження поголів'я досягає 20%. Це робить контроль мікроклімату одним із найефективніших інструментів для підвищення рентабельності птахоферм

Перелік джерел посилань

1. 10 Effective Methods to Control Temperature in Layer Chicken Housing. Fidarfeed URL: <https://fidarfeed.com/layer-chickens/layer-stress-management/10-effective-methods-to-control-temperature-in-layer-chicken-housing/>
2. US Poultry Industry Manual - Broilers: housing and facilities. Thepoultrysite URL: <https://www.thepoultrysite.com/articles/broiler-housing>
3. Як мікроклімат у пташнику впливає на якість яєць. Agrotimes URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/yak-mikroklimat-u-ptashnyku-vplyvaye-na-yakist-yaecz/>

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Михайличенко С.В., студентка

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Оптимізація керування режимом зберігання м'ясних напівфабрикатів є актуальним завданням, що сприяє підвищенню якості продукції та забезпеченню стабільності умов зберігання. Використання інтелектуальних систем на основі нечіткої логіки дозволяє ефективно контролювати умови зберігання, знижуючи витрати енергії та мінімізуючи ризик псування продукції. Сучасні дослідження фокусуються на автоматизованих рішеннях, які допомагають підтримувати необхідні параметри температури та вологості, що є критично важливими для збереження якості м'ясних напівфабрикатів [1,2]. Дослідження [3] підкреслюють ефективність програмно-апаратних платформ, які включають програмовані логічні контролери (PLC), датчики вологості і температури, а також виконавчі механізми, що забезпечують стабільність параметрів зберігання. Такі інтелектуальні платформи дозволяють проводити автоматизований моніторинг та регулювання умов у режимі реального часу. Стабільність температурного і вологісного режимів є особливо важливою, оскільки відхилення від цих параметрів може призвести до погіршення якості продукту та збільшення втрат. Інше дослідження [4] показує, що впровадження систем моніторингу допомагає оптимізувати енерговитрати, зменшуючи споживання енергії на охолодження та підтримання оптимальної температури.

Використання інтелектуальної системи контролю на основі нечіткої логіки дозволяє адаптуватися до зовнішніх змін та ефективно управляти температурним і вологісним режимами, запобігаючи перегріву або надмірному охолодженню продукції. Це забезпечує економію енергії та підвищує загальну ефективність зберігання. Інтеграція SCADA-систем у процес зберігання м'ясних напівфабрикатів дає можливість відстежувати та аналізувати ключові параметри зберігання в режимі реального часу. Це дозволяє виявляти можливі відхилення та швидко реагувати на них, що підвищує надійність та стабільність процесу [5].

Такі SCADA-системи також надають можливість накопичення та аналізу даних, що сприяє довгостроковому плануванню і покращенню умов зберігання. Дослідження підтверджують, що впровадження інтелектуальних систем керування на основі нечіткої логіки є важливим кроком до забезпечення стабільності умов зберігання, що дозволяє зменшити

експлуатаційні витрати, підвищити якість продукції та знизити ризики псування м'ясних напівфабрикатів.

Перелік джерел посилань

- 1.Бойко, І. В., & Кравчук, С. А. (2019). Нечітка логіка в автоматизованих системах зберігання харчових продуктів. *Технічні науки*.
- 2.Петренко, О. М., & Сидоренко, П. І. (2020). Енергозбереження у харчовій промисловості: виклики та перспективи. *Журнал харчових технологій*.
- 3.Іванченко, Л. О., & Савчук, В. Г. (2021). Розвиток автоматизованих систем моніторингу зберігання на базі SCADA. *Інноваційні технології в промисловості*.
- 4.Головченко, А. С., & Литвин, О. М. (2018). Програмовані логічні контролери у системах зберігання продуктів. *Технологічні інновації в агропромисловості*.
- 5.Литвин, П. С., & Данилюк, Н. І. (2022). Енергоефективність та автоматизація: перспективи для галузі зберігання харчових продуктів. *Системи автоматизації в промисловості*.
- 6.Мироненко, В. І., & Савенко, К. А. (2021). Нечітка логіка в автоматизованих системах контролю температурного режиму. *Сучасні наукові дослідження*.

УДК 662.767:004.383

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ RASPBERRY PI, ARDUINO, NODE.JS ТА BLOCKLY

Король О.О., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Актуальність: У зв'язку з підвищеним інтересом до відновлюваних джерел енергії, автоматизація біогазових установок стає важливою для підвищення ефективності виробництва біогазу. Автоматизація допомагає забезпечити стабільний контроль за такими параметрами, як температура, тиск, вологість, що є критичними для ефективного процесу ферментації.

Мета: Розробити автоматизовану систему на базі мікроконтролерів Raspberry Pi і Arduino, з використанням Node.js для серверної частини та Blockly для візуального програмування, що спростить керування установкою.

Методи:

1. Технологічна архітектура: Raspberry Pi виконує роль головного контролера, що отримує дані від сенсорів (через Arduino) і забезпечує їх обробку та відображення через веб-інтерфейс SCADA.

2. Сервер Node.js: Обробляє запити від Raspberry Pi, дозволяючи створювати веб-інтерфейс для віддаленого моніторингу та контролю за параметрами біореактора.

3. Візуальне програмування Blockly: Система дозволяє налаштовувати логіку керування установкою без кодування, створюючи блоки, що відповідають за обробку змін температури та інших параметрів.

4. Контроль температури з водяним підігрівом: Використання труб з гарячою водою для підтримки стабільної температури, що критично важливо для метаногенезу.

Результати:

Розроблена система дозволяє знизити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність роботи біогазової установки за рахунок точного контролю параметрів середовища. Віддалений SCADA-інтерфейс підвищує зручність моніторингу, а візуальне програмування забезпечує простоту налаштування.

Висновки:

Запропонована система автоматизації на базі Raspberry Pi і Arduino є гнучкою і доступною для масштабування. Використання Blockly полегшує налаштування системи, дозволяючи операторам легко керувати установкою без глибоких технічних знань. Перспективи розвитку включають інтеграцію додаткових сенсорів та розробку аналітичних модулів для прогнозування і підвищення продуктивності біогазової установки

УДК 313.33:621.318.122

ПРОБЛЕМАТИКА ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ ХВОРОБ РОСЛИН У СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

Савченко І.В., аспірант; Болбот І.М., д.т.н., професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Автоматичні системи виявлення хвороб рослин у закритих спорудах є важливим елементом для підвищення ефективності тепличного господарства, але їх застосування пов'язане з численними проблемами. Основні виклики включають адаптацію технологій обробки зображень, таких як мультиспектральна та гіперспектральна зйомка, до умов обмеженого освітлення [1], а також необхідність розробки алгоритмів сегментації, які забезпечують точну обробку даних навіть за низького контрасту [2].

Для вирішення цих проблем необхідно розробити адаптивні алгоритми обробки зображень, які враховують специфічні умови освітлення у спорудах закритого ґрунту та використовують комбінацію сенсорів, включаючи тепловізійну та флуоресцентну зйомку для покращення діагностики [3]. Крім того, інтеграція методів машинного навчання, що адаптуються до різних середовищ, має підвищити ефективність діагностики за рахунок навчання на обмежених наборах даних, використовуючи технології доповнення даних [4]. Ефективною стратегією має бути розробка мультиспектральних сенсорних

систем, які комбінують візуальні та інфрачервоні дані для покращення результатів аналізу [1]. Використання глибоких нейронних мереж з оптимізованими архітектурами дозволить підвищити точність класифікації навіть у складних умовах теплиць [5]. Комплексне вирішення передбачає поєднання адаптивних алгоритмів та багатоспектральних технологій для створення надійних систем виявлення хвороб, які враховують специфіку споруд закритого ґрунту.

Для підвищення ефективності систем виявлення хвороб рослин у спорудах закритого ґрунту пропонується інтегрувати адаптивні алгоритми обробки зображень із мультиспектральними та тепловізійними сенсорами для підвищення надійності даних та використати глибокі нейронні мережі із навчанням на збільшених наборах даних для покращення точності діагностики за умов змінного освітлення та обмеженого простору.

Перелік джерел посилань

1. Mahlein, A. K., Oerke, E. C., Steiner, U., & Dehne, H. W. (2012). Recent advances in sensing plant diseases for precision crop protection. *European Journal of Plant Pathology*, 133, 197-209. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9878-z>
2. Gaikwad, V. P., & Musande, V. (2017, October). Wheat disease detection using image processing. In 2017 1st international conference on intelligent systems and information management (ICISIM) (pp. 110-112). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICISIM.2017.8122158>
3. Sankaran, S., Mishra, A., Ehsani, R., & Davis, C. (2010). A review of advanced techniques for detecting plant diseases. *Computers and electronics in agriculture*, 72(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.02.007>
4. Islam, M., Dinh, A., Wahid, K., & Bhowmik, P. (2017, April). Detection of potato diseases using image segmentation and multiclass support vector machine. In 2017 IEEE 30th canadian conference on electrical and computer engineering (CCECE) (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CCECE.2017.7946594>
5. Anand, R., Veni, S., & Aravinth, J. (2016, April). An application of image processing techniques for detection of diseases on brinjal leaves using k-means clustering method. In 2016 international conference on recent trends in information technology (ICRTIT) (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRTIT.2016.7569531>

УДК 637.133.3

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ СПОСОБІВ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач, Калнагуз О.М., ст. викладач
Бурнос С.М., студент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Електрофізичні методи первинної переробки молока стають важливим напрямком у молочній промисловості, адже вони здатні зберегти максимальну кількість поживних і біоактивних речовин, які є в молоці.

Традиційні методи переробки, як пастеризація, часто передбачають нагрівання продукту до високих температур для знищення мікроорганізмів, але це може негативно впливати на деякі корисні компоненти молока, змінюючи його смак і консистенцію. Сучасні електрофізичні методи, натомість, дозволяють значно скоротити або взагалі уникнути термічного впливу, завдяки чому молоко залишається багатим на вітаміни, мінерали, білки й інші корисні компоненти.

Одним із провідних методів електрофізичної переробки молока є електроімпульсна обробка (ЕІО). Її суть полягає в короткочасному впливі електричних імпульсів високої напруги на рідину. Під час такої обробки клітини мікроорганізмів руйнуються під впливом електричних розрядів, що проникають крізь клітинну оболонку і призводять до її руйнування. Цей метод дозволяє знищувати значну кількість бактерій і інших шкідливих мікроорганізмів, забезпечуючи гігієнічність продукту без необхідності підвищення температури. Електроімпульсна обробка особливо ефективна для збереження вітамінів групи В, С, а також цінних білкових і жирових структур, які можуть бути частково зруйновані під час нагрівання. Дослідження свідчать, що молоко, оброблене методом ЕІО, зберігає свою структуру та корисні властивості, а також має триваліший термін зберігання без застосування хімічних консервантів [1].

Ще одним перспективним методом є використання постійного електричного поля, яке знищує або пригнічує розвиток мікроорганізмів за рахунок впливу на їхні клітини [2]. Застосування постійного електричного поля дозволяє ефективно стерилізувати молоко, не піддаючи його нагріванню. Окрім цього, постійне електричне поле знижує активність ензимів, відповідальних за псування продукту, що також сприяє збільшенню терміну зберігання молока. За відсутності значного нагріву молока в ньому краще зберігаються смакові властивості та поживні речовини, що робить цей метод привабливим для виробництва органічної молочної продукції.

Ультразвукова обробка молока є ще одним методом, що належить до електрофізичних технологій [3]. В основі цього методу лежить застосування високочастотних ультразвукових хвиль, які викликають процес кавітації. Кавітаційні бульбашки, що утворюються в молоці, призводять до локальних змін тиску, які руйнують клітинні стінки бактерій, зменшуючи мікробну контамінацію продукту. Окрім цього, ультразвук допомагає рівномірно розподілити жирові частинки, що робить структуру молока однорідною, покращує смакові якості та запобігає розшаруванню жиру під час зберігання. Також кавітація сприяє збереженню білків, ферментів та інших біологічно активних речовин, що підвищує поживну цінність продукту.

Електрофізичні методи мають низку переваг порівняно з традиційними. Вони забезпечують м'яку дію на молоко, зберігаючи його природну структуру і компоненти, такі як ферменти, амінокислоти, жирні кислоти, мінерали та вітаміни. Тривалість зберігання такого молока значно збільшується, що дозволяє знизити втрати під час транспортування і

зберігання продукції. Відсутність високотемпературної обробки зменшує енергетичні витрати, що є важливим фактором для оптимізації виробництва і зниження витрат на енергоресурси. З економічного погляду електрофізичні методи переробки молока також вигідні, особливо в умовах зростаючого попиту на натуральні продукти з мінімальним використанням консервантів. Споживачі надають перевагу органічним продуктам, які максимально зберігають природні властивості, а електрофізичні методи повністю відповідають цим вимогам. Проте на початкових етапах впровадження ці технології можуть потребувати значних інвестицій на придбання спеціального обладнання, налаштування процесів і навчання персоналу. Однак у довгостроковій перспективі економія на енергоносіях та скорочення витрат на консервацію продукції можуть зробити ці методи рентабельними.

Важливою особливістю електрофізичних методів є можливість їх адаптації як для великих промислових підприємств, так і для середніх та малих фермерських господарств, що дозволяє поширювати такі інноваційні підходи навіть у невеликих молочних виробництвах. З огляду на такі переваги, електрофізичні методи переробки молока можуть сприяти подальшому розвитку молочної галузі, покращенню якості продукту та розширенню асортименту натуральної молочної продукції.

Електрофізичні методи є перспективним напрямком розвитку молочної промисловості. Їхнє впровадження може не лише задовольнити попит на натуральні та якісні продукти, але й зменшити екологічний слід виробництва. Сучасні дослідження та досягнення в цій галузі створюють умови для широкого застосування електрофізичних методів у харчовій промисловості, відкриваючи нові горизонти для інноваційного виробництва молочної продукції.

Перелік джерел посилань

1. Cavalcanti, R. N., Balthazar, C. F., Margalho, L. P., Freitas, M. Q., Sant'Ana, A. S., & Cruz, A. G. (2023). Pulsed electric field-based technology for microbial inactivation in milk and dairy products. *Current Opinion in Food Science*, 54, 101087. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101087>.
2. Ghoshal, G. (2023). Comprehensive review on pulsed electric field in food preservation: gaps in current studies for potential future research. *Heliyon*, 9(6), e17532. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17532>.
3. Mahmoud, M. Z., Davidson, R., Abdelbasset, W. K., & Fagiry, M. A. (2022). The new achievements in ultrasonic processing of milk and dairy products. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 15(1), 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2022.03.005>.

ВПЛИВ АВТОМАТИЗАЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

*Сіренко Ю. В., PhD, ст. викладач, Калнагуз О.М., ст. викладач
Бурнос С.М., студент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Автоматизація процесів у молочній галузі є важливою складовою сучасного виробництва та однією з передумов забезпечення високої якості молочної продукції. Усі етапи виробництва, починаючи з первинної обробки молока, потребують високого рівня контролю, точності та безперервного моніторингу, оскільки молоко – це швидкопсувний продукт, особливо чутливий до умов зберігання та обробки. Традиційні методи обробки молока, хоча і зберігають свою актуальність, все частіше поступаються місцем автоматизованим системам, які надають безліч переваг, починаючи з підвищення продуктивності і закінчуючи економією ресурсів [1].

Первинна обробка молока є критично важливим етапом, оскільки саме від неї залежить стабільність і якість всього подальшого виробничого процесу. Цей етап включає прийом сировини, фільтрацію, охолодження, сортування та тимчасове зберігання молока до його подальшого використання або переробки. На кожному етапі існує ризик забруднення продукту або втрати його первинних властивостей, що може значно знизити якість кінцевого продукту та його безпечність. Автоматизація дозволяє ефективно контролювати всі критичні параметри (температуру, кислотність, вміст жирів і білка), а також забезпечує швидку й точну обробку великих обсягів молока.

Однією з ключових переваг автоматизації є зменшення ризиків мікробіологічного забруднення, що має значення для безпечності продукту та захисту кінцевих споживачів. Ручне обслуговування та надмірний контакт людини із сировиною підвищують ймовірність внесення небажаних мікроорганізмів, які можуть спричинити псування продукту чи стати причиною харчових отруєнь. Автоматизовані системи значно скорочують потребу в ручній обробці молока, знижуючи ризик забруднення та забезпечуючи суворий контроль за умовами виробництва. Сучасні автоматизовані лінії здатні забезпечити швидку, ефективну обробку молока в повністю закритому середовищі, яке мінімізує вплив людського фактора і забезпечує відповідність молока стандартам безпеки та якості.

Автоматизація також дозволяє значно підвищити продуктивність, оскільки спеціалізовані машини та устаткування можуть виконувати певні операції швидше, ніж це можливо при ручній обробці. Наприклад, автоматичні фільтри, які мають функцію самоочищення, видаляють механічні домішки з молока в найкоротші терміни, тим самим зменшуючи час на обробку великих обсягів сировини. Охолоджувальні установки з

автоматичним контролем температури дозволяють підтримувати необхідний рівень охолодження протягом усього процесу зберігання, що запобігає розвитку небажаних мікроорганізмів і зберігає натуральний смак і корисні властивості молока. Висока продуктивність автоматизованого обладнання дозволяє молокопереробним підприємствам обробляти значно більші обсяги сировини за короткий час, що сприяє збільшенню обсягів виробництва і задоволенню зростаючих потреб ринку [1, 2].

Ще однією важливою перевагою автоматизації є можливість постійного контролю якості молока в режимі реального часу. Сучасні автоматизовані системи здатні здійснювати моніторинг і аналіз фізико-хімічних параметрів, таких як кислотність, вміст жиру, білка, сухих речовин, електропровідність тощо. Це дозволяє підприємствам швидко реагувати на будь-які відхилення від стандартних показників та оперативно коригувати технологічний процес, що забезпечує стабільність якості кінцевої продукції. Такі технології допомагають уникнути втрат через псування продукту або його відхилення від стандартів, що в свою чергу знижує витрати і сприяє підвищенню рентабельності виробництва.

Важливим аспектом автоматизації є також економія ресурсів. Сучасне обладнання потребує менше енергії для забезпечення процесів охолодження, фільтрації та зберігання, а також сприяє зменшенню споживання води та інших ресурсів. Це позитивно позначається на екологічних показниках підприємства та робить виробництво більш сталим і екологічно відповідальним. Крім того, автоматизовані системи забезпечують фіксацію всіх даних про процес обробки молока, що дозволяє підприємству проводити аналіз, вдосконалювати процеси та підтримувати високу якість продукції [2].

В умовах зростаючої конкуренції на ринку молочних продуктів автоматизація процесів первинної обробки стає ключовим фактором для забезпечення конкурентоспроможності підприємств. Застосування новітніх технологій дозволяє підприємствам відповідати вимогам споживачів щодо якості та безпеки продукції, знижуючи виробничі витрати і підвищуючи рентабельність. Автоматизація також сприяє сталому розвитку галузі, оскільки дозволяє ефективніше використовувати ресурси і мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Отже, автоматизація первинної обробки молока є надзвичайно перспективним напрямком розвитку молочної галузі, що сприяє покращенню якості продукції, зменшенню виробничих витрат і підвищенню економічної ефективності. Вона дозволяє оптимізувати процеси на всіх рівнях виробництва, забезпечуючи стале та екологічно відповідальне виробництво молочних продуктів, які відповідають найвищим стандартам якості та безпеки.

Перелік джерел посилань

1. Kozub, Y. A., Komlatsky, V., & Khoroshailo, T. (2020). About some automated processes in the production of dairy products. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 862(3), 032021. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/862/3/032021>.

2. Alekseeva, Y. A., Garmaev, D. T., Khoroshailo, T. A., & Serdyuchenko, I. V. (2021). Automated systems application for the advanced cow milking technologies development. AIP Conference Proceedings, 2402, 070036. <https://doi.org/10.1063/5.0071901>.

УДК 621.316.729:621.396.6

ПРОБЛЕМИ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ЧАСОВО-ЧАСТОТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

*Коваль В.В.¹, д.т.н., професор; Лисенко В.П.¹, д.т.н., професор;
Самков О.В.², д.т.н., с.н.с.; Пилипенко Ю.В.², к.т.н., с.н.с.; Піскун О.М.³*

*¹Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ, Україна.*

²Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ, Україна

*³Національний центр управління та випробувань космічних засобів,
м. Київ, Україна.*

Сучасні електроенергетичні системи, цифрові телекомунікації, інформаційно-вимірювальні комплекси та інші об'єкти, які використовують високі технології, потребують високонадійного часово-частотного забезпечення.

Проблеми надійності функціонування об'єднаної енергетичної системи України, з переходом та подальшою синхронною роботою з європейською мережею (ENTSO-E) і реалізацією концепції Smart Grid, безпосередньо пов'язані з часово-частотним забезпеченням, а саме з точністю сигналів синхронізації часу (ССЧ) та відмовостійкістю засобів їх формування. З використанням ССЧ, за рахунок одночасної дискретизації векторів напруги та струму пристроями системи моніторингу режимних параметрів енергосистем [1], РМУ (синхрофазорами), виконуються безперервні вимірювання параметрів енергетичної системи з високою роздільною здатністю і точністю. Недостатня надійність, низька захищеність від завад і спотворень засобів формування ССЧ можуть збільшити ризики втрати достовірності результатів синхронних векторних вимірювань у реальному часі, що, як наслідок, призведе до зниження якості керованості сучасних електроенергетичних систем та їх енергоефективності.

Враховуючи на перехід та подальшу синхронну роботу з європейською мережею (ENTSO-E) об'єднаної енергетичної системи України, реалізацію концепції Smart Grid, широкомасштабне впровадження пристроїв РМУ, які виконують векторні вимірювання режимних параметрів роботи енергосистем в реальному часі з використанням сигналів синхронізації часу, актуальним є

дослідження проблем підвищення відмовостійкості засобів комп'ютерно-інтегрованих систем часово-частотного забезпечення.

Важливою проблемою забезпечення та покращення керованості електроенергетичної системи України є дослідження та розроблення відмовостійких пристроїв синхронізації часу (ПСЧ), на які покладаються функції по формуванню відповідних ССЧ з прийнятих, в тому числі по локальним мережам, сигналів. У разі використання радіосигналів обладнання GNSS, в якості джерел (служби позиціонування, навігації та таймінгу - PNT), мають бути обов'язково враховані оцінки їх відмовостійкості [2]. Ці оцінки повинні виконуватись на основі можливості радіоприймачів відновлюватися після атак або збоїв з врахуванням ступеня їх відмовостійкості до погіршення або втрати інформації про час.

Реальні дані свідчать, що в умовах сучасної війни сигнали ГНСС мають значні спотворення, передусім, від засобів радіоелектронної боротьби. Тому, для зменшення вразливості засобів формування ССЧ електроенергетичних систем доцільним є використання наявних в Україні діючих високостабільних джерел еталона одиниць часу і технічних засобів для передавання сигналів синхронізації часу. Підтвердженням зазначеного рішення може слугувати пропозиція Асоціації телекомунікаційних організацій (ATIS) [3]. ATIS рекомендує використовувати в якості резервних сигнали від альтернативних до GNSS джерел часу відповідної якості [3].

Ефективним, з точки зору вирішення проблеми підвищення відмовостійкості засобів комп'ютерно-інтегрованих систем часово-частотного забезпечення, є використання способу, що ґрунтуються, як на наявності в Україні сукупності діючих високостабільних джерел еталона одиниць часу, так і на розробленому пристрої багатоканального моніторингу [4]. Результати досліджень пристрою багатоканального моніторингу вказують на можливість його ефективного використання в якості територіально розподілених по об'єктам електричної мережі джерел інформації про показники якості ССЧ [5]. Розроблені засоби багатоканального моніторингу синхросигналів, об'єднані в комп'ютерно-інтегровану інтелектуальну систему, підвищують відмовостійкість часово-частотного забезпечення.

Комп'ютерно-інтегрована інтелектуальна система також може забезпечити синхросигналами, які відповідають вимогам підвищеної інформаційної безпеки, державні структури, а саме Збройні сили України, метрологічні служби та інші об'єкти критичної інфраструктури.

Перелік джерел посилань

1. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими / під заг. ред. Акад. НАН України, Кириленко О.В. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. 400 с.
2. <https://www.dhs.gov/publication/st-resilient-pnt-conformance-framework>. Resilient PNT Conformance Framework.
3. ATIS-0900005. GPS Vulnerability. Technical Report. Alliance for Telecommunications Industry Solutions. Approved September 7, 2017. 23 p.

4. Коваль В.В., Самков О.В. Піскун О.М., Медіна М.С., Головня М.В., Шклярєвський І.Ю. Інформаційна система передавання еталонних значень шкали часу інтегрованих електроенергетичних мереж SMART-технологій // Вісник університету «Україна». Серія «Інформатика, обчислювальна техніка, кібернетика». – К., 2019 - № 1(22), 2019.- с. 231-239.

5. Самков О.В, Коваль В.В., Лисенко В.П., Кальян Д.О., Рибіна О.Б., Осінський О.Л. Пристрій багатоканального моніторингу синхросигналів SMART Grid енергосистем з оптимальним за швидкістю фазовим автопідстроюванням частоти // Технічна електродинаміка. – К.: ІЕД НАН України, – № 1 (2023), 2023. – С.81-92.

УДК 664.66:004.89

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ

Чиркін О.Д., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Оптимізація керування температурним режимом у біогазових установках (БГУ) є актуальним завданням, що сприяє підвищенню енергоефективності процесів виробництва біогазу та забезпеченню стабільності ферментації органічних відходів. Розробка та впровадження інтелектуальних систем керування температурою дозволяють оптимізувати тепловий режим, знижуючи витрати енергії на підтримання стабільної температури та підвищуючи продуктивність установки. Сучасні дослідження зосереджені на автоматизованих рішеннях, які допомагають підтримувати необхідний температурний рівень, що є критично важливим для біохімічних реакцій, які відбуваються у процесі ферментації [1,2]. Дослідження [3] підкреслюють ефективність програмно-апаратних платформ, які включають програмовані логічні контролери (PLC), датчики температури, виконавчі механізми та панелі НМІ, що забезпечують взаємодію оператора з установкою. Такі інтелектуальні платформи підвищують точність керування температурним режимом за рахунок автоматизованого моніторингу та регулювання теплових параметрів. Підтримка стабільності температури у ферментерах особливо важлива, оскільки відхилення температурного режиму можуть призвести до зниження біопродуктивності установки та якості біогазу. Інше дослідження [4] показує, що впровадження систем моніторингу та контролю енерговитрат допомагає оптимізувати режими роботи нагрівальних елементів, знижуючи загальне споживання енергії. Зокрема, використання інтелектуальної системи контролю температури дозволяє підтримувати необхідний температурний рівень на кожному етапі ферментації, що запобігає перегріву або переохолодженню. Стабільний температурний режим також сприяє зменшенню витрат на підігрів і

охолодження, що значно підвищує загальну енергоефективність процесу. Інтеграція SCADA-систем у процес керування БГУ дозволяє відстежувати й аналізувати ключові температурні параметри в режимі реального часу. Це дозволяє виявляти можливі відхилення від необхідних значень та швидко реагувати на них, що знижує ризики неполадок та підвищує надійність системи керування [5]. Інтелектуальні SCADA-системи також надають можливість зберігати й аналізувати дані про температурні зміни для довгострокового планування і вдосконалення процесу.

Такі дослідження підтверджують, що впровадження інтелектуальних систем керування температурою є важливим кроком до підвищення енергоефективності, стабільності та безпеки роботи біогазових установок. Це дозволяє значно зменшити експлуатаційні витрати, а також сприяє оптимізації виробництва біогазу і покращенню екологічних показників.

Перелік джерел посилань

- 1.Коваль, О. І., & Литвин, П. А. (2020). Енергоефективність біогазових установок: перспективи автоматизації технологічних процесів.
- 2.Сидоренко, М. Г., & Кравченко, І. С. (2021). Сучасні системи керування для оптимізації ферментаційних процесів.
- 3.Петров, В. В., & Гончаренко, А. І. (2019). Інтеграція PLC та НМІ в автоматизовані системи керування БГУ.
- 4.Даниленко, Л. С., & Савченко, В. В. (2022). Оптимізація енергоспоживання у біогазових установках через автоматизований моніторинг температури.
- 5.Кравченко, О. М., & Іванов, Л. С. (2020). SCADA-системи у виробництві біогазу: переваги та недоліки.
- 6.Петренко, М. В., & Кузьменко, І. І. (2018). Інтелектуальні системи керування температурним режимом у БГУ.
- 7.Шевченко, О. Л., & Трофименко, І. С. (2022). Екологічна безпека та автоматизація: перспективи сталого розвитку для біогазових установок.

УДК 62

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА СИСТЕМА РОЗПІЗНАННЯ ТВАРИН

*Семенов О. О., аспірант; Лисиченко М.Л., д.т.н., професор
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна*

Аналіз зображень за допомогою комп'ютерних технологій і відповідних додатків, використовуються в багатьох областях виробництва і може бути використано в тваринництві. Кількість фермерських господарств в Україні поступово зростає, що спонукає науковців і відповідних спеціалістів до розробки автоматизованих систем спрямованих на підвищення продуктивності біологічних об'єктів, зокрема в тваринництві, та підвищення продуктивності праці обслуговуючого персоналу [1]. Так, при вирощуванні

свиней, важливо враховувати залежність між живою вагою і споживання об'єму корму, води, кратність обміну повітря в приміщенні, дози ультрафіолетового опромінювання, тощо, протягом доби. Вказані параметри є важливими і можуть бути прийняті в якості критеріїв для ефективної організації процесу відгодівлі і утримання тварин [2].



Рисунок 1. Структура неймережевої системи розпізнання тварин.

Розроблено нову систему визначення геометричних розмірів тварин, зокрема свиней за допомогою метода стереопсиса. Першим етапом у запропонованому алгоритмі є пошук тварин в боксі для утримання.

Ця операція основана на використанні згорткової штучної нейронної мережі для розпізнання тварин на знімку і її ідентифікації, а також багаточарового перцептрона для оцінювання ваги тварини, яка дозволяє системі отримати виміри в реальному часі об'єктів, завдяки відеокамерам, які розміщуються на різній відстані від камери.

Реалізації запропонованої системи досягається завдяки використанню двох відеокамер, заданими своїми матрицями у визначеній системі координат (рис.1) [3].

Епіполярну геометрію використовують для пошуку стереопар, а також для перевірки того, що пара точок може бути стереопарой, тобто проєкції зображення і формується матриця, яка має вигляд [4]:

$$P = K(I/O), P' = K'(R/t) \quad (1)$$

тоді, фундаментальна матриця може бути розрахована по формулі:

$$F = (K^{-1})^T T^* R^* K^T (KR^T t)_x, \quad (2)$$

де для вектора $[e]$ матриця розраховується, як:

$$[e]_x = \begin{vmatrix} 0 & -e_z & e_y \\ e_z & 0 & -e_x \\ -e_y & e_x & 0 \end{vmatrix} \quad (3)$$

В результаті аналізу отриманих зображень і рішення матриці (3) визначаються тривимірні координати зображення, глибина розраховується, як відстань до площини камери, тобто таким чином отримуємо реальна розміри об'єкта (тварини) [5].

Розроблена нейромережева система розпізнання тварин дозволяє сучасним агропідприємствам підвищити ефективність виробництва за рахунок персоніфікації і контролю за розвитком тварин і уточнення раціону годування.

Перелік джерел посилань

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / За ред. акад. НААН України Я. М. Гадзала, М. І. Башенка, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. - Київ: Аграр. Наука, 2016. 216 с.
2. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 рр.) / За ред. акад. НААН України М. І. Башенка. Київ: Аграр. Наука, 2017. 160 с.
3. Tasdemir S. Determination of Body Measurements on the Holstein Cows by Image Analysis Method and Estimation of Their Live Weight. / PhD thesis, Selcuk University, Konya, Turkey, 2010.
4. Hartley RI., Zisserman A. / Multiple View Geometry. Cambridge University Press, 2004.
5. Bradski G., Kaehler A. Learning Open CV: Computer Vision with the Open CV Library. O'Reilly Media, 2008., 580 pp.

УДК 620.9: 621.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

*Бондаренко М. О., аспірант; Лисиченко М.Л., д.т.н., проф.
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна*

Відомо, що основним споживачем електричної енергії є електропривод робочих машин і механізмів (до 60 %). За умови недостатньої якості електричної енергії на Україні, внаслідок руйнування електричних мереж, рівень втрат відчутний для підприємств і господарства країни в цілому. Так,

за даними довоєнної статистики втрати електричної енергії в електромережах у 2020 році зросли до 10,4 %, що коштувало країні та споживачам десятки мільярдів гривень, причому за останні два роки величина втрат електроенергії в мережах збільшилася майже на 2 % [1]. Безпосередньо величина втрат електричної енергії може розглядатися як додатковий маркер ступеня розвитку країни [2]. Для підприємств, робота яких забезпечує життєві потреби населення – основна мета підтримати працездатність, а саме до таких підприємств відносяться житлово-комунальні господарства, зокрема теплові мережі мікрорайонів.

В тепловій мережі частіше використовуються насоси типу *Atmos GIGA-I 50/85-1,5/2*, такі як, наприклад (рис. 1), який має параметри: - максимальна продуктивність – $390 \text{ м}^3/\text{год}$; - максимальний натиск – 42 м ; - номінальна напруга – $3\sim 400 \text{ В}$; - номінальний струм – $54,5 \text{ А}$; - номінальна потужність – 30 кВт . Тому, метою дослідження є проведення моніторингу відхилень напруги по фазам на насосній станції забезпечення житлового мікрорайону м. Полтава.

Для постачання теплоносієм району міста із щільною забудовою використовують декілька насосів. Напруга живлення насосів трифазна $0,4 \text{ кВ}$. Для зручності використання насоси встановлюють в спеціальних будівлях – насосних підстанціях, а живлення для підстанцій здійснюється від електричної мережі мікрорайону міста з підстанції $10/0,4 \text{ кВ}$.

Якість електроенергії залежить не тільки від умов електропостачання, але і від електроустаткування, що експлуатується та від самих умов експлуатації обладнання, тобто, відповідальність за якість електроенергії несуть всі суб'єкти системи електропостачання [3].

Вимогами *ДСТУ EN 50160:2014* встановлено такі показники якості електроенергії: – відхилення напруги від свого номінального значення; – коливання напруги від номіналу; – несинусоїдальність напруги; – несиметрія напруги; – відхилення частоти від свого номінального значення; – тривалість провалу напруги; – імпульс напруги; – тимчасове перенапруження [4].

В результаті проведених вимірювань визначено: - число проведених вимірів становило 1350, число виходів за нормальне допустиме значення: фаза А - 510(37,8%), В - 930(68,9%), С - 1200(88,9%) (рис. 1);

- число вимірів: 1440, число виходів за допустиме значення: фаза А – 1440 (100 %), В – 1440 (100 %), С – 1020 (70,8 %) (рис. 2).

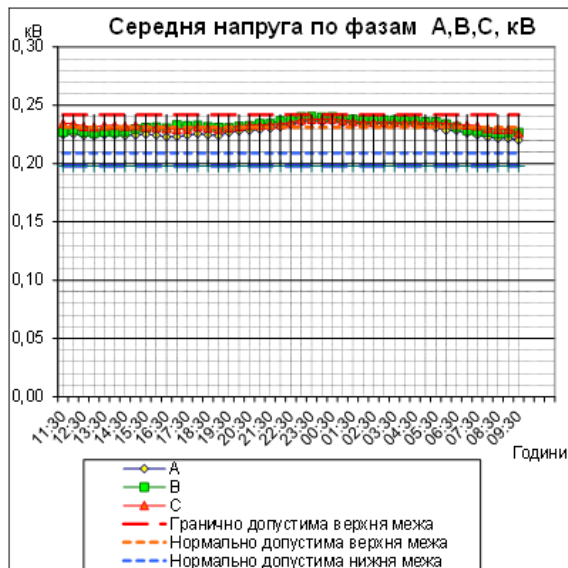


Рисунок 1. Графік відхилення середньої напруги по фазам насосної станції.

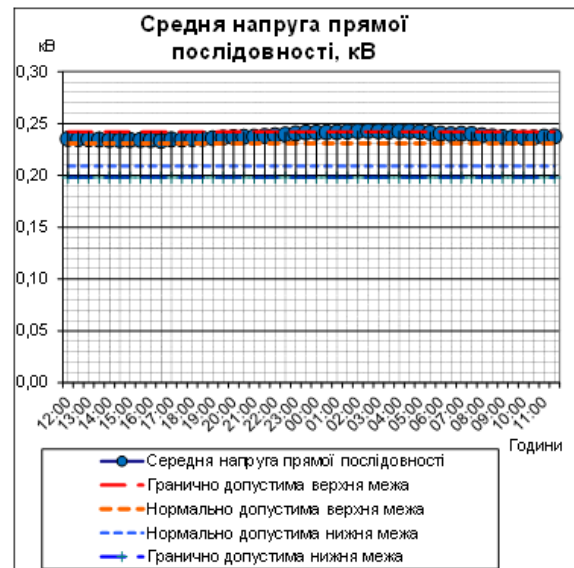


Рисунок 2. Результати замірів напруги по відхилення напруги, що встановилося, по прямій послідовності.

Висновок. Відхилення середньої напруги в мережі і відхилення напруги по прямій послідовності живлення насосної станції теплової мережі житлового мікрорайону м. Полтави за час проведення вимірювання не відповідає вимогам до якості електричної енергії, що приводить до неконтрольованої втрати енергії в електроприводі.

Перелік джерел посилань

1. Аналітичний центр досліджень енергетики. URL: <http://eircenter.com>
2. Оніщенко В. А. Анализ и оценка экономических ущербов от низкого качества электрической энергии / В. А. Оніщенко, И. А. Самойленко, О. Г. Гриб, та ін. Харьков: ПП «Граф-Ікс», 2013. 329 с.
3. Hryb O. H., Senderovych H. A., Shcherbakova P. H. Aktualne zadachy opredeleniya dolevoho uchastyia v otvetstvennosti za narushenye kachestva zlektrycheskoi znerhyu. Naukovi pratsi DonNTU - Elektrotehnika i enerhetyka. 2013. №1(14). S. 77-82.
4. DSTU EN 50160:2014. Kharakterystyky napruhy elektropostachannia v elektrychnykh merezhakh zahalnoi pryznachenosti (EN 50160 2010, IDT). [Chynnyi vid 2014-10-01]. Kiev: Minekonomrozytku Ukrainy, 2014. 27 s.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ВИЗРІВАННЯ НАСІННЯ У ТЕРМОСТАТІ НА ОСНОВІ ПЛАТИ ARDUINO

*Мазурчук П.М., аспірант; Никифорова Л.Є., д.т.н., професор;
Кітєв М.О., к.т.н., доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Задача підготовки насіння та саджанців до посадки у агрохолдингах та фермерських господарствах стає усе більш актуальною внаслідок збільшення споживання сільськогосподарської продукції та інтенсифікації даного процесу у зв'язку з ростом населення планети. На сьогодні вже проведено багато досліджень щодо вивчення впливу температури вирощування на посівні властивості і якість насіння. Встановлено [1], що підвищення температури приводить до зниження крупності і збільшення вмісту білка в зерні ярової пшениці, а скорочення періоду покою насіння у ярового вівса і твердої пшениці під впливом високої температури в процесі їх визрівання забезпечує підвищення енергії проростання і схожості. У м'якої пшениці високі температури знижують дані показники при посіві свіжезібраного насіння. Аналогічні дослідження наявні й до овочевих культур [2].

Як і будь який тепловий процес, визрівання насіння потребує автоматичного регулювання для підтримання температурно-вологісного режиму. В якості базової установки обираємо термостат сухоповітряний МИЗ-МА ТС-20 (виробництво ТОВ «Медико-інструментальний завод – Медапарат», Білгород-Дністровський, Україна). Він підтримує 4 базових температури, які нам не достатньо.

Задача даного дослідження – забезпечити підтримку розширеного температурного діапазону для визрівання насіння, в тому числі овочевих культур. Вирішення задачі досягається шляхом створення комп'ютерно-інтегрованої системи керування термостатом з використанням процесора Arduino Uno і програмного забезпечення на мові Python. Об'єктом управління є термостат, який складається з таких вузлів (рис.1): 1 – Блок-плата управління. Використовується для вибору температури та виведення даних на дисплей; 2 – Дисплей ТМ 1637, використовується для виведення даних температури (після вдосконалення ще й для виведення даних вологості); 3 – Керуюча плата, керує потужністю на нагрівальні елементи та швидкістю обертів вентилятора в середині, приймає дані з датчика температури і передає її для виведення на плату 1; 4 – Вентилятор.

На рис.2 показана плата Arduino Uno та датчик температури і вологості «DHT 11», а також схема його підключення. Після підключення та первинної перевірки датчику, було вирішено залишити «рідний» дисплей термостату, адже він підходив під нашу плату.



Рисунок 1. Об'єкт управління – термостат ТС-200 та його вузли

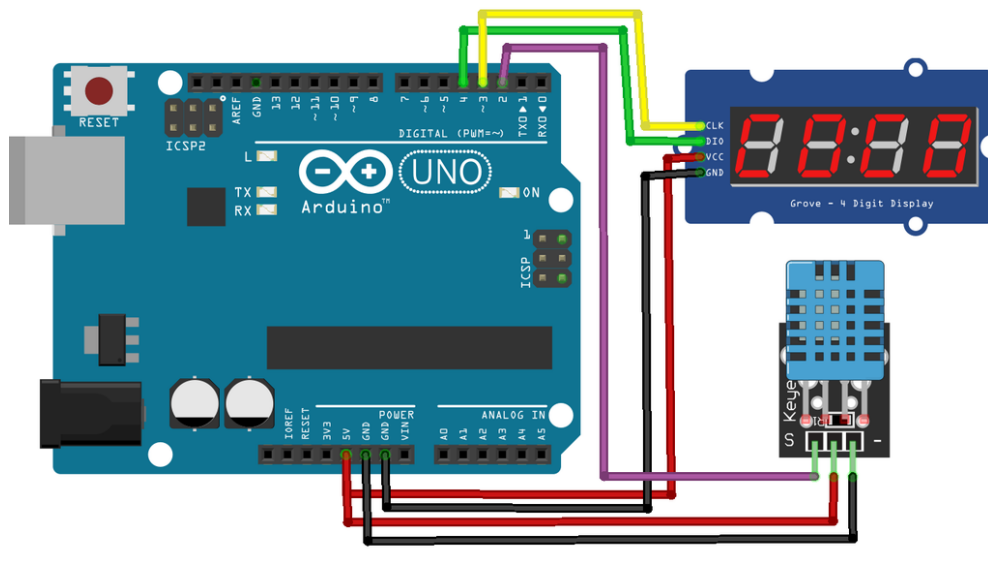


Рисунок 2. Підключення датчика і індикатора до інтегрованої плати Arduino Uno.

Після підключення датчику, на цифровий індикатор було виведено значення температури та вологості повітря в середині термостату. Даний код виконує заміри температури та вологості в тепловому агрегаті. На основі цих даних в майбутньому буде створена система яка автоматично регулюватиме температуру та вологість, на основі мікроконтролера "Arduino".

Таким чином, на даному етапі роботи було розроблено комп'ютерно-інтегровану систему моніторингу температури у термостаті з виведенням інформації на екран ноутбуку і на індикатор термостату. Подальшими дослідженнями будуть моніторинг вологості та управління параметрами термостату для визрівання насіння різних культур.

Перелік джерел посилань

1. Shkurkina, A.A., Khlebova, L.P., Melnikova, Yu.V., Vistovskaya, V.P., Mityukhina, S.E. The effect of genotype on in vitro morphogenesis of blue- And purple-grained bread wheat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, 723(2), 022055.
2. Посів овочевих культур: оптимальні умови для проростання насіння. <https://soncesad.com/statti/ovochi/zagalne-pro-nasinnya/posiv-ovochevix-kultur-optimalni-umovi-dlya-prorostannya-nasinnya.html>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦІ

Ямчук А.В., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Інтелектуальна система автоматичного керування мікрокліматом у теплиці є важливим інструментом для оптимізації умов вирощування рослин та підвищення їх продуктивності. Вона дозволяє забезпечити стабільні та комфортні умови для рослин, що сприяє їхньому здоров'ю і розвитку, а також ефективному використанню ресурсів. Сучасні технології автоматизації, такі як системи моніторингу та керування, стають ключовими у цьому процесі, оскільки вони дозволяють точно контролювати параметри мікроклімату, такі як температура, вологість, освітлення та вентиляція.

Одним із основних завдань системи керування є підтримка оптимального температурного режиму в теплиці. Дослідження показують, що коливання температури можуть негативно вплинути на ріст рослин і їхню продуктивність. Інтелектуальні системи автоматичного керування використовують дані з датчиків температури і вологості, щоб регулювати роботу обігрівачів, охолоджувачів та вентиляційних систем, забезпечуючи стабільність мікроклімату протягом всього вегетаційного періоду [1, 2].

Впровадження програмованих логічних контролерів (PLC) та системи керування НМІ дозволяє реалізувати автоматизований моніторинг та управління мікрокліматом. Такі системи надають операторам можливість в режимі реального часу відстежувати зміни в умовах теплиці та оперативно реагувати на них, що знижує ризики негативного впливу на рослини [3]. Крім того, автоматизовані рішення з використанням датчиків та виконавчих механізмів підвищують точність регулювання параметрів мікроклімату, що, в свою чергу, сприяє економії енергії.

Одним із важливих аспектів є також моніторинг та контроль вологості. Висока вологість може призвести до розвитку хвороб рослин, тоді як недостатня вологість негативно вплине на їх ріст. Інтелектуальні системи автоматичного керування дозволяють точно регулювати рівень вологості в теплиці, що забезпечує оптимальні умови для фотосинтезу та розвитку рослин [4]. Використання сучасних технологій, таких як інтернет речей (IoT), також дозволяє зібрати дані про мікроклімат і аналізувати їх для подальшого вдосконалення процесів вирощування.

Системи автоматичного керування мікрокліматом також забезпечують інтеграцію SCADA-систем для візуалізації та аналізу даних про умови в теплиці. Це дає можливість проводити тривалі спостереження та виявляти закономірності, що дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення для

оптимізації процесу [5]. Завдяки цьому, фермери можуть здійснювати довгострокове планування, що підвищує їх продуктивність і зменшує витрати.

Таким чином, впровадження інтелектуальних систем автоматичного керування мікрокліматом у теплицях є важливим кроком до підвищення енергоефективності та продуктивності сільського господарства. Це не лише знижує витрати на утримання теплиць, але й забезпечує стабільні умови для росту рослин, що в кінцевому рахунку позитивно впливає на якість врожаю та екологічні показники.

Перелік джерел посилань

1. Коваленко, А. О., & Дорошенко, В. С. (2020). Автоматизація системи контролю мікроклімату в теплицях.
2. Сидоренко, Н. А., & Мельник, О. В. (2021). Енергоефективні технології в аграрному секторі.
3. Петров, І. І., & Гончаренко, С. В. (2019). Використання PLC у системах автоматизації теплиць.
4. Даниленко, Т. Л., & Коваль, М. В. (2022). Системи моніторингу вологості в сільському господарстві.
5. Іванов, Ю. А., & Кравченко, П. М. (2020). SCADA-системи в автоматизації агропромислових процесів.

УДК 631.563

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ГРИБНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Мельничук Д.В., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Автоматизована система керування мікрокліматом у грибниці є необхідною умовою для створення оптимальних умов вирощування грибів, оскільки ці організми потребують чітко визначених параметрів температури, вологості та рівня CO₂. Впровадження систем з нечіткою логікою дозволяє враховувати природну мінливість умов і адаптувати параметри мікроклімату в реальному часі, що значно підвищує продуктивність грибниці та знижує витрати на ресурси. Нечітка логіка є ефективним методом керування системами з неповною або нечітко визначеною інформацією, що дозволяє автоматично регулювати параметри мікроклімату, зважаючи на різноманітні фактори. Це забезпечує плавне налаштування роботи обладнання, такого як зволожувачі, вентилятори, системи обігріву та охолодження, у залежності від поточних умов у грибниці [1, 2]. До складу автоматизованої системи

керування мікрокліматом входять сенсори температури, вологості та рівня CO₂, які надають дані в режимі реального часу. Ці показники зчитуються контролерами, що аналізують інформацію з використанням алгоритмів нечіткої логіки для визначення оптимальних значень параметрів. Використання нечіткої логіки дозволяє системі адекватно реагувати навіть на незначні зміни умов у приміщенні, забезпечуючи стабільність параметрів, необхідних для росту грибів [3]. Система керування з нечіткою логікою є особливо корисною для підтримання вологості, оскільки коливання цього параметру можуть негативно вплинути на розвиток грибів. Нечітка логіка допомагає підтримувати оптимальну вологість, враховуючи різні фактори, такі як температура, рівень CO₂ і активність вентиляції, що дозволяє уникати надмірного зволоження або пересихання середовища [4]. Однією з головних переваг систем керування з нечіткою логікою є здатність до адаптації в умовах, де відбуваються постійні зміни. Це дозволяє значно підвищити енергоефективність роботи грибниці, оскільки система регулює витрати енергії залежно від потреб. Зокрема, автоматизована система може зменшувати або збільшувати вентиляцію та інтенсивність обігріву в залежності від поточної ситуації [5]. Використання програмно-апаратних платформ з контролерами (PLC) та інтерфейсами НМІ також дозволяє операторам у режимі реального часу відстежувати стан мікроклімату у грибниці, а також змінювати налаштування відповідно до поточних потреб. Дані, які накопичуються завдяки такій системі, можуть бути використані для подальшого аналізу та оптимізації процесу вирощування грибів.

Інтеграція нечіткої логіки у систему автоматичного керування грибницею дозволяє підтримувати стабільність умов навіть у разі зовнішніх коливань. Наприклад, система зможе самостійно збільшити вентиляцію при підвищенні концентрації CO₂ або знизити температуру при перегріванні приміщення. Це забезпечує не лише якість продукції, але й економію ресурсів, що знижує витрати на виробництво [6].

Загалом, автоматизація керування мікрокліматом у грибниці з використанням нечіткої логіки дозволяє значно покращити ефективність роботи всієї системи, підвищуючи врожайність грибів та знижуючи експлуатаційні витрати. Сучасні дослідження підтверджують, що використання інтелектуальних систем керування з нечіткою логікою є важливим кроком до сталого розвитку та підвищення ефективності агротехнічних процесів.

Перелік джерел посилань

- 1.Іванов, П. М., & Гнатюк, Ю. В. (2019). Енергозберігаючі системи для грибних ферм: новітні технології.
- 2.Петренко, А. С., & Левченко, М. Ю. (2020). Застосування нечіткої логіки в агротехнічних процесах.
- 3.Савченко, О. В., & Коваль, І. Г. (2021). Сенсорні системи для моніторингу мікроклімату у грибницях.

- 4.Данилюк, С. С., & Романенко, В. П. (2022). Технології оптимізації вологості в грибних фермах.
- 5.Клименко, Т. М., & Шевченко, І. С. (2022). Контроль температурного режиму з використанням нечіткої логіки.
- 6.Дяченко, О. М., & Трофименко, Л. С. (2023). Інтелектуальні системи керування для сільськогосподарських підприємств.

УДК 631.563

КОМП'ЮТЕРНО - ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ТЕПЛИЦІ

Ющук В.О., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Агропромисловий комплекс стикається з численними викликами, серед яких забезпечення оптимальних умов для вирощування рослин займає ключове місце. Системи автоматизованого керування мікрокліматом у теплицях стають невід'ємною частиною сучасного сільського господарства, оскільки вони дозволяють підтримувати оптимальні параметри, такі як температура, вологість, освітленість та рівень CO₂. Комп'ютерно-інтегровані системи автоматизації забезпечують ефективність управління цими умовами, що, в свою чергу, сприяє підвищенню врожайності та зниженню витрат на ресурси.

Основні компоненти системи: Комп'ютерно-інтегрована система автоматизованого керування мікрокліматом в теплиці складається з кількох основних компонентів. **Сенсори:** Використовуються для моніторингу основних параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість, освітленість і концентрація CO₂. Дані, отримані від сенсорів, передаються на контролер для подальшої обробки. **Контролери:** Програмовані логічні контролери (PLC) або мікроконтролери, які обробляють дані від сенсорів і виконують алгоритми керування для автоматизації роботи системи. **Актори:** Виконавчі механізми, такі як вентилятори, обігрівачі, зволожувачі та освітлювальні прилади, які регулюють параметри мікроклімату відповідно до отриманих команд від контролерів. **Інтерфейси користувача (НМІ):** Забезпечують зручний доступ до системи для моніторингу та управління параметрами мікроклімату. Оператори можуть переглядати дані в режимі реального часу та вносити зміни в налаштування системи. **Принцип роботи:** Система автоматизованого керування мікрокліматом працює на основі безперервного моніторингу та аналізу даних, зібраних від сенсорів. Параметри мікроклімату постійно порівнюються з заданими нормами, а при виявленні відхилень система автоматично коригує роботу акторів.

Наприклад, якщо температура перевищує оптимальні значення, система може активувати вентилятори для охолодження теплиці, або навпаки, в разі зниження температури — ввімкнути обігрівачі. Переваги комп'ютерно-інтегрованих систем: **Підвищення врожайності:** Завдяки підтримці оптимальних умов для росту рослин, автоматизовані системи дозволяють досягати високої врожайності. **Економія ресурсів:** Автоматизація процесів веде до зменшення витрат на енергію, воду та інші ресурси. Системи можуть адаптуватися до змін в навколишньому середовищі, забезпечуючи лише необхідний рівень ресурсів. **Покращення якості продукції:** Підтримка стабільного мікроклімату дозволяє вирощувати здоровіші рослини з кращими органолептичними властивостями. **Дистанційне керування:** Сучасні системи дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг та керування, що спрощує управлінські процеси та забезпечує більшу гнучкість. Комп'ютерно-інтегровані системи автоматизованого керування мікрокліматом в теплицях стають важливим інструментом для підвищення ефективності сільського господарства. Вони дозволяють створювати оптимальні умови для вирощування рослин, знижувати витрати на ресурси та покращувати якість продукції. Інтеграція новітніх технологій у аграрний сектор відкриває нові можливості для сталого розвитку та підвищення продуктивності сільського господарства.

Перелік джерел посилань

1. Андрійчук, В. П. (2020). Системи автоматизації у сільському господарстві: технології та перспективи. К.
2. Мельник, О. О., & Коваленко, Т. І. (2021). Технології автоматизованого керування в теплицях. Вісник агрономії, 3(12), 45-52.
3. Тарасенко, І. В. (2019). Енергозберігаючі технології в агрономії. НУБіП України.
4. Федоренко, С. М. (2022). Інноваційні підходи до управління мікрокліматом у теплицях. Аграрна наука, 4(15), 67-74.

УДК 004.8:628.5

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Якушов В.В., аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Інтелектуальні системи керування сьогодні є ключовим інструментом у підвищенні ефективності природокористування, забезпечуючи оптимізацію ресурсів та автоматизацію процесів. У цій роботі представлені результати дослідження ефективності інтелектуальних алгоритмів у задачах моніторингу та регулювання ресурсів. Зростаюче навантаження на природні ресурси та необхідність сталого розвитку вимагають нових підходів до керування та

оптимізації процесів природокористування. Інтелектуальні системи керування, які використовують алгоритми машинного навчання та методи обробки великих даних, дозволяють підвищити точність і швидкість прийняття рішень. Для дослідження застосовувалися алгоритми нейронних мереж і регресійного аналізу, які були адаптовані до специфічних завдань природокористування, таких як моніторинг якості води, керування енергоспоживанням у тепличних господарствах, а також автоматичне виявлення проблем у лісових масивах. Використання інтелектуальних систем дозволило зменшити втрати енергії на 15%, а також оптимізувати процеси водокористування на 20%. Впровадження автоматизованого контролю за станом ґрунту в сільському господарстві дало змогу підвищити врожайність на 10%. Застосування інтелектуальних алгоритмів у робототехнічних системах природокористування дозволяє забезпечити високий рівень точності в процесах моніторингу та аналізу, мінімізуючи людський фактор. Позитивні результати підтверджують перспективність впровадження таких систем в агропромисловості та екологічному моніторингу. Інтелектуальні системи керування мають значний потенціал у сфері природокористування, особливо в умовах автоматизації та роботизації. Подальші дослідження будуть спрямовані на вдосконалення алгоритмів для більш ефективного управління ресурсами.

Перелік джерел посилань

1. Лісовий О.А. Високопродуктивні системи для моніторингу природних ресурсів. Київ, 2021.
2. Григоренко В.В. Сучасні підходи до автоматизації у сільському господарстві. Харків, 2022.

УДК 621.316.143

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМ РОЗПОДІЛУ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ЗАГРОЗ

Шворов С.А., д.т.н., професор; Поліщук Р.Ф. аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна*

Актуальність роботи зумовлена зростанням частоти та інтенсивності кризових ситуацій в об'єднаній енергетичній системі України, спричиненими ракетними атаками та іншими військовими діями російської федерації, які націлені на енергетичну інфраструктуру. Ці атаки призводять до масових відключень електроенергії, створюючи серйозні соціальні та фінансові втрати для держави та населення. У таких умовах розробка моделей і методів для підвищення стійкості систем розподілу електроенергії та швидкого

відновлення після пошкоджень є критично важливою для забезпечення надійного енергопостачання, особливо для життєво необхідних об'єктів. Важливу роль у цьому процесі відіграє інтеграція розподілених джерел генерації, яка дозволяє скоротити час відновлення мереж та зменшити залежність від централізованих джерел енергії, що особливо актуально в умовах війни. Розробка ефективних методів управління відновленням мереж після військових атак має надзвичайне значення для енергетичної безпеки та стійкості системи електропостачання України..

Об'єктом дослідження є система розподілу електроенергії, яка зазнає негативного впливу через військові атаки на інфраструктуру. У роботі зосереджено увагу на відключеннях, спричинених пошкодженням розподільчих мереж, а також на заходах з управління та відновлення енергосистеми після таких атак. Окрім технічних аспектів роботи мережі, розглядаються питання координації роботи ремонтних бригад, управління обладнанням та процесом відновлення.

Предметом дослідження є розробка моделей і методів для підвищення ефективності управління відновленням розподільчих мереж у разі військових атак. Це включає:

- Оптимізацію графіка ремонту та відновлення електропостачання з урахуванням невизначеностей, пов'язаних із пошкодженнями мережі, часом ремонту та потребами в ресурсах.

- Використання різних джерел розподіленої генерації (відновлювані джерела енергії, когенераційні/газотурбінні установки тощо) та систем зберігання енергії для забезпечення швидшого відновлення роботи мережі та створення мікромереж.

- Розробку алгоритмів для оптимізації відновлення, включно з маршрутизацією команд та управлінням ресурсами, що дозволяє швидко реагувати на пошкодження і відновлювати електропостачання.

Наукова новизна роботи полягає у впровадженні комплексного підходу до управління відновленням розподільчих мереж в умовах військових загроз, який об'єднує кілька важливих елементів: нова математична модель для спільної оптимізації маршрутизації ремонтних бригад та відновлювальних операцій у системах розподілу, оптимізація функцій управління несправностями з урахуванням ризику та ймовірності виникнення пошкоджень внаслідок військових дій, що дозволяє прогнозувати відключення та мінімізувати їхню тривалість, та метод визначення місця несправностей із застосуванням інтелектуальних пристроїв для моніторингу стану мережі в реальному часі, що дозволяє точніше локалізувати пошкоджені ділянки й ефективніше організувати процес відновлення.

Дослідження представляє сучасні методи управління відновленням розподільчих мереж в умовах військових атак на енергетичну інфраструктуру, зокрема ракетних обстрілів. Запропоновані підходи забезпечують швидке відновлення енергопостачання завдяки інтеграції розподілених джерел генерації та використанню інтелектуальних пристроїв

для точного виявлення місць пошкодження. Розроблені алгоритми оптимізації маршрутизації бригад та управління ресурсами дозволяють мінімізувати фінансові та соціальні втрати, спричинені відключенням електроенергії. Це дослідження вносить значний вклад у підвищення стійкості енергосистеми України, забезпечуючи енергетичну безпеку та зменшуючи наслідки військових дій на інфраструктуру.

Перелік джерел посилань

1. Сміт, Дж., & Браун, Р. (2021). *Стійкість в енергосистемах: підходи до енергетичної безпеки під час конфліктів*. *Journal of Energy Security and Resilience*, 12(3), 101-120.
2. Гарсія, Л., Чжан, Х., & Кім, С. (2022). *Розподілені джерела енергії та мікромережі: підвищення стійкості мережі до деструктивних подій*. *IEEE Transactions on Power Systems*, 37(8), 2004-2018.
3. Хан, М., & Ахмед, Т. (2020). *Інтелектуальний моніторинг і виявлення несправностей в системах розподілу електроенергії*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125, 109846.

УДК 681.5.004

**АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ
ПРЕМІКСІВ З ПІДСИСТЕМОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВХІДНОЇ
СИРОВИНИ**

***Правілов М.О., аспірант; Опришко О.О., к.т.н., доцент;
Кіктєв М.О., к.т.н., доцент***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Одним із найважливіших компонентів комбікормів є збагачувальні та лікувальні мікродобавки (премікси). Організація їхнього виробництва на внутрішньогосподарських підприємствах є важливим резервом для підвищення якості та поживної цінності комбікормів. На сьогодні відомо понад сотню найменувань біологічно активних речовин різної хімічної природи та властивостей, що використовуються у виробництві преміксів. Розробляються рецептури преміксів для всіх виробничих груп тварин і птиці а тому числі для автоматизованого виробництва. В роботі А. Victor Suresh (2016) в [1] приведено огляд програмного забезпечення для розрахунку рецептури преміксів. При адитивних технологіях, коли кінцевий продукт отримується з різноманітних базових компонентів за рахунок використання лінійного програмування та використанні математичних процедур досягається отримання найкращого результату при наявності ряду обмежень.

До недоліків преміксів можна віднести обмежений термін зберігання так і його порівняно високу вартість оскільки найбільш поширені рецепти преміксів передбачають використання високотехнологічних дорогих

компонентів. Для зниження вартості проводяться розробки щодо заміщення імпорتنих місцевими ресурсами.

На території Східної та Центральної Європи також є місцеві ресурси придатні для створення преміксів приклад розрахунку рецептури яких показано в роботі М.Кіктєв (2013) в [4], та М.Кіктєв (2013) в [5]. При створенні таких високотехнологічних продуктів як премікси особливе значення має стабільність показників складових. Відповідно необхідно розробити технологічні та технічні рішення для оцінки стану сировини безпосередньо на виробництві, що на прикладі вапняку та повареної солі і стало метою нашої роботи.

Задача даного дослідження – оцінка якості вхідної сировини (солі та вапняку), дослідження її гранулометричних показників та оптимізація рецептури і технологічного процесу в залежності від отриманих показників. Вирішення задачі досягається шляхом створення комп'ютерно-інтегрованої системи керування з використанням цифрової камери, і програмного забезпечення на мові Python. Об'єктом управління є цифрова камера, що оцінюватиме гранулометрію та візуальні показники якості за допомогою нейронних мереж. На рисунку 1 наведено зразки сировини (солі), які мають різні показники якості та гранулометрії, на основі яких буде створено датасет. На їх основі буде реалізоване навчання камери.



Рисунок 1. Приклади зразків якісної та неякісної солі.

Як видно з Рисунку 1(зліва), сіль може приходити на виробництво у задовільному стані, з потрібною гранулометрією та вмістом вологи. Це напряму впливає на якість готового преміксу, адже від цього залежить технологічний процес. А саме: час змішування, однорідність готової продукції, вміст вологи та інші технічні показники. На Рисунку 1(справа) наведено неякісний приклад солі, що можна оцінити візуально за допомогою цифрової камери з нейронною мережею. Таку сировину за результатами

оцінки можна відправити на технологічну лінію підготовки: сушарка, потім – дробарка для отримання задовільної гранулометрії.

Навчання камери може бути реалізовано за допомогою бібліотеки комп'ютерного зору та обробки зображень OpenCV. Задача побудови та тренування нейронної мережі здійснюється в програмній бібліотеці для машинного навчання TensorFlow.

Таким чином, на даному етапі роботи було зібрано достатню кількість наочних зразків для їх обробки, аналізу та систематизації у датасет, на основі якого буде проводитись навчання цифрової камери.

Перелік джерел посилань

1. A. Victor Suresh "Feed formulation software", Editor(s): Sergio F. Nates, Aquafeed Formulation, Academic Press, 2016, pp. 21-31, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800873-7.00002-6>.

2. Кіктев, М. Алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої підсистеми обліку кормів агропромислового об'єкта / М. Кіктев, І. Веклинець // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — Т. 3, № 10(63). — С. 50—52.

3. Кіктев, М. Постановка та вирішення задачі оптимізації годівлі тварин. Технологічний аудит та резерви виробництва. 2013. - №6/2 (14). - С.8-11.

УДК 681.518

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГРАНУЛЮВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ

Савченко О.В., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Гранулювання є важливим етапом у виробництві лікарських препаратів, оскільки саме на цьому етапі формується структура та фізико-хімічні властивості кінцевої продукції. Стабільність процесу гранулювання має вирішальне значення для забезпечення однорідності та якості гранул, що, у свою чергу, впливає на ефективність, розчинність та біодоступність лікарських засобів. Вдосконалення комп'ютерно-інтегрованої системи керування цим процесом є актуальним завданням, яке сприяє підвищенню якості та продуктивності виробництва.

Для досягнення стабільної якості лікарських гранул необхідно забезпечити постійний контроль параметрів, таких як вологість, температура та швидкість змішування на кожному етапі гранулювання. Відсутність точного контролю може призвести до відхилень у якості продукту та значних втрат сировини. Впровадження сучасних систем автоматизації допомагає

забезпечити точність параметрів та зменшує залежність від людського фактора.

Метою роботи є розробка та вдосконалення комп'ютерно-інтегрованої системи керування процесом гранулювання, що дозволить забезпечити стабільність технологічного процесу та покращити якість кінцевої продукції. Оптимізація керування дозволить не тільки знизити втрати сировини, але й підвищити ефективність виробництва.

В основі дослідження лежить застосування системи контролю на базі програмованих логічних контролерів (PLC) у поєднанні з SCADA-системою для моніторингу та управління параметрами процесу в режимі реального часу. Це дозволяє автоматично коригувати процес відповідно до змін в умовах виробництва, таких як вологість і температура сировини.

Вдосконалена комп'ютерно-інтегрована система керування гранулюванням лікарських препаратів забезпечила більш стабільний процес, підвищення якості гранул та економію сировини. Застосування сучасних засобів автоматизації дозволяє знизити ризик відхилень у технологічному процесі та підвищує продуктивність, що є важливим для досягнення конкурентоспроможності у фармацевтичній промисловості.

Перелік джерел посилань

- 1.Іванов, П. Г., & Сидоренко, О. Ю. (2021). Системи автоматизованого контролю температурного режиму при зберіганні зерна. Харків: Технології агровиробництва.
- 2.Петров, М. В., & Коваленко, Н. С. (2022). Інноваційні підходи до сушіння зернових культур: досвід застосування SCADA-систем. Київ: Аграрна наука.
- 3.Савченко, Л. М., & Антонов, С. І. (2020). Оптимізація температурного режиму для зберігання зерна. Одеса: Сучасні агротехнології.
- 4.Кривенко, Д. В., & Олійник, В. О. (2023). Використання енергоефективних рішень у сушінні зернових культур. Вінниця: Інноваційні технології.
- 5.Марченко, В. П., & Степаненко, О. В. (2019). Програмно-апаратні засоби для контролю параметрів зернових продуктів в умовах складу. Полтава: Видавництво АПК.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

УДК 621.316

ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Колодяжний Я.І., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент
Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми.

Надійність роботи трансформаторів є критично важливим фактором для стабільного функціонування електроенергетичних систем. Однією з найсерйозніших проблем, що впливають на надійність трансформаторів, є наявність надлишкової вологи в їх ізоляційній системі.

Волога може проникати в ізоляцію трансформатора різними шляхами:

- через недосконалості герметизації,
- під час ремонтних робіт,
- утворюватися в результаті деградації целюлозної ізоляції та трансформаторного масла.

Присутність надлишкової вологи в ізоляції трансформатора призводить до ряду негативних наслідків:

- вона значно знижує електричну міцність ізоляції, що підвищує ризик електричних пробоїв та коротких замикань.

- волога прискорює процеси старіння целюлозної ізоляції, викликаючи гідроліз целюлози та зменшення ступеня полімеризації паперової ізоляції. Це призводить до зниження механічної міцності ізоляції та скорочення терміну служби трансформатора.

- наявність вологи в трансформаторному маслі погіршує його діелектричні властивості,

- збільшує діелектричні втрати,
- знижує охолоджувальну здатність,
- призвести до перегріву трансформатора та прискореного старіння ізоляційних матеріалів.

Особливо небезпечним є утворення газових бульбашок при нагріванні вологої ізоляції, що може спричинити часткові розряди та подальше руйнування ізоляції.

Серед традиційних методів сушіння, таких як термічне нагрівання та вакуумна дегазація, недостатня ефективність та можливі температурні пошкодження целюлозної ізоляції стимулюють науковців шукати нові підходи. Таким підходом є впровадження новітнього методу вакуумного виморожування.

Проведені експерименти підтвердили, що вакуумне виморожування є не лише технічно ефективним, але й економічно доцільним рішенням, особливо в умовах підвищеної вологості, де традиційні методи часто

виявляються недостатньо ефективними. Метод забезпечує глибоке та рівномірне висушування ізоляційних матеріалів, що неможливо досягти при застосуванні інших способів.

УДК 621.311.24

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАГАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Сіренко Ю.В., PhD; Тацький К.К., студент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

На сучасному етапі розвитку промисловості та енергетичного сектору виникає гостра потреба у зниженні споживання невідновлюваних ресурсів. Одним з найбільш перспективних рішень є інтеграція ВДЕ, зокрема сонячної енергії. Впровадження приватної СЕС дозволяє не тільки зменшити витрати на електроенергію, але й зробити компанію більш незалежною від коливань на енергетичному ринку. У роботі розглянуто, як встановлення СЕС може сприяти підвищенню енергоефективності мережі ТОВ "Енера Суми". Сонячна енергія є одним з найбільш екологічно чистих та доступних джерел енергії, що може значно зменшити залежність підприємств від традиційних джерел [1, 2].

На території Сумської області середньорічна інсоляція достатня для ефективного функціонування СЕС, що сприяє економічно вигідному впровадженню. Встановлення СЕС для внутрішніх потреб дозволить компанії зменшити обсяг закупівлі електроенергії з мережі. Це призведе до зниження витрат на електроенергію в пікові періоди, коли тарифи найвищі, а також сприятиме зниженню собівартості продукції компанії. Очікується скорочення витрат на 20-30% за рахунок використання сонячної енергії для потреб компанії [2]. Одним із викликів є адаптація існуючої мережі для прийому електроенергії від СЕС, що вимагає оновлення обладнання та додаткових систем контролю. Важливими аспектами також є вибір потужності СЕС, забезпечення стабільності напруги та безперервного енергопостачання при мінливості погодних умов.

Використання СЕС значно зменшує викиди CO₂ та інші забруднюючі речовини, що супроводжують виробництво електроенергії з традиційних джерел. Встановлення СЕС може стати екологічно вигідним рішенням, підвищуючи рівень соціальної відповідальності компанії [3]. Інтеграція приватної сонячної електростанції для потреб ТОВ "Енера Суми" є економічно та екологічно доцільною, оскільки дозволяє знизити витрати на електроенергію, зменшити викиди в атмосферу та зробити компанію більш

незалежною від коливань цін на електроенергію [3]. З урахуванням викликів, таких як складність адаптації мережі та необхідність технічних оновлень, впровадження СЕС представляє перспективний напрямок для підвищення енергоефективності компанії та стабільності енергосистеми.

Перелік джерел посилання

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. "Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні". Київ, 2023.
2. Ivanov, A., Petrenko, M. "Renewable Energy Sources in the Industrial Sector: An Economic and Environmental Perspective." Energy Policy Journal, vol. 45, 2022, pp. 93-105.
3. Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (IRENA). "Global Solar Atlas". 2021.

УДК 621.3

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ПОНИЖУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ В КОЛАХ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМ ОБЛАДНАННЯМ

Бокова В.І., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент,
Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми.

Використання обладнання, яким досягається певний рівень комфорту та умов функціонування, вимагає постійного контакту персоналу з його частинами. Для прикладу, вентиляційним обладнанням є можливість отримання необхідних умов мікроклімату всередині приміщення, температури, стану загазованості приміщення, тощо.

В цілях безпеки для персоналу цілком логічним є підключення різного роду обладнання, спрямованого на зниження ступеня небезпеки при контактуванні з ним. Висока небезпека проявляється внаслідок контактування з обладнанням з напругою 220 та 230В, що є найбільш розповсюдженими номіналами напруг для класичного обладнання.

Тому, питання покращення безпеки для персоналу є досить актуальним.

Розповсюджені системи вентиляції мають у власному колі керування схеми електричної принципової класичний набір елементів керування електричним двигуном. Різниця може полягати в доповненні схеми різного роду виконуваними елементами автоматизації процесу. Таким елементами можуть бути:

- датчики загазованості;
- датчики температури;
- датчики запиленості;
- інші.

Дія таких датчиків спрямована на автоматизацію процесу вмикання електричного двигуна шляхом подачі сигналів на вхід котушки електромагнітного пускача.

Безпека персоналу, про яку йдеться мова, спрямована на зниження напруги в колі керування, пристрої в якому безпосередньо контактують з персоналом. Для прикладу, такими конструктивними елементами можуть бути кнопкові пости. Використання всередині них провідників як вхідних, так і вихідних з напругою 12/24/36 В дає можливість зниження небезпеки ураження електричним струмом персоналу.



Рисунок 1. Понижующий трансформатор 220/24 В

За рахунок використання представленого типу обладнання є можливість:

- зменшити негативний вплив на людину внаслідок зменшення вірогідності ураження електричним струмом;
- дотримання необхідних параметрів роботи системи керування вентиляційним обладнанням без надмірної зміни принципу кола керування електричним двигуном.

Таким чином, безпека для персоналу, що є одним з головних завдань в дотриманні необхідних правил з техніки безпеки, є досить актуальним завданням. Його реалізація відбувається з урахуванням сучасних вимог, норм та правил. Доцільність впровадження систем з понижуючими трансформаторами є виправданою з точки зору зменшення вірогідності ураження персонал електричним струмом. Представлена зміна в колі керування не вимагає складних дій, однак значно покращує безпеку для людини при роботі з даним обладнанням.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ І РЕМОНТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Окушко О.В.¹, к.т.н., доцент; Ковтун П.М.², старший викладач

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

²Немішаєвський агротехнічний коледж,
с.м.т. Немішаєво, Київська обл., Україна

Особливостями технологій, які застосовуються в сервісних майстернях для відновлення і ремонту техніки електрообладнання є те, що у більшості випадків, вони являють собою застарілі і енергоресурсовитратні.

До таких технологій можна віднести: механічну обробку матеріалів з особливими фізико-механічними властивостями, термічну обробку, емалювання та фарбування, відновлення зношених вузлів та деталей, зварювання металів тощо.

Застосування ультразвукових коливань при очищенні та митті дозволяє звести до мінімуму використання ручної праці, виключити органічні розчинники, а також очищати важкодоступні ділянки виробів, проводити очищення і знежирення, а в деяких випадках – виключити дороге розбирання механізмів, механічну і хімічну очистку. Так наприклад, очистка деталей тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин при ультразвуковій обробці у 5...10 разів зменшує час обробки при зменшенні витрат хімікатів більше, ніж у 1,5...2 рази.

Важливе місце при проведенні відновлюваних робіт електрообладнання займають зварювальні роботи. Застосування електротехнологій при зварюванні дозволяє здійснити точкове і шовне зварювання як однорідних, так і різнорідних матеріалів, що мають різну товщину без розплавлення основного матеріалу і попереднього зняття поверхневих окисних плівок. Застосування такої технології дозволяє підвищити ефективність зварювальних робіт на 20...30 %.

Важливе місце займають питання якісного просочення конструкційних та ізоляційних матеріалів, наприклад дерев'яних деталей різного призначення трансформаторів, обмоток двигунів, кабельної продукції тощо, що забезпечує підвищення електричної міцності в 1,2...1,5 рази. При цьому, широке впровадження знаходять методи просочення на базі використання акустичних коливань різного діапазону частот (20 кГц...1 ГГц) та інтенсивності (0,5...5 Вт /см²).

Одним із перспективних та ефективних рішень проблеми боротьби з корозією, яка впливає на довговічність, механічну стійкість, тривалість експлуатації опор є застосування технології покриття металевих конструкцій опор ЛЕП 35 – 110 кВ цей метод може бути реалізований не тільки в умовах

ремонтних майстерень, але і, що особливо важливо, при вирішенні питань, пов'язаних з відновленням покриттів при реконструкціях та ремонті металевих опор ЛЕП безпосередньо у польових умовах.

Перелік джерел посилань

1. Іноземцев Г.Б. Електротехнології обробки сільськогосподарської продукції / Г.Б. Іноземцев, О.М. Берека, О.В. Окушко, С.М. Усенко; за ред. Іноземцева Г.Б. / К. – ЦП “Компринт“. – 2015. – 306 с.
2. Верещагин И.П. Высоковольтные электротехнологи / И.П. Верещагин / 1999. – М.: из-во МЭИ. – 192 с.
3. Іноземцев Г.Б. Перспективні методи виготовлення та ремонту електротехнічного обладнання в умовах АПК // Г.Б. Іноземцев, О.В. Окушко / Енергетика і автоматика. – №4. – 2016 р.
4. Іноземцев Г.Б. Енергозбереження в системах електропостачання сільського господарства: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, О.В. Окушко. – ЦП “Компринт“. – 2015. – 151 с.

УДК 621.311.24

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» ЧЕРЕЗ
ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ: АНАЛІЗ
ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

Сіренко Ю.В., PhD; Тацький К.К., студент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

В умовах зростання цін на електроенергію та загальної нестабільності енергетичного ринку промислові компанії шукають шляхи зниження витрат та підвищення енергоефективності. В Україні все більше підприємств звертається до ВДЕ, серед яких особливий інтерес викликають сонячні електростанції, здатні суттєво зменшити залежність від зовнішніх енергетичних постачальників. Ця робота досліджує доцільність і переваги встановлення приватної СЕС для оптимізації енерговитрат ТОВ "Енера Суми". Основною причиною переходу на альтернативні джерела енергії є необхідність зниження витрат на електроенергію [1]. Досвід інших промислових підприємств вказує на зниження енерговитрат на 25-30% при використанні СЕС, що робить таке рішення економічно обґрунтованим. Високий рівень інсоляції у регіоні надає додаткові переваги для ефективної роботи СЕС. Інтеграція СЕС дозволить компанії частково забезпечити власні потреби в електроенергії, знижуючи навантаження на центральну мережу. Паралельно впровадження СЕС знижує ризики, пов'язані зі збоями в енергопостачанні, та сприяє підвищенню надійності роботи системи [2]. Досліджено, що сонячні станції, навіть у невеликому масштабі, можуть сприяти зниженню пікових навантажень у мережі. Встановлення СЕС

дозволить компанії знизити витрати на електроенергію шляхом використання власної генерації.

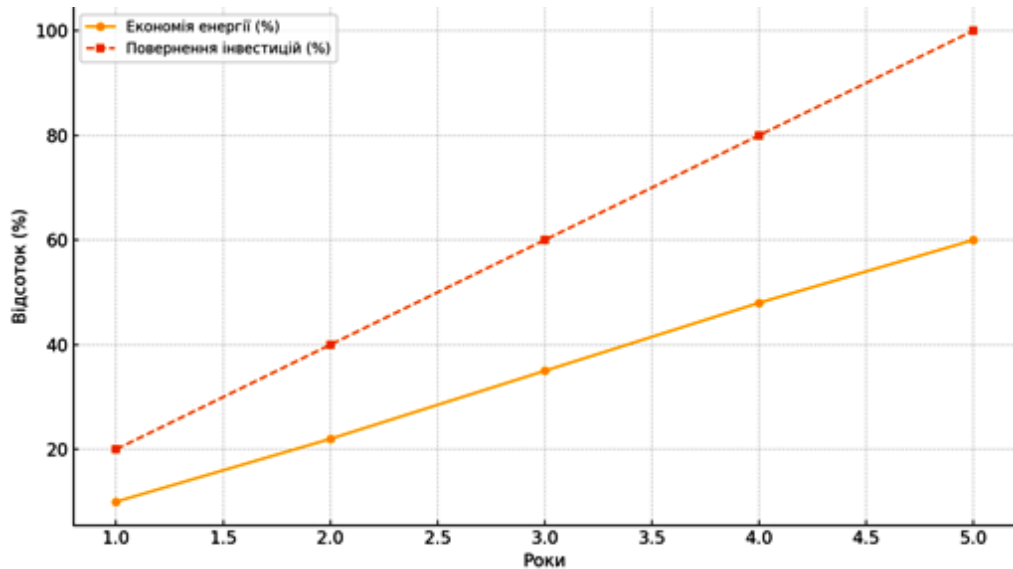


Рисунок 1. Прогнозована економія енергії та повернення інвестицій за 5 років

Очікується, що первинні інвестиції в СЕС окупляться протягом 4-5 років завдяки значній економії на енергоресурсах, а подальша експлуатація стане джерелом стабільного зниження операційних витрат.

Таблиця 1.

Порівняння витрат

Параметр	Сонячна енергія	Традиційна енергія
Початкові витрати	Високі	Низькі
Щорічні витрати на обслуговування	Низькі	Високі
Екологічний вплив	Низький рівень викидів	Високий рівень викидів
Незалежність від ринку	Висока незалежність	Залежність від ринку

Використання сонячної енергії знижує викиди вуглецю, що є важливим фактором для дотримання екологічних стандартів. Впровадження СЕС на підприємстві може стати важливим кроком для підвищення екологічної відповідальності та підвищення репутації ТОВ "Енера Суми". Інтеграція сонячної електростанції для потреб ТОВ "Енера Суми" є перспективною стратегією, що забезпечує економічні вигоди, знижує залежність від

енергетичного ринку та підтримує екологічні зобов'язання компанії [3]. Оптимізація енерговитрат за допомогою СЕС є актуальним та вигідним рішенням для стабільного розвитку компанії.

Перелік джерел посилання

1. Міністерство енергетики України. "Аналіз ефективності відновлюваних джерел енергії в промисловому секторі". Київ, 2023.
2. Petrov, D., Serhiyenko, I. "Solar Power in Industrial Applications: Cost Efficiency and Environmental Impact." *Renewable Energy Journal*, vol. 47, 2022, pp. 112–126.
3. Міжнародне агентство з енергетики (IEA). "World Energy Outlook 2021: Solar PV Development".

УДК 631.3-83(075.8)

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛІФТА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ

Квітка С.О., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

У наш час відбувається швидке змінювання принципів побудови, конструктивного виконання та елементної бази електроприводів змінного струму, що використовуються в різних галузях промисловості [1-5]. У багатьох випадках модернізація здійснюється шляхом заміни нерегульованих і регульованих електроприводів різних типів на частотнорегульовані електроприводи змінного струму з асинхронними двигунами [1-7].

Електропривод ліфта повинен забезпечувати великий пусковий момент для розгону електродвигуна без ривків враховуючи, що кабіна типової підйомної системи разом із противагою представляє для приводу велике інерційне навантаження. Завдяки застосуванню перетворювача частоти (ПЧ) з векторним керуванням і згладжуванню пускової діаграми система забезпечує рух кабіни ліфта без ривків і комфорт пасажирів під час критичних фаз розгону та уповільнення.

У наведеному прикладі у запропонованій системі керування електроприводом ліфта із застосуванням перетворювача частоти Micromaster Vector (рис. 1) ПЧ використовується в малій ліфтовій системі. При наближенні ліфта до місця зупинки відбувається перемикання з нормальної швидкості на швидкість підходу. Час розгону або зупинки системи складає 3 секунди, гальмівний резистор покращує зупинку ліфта.

Контролер Simatic S7-313 здійснює керування перетворювачем частоти Micromaster Vector за цифровими входами. Входи Dvx1, Dvx2 використовуються для вибору напрямку руху, Dvx3, Dvx4 для вибору

фіксованих частот, а в даному випадку ще й для активізації динамічного гальмування постійним струмом (вихід Dvx5).

Реле в системі використовується для керування електродвигуном механічного гальма. Після відпускання механічного гальма кабіна розганяється в шахті, доки частота електродвигуна кабіни не буде відповідати швидкості нормального режиму. Датчики наближення в ліфтовій шахті пов'язані із системою керування і повинні інформувати контролер про наближення кабіни до поверху, необхідність переходу на знижену швидкість і потім гальмування. Якщо кабіна проїжджає перший датчик наближення, ліфт гальмується до зниженої швидкості. При проході другого датчика ліфт зупиняється і накладається механічне гальмо.

Таким чином, запропонована система керування електроприводом ліфта із застосуванням перетворювача частоти Micromaster Vector з векторним керуванням дозволяє забезпечити високий і регульований пусковий момент приводного електродвигуна, що забезпечує рух кабіни ліфта без ривків.

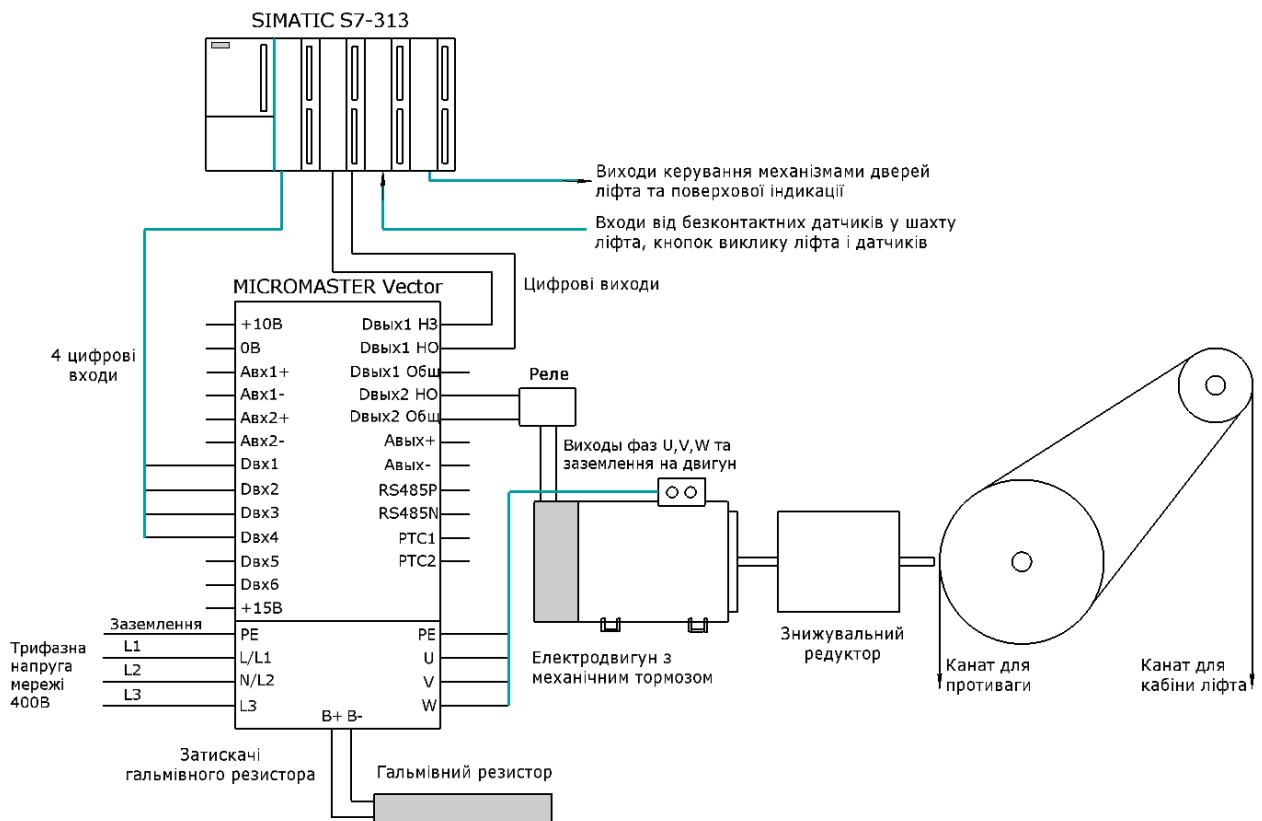


Рисунок 1. Система керування електроприводом ліфта із застосуванням перетворювача частоти Micromaster Vector

Перелік джерел посилань

1. Загірняк М. В., Коренькова Т. В., Калінов А. П., Гладир А. І., Ковальчук В. Г. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник. - 2-ге вид., переробл. і доповн. Харків : Видавництво «Точка», 2017. 206 с.
2. Попович М. Г., Лозинський О. Ю., Клепиков В. Б. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи : навч. посібник. К. : Либідь, 2005. 680 с.

3. Квітка С. О., Безменнікова Л. М., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Методи управління та апаратна реалізація сучасних перетворювачів частоти. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання. Мелітополь : ТДАТУ, 2013. Вип. 3, т. 2. С. 164-171.
4. Квітка С. О. Силові електронні пристрої в системах керування : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 180 с.
5. Квітка С. О., Томілко Ю. С. Застосування перетворювача частоти в електроприводі ліфта. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали ІV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова / ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 61-62.
6. Квітка С. О., Постнікова М. В., Речина О. М. Основи електроприводу : лабораторний практикум, ч. 1. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 165 с.
7. Квітка С. О. Електроніка та мікросхемотехніка : підручник. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с.

УДК 621.3.067

РОБОТА ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ПЛАВНИМ ГАЛЬМУВАННЯМ І ПЛАВНИМ РЕВЕРСОМ

***Голодний І.М.¹, к.т.н., доцент; Торопов А.В.², к.т.н., доцент;
Санченко О.В.³, к.т.н., доцент***

*¹Білоцерківський національний аграрний університет,
м. Біла Церква, Україна,*

²ТОВ "ЦІТ Альтера", м. Київ, Україна.

*³Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

В сучасних регульованих електроприводах широко використовуються пристрої плавного пуску, наприклад, серії SSW6 [1]. Технічні характеристики пристроїв, які наводяться в каталожних даних, дають мало інформації про роботу електропривода в перехідних режимах, особливо при реверсі електропривода. В роботі [2] розглянуто особливості та варіанти алгоритмів способу реверсування з пристроєм плавного пуску. На основі проведених досліджень наведено алгоритми роботи силового блоку та діаграми напруги в режимі ощадного реверсування електропривода в системах регульованого асинхронного електропривода з пристроями плавного пуску серії SSW. Залежність кутової швидкості асинхронного двигуна від напруги живлення нелінійна, тому плавний пуск з контролем наростання швидкості через складність реалізації в даний час не використовується. В більшості випадків намагаються реалізувати управління крутним моментом або струмом електродвигуна. Для цього, використовуючи пристрій плавного пуску SSW, проводили плавну зміну напругу на статорі двигуна. В даних пристроях передбачена функція як керованого пуску, так і керованого електричного

гальмування . Необхідне уповільнення досягали плавним зниженням напруги протягом заданого проміжку часу. Для забезпечення роботи електропривода з реверсуваням в схему керування з пристроями плавного пуску вводять два зовнішніх контактори: один працює при прямому обертанні в двигунному режимі, а другий – у реверсному.

Перевагами способу гальмування противмиканням/реверсуваням є:

- висока ефективність для швидкої зупинки механізмів, чи їх реверсучвання, з великим моментом інерції;
- можливість регулювати пусковий і гальмівний моменти.

Недолік – для реверсування необхідні два зовнішні силові контактори.

Перелік джерел інформації

1. Устройство плавного пуска [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://electrocontrol.com.ua/ustrojstva-plavnogo-puska/ustrojstva-plavnogo-puska-ssw-06.html>
2. Регульваний електропривод / за ред. І.М. Голодного. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с

УДК 621.3:621.4

ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПЛАВІВ У ТЕПЛОВИХ ДВИГУНАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Козирський В.В.¹, д.т.н., професор, директор з дослідження та розвитку компанії «ALOTEK technology»; Бунько В.Я.², к.т.н., доцент

¹Компанія «ALOTEK technology», Польща.

²Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани, Україна.

Використання нетрадиційних новітніх матеріалів в електроенергетиці є перспективною складовою її розвитку. Однією із груп таких матеріалів є функціональні сплави (ФС) – сплави з пам'яттю форми. До прикладу, матеріал з пам'яттю форми на основі нікель-титанового сплаву Ni-Ti-Cu [1] це спеціальний функціональний сплав, який поєднує чутливість та активацію. Нітиноловий сплав із пам'яттю форми відноситься до класу сплавів, форма яких знаходиться в певному початковому стані після деформації в іншу форму за допомогою низькотемпературної пластичної деформації, а потім нагрівання та інших засобів для підвищення температури та повторної деформації до вихідної форми [1].

Перетворюючи три види енергії (електричну, теплову, механічну), вироби із даних сплавів виконують роль робочого тіла та органу одночасно в діапазоні температур $-200...+200^{\circ}\text{C}$. Наявність зазначених унікальних властивостей ФС створює передумови розробки нових технічних засобів для перетворення теплової енергії низькопотенційних джерел в електричну.

У більшості промислових процесів утворюється велика кількість відпрацьованого тепла, де основна частина цієї теплової енергії доступна у формі низькопотенційного відпрацьованого джерела теплоти [2].

Намагаючись вирішити проблему використання вторинної теплової енергії, розроблено та виготовлено малогабаритний тепловий двигун на основі сплаву з пам'яттю форми – Ni-Ti-Cu. Двигун на основі сплаву Ni-Ti-Cu призначений для роботи при температурах від +55°C, коли навколишнє середовище виступає в ролі тепловідводу.

Таким чином, створення ефективного твердотілого двигуна полягає у дослідженнях характеристик і особливостей функціонування термочутливих приводних елементів із сплаву Ni-Ti-Cu з вузьким термомеханічним гістерезисом з подальшим обґрунтуванням параметрів його конструкції.

Перелік джерел посилань

1. <https://ua.toptitech.com/info/characteristics-and-functions-of-nitinol-shape-79319974.html> (дата звернення 22.10.2024)
2. Oluleye G., Jobson M., Smith R., Perry S.J. Evaluating the potential of process sites for waste heat recovery. *Appl Energy*. 2016. 161. P. 627-646.

УДК 621.311.23

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З РОЗРОБКОЮ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ВІД ДИЗЕЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

*Петренко А.В., к.т.н., доцент; Сідлецький Ю.Ф., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

В умовах частих перерв електропостачання від централізованої електромережі, стає актуальним використання резервного електроживлення. Одним із основних способів забезпечення якого є впровадження дизельної електростанції. Для ефективної роботи основної електромережі із резервним електроживленням потрібне застосування автоматичного вводу резерву в схемі електропостачання. Що дозволить автоматично підключити навантаження до резервного джерела електроживлення у разі відключення основної мережі.

Пристрій автоматичного вводу резерву має автоматичний і ручний режим керування. В автоматичному режимі пристрій контролює параметри такі як напруга, частота основної мережі і при виявленні відхилень від номінальних параметрів (напр.: втрата напруги), автоматично відключає основне джерело та підключає резервне джерело живлення. Після появи напруги в основній мережі автоматично вимикається резервне джерело живлення, а навантаження підключається до основної мережі [1].

Для правильного вибору дизельної електростанції, рекомендовано використання методики вибору згідно [2] із перевіркою результатів розрахунку в ліцензованих програмах, для прикладу згідно [3]. Важливо, щоб система автоматичного вводу резерву була вірно налаштована, адже неправильна робота може призвести до відсутності електропостачання в критичний момент. Здійснити налаштування можливо згідно розробленого алгоритму керування, що відповідає електричній схемі автоматичного вводу резерву. До основних компонентів електричної схеми відносяться контролер, контактори електромагнітні, фільтр усунення електромагнітних перешкод, реле контролю напруги, проміжне реле, реле витримки часу, обмежувач перенапруги, автоматичні вимикачі, модуль захисту/індикації та інше.

Перелік джерел посилань

1. Автоматичне введення резерву: принцип роботи та переваги. SumyElectric. Режим доступу: <https://electric.sumy.ua/avtomatychno-vvedennia-rezervu-pryntsyp-roboty-ta-peredvahy/>
2. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. – [Чинний від 2010-10-1]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 167 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи проектування енергетичних об'єктів" спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»: методичні вказівки / уклад.: А. В. Петренко, Л. В. Мартинюк. - К.: 2020. - 102 с. <https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/6300>

УДК 621.51

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ

**Брижук В.І.¹ студент; Тесленко О.І.² к.т.н, пров. наук. співроб.,
Мейта О.В.¹ к.т.н., доцент**

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

² Інститут загальної енергетики НАН України м. Київ, Україна

Значна частина експлуатаційних витрат компресорних установок складають витрати на електроспоживання, що впливає на загальну економічну ефективність обладнання. Зростання тарифів на електроенергію додатково підсилює потребу зменшити витрати на споживання енергії, що стимулює до пошуку шляхів оптимізації режимів роботи [1]. Запропонований підхід полягає у динамічному налаштуванні роботи системи охолодження в залежності від робочих умов і параметрів навколишнього середовища. Щоб мінімізувати загальні енергетичні витрати, потрібно визначити оптимальну кількість енергії, що витрачається на охолодження газу. Ця величина буде залежати від різниці температур газу на вході компресора та самій установці.

Підвищення температури на вході компресора на 5 С° вимагає збільшення потужності установки на 4% [2]. Зменшення витрат на охолодження може призвести до підвищення температури газу, що збільшить витрати на стиснення, і навпаки. Загальні витрати електроенергії для компресорної установки складаються з витрат на стиснення газу та витрат на охолодження.

Складова витрат на охолодження залежить від продуктивності компресорної установки та ступеня стиснення газу [3]

$$N_e = Q_M + G_B(i_2 - i_1) + Q_p$$

де N_e – ефективна потужність компресора; Q_M – тепло, що відводиться охолоджувачем; G_B – вагова витрата повітря; i_1 та i_2 , – ентальпія повітря до і після стиснення; Q_p – тепло, що розсіюється у довкілля через корпус компресора, дорівнює 6– 8 % від Q_M .

Складова витрат на охолодження залежить від властивостей охолоджуючої рідини, її температури та витрат рідини на охолодження [3]

$$N_{ox} = \frac{m_{рідини} \cdot \rho_{рідини}}{r_{рідини} \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{нас}}; \quad m_{рідини} = \frac{q_e}{c_p \cdot \Delta t_{рідини}}$$

де $\eta_{дв}$ - ККД двигуна, $\eta_{пер}$ - ККД механічної передачі, $\eta_{нас}$ - ККД насоса, $\rho_{рідини} = 0.15...0.25$ Мпа, $\Delta t_{рідини}$ – температура рідини, $\rho_{рідини}$ – густина рідини, q_e - повний тепловідвід в процесі стиснення повітря.

Отже, задача оптимізації полягає у мінімізації загального електроспоживання компресорної установки $W_{компр}$ за рахунок знаходження балансу між витратами на стискання і охолодження та сформулюється наступним чином

$$W_{компр}(N_e, N_{ox}) \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} Q = const \in [Q_{\min}, Q_{\max}] \\ i_1 = const \\ i_2 = const \end{cases}$$

Застосування регульованого приводу з перетворювачем частоти дозволить регулювати продуктивність системи охолодження та компресора в залежності від різниці температур та заданої продуктивності установки, що забезпечить економію електроенергії до 20% [4].

Перелік джерел посилань

1. Компресорні станції: підручник / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 385 с.
2. Копытов Ю.В. Экономия электроэнергии в промышленности. Справочник. –М.: Энергия, 1978. – 120 с.
3. Г.Г. Леонт'єв, В.І.Дешко, В.В.Дубровська, О.В. Ленькин, Розрахунок системи постачання стисненого повітря промислової дільниці: Метод. вказівки до виконання розрахункової роботи з курсу „Системи виробництва та розподілу енергії” – К.: ІВЦ, Видавництво ”Політехніка”, 2004.- 33 с.
4. Энергетичний аудит промислового електропривода: метод. вк. до викон. лабораторної роботи для студ. напрямків підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» та 6.050601 «Теплоенергетика» / Уклад: В.В. Прокопенко, О.О. Закладний, В.І. Василенко – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 55 с.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КОНВЕЄРА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ

Квітка С.О., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Одними з основних елементів сучасних електроприводів є перетворювачі частоти (ПЧ), які все більше використовуються в регульованих електроприводах змінного струму вентиляторів, насосів, компресорів, конвеєрів, металообробних верстатів та ін. [1-7]. У наші часи відбувається швидке змінювання принципів побудови та елементної бази електроприводів змінного струму, які використовуються в різних галузях промисловості [1-5].

У запропонованій системі керування електроприводом конвеєра із застосуванням перетворювача частоти Micromaster Vector (рис. 1) оператор вибирає тип продукції за допомогою панелі керування, яка зв'язана з контролером Simatic за чотирма цифровими входами.

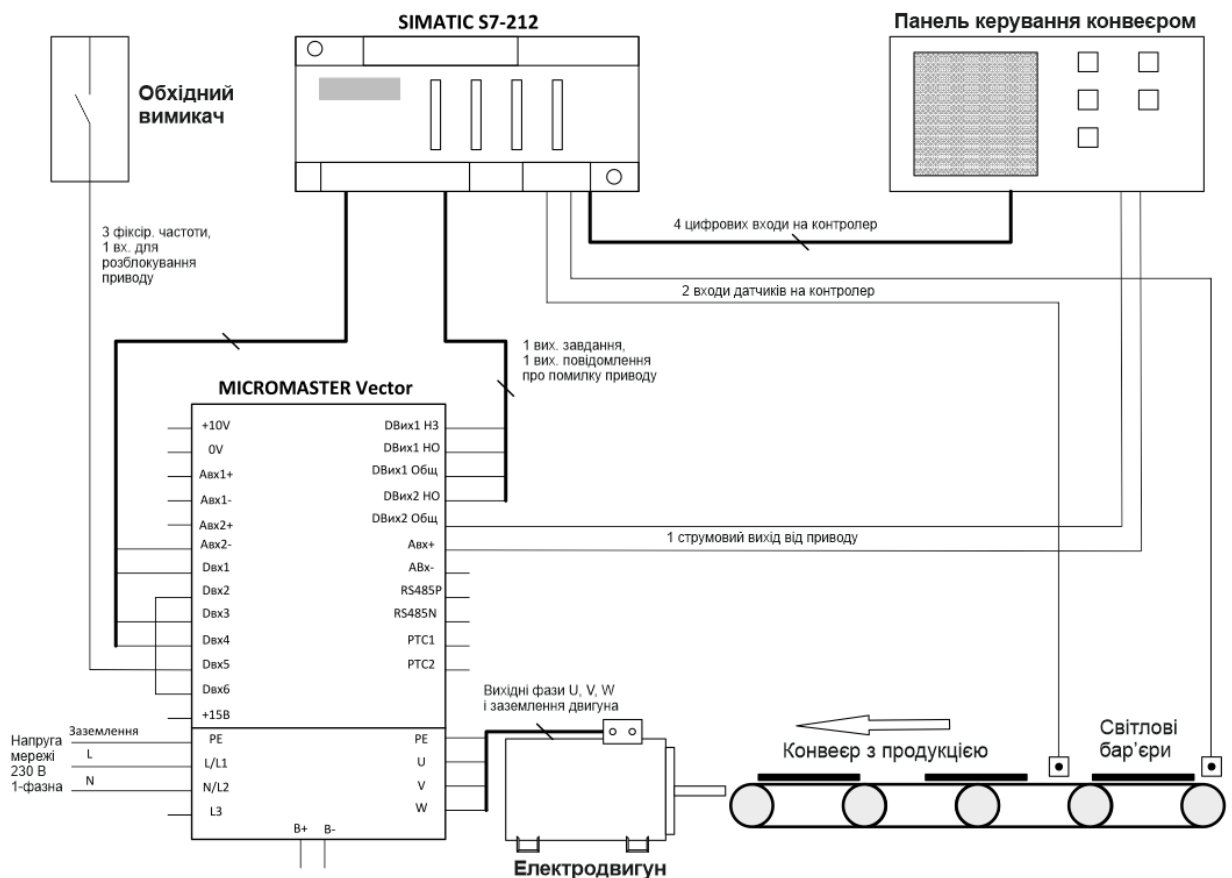


Рисунок 1. Система керування електроприводом конвеєра із застосуванням перетворювача частоти Micromaster Vector

Як інформаційні канали зворотного зв'язку використовуються два цифрові виходи. У разі необхідності для контролю наявності (або положення) продукції на конвеєрі у наведеному прикладі використовуються «світлові бар'єри» (оптодатчики).

За цифровим входом (Dvx1) контролер керує пуском та зупинкою електроприводу. Необхідна частота асинхронного двигуна вибирається за цифровими входами (Dvx3, Dvx4), за якими можна вибрати чотири фіксовані частоти. Цифровий вхід (Dvx2) призначений для вибору часу розгону або уповільнення електроприводу. Наведена конфігурація системи може бути застосована для різних виробничих режимів з більш високими швидкостями і більш коротким часом пуску або зупинки електроприводу.

Аналоговий вхід (Avx+) перетворювача частоти з'єднаний з панеллю керування конвеєром і призначений для індикації струму електродвигуна. Обхідний вимикач підключений до цифрового входу (Dvx5) перетворювача частоти і дає оператору можливість швидко відключити напругу на виході ПЧ без переривання напруги живлення.

Запропонована система керування електроприводом конвеєра із застосуванням перетворювача частоти Micromaster Vector дозволяє крім регулювання швидкості забезпечити регулювання моменту, що дає можливість забезпечити невеликий час пуску або зупинки електродвигуна.

Перелік джерел посилань

1. Загірняк М. В., Коренькова Т. В., Калінов А. П., Гладир А. І., Ковальчук В. Г. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник. - 2-ге вид., переробл. і доповн. Харків : Видавництво «Точка», 2017. 206 с.
2. Попович М. Г., Лозинський О. Ю., Клепиков В. Б. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи : навч. посібник. К. : Либідь, 2005. 680 с.
3. Квітка С. О., Безменнікова Л. М., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Методи управління та апаратна реалізація сучасних перетворювачів частоти. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання. Мелітополь : ТДАТУ, 2013. Вип. 3, т. 2. С. 164-171.
4. Квітка С. О. Силові електронні пристрої в системах керування : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 180 с.
5. Квітка С.О., Облещенко А.Д. Застосування перетворювача частоти в електроприводі конвеєра. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали IV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова / ТДАТУ. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 57-58.
6. Квітка С.О., Постнікова М.В., Речина О.М. Основи електроприводу : лабораторний практикум, ч. 1. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 165 с.
7. Квітка С. О. Електроніка та мікросхемотехніка : підручник. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с.

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТИПУ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Кульпін Р.А., асистент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Стрічкові конвеєри горизонтального типу з електроприводом широко використовуються для транспортування вантажів у промисловості завдяки їхній високій продуктивності та ефективності. Динамічний аналіз таких систем є ключовим для забезпечення їхньої стабільної та економічної роботи, адже дозволяє врахувати різноманітні впливи на роботу конвеєра, зокрема, навантаження на стрічку, потужність електропривода, силу тертя та зношення компонентів.

Основні етапи динамічного аналізу.

Моделювання механічної системи. Створення математичної моделі, яка враховує всі основні компоненти, дозволяє описати кінетику стрічки та розрахувати динамічні навантаження.

Розрахунок динамічних навантажень. Особлива увага приділяється навантаженню під час запуску та гальмування, а також нерівномірності розподілу вантажу, що впливає на знос стрічки.

Аналіз електропривода. Оцінка параметрів електропривода та його адаптація до умов роботи, зокрема використання частотних перетворювачів для плавного регулювання швидкості.

Аналіз коливань стрічки. Вивчення коливань при роботі дозволяє виявити небезпечні резонансні частоти, які можуть призвести до виходу з ладу системи.

Практичне значення. Результати динамічного аналізу дозволяють інженерам оптимізувати процес запуску і гальмування, зменшуючи навантаження на компоненти та знижуючи енергоспоживання. Це також підвищує надійність системи, знижує витрати на ремонт і сприяє підвищенню безпеки роботи обладнання. Крім того, правильна налаштування електропривода зменшує експлуатаційні витрати та покращує загальну продуктивність.

Висновок. Динамічний аналіз стрічкового конвеєра з електроприводом є важливим інструментом для підвищення його ефективності та надійності. Використання математичного моделювання та комп'ютерних симуляцій дозволяє точніше налаштовувати обладнання, підвищувати його довговічність та зменшувати ризики аварійних ситуацій.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ З ЧАСТОТНО-КЕРОВАНИМ УПРАВЛІННЯМ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Кульпін Р.А., асистент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Стрічкові конвеєри з асинхронними двигунами, керованими за допомогою частотних перетворювачів, є сучасними, ефективними рішеннями для промислового транспортування. Частотно-кероване управління дозволяє плавно регулювати швидкість конвеєра, адаптувати його до змінних умов роботи та значно знизити енергоспоживання. Розгляд конструктивних особливостей таких конвеєрів є ключовим для їхньої стабільної, надійної та економічної експлуатації.

Асинхронні двигуни з частотним керуванням забезпечують плавне регулювання швидкості конвеєра без зниження його продуктивності. Частотні перетворювачі дозволяють змінювати частоту струму, що надходить на двигун, забезпечуючи гнучкість у керуванні системою. Це особливо важливо при запуску та зупинці конвеєра, оскільки знижується навантаження на стрічку та механічні компоненти.

Конструктивні особливості стрічкового конвеєра з частотно-керованим управлінням:

1. **Двигун і частотний перетворювач.** У таких системах двигун підключається до перетворювача частоти, що дозволяє контролювати частоту обертання вала і адаптувати систему до умов навантаження.

2. **Механізм натягу стрічки.** Правильний натяг стрічки є важливим фактором для зменшення зношування та забезпечення стабільної роботи. Система натягу адаптується до змінних швидкостей і навантажень, знижуючи ризики прослизання та обриву.

3. **Керування швидкістю.** Частотне управління дозволяє змінювати швидкість конвеєра залежно від умов, наприклад, підвищувати швидкість під час пікових навантажень та знижувати її в періоди зниженого навантаження, що значно знижує енергоспоживання.

Конвеєри з частотно-керованим управлінням потребують високої точності налаштування перетворювачів частоти, що може вимагати додаткових інженерних рішень. Крім того, впровадження складних систем контролю може збільшити початкові витрати на монтаж і обслуговування.

Як висновок частотно-керовані стрічкові конвеєри з асинхронними двигунами є ефективними, енергозберігаючими системами, що адаптуються до умов експлуатації. Їхня конструкція дозволяє оптимізувати транспортування вантажів і підвищити загальну надійність виробничих процесів. Однак для досягнення максимальної ефективності необхідно ретельно налаштувати системи управління та забезпечити своєчасне технічне обслуговування.

СУЧАСНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ В УМОВАХ СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ

Федина В.О., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент
Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми.

Трансформаторні підстанції, що функціонують нині в сільській місцевості, в переважній більшості, є пережитками радянських часів. Аналізуючи діючі трансформаторні підстанції, є можливість помітити прилеглі дерев'яні опори, що є похилими в одному з напрямків, лічильники електричної енергії понад 15-річної давнини та, безпосередньо, трансформатори, виконані в відповідності зі стандартом ГОСТ 12022-66.

Іншим важливим елементом функціонування трансформаторних підстанцій в сільській місцевості є неналежний рівень догляду за ними. Стосується це, головним чином, значного поширення рослинності як на обладнанні, так і навколо.

Використання опор ліній електропередачі досить часто є розширеним за рахунок встановлення на них додаткових кабелів для телебачення, телефонного зв'язку, інтернету, тощо.



Рисунок 1. Трансформаторна підстанція та прилеглі до неї елементи

З метою якісного та ефективного функціонування таких установок в системі електропостачання доцільним є використання комплексного підходу в повній реконструкції існуючого обладнання, що працює взаємо зв'язано одне із одним.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МУЛЬТИСИСТЕМНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ

Фурса А.П., аспірант

Вінницький Національний Технічний Університет, м. Вінниця, Україна

Процес отримання стисненого повітря потребує значних енергетичних затрат. На підприємствах країн Європи та Австралії, компресорні установки для створення стисненого повітря можуть використовувати до 10% електроенергії від загального обсягу споживання, а в США цей показник може сягати навіть 30% [1]. Проаналізовано найпоширеніші методи та засоби підвищення безпеки праці під час експлуатації електротехнічного комплексу у технологічному процесі обробки деревини. Прості, ефективні та вартісно-ефективні заходи дозволяють зменшити витрати на виробництво та розподіл стисненого повітря на до 30%. Існують три ключові причини, чому важливо приділяти увагу зниженню витрат у системах стисненого повітря: економія енергії та грошей, підвищення надійності та оптимізація експлуатаційних параметрів цих систем, а також зменшення споживання електроенергії та викидів вуглекислого газу[2]. З урахуванням вищезазначеного та з усвідомленням обставин, що мультисистемна установка для виробництва стиснутого повітря для обробки деревини побудована на основі чотирьох компресорів, один з яких контролюється частотним перетворювачем, та без використання ресиверів за системою кільцевих трубопроводів, жоден із запропонованих методів не забезпечить необхідної ефективності.

З метою досягнення цілі було вирішено зосередитися на оптимізації системи керування виробництвом стиснутого повітря. Проте, система стикається з інерційністю через читання тиску та розходу повітря безпосередньо за компресорами, що робить її залежною від параметрів трубопроводів та геометрії підключення споживачів. [3] Для подолання цієї інерційності планується встановити кілька приладів вимірювання тиску на різних ділянках та розробити алгоритми роботи на основі їх даних для оптимізації виробництва стиснутого повітря в мультисистемній установці.

Перелік джерел посилань

1. Г.А. Бондаренко, та Г. В. Кирик, Компресорні станції. Суми, Україна: Сумський державний університет, 2016.
2. Smaeil Mousavi, Sami Kara, and Bernard Kornfeld “Energy Efficiency of Compressed Air Systems”, in Proc. 21 st CIRP Conference on Life Cycle Engineering, 2014, pp. 313-318.
3. Jianjun Xu, and Yupeng Tang “The Automatic Control System of Air Compressor for Saving Energy”, in Proc. 3 rd International Conference on Computer and Electrical Engineering, 2012, vol. 53, pp. 382-386.

ПІДХОДИ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РОЗРАХУНКІВ ПЕРЕВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОБМОТКИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ В УСТАЛЕНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ

*Вовк О.Ю., к.т.н., доцент; Груздєв А.О., студент
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Надійність у експлуатації асинхронних двигунів, головним чином, обумовлена ресурсом його обмотки, яка перебуває під дією різноманітних впливів. Одним з них є вплив теплової дії електричних струмів, який обумовлює теплове зношення ізоляції обмотки. Дослідженням останнього присвячено багато робіт, у яких розглядаються теплові процеси у асинхронному двигуні та їх вплив на його термічний ресурс ([1, 2] та інші). При аналізі процесу нагріву електродвигун представляють у вигляді еквівалентної теплової схеми. Такі схеми умовно можна поділити на такі, що використовуються при проєктних розрахунках, та на такі, що використовуються при експлуатаційних розрахунках. Перші схеми мають у своєму складі багато тіл і потребують для аналізу теплових процесів значну кількість даних. Другі містять незначну кількість тіл і потребують для здійснення розрахунків порівняно невелику кількість даних, частину з яких можна встановити експериментально для конкретного електродвигуна. Найбільш розповсюдженими серед таких схем є одно, двох та трьохелементні еквівалентні теплові схеми [3].

Порівняльний аналіз вказаних еквівалентних теплових схем, що застосовуються при експлуатації асинхронного двигуна, показав наступне: 1) чим більше тіл має схема, тим складніше визначити її теплові провідності експериментальним шляхом (більше дослідів потрібно проводити); 2) чим більше тіл має схема, тим менше значення усталеного перевищення температури обмотки статора отримують при розрахунках за однакових умов. Наприклад, для асинхронного двигуна АИР90L4 при його завантаженні на 115 %, коли пристрій захисту (наприклад, теплове реле) не спрацьовує, усталене перевищення температури обмоток статора при використанні теплової схеми з одним тілом дорівнює 99 °С, при використанні теплової схеми з трьома тілами дорівнює 96 °С, що необхідно враховувати при проєктуванні пристроїв діагностування та захисту.

Перелік джерел посилань

1. D. Mamchur, S. Husach. An analysis on induction motor reliability and lifetime estimation methods. *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 97 NR 12/2020: 215-221.
2. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Ресурсозберігаюче керування навантаженням асинхронних електродвигунів насосних установок в умовах зниження живлячої напруги. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022; 12(1): 18.

3. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Теплова модель асинхронного електродвигуна в стаціонарних режимах. Вісник ХНТУСГ. Технічні науки. 2015; 164: 118-120.

УДК:621.313.322

ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН В АВТОНОМНОМУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ

*Віхоть Б.М., аспірант; Макаревич С.С., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Підвищення ефективності системи «автономна дизель-електростанція – статичне джерело живлення» у динамічних режимах зводиться до визначення умов усталеної роботи системи і можливостей активного впливу на ці умови [1]. Принципи створення та роботи компенсованих асинхронних машин (КАМ), їх конструктивні особливості та фізичні процеси, а також умови та можливості підвищення ефективності розглянуто в низці публікацій, зокрема у джерелах [2]. Автономний асинхронний генератор з ємнісним зовнішнім збудженням простий, дешевий, надійний, але має великий недолік – з ростом навантаження різко падає його напруга і частота [3]. Компенсовані генератори значною мірою послаблюють цей недолік, вони підвищують ступінь жорсткості зовнішніх характеристик і діапазон усталеної роботи при нахилі навантаження [3]. У роботі [2] представлений узагальнений метод розрахунку характеристик автономних асинхронних генераторів при роботі їх на змінне навантаження в усталеному режимі. з достатньою для практики точністю можна поширити на деякі динамічні процеси, приймаючи їх як квазіусталені. Пуск асинхронного двигуна від автономного генератора досліджують у квазіусталеному процесі, як це роблять, наприклад, при розрахунку системи «синхронний генератор - асинхронний двигун» [3]. Така можливість забезпечується значним перевищенням постійної часу електромеханічних процесів над постійною часу електромагнітних перехідних процесів, впливом яких на електромеханічні процеси в багатьох випадках можна знехтувати.

Перелік джерел посилань

- 1.Козирський, В. В., Каплун В. В., Макаревич С.С.. Особливості процесів в електричних машинах автономної електросистеми. Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2006. – № 1 (16). – С. 6–16.
- 2.Мішин В.І., Каплун В.В., Кулинич А. М., Макаревич С.С.. Методика розрахунку характеристик автономних асинхронних генераторів зі змішаним ємнісним збудженням, НАУ. Київ - 2007, 44 с.
- 3.Mishin, V.I., Kaplun, V.V. & Makarevich, S.S. Self-contained induction generator with internal capacitive compensation. Russ. Electr. Engin. 82, 138–143 (2011). <https://doi.org/10.3103/S1068371211030060>

ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ

Федина В.О., студент; Барсукова Г.В., к.т.н., доцент
Сумський національний аграрний університет, Україна, м. Суми.

Роботи, які виконуються в електричних установках, супроводжуються різного роду підготовчими заходами, а також належного рівня доглядом за ними.

Функціонування трансформаторних підстанцій в сільській місцевості піддається різним видам впливу навколишнього середовища. Зокрема, пов'язано це зі значною мірою зарослими територіями як бур'янами, так і деревами. Негативні фактори від такого виду впливу на устаткування полягають, зокрема, в не ефективному та не комфортному для персоналу проведенні ремонтних робіт, а також технічного обслуговування. Аналізуючи такий вплив, є можливість засвідчити факти прояву значного ступеня зарослих територій поблизу однієї з трансформаторних підстанцій сільської місцевості.



Рисунок 1. Трансформаторна підстанція в умовах навколишнього середовища

Погіршення стану системи електропостачання значною мірою відображається через неналежний догляд за такого типу обладнанням та його обслуговуванням в подальшому.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ КЛАСУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІЕ5 ДЛЯ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

*Суржик В.В., аспірант; Заблодський М. М., д.т.н., професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Згідно з дослідженнями Сполучених Штатів/Національної лабораторії Лоуренса Берклі та Європейської Комісії (ЄК) [1] електроспоживання насосними агрегатами (НА) досягає 20% від загальносвітового рівня. Це пов'язано з тим, що насоси застосовуються майже у всіх сферах діяльності людини: житлово-комунальний сектор, сільське господарство, індустрія та ін.

Проблематика підвищення енергоефективності НА досить гостро постає у світі у зв'язку з екологічним аспектом. Згідно даних ЄК [2] у 2020р. НА для чистої води спожили 180 ТВт*год/рік, що відповідає 42 Мт викидів CO₂. У відповідності до плану дій, до 2030 року необхідно досягти зменшення витрат електроенергії на 3,7 ТВт*год/рік, і зниження рівня викидів на 0,4 Мт CO₂ відповідно.

Фактори, що впливають на ефективність НА можемо розділити на 3 основні компоненти: ККД насосу, ефективність двигуна та ефективність системи керування та її алгоритмів. За оцінками ЄК [3], найбільш перспективним і найшвидшим способом підвищення ефективності є застосування електродвигунів з високим ІЕ (Індексом ефективності). Зараз еталонним прийнято вважати клас енергоефективності - ІЕ4. Хоча, деякі виробники пішли далі та розробили двигуни, які перевершують еталонний показник і пропонують виробити з класом енергоефективності ІЕ5 та ІЕ6.

Наведемо показники ефективності двигунів різних класів в Таблиці 1, на прикладі продукції компанії «WEG».

Таблиця 1.

Енергоефективність двигунів класів ІЕ1-ІЕ6, 2-х полюсні, потужності 0,55-355 кВт, WEG

Показник	Клас енергоефективності					
	ІЕ1	ІЕ2	ІЕ3	ІЕ4	ІЕ5	ІЕ6
Ефективність,%	68,0-94,8	72,0-95,6	76,8-95,8	80,9-96,7	84,6-97,2	87,7-97,8

Як бачимо з таблиці, енергоефективність двигунів зросла на 19,7% для двигунів 0,55 кВт та на 3,5% для 355 кВт відповідно при 100% навантаженні.

Насоси, в більшості випадків, мають нерівномірне добове завантаження, типовий розподіл якого представлено на рис.1.

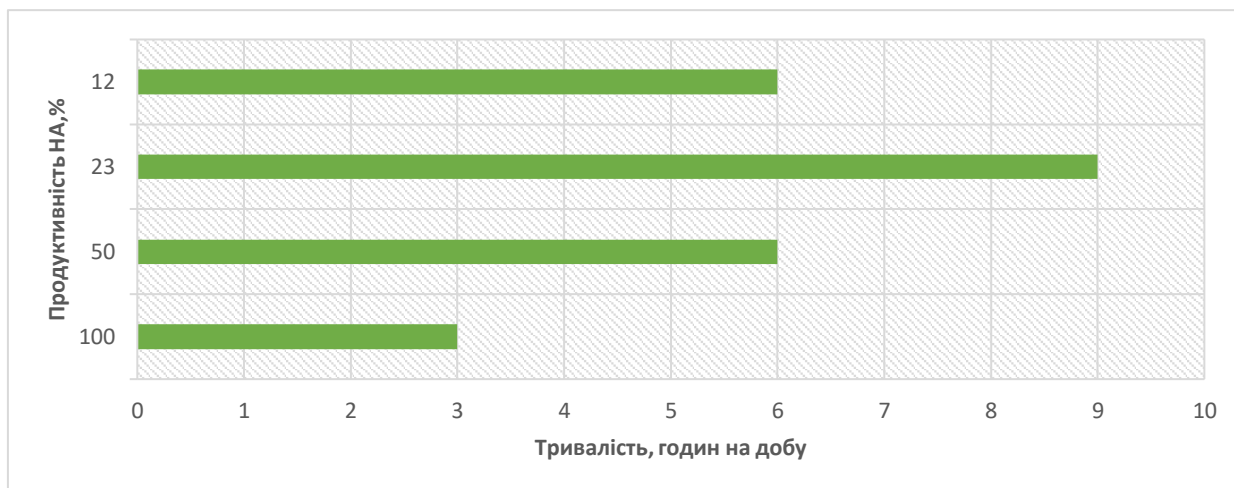


Рисунок 1. Типовий добовий розподіл завантаження НА[1]

З рис.1 видно, що 87% часу НА можуть працювати з навантаженням меншим від номінального, тому важливо щоб двигун мав високу ефективність навіть при завантаженні.

Більшість двигунів класом енергоефективності до ІЕ4 є класичними асинхронними двигунами. З класу енергоефективності ІЕ5 застосовують синхронні двигуни. Найбільш перспективними розробками є РМ (двигуни на постійних магнітах) та SynRM (реактивні синхронні двигуни). Ці двигуни використовуватись в комплексі з VFD (частотними перетворювачами) і є найбільш ефективним рішенням, що комплексно впливає на ефективність НА, його електроспоживання та рівень викидів CO_2 .

Наукове-технічне обґрунтування ефективності застосування електродвигунів класу енергоефективності ІЕ5 є важливим кроком, що допоможе керівникам підприємств, інженерам, проектувальникам зважити всі фактори і визначитись з типом двигуна, який їм обрати для НА і зрозуміти ефект від вибору того чи іншого варіанту.

Перелік джерел посилань

1. Augustyn, T. (2012). Energy efficiency and savings in pumping systems—The holistic approach. 2012 Southern African Energy Efficiency Convention (SAEEEC), 1–7. <https://doi.org/10.1109/SAEEEC.2012.6408587>
2. Water Pumps—European Commission. — 2024, https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list/water-pumps_en
3. EC EIA Overview Report 2023. — 2024. <https://circabc.europa.eu/ui/group/418195ae-4919-45fa-a959-3b695c9aab28/library/cefbb265-3a07-4cf5-82d1-d47e04e8fdd2/details>

ОПТИМІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ МОДЕЛІ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ У ПАКЕТІ MATLAB

*Сорокін М.С., к.т.н., доцент; Гузенко В.В., к.т.н., доцент;
Хандола Ю.М., к.т.н., доцент
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна*

Відомо, що трифазні асинхронні двигуни (АД) з короткозамкненим ротором визначають основу сучасного електроприводу в багатьох галузях. Тому широке впровадження у практику частотно-регульованого електроприводу з АД, з кожним роком, робить все більше актуальнішою проблему теоретичного аналізу та експериментального дослідження [1]. Одним із основних етапів теоретичного аналізу є математичне моделювання та комп'ютерне дослідження. Поєднання математичного моделювання та сучасних комп'ютерних технологій, в основі яких лежать прикладні пакети, надає досліднику можливість глибокого вивчення процесів, що протікають у всіх ланках електроприводу.

На сьогоднішній день відомо багато програмних пакетів для математичного моделювання: Derive, Macsyma, Maple, MathCad, Mathematica, MatLab, MicroCap, PSpice, Reduce, Theorist тощо. Комп'ютерному моделюванню силових напівпровідникових перетворювачів, електричних машин та електроприводів у пакеті MatLab приділена увага у роботах [1 - 3].

У представленій роботі розглядається специфіка дослідження математичного апарату моделі трифазної асинхронної машини з короткозамкненим ротором у пакеті matlab. У пакеті matlab розроблено модель, яка описує роботу частотно-регульованого електроприводу з урахуванням теоретичного аналізу та експериментальних досліджень. У науковій роботі виконано завдання поєднання математичного моделювання та сучасних комп'ютерних технологій, які базуються на пакетах прикладних програм, що дає можливість досліднику глибоко вивчити процеси, що відбуваються у всіх ланках електроприводу.

При аналізі електромагнітних процесів у електромеханічних та статичних перетворювачах електричної енергії широко застосовується метод просторового вектора. При таких методах миттєві значення симетричних трифазних змінних (напруги, струму, потокозчеплення) математично перетворюють в один вектор. Для переходу від миттєвих значень до просторового вектора всі трифазні змінні з урахуванням знака відкладаються з початку координат по осях і векторно підсумовуються. Математичні перетворення для просторових векторів напруги та струму обмотки статора трифазного АД мають вигляд:

$$\bar{U}_1 = \bar{u}_{1A} + \bar{u}_{1B} + \bar{u}_{1C} = u_{1A} + u_{1B}e^{-j\frac{2\pi}{3}} + u_{1C}e^{j\frac{2\pi}{3}} = u_{1A} - \frac{1}{2}(u_{1B} + u_{1C}) + j\frac{\sqrt{3}}{2}(u_{1C} - u_{1B}); (1)$$

$$\bar{I}_1 = \frac{2}{3}(\bar{i}_{1A} + \bar{i}_{1B} + \bar{i}_{1C}) = \frac{2}{3}(i_{1A} + i_{1B}e^{-j\frac{2\pi}{3}} + i_{1C}e^{j\frac{2\pi}{3}}) = \frac{2}{3}i_{1A} - \frac{1}{2}(i_{1B} + i_{1C}) - j\frac{1}{\sqrt{3}}(i_{1C} - i_{1B}); (2)$$

де U_{ab} U_a - вимірюване діюче значення лінійної та фазної напруги.

Коефіцієнт $2/3$ у рівнянні (2) називають коефіцієнтом узгодження. Його, як показує аналіз, вводять у рівняння просторового вектора струму з метою збереження балансу потужності у вихідній та перетвореній системі.

Амплітудні фазові значення напруг визначено на підставі діючих значень 220, а початкові фази в полях вікон налаштування джерел встановлено рівними -120^0 і 120^0 . Кінцеве значення Final value у вікні налаштувань блоку Ms, що дорівнює 26,7 Нм, відповідає номінальному значенню для двигуна 4A100L4У3. Всі необхідні налаштування були виконані на основі блоку Asynchronous Machine SI Units (бібліотека SimPowerSystems/Machines).

Розглянута модель може бути застосована не тільки при живленні асинхронного двигуна від трифазного джерела з синусоїдальною формою напруги, але і при живленні його від силових напівпровідникових перетворювачів. До складу аналізованої установки входять наступні блоки: джерело трифазного змінного струму, вимірювач трифазної змінної напруги, блок вибору, блок вимірювання напруги, досліджувана трифазна асинхронна машина, блок призначення статичного моменту, вимірювач активної та реактивної потужності, блок підсистеми. За допомогою програмних пакетів миттєві значення симетричних трифазних змінних, таких як напруга, струм, потокозчеплення, були математично перетворені в один вектор.

За допомогою запропонованої моделі може бути проведено кількісний та якісний аналіз електромагнітних та електромеханічних процесів у перехідних та встановлених режимах роботи, дослідження динамічної механічної та робочих характеристик, аналіз спектрального складу та годографів просторових векторів фазної напруги та струму АД. Розглянута модель може бути застосована не тільки при живленні АД від трифазного джерела із синусоїдальною формою напруги, але і при живленні його від силових напівпровідникових перетворювачів.

Перелік джерел посилань

1. Моделирование электромеханических систем. Математическое моделирование систем асинхронного электропривода. / О.І. Толочко // Навчальний посібник. Київ, НТУУ«КПІ», 2016. 150 с.
2. Pakkiriiah B., Sukumar G.D. A New Modified Artificial Neural Network Based MPPT Controller for the Improved Performance of an Asynchronous Motor Drive // Indian Journal of Science and Technology. 2016 Vol.: 9(45). P. 1-10.

КОНСТРУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ І ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ГІДРОЛІЗЕРА ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ КЕРАТИНОВІСНОЇ СИРОВИНИ

Заблодський М. М., д.т.н., проф.; Коваль Є.В., аспірант; Мазуркевич О. І., студент, Нариневич А. В., студентка

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Використання продуктів переробки кератиновмісних речовин в різних галузях, включаючи, зокрема, сільське господарство, косметику та біомедицину, потребує вирішення актуальної задачі удосконалення способів і засобів гідротермічного процесу. Метою даної роботи є розробка конструктивно-технологічної схеми та дослідження характеристик шнекового електромеханічного гідролізера двох модифікацій для забезпечення режимів ефективного перетворення кератинових відходів у корисний продукт з доданою вартістю. Дослідження ґрунтуються на основних положеннях електродинаміки, тепломасообміну, математичного моделювання методом скінченних елементів і експериментальній перевірці мультифізичних параметрів електромеханічного гідролізера. На експериментальних зразках електромеханічного гідролізера здійснено визначення оптимальних умов гідротермічного гідролізу кератинових відходів щодо забезпечення теплового режиму, транспортування сировини, тиску та впливу магнітного поля.



а)



б)

Рисунок 1. Експериментальні зразки одношнекового (а) та двошнекового (б) електромеханічного гідролізера

Згідно розмірів електромагнітної системи експериментального зразка побудована математична модель для досліджень теплових і електромагнітних процесів [1-2]. Визначено закономірності просторового розподілу магнітної індукції для поперечного перерізу, осьового розподілу на поверхні шнеку та верхніх гранях шнекової навивки електромеханічного гідролізера. Отримані тривимірні зображення нагріву шнеку та безпосередньо самого шнекового електромеханічного гідролізера. На рис.2, а представлено розподіл магнітної індукції для поперечного перерізу реакційної зони, а на рис.2, б – тривимірне зображення розподілу температури нагріву шнекового електромеханічного гідролізера.

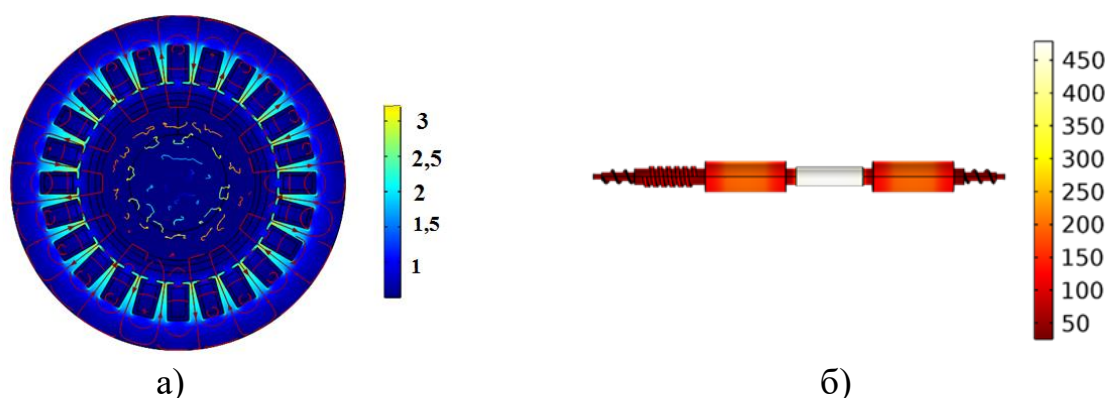


Рисунок 2. Результати моделювання шнекового електромеханічного гідролізера: а) розподіл магнітної індукції, Т; б) розподілу температури, °С

Запропонована конструкція володіє унікальними властивостями щодо впливу на кератиновмісну сировину. В ущільнюючій порожнині робочої частини шнекової установки здійснюють ущільнення пухо-пир'яної сировини в 8-10 разів, нагрів при тиску 0,5-5,0 МПа до температури 60 °С, вплив градієнтного магнітного поля частотою 1-50 Гц з індукцією до 0,025 Т для гальмування процесу випаровування вологи. Ущільнена пир'яна сировина під дією тиску 1-20 МПа переходить у другу робочу зону, де за температури 180-260 °С піддається впливу магнітного поля частотою 1-50 Гц з індукцією 0,065 Т протягом часу 110 с.

Порівнянням результатів математичного моделювання та емпіричних досліджень підтверджена адекватність математичної моделі. Отримані результати можуть бути використані при подальших дослідженнях з розробки конструкцій і системи керування промислових зразків шнекового електромеханічного гідролізера.

Перелік джерел посилань

1. Zablodskiy, N., Kovalchuk, S., Gritsyuk, V., & Subramanian, P. (2023). Screw electromechanical hydrolyser for processing poultry by-products. *Machinery & Energetics*, 14(1), 36-45. doi: 10.31548/machinery/1.2023.36.
2. Junge, S., Zablodskiy, N., Zaiets, N., Chuenko, R., & Kovalchuk, S. (2023). The screw-type electrothermomechanical converter as a source of multiphysical influence on the technological environment. *Machinery & Energetics*, 14(3), 34-46.

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ВІД АНОРМАЛЬНОЇ НАПРУГИ МЕРЕЖІ

Квітка С.О., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна*

Знижена напруга в електричній мережі є однією з причин виходу асинхронних двигунів з ладу, так як вона призводить до недопустимого нагрівання обмоток двигуна, зниженню моменту та ін. Для захисту асинхронних двигунів від аномальних режимів роботи використовують відомі пристрої захисту [1-6]. Проте недоліки, які мають ці пристрої, обмежують їх застосування на виробництві [1-6].

Запропонований пристрій захисту асинхронних двигунів від аномальної напруги мережі (рис. 1) призначений для контролю напруги в електричній мережі та у випадках аномального її відхилення - відключення електродвигуна.

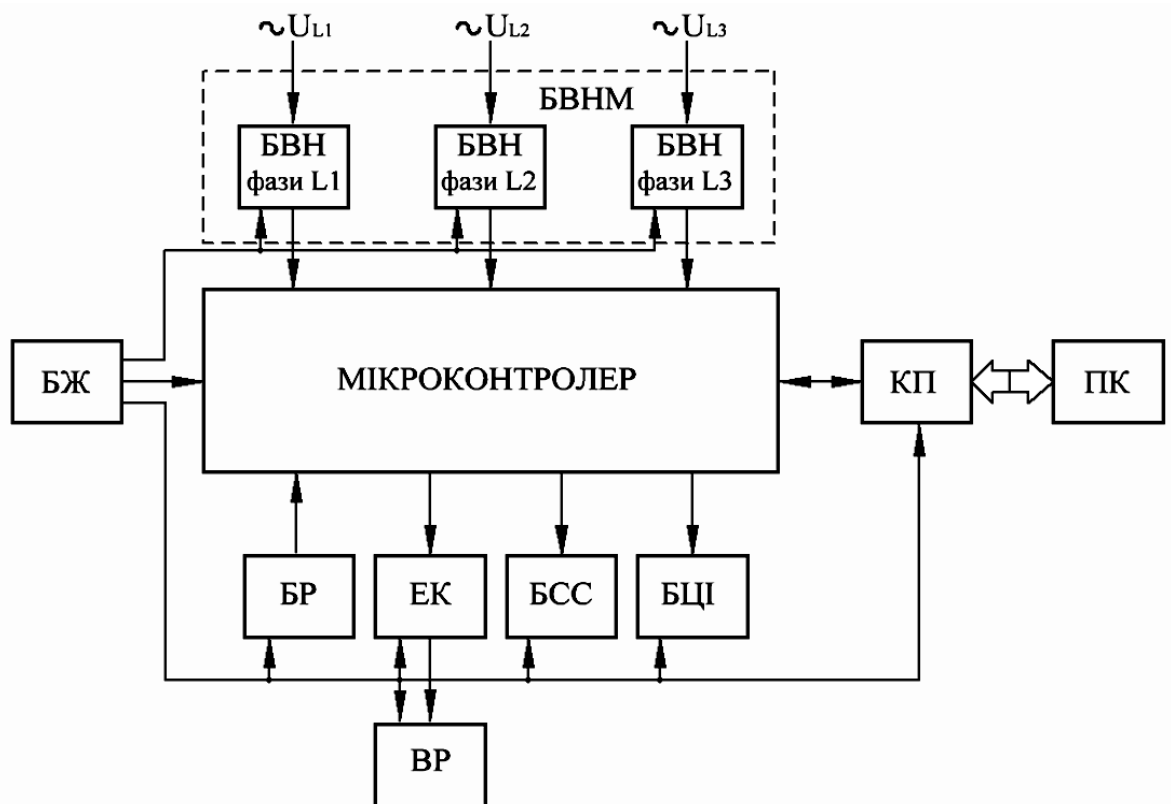


Рисунок 1. Пристрій захисту асинхронних двигунів від аномальної напруги мережі

Пристрій захисту асинхронних двигунів від аномальної напруги мережі складається з мікроконтролера (МК), блоків вимірювання напруги в електричній мережі (БВН), порту (КП) для підключення до пристрою комп'ютера, блоку вибору режимів роботи пристрою (БР), блоку цифрової індикації (БЦІ), блоку світлової сигналізації (БСС), електронного ключа (ЕК), реле (ВР) і блоку живлення (БЖ).

У випадках аномального відхилення напруги в електричній мережі мікроконтролер (МК) дає команду на спрацювання електронного ключа (ЕК) та реле (ВР) і електродвигун відключається. При цьому вимірювання напруги в електричній мережі продовжується. Якщо напруга повертається до нормального значення, то повторне включення електродвигуна може відбутися з необхідною витримкою часу.

Вибір режимів роботи і керування пристроєм здійснюється за допомогою блоку вибору режимів роботи пристрою (БР). Пристрій захисту є програмованим. Порт (КП) призначений для обміну даними між пристроєм і комп'ютером.

Запропонований пристрій захисту асинхронних двигунів від аномальної напруги мережі дозволяє: здійснювати безперервний контроль напруги в електричній мережі і, при небезпечному її відхиленні, автоматично відключати електродвигун, що дозволяє захистити його від аномального режиму роботи та підвищити його експлуатаційну надійність.

Перелік джерел посилань

1. Овчаров В. В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве. К. : УСХА, 1990. 168 с.
2. Квітка С. О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Вип. 153 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків : ХНТУСГ, 2014. С. 85-87.
3. Квітка С. О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 186 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків : ХНТУСГ, 2017. С. 90-92.
4. Квітка С. О., Вовк О. Ю., Попова І. О., Безменнікова Л. М. Пристрій захисту трифазних асинхронних електродвигунів від аномальної напруги мережі / Морские технологии : проблемы и решения - 2011 // Рыбное хозяйство Украины. Спецвип. Керч : КДМТУ, 2011, № 7. С. 12-13.
5. Квитка С. А., Вовк А. Ю. Устройство контроля функционального состояния и защиты асинхронных электродвигателей от аварийных режимов работы // Материалы Международной научно-технической конференции «Энергосбережение - важнейшее условие инновационного развития АПК». Минск : БГАТУ, 2017. С. 216-219.
6. Квітка С. О., Безменнікова Л. М., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Пристрій захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове вид.; Вип. 12, Т. 2. Мелітополь : ТДАТУ, 2012. С. 23-27.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ НА СУБСТРАТ

*Заблодський М. М., д.т.н., проф.; Шклярський Я. Д., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Підвищення енергоефективності біогазових установок на підприємствах агропромислового комплексу і фермерських господарствах стає все більш актуальною задачею, оскільки збільшується споживання біогазу в технічних цілях як альтернативного джерела енергії та існує проблема утилізації відходів [1]. Результати розробки технологій біоенергетичної стимуляції показали, що вплив певних параметрів, інтенсивності та тривалості здатні активізувати діяльність деяких з метаноутворюючих бактерій, значно підвищити швидкість засвоєння ними сировини і збільшити газовиділення [2-3]. Експериментально показано, що електромагнітні потенціали можуть призводити до реальних ефектів через магнітний векторний потенціал систем заряджених частинок.

При анаеробному зброджуванні курячого посліду вплив на хід процесу надає присутність в його складі великої кількості азоту у вигляді іонів амонію. Надлишок амонійного азоту викликає уповільнення процесу анаеробного зброджування за рахунок утворення аміаку, який є більш токсичним для анаеробної мікрофлори, ніж іон амонію і призводить до накопичення летких жирних кислот, що збільшення кислотності середовища ($pH < 6$) і зниження вироблення як метану, так і біогазу в цілому. У зв'язку з цим зниження рівня аміаку є однією з найважливіших задач анаеробної переробки курячого посліду. При цьому доцільно використовувати унікальну технологічну систему NiX датської компанії Xergi, згідно з якою видалення частини аміаку з субстрату проводиться заздалегідь. Пропонується ідея видалення частини аміаку з субстрату шляхом застосування процесів анодного окислення й катодного відновлення, електрокоагуляції, електрофлокуляції та електродіалізу. Існує ще один фактор, який викликає уповільнення процесу анаеробного зброджування – це наявність лігніну у рослинній біомасі. Вплив імпульсного магнітного поля на фізичні властивості деревини пов'язують із впливом його на радикали кінцевих груп молекули целюлози, що знаходяться у замкнутому просторі «клітині», утвореному пластифікованим лігніном.

Додатковим напрямком досліджень є вивчення особливостей використання магнітних наночасток як перетворювачів деформуючої дії низькочастотних магнітних полів (НЧ МП) на прикріплені до їх поверхні біоактивні макромолекули, молекулярні біонаноструктури і клітини. У НЧ

МП з частотою від одиниць до сотень Гц і індукцією до сотні мТл магнітні на частки розміром 10-50 нм здатні генерувати сили, достатні для активування практично всіх важливих біохімічних процесів в біомакромолекулах і клітинах. Вплив постійного магнітного поля може збільшувати колонієутворюючу здатність бактеріальної культури. Використовуючи методологію електрофізичного впливу на субстрат, викладену в роботі [4], можливе подальше удосконалення біогазових установок і підвищення їх енергоефективності.

Перелік джерел посилань

1. Omer A. Biogas technology for sustainable energy generation: development and perspectives. *MOJ App Bio Biomech.* 2017;1(4):137–148. DOI: 10.15406/mojabb.2017.01.00022
2. Mateescu, C., Caramitu, A., Marin D., Butoi, N., 2017 Methanogenes Stimulation in Electric Fields for Frequencies in Range of 0,1- 500Hz. *Electrotehnika, Electronica, Automatica*, 2017, vol.65, no.1, pp.67-71.
3. Zielin'skaa, M., Cydzik-Kwiatkowska, A., Zielin'skib, M., Debowskib, M., 2012. Impact of temperature, microwave radiation and organic loading rate on methanogenic community and biogas production during fermentation of dairy wastewater. *Bioresource Technology* November 2012. Elsevier Ltd. All rights reserved.– pp.1-7.
4. M. Zablodskiy, P. Klendiy and V. Gritsyuk, "The Influence of a Rotating Magnetic Field on the Intensity of Methane Formation in a Bioreactor," 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 507-511. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8783810> reserved.– pp.1-7.

УДК 313.33:621.318.122

ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МОТОР-ТЕСТЕРА МТ PRO

*Березюк А.О., к.т.н., доцент; Коржов Д.О., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Проблема діагностування автомобільної техніки набуває все більшої важливості через зростаючу складність автомобільних систем та підвищені вимоги до їхньої надійності. Сучасні системи діагностування включають як традиційні механічні методи, так і цифрові технології, які забезпечують автоматизацію та точність у визначенні несправностей. Системи OBD-II стали стандартом для багатьох автомобілів, дозволяючи швидко отримувати інформацію про технічний стан двигуна та інших важливих систем. Серед методів діагностування автомобільної техніки виділяються візуальний огляд, електронна діагностика, а також тестування на спеціалізованих стендах. [1,2]. У роботі [3] розглянуто мотор-тестер МТ-PRO, призначений для комплексної

діагностики двигунів внутрішнього згоряння. Він дозволяє проводити аналіз роботи двигуна, зокрема, вимірювати тиск у циліндрах, температуру охолоджуючої рідини та рівень викидів. Використання MT-PRO сприяє швидкому виявленню несправностей та оптимізації процесу ремонту, що в свою чергу підвищує ефективність сервісного обслуговування. Діагностика тестером MT-PRO на прикладі датчика тиску фірми Honeywell MLH250PSB01A. розрахуємо значення напруги на виході датчика тиску, що відповідають вибраним межам тиску (вимірюваної фізичної величини). Тиску -1 Атм буде відповідати вихідна напруга 0,265 В. Тиску 10 Атм буде відповідати вихідна напруга 2,855 В. [4]. Охорона праці в сфері діагностики автомобільної техніки є критично важливою для забезпечення безпеки працівників. Основними аспектами є дотримання правил безпеки при роботі з електричними пристроями, використання засобів індивідуального захисту та навчання персоналу. У надзвичайних ситуаціях необхідно мати чіткі алгоритми дій, що включають евакуацію, надання першої допомоги та взаємодію з аварійними службами. [5].

Перелік джерел посилань

1. MT Pro Mlab. Діагностичний комплекс. Керівництво по експлуатації. (2020).
2. Лут М.Т. Безпека праці в електроустановках: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів М.Т.Лут, І.П.Радько, В.Г.Тракай, А.І.Чміль.–К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

УДК 681.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ УМОВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПОМПИ

*Бабак Д.О., аспірант; Заблодський М.М., д.т.н, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Актуальність дослідження навантажувальної характеристики помпи обумовлена потребою в оптимізації її роботи в умовах змінного навантаження, що часто зустрічається в промислових та комунальних системах. Помпи забезпечують стабільне транспортування рідин та інших середовищ під тиском, і від їхньої належної роботи залежить надійність, ефективність та енергозбереження всієї системи. Зокрема, зміни у параметрах потоку, викликані зовнішніми факторами, такими як перепади тиску чи збільшення гідравлічного опору, можуть суттєво вплинути на загальну продуктивність системи.

Відомий спосіб визначення кривої заданих значень з використанням установки для керування швидкістю подачі насоса, що приводиться в дію електродвигуном з регульованою швидкістю, за допомогою з якого насоса

рідина в установці переміщується через заздалегідь визначені трубопроводи кількості і діаметри яких є змінними, причому в згаданому способі керування репрезентативна фізична величина миттєвої швидкості подачі насоса отримується за допомогою датчика, а електричний сигнал, пропорційний згаданій фізичній величині, подається на блок керування як фактичне значення [1]. Далі ведеться обчислення функції із збережених значень параметрів насоса за допомогою методу формування математичної кривої та збереження зазначеної функції навантажувальної характеристики.

Вивчення навантажувальної характеристики помпи передбачає детальний аналіз залежності її продуктивності від таких параметрів, як гідравлічний опір та тиск у системі. При підвищенні тиску на виході насос витрачає більше енергії на подолання опору, що знижує його ефективність і, у випадку високих навантажень, призводить до підвищеного зносу механізмів. Нами запропонований удосконалений спосіб дослідження навантажувальної характеристики помпи. У ході експериментальних досліджень було проведено серію випробувань, під час яких вимірювалися параметри роботи помпи за різних рівнів тиску та опору (рис.1). Результати досліджень свідчать про те, що зі зростанням навантаження ефективність роботи помпи знижується через підвищені витрати енергії на подолання гідравлічного опору. Це особливо помітно в умовах високого тиску, коли втрачається стабільність потоку, що вимагає додаткових налаштувань для підтримки стабільної роботи.

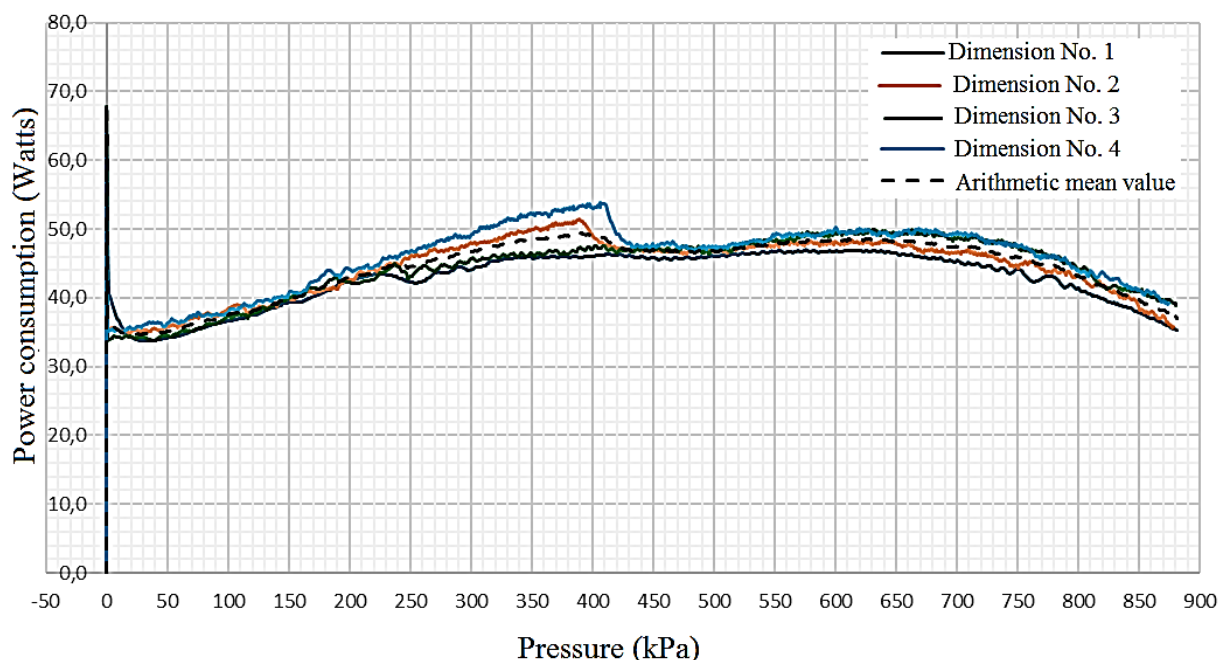


Рисунок 1. Навантажувальна характеристика помпи

Результати досліджень свідчать про те, що зі зростанням навантаження ефективність роботи помпи знижується через підвищені витрати енергії на

подолання гідравлічного опору. Це особливо помітно в умовах високого тиску, коли втрачається стабільність потоку, що вимагає додаткових налаштувань для підтримки стабільної роботи.

Проведене дослідження показує, що для забезпечення оптимальної продуктивності помпи необхідно враховувати численні фактори, серед яких тиск, швидкість потоку, гідравлічний опір та рівень турбулентності. Оптимізація цих параметрів дозволяє знизити енергетичні витрати електроприводу та підвищити надійність системи, що має важливе значення для її довготривалої експлуатації.

Перелік джерел посилань

1.Europäische Patentschrift, EP 1 286 240 B1,Int Cl.7: G05D 13/00, G05D 7/06,0 Method of determining a pump-characteristic, 11.08.2004 Patentblatt 2004/33

СЕКЦІЯ 5. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.577

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРАЦІЇ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В СИСТЕМУ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ

*Шеліманова О.В. к.т.н., доцент; Гриценюк І.О., студент;
Самсоненко Ю.В., студент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Сьогодні у світі 10% загальних потреб енергії в опаленні покрито завдяки встановленню теплових насосів у будівлях, а до 2030 їх кількість збільшиться у 2-2,5 рази. Такі прогнози звіту Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) «Майбутнє теплових насосів» [1].

Теплові насоси є високоефективним рішенням для сучасного будинку, але їхня ефективність залежить від ряду факторів: Зокрема, теплові насоси найбільш ефективні при використанні з системами "тепла підлога", що працюють при температурі до 45°C [2]

Насос споживає менше енергії, коли різниця між температурою зовнішнього повітря і температурою води в магістралі мінімальна. Оскільки системи теплої підлоги зазвичай працюють за температури теплоносія в подачі 35 градусів, тепловий насос і підігрів підлоги створюють ідеальну комбінацію. Тепловий насос у поєднанні з підлогами, що підігріваються, досягає в середньому значно більш високих показників річної ефективності.

На графіку рис. 1 представлена залежність COP повітряного теплового насосів від температури зовнішнього повітря при трьох значеннях температури теплоносія в подавальній магістралі.

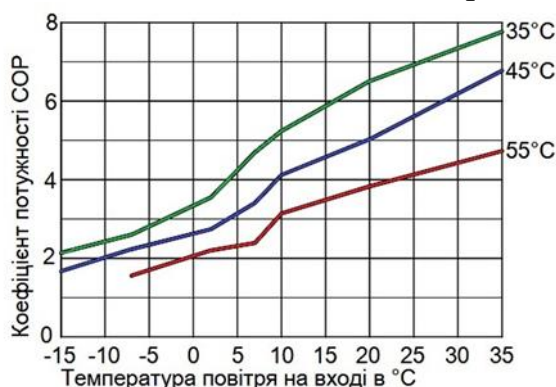


Рисунок 1. Залежність COP теплового насоса від температури.

Чим менше температура в лінії подачі, тим вище коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову, а значить тим дешевше 1кВт*год тепла.

Ще одна перевага: використовуючи повітряний тепловий насос та підлогу з підігрівом, ви можете ефективно охолоджувати свою будівлю влітку. Замість того, щоб відводити тепло з навколишнього повітря, тепловий насос просто перемикає свій робочий режим з опалення на охолодження.

Перелік джерел посилань

4. Report of the International Energy Agency (IEA) "The Future of Heat Pumps". <https://www.iea.org/analysis?type=report>
5. Рекомендації щодо вибору теплових насосів для умов України <https://teploradost.com.ua/ua/kakoj-teplovoj-nasos-luchshe>
6. Тепловий насос та тепла підлога ідеальна комбінація <https://diatec.com.ua/pochemu-vozdushnyj-teplovoj-nasos-i-teplyj-pol-idealnaja-kombinacija/>

UDC 681.511;681.527

STUDY OF HEAT EXCHANGE PROCESSES IN THE COOLING SYSTEM OF A POULTRY HOUSE WITH SIDE VENTILATION

Trokhaniak V.¹, Nasioka Y.², Ihnatiev Ye.^{3,4}, Synyavskiy O.¹, Skliar O.⁴, Olt J.³

¹*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*V. Ye. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

³*Estonian University of Life Sciences, Institute of Forestry and Engineering, Tartu, Estonia*

⁴*Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine*

In this research was used methods of Computational Fluid Dynamics (CFD). It is a branch of fluid mechanics that uses numerical analysis and algorithms to solve and analyze problems involving fluid flows. CFD is widely used in various engineering fields to simulate the behavior of fluids (liquids and gases) in and around objects.

Additionally, based on previous studies by the authors [1, 2], exhaust fans, totaling 4 units for half of the poultry house, are installed on the lateral wall with a combined airflow rate of $42.8 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. This airflow volume is sufficient for removing excess heat from the poultry house. Also considered are the supply air valves, positioned at a height of 0.21 m above the floor level. The spoiler angle over the valve is set at 73 degrees, with a spoiler length of 0.2 m. The nearby valves to the fans are closed, specifically: 9–10, 17–18, 25–26, and 33–34. Thus, 32 valves are utilized for half of the poultry house. The Air Inlet Valve 3000-VFG valves have a width of 0.86 m, and their opening height is 0.09 m.

On sections 1, 2, and 4, flow lines in the poultry house are displayed (see Fig. 1a, b, d). It is observed that the valves and spoilers are strategically positioned. The airflow exits the valves at a velocity of $14.36 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Upon reaching nearly the middle of the poultry house, it descends, losing velocity, towards the birds. Between the swift airflow and the birds, a large vortex is formed, which provides fresh air delivery to the birds. In the upper part of the poultry house, along the centerline, a small air vortex is created due to the specific construction of the poultry house. Additionally, there is a separation of the airflow due to its intensive

supply. This results in turbulence in the airflow and intense mixing of fresh air with exhaust air in these sections. At certain points, near the inlet of the supply air valves, the maximum airflow velocity reaches up to $14.62 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. The pressure at the inlet of the supply air valves reaches 124.3 Pa .

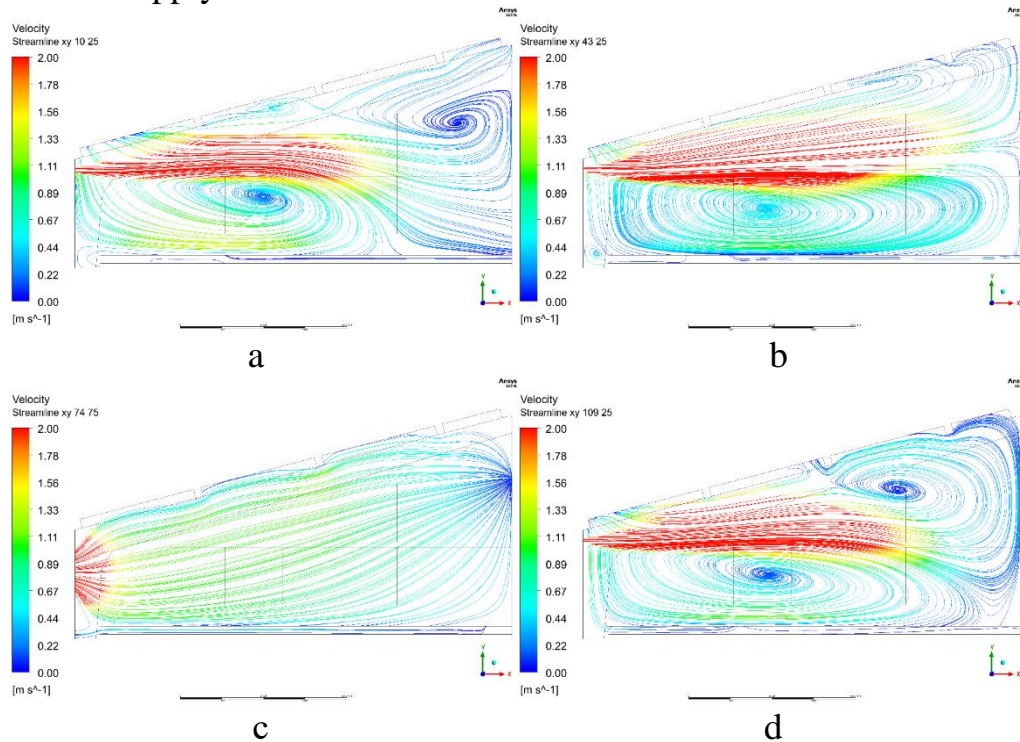


Figure 1. Flow lines ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) in the poultry house along the xy axis at distances from the front end wall: a – 10.25 m ; b – 43.25 m ; c – 74.75 m ; d – 109.25 m .

In turn, at the exhaust fans (see Fig. 1c), the air velocity is $6.13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. The air is uniformly removed from the poultry house. The pressure at the outlet is -3.31 Pa .

Velocity fields were obtained at various locations within the room along the xy axis. The effectiveness of the placement of supply vents and spoilers above them was demonstrated. Fresh air flow exiting the vents at a speed of $14.36 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ reached the center of the room, ensuring its quality. The temperature in these areas averaged between 24.44 and $27.35 \text{ }^\circ\text{C}$, not exceeding the limit of $28 \text{ }^\circ\text{C}$ during the hot period of the year. Analyzing the results of the numerical modeling at a height of 0.7 m from the floor level, it was concluded that discomfort would be experienced by no more than 7.8% of the birds with the proposed cooling system. The average velocity was $0.74 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, with an air temperature of $26.56 \text{ }^\circ\text{C}$. Only in certain areas did the temperature exceed $28 \text{ }^\circ\text{C}$.

Acknowledgements

Supported by Education and Science of Ukraine projects of scientific works of young scientists (Kyiv), Project No. 110/1M-pr-2022.

Перелік джерел посилань

1. Trokhaniak, V., Ivanovs, S., Nasioka, Yu., Chernysh, O., Aboltins, A., Ihnatiev, Y. & Snyavskiy, O. 2023b. Usage of CFD for research on lateral ventilation system in poultry house. *Engineering for Rural Development* 22, 582587. doi: 10.22616/ERDev.2023.22.TF120.
2. Trokhaniak, V.I., Spodyniuk, N.A., Lendiel, T.I., Luzan, P.H., Mishchenko, A.V., Tarasenko, S.V., Popa, L. & Ionita, C. 2023c. Investigation of an improved side ventilation system in a poultry house using CFD. *INMATEH-Agricultural Engineering* 69(1), 121–130. doi: 10.35633/inmateh-69-11.

УДК 681.511;681.527

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- МАСООБМІНУ В СИСТЕМІ ОХОЛОДЖЕННЯ ПТАШНИКА ПРИ БІЧНІЙ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Троханяк В.І., к.т.н., доцент; Фуркало Т.Г., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Традиційною системою охолодження в пташниках для забезпечення нормованого мікроклімату в приміщенні є охолодження з прямим випаровуванням (ОПВ) [1]. У цих системах 100 % свіжого зовнішнього повітря всмоктується через випарні охолоджувальні касети на бічних стінках, щоб відповідати вищезазначеним обмеженням щодо тепла та якості повітря [2].

Досліджується система охолодження припливного повітря в пташнику. Розмір якого складає 120×21 м. У птахівничому приміщенні пропонується бокова система охолодження в літній період року при температурі зовнішнього повітря +40 °С. У припливні клапана, із зовнішньої сторони пташника, монтуються теплообмінні апарати. Їх кількість складає 40 шт для половини пташника з поперечними розмірами 0,85х0,3 м. В якості охолоджувача являється вода з підземних свердловин. Із попередніх досліджень авторів [3], які розробляли теплообмінні апарати для такої системи охолодження, представлено детальні дослідження. Аналізуючи результати, через такі теплообмінники, зовнішнє тепле повітря проходитиме через нього і буде охолоджуватись до +20 °С. Витяжні вентилятори розташовуються на задній торцевій стінці, в кількості 5 шт, беручи із рекомендацій авторів дослідження [4], із загальною продуктивністю 42,815 кг/с.

На рис. 1 представлено поле швидкостей (рис. 1а) та поле температур (рис. 1б) на висоті 0,7 м від рівня підлоги. Дані результати є найбільш цікавими та важливими, так як птиця знаходиться на підлоговому утриманні. Враховуючи норми технічного утримання птиці, швидкість повітря поблизу птиці не повинно перевищувати 2 м/с, тому результати на рис. 5а показано в межах від 0 м/с до 2 м/с. З огляду на результати представлені на рис 3 та високі швидкості повітря на вході у припливних клапанів, які досягають

11,62 м/с, лише у малих зонах швидкість повітря перевищує 2 м/с. Усереднена швидкість повітря на ділянці (див. рис. 1а) складає 0,72447 м/с, а тиск -0,385 Па. Ці результати показують достатню ефективність системи вентиляції в пташнику.

Температура повітря у жаркий період року поблизу птиці не повинна перевищувати +28 °С. З огляду результатів чисельного моделювання (див. рис. 1б), температура повітря, яка перевищує +28 °С, займає площу не більше 0,46 %. Це показує хорошу ефективність системи охолодження пташника. По середині пташника спостерігаються дещо нижчі температури повітря, які починаються з +24,59 °С. Усереднена температура по всій площі пташника на висоті 0,7 м від рівня підлоги складає +25,6987 °С.

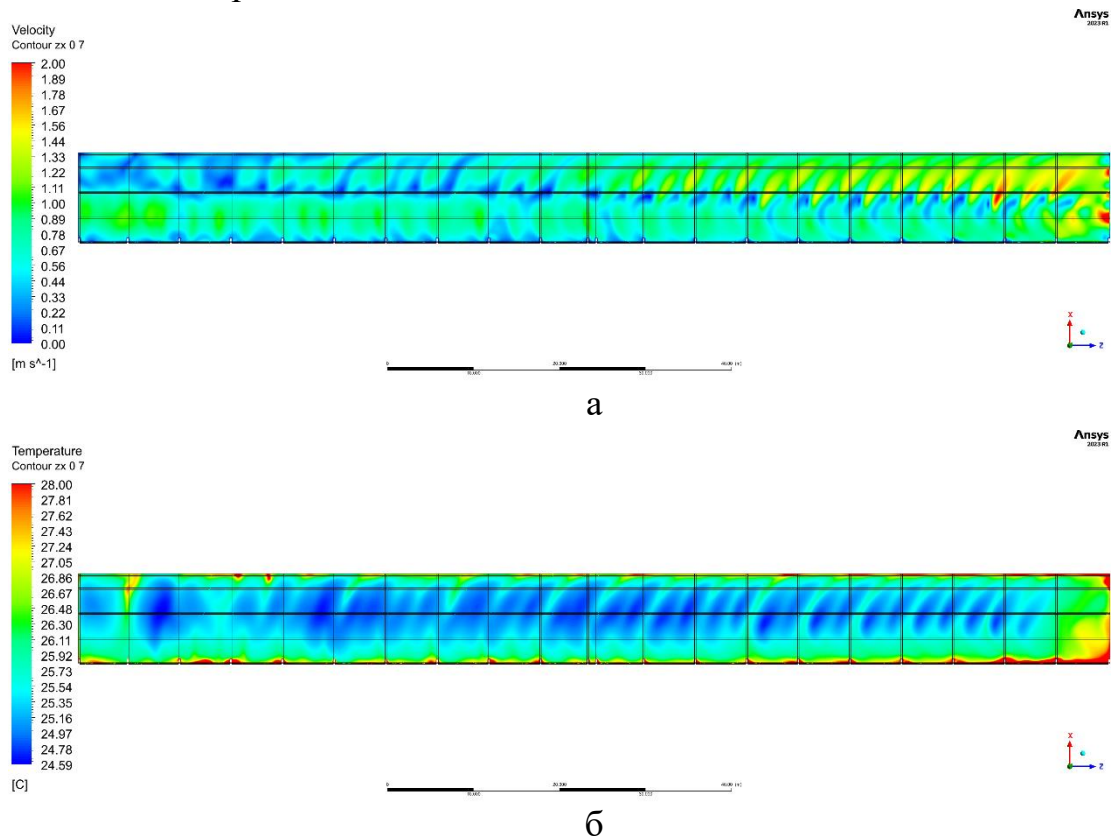


Рисунок 1. Поле швидкостей, м/с (а) і поле температур, °С (б) у приміщенні пташника по осі xz на висоті 0,7 м від рівня підлоги

Розроблено математичну модель аеродинаміки і теплопереносу в пташнику. В результаті чисельного моделювання отримано розподіли температур, швидкостей та тисків в приміщенні пташника. В результаті проведеного аналізу поля температур в пташнику показано, що на окремих ділянках температура в середньому складає від +20 °С до +27,22 °С. Таким чином, враховуючи отримані розподіли температур і швидкостей від рівня підлоги до позначки 0,7 м, можна зробити висновок, що при запропонованій системі охолодження дискомфорт відчуватиме не більше 0,46% від загальної кількості птиці. Усереднена швидкість повітря складає 0,72447 м/с, а температура +25,6987 °С, що відповідає нормованим показникам.

Перелік джерел посилань

1. Hoff S. J. (2018). HVAC System. London : “Intech Open Limited”, 2018. 170 с.
2. Investigating applicability of evaporative cooling systems for thermal comfort of poultry birds in Pakistan / H. M. U. Raza та ін. *Applied Sciences*. 2020. Т. 10, № 13. 4445. <https://doi.org/10.3390/app10134445>
3. Research of thermal and hydrodynamic flows of heat exchangers for different air cooling systems in poultry houses / V. Trokhaniak та ін. *Machinery & Energetics*. 2023. Т. 14, № 1. С. 68-78. <https://doi.org/10.31548/machinery/1.2023.68>.
4. Usage of CFD for research on lateral ventilation system in poultry house / V. Trokhaniak та ін. *Engineering for Rural Development*. 2023. Т. 22. С. 582-587. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF120>.

УДК 681.511;681.527

CFD МОДЕЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В ПТАШНИКУ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛА

*Троханяк В.І.¹, к.т.н., доцент; Білик С.Г.², к.т.н., доцент;
Островий С.Р.¹, студент*

*¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

*²Відокремлений підрозділ «Бережанський агротехнічний інститут»
НУБіП України, м. Бережани, Україна*

Публікації [1, 2] є продовженням ряду науково-практичних досліджень по вдосконаленню аеродинамічних характеристик повітряного середовища в пташнику. Було запропоновано встановити спойлери над припливними клапанами під кутом 75° від вертикалі, зовнішні стіни змонтувати із внутрішньої сторони бетонного каркасу, збільшити ширину пташника до 22,36 м та висоту перекриття зменшити до висоти 3,9 м над рівнем підлоги.

Досліджується система рекуперації повітря в пташнику, розмір якого складає 120×21 м, у зимовий період року при боковій системі вентиляції. Через припливні клапани холодне свіже повітря, яке розділене на хімічні елементи, з температурою -7 °С поступає по вентиляційному каналі в теплообмінний апарат. Проходячи через канали теплообмінника, нагрівається і поступає в приміщення пташника з температурою +8 °С, масова витрата – 22,33245 кг/с. Одночасно, із пташника видаляється відпрацьоване повітря із масовою витратою 22,33245 кг/с. Після чого, охолоджене повітря до температури +7,8818 °С з масовою витратою 22,33245 кг/с через вентиляційні канали, поступає у верхню частину пташника, де видаляється трьома витяжними вентиляторами, які розташовані по верхній лінії, кожен з яких із масовою витратою 7,44415 кг/с. Вентилятори, які розташовані на нижній лінії не застосовуються.

З огляду на результати чисельного моделювання (див. рис. 1а), усереднена масова концентрація CO_2 на висоті 0,7 м становить 0,00501 ум.од. Гранично допустима кількість CO_2 у повітрі приміщення повинна складати 0,00276 ум.од. Таким чином перевищення норм становить в 1,815 рази, що погіршує якість повітря у зазначеній ділянці та відноситься не сприятливих умов утримання птиці. З огляду на результати, усереднена швидкість становить 0,03232956 м/с. Згідно норм утримання птиці, гранично допустима швидкість повітря повинна становити від 0,6 до 1 м/с. Для вирішення даної проблеми і підвищення швидкостей повітря у зазначеній ділянці, автори рекомендують, встановити на виході з теплообмінного апарата конфузор спеціальної конструкції. Таким чином, свіже припливне повітря буде досягати рівня птиці на більших швидкостях і створювати покращений повітрообмін. Що в свою чергу, піднімаючи повітря від птиці в гору, концентрація CO_2 у повітрі над рівнем птиці буде у допустимих нормах. Щодо інших шкідливих речовин, вони знаходяться у нормах, їх кількість складає: H_2O – 0,012 ум.од. (рис. 1б); H_2S – $4,491 \cdot 10^{-7}$ ум.од.; NH_3 – $2,021 \cdot 10^{-7}$ ум.од.

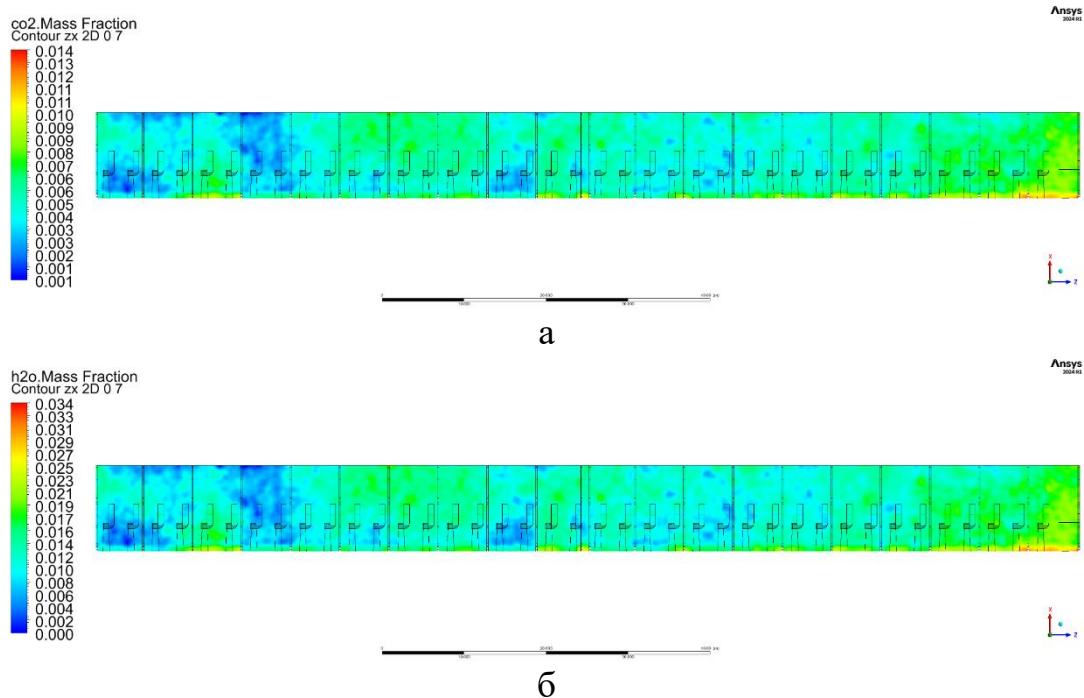


Рисунок 1. Масова частки основних речовин відпрацьованого повітря у приміщенні пташника по осі zx на висоті 0,7 м від рівня підлоги:
а – CO_2 ; б – H_2O

Температура повітря на рівні 0,7 м від підлоги коливається від +12,37 °С до +19,11 °С. Найхолодніша зона знаходиться на передній торцевій стінці пташника, далі повітря нагрівається по довжині пташника. Усереднена температура на цій ділянці складає +13,508 °С. Підвищення температури поблизу задньої торцевої стінки, як уже вище сказано, супроводжене через

відсутність останнього (40-го) теплообмінника. У цій ділянці відбувається певна застійна зона, через що і спостерігається підвищення температур. Також, спостерігаємо підвищення концентрації шкідливих речовин.

Перелік джерел посилань

1. Trokhaniak V.I., Rogovskii I.L., Titova L.L., Dziubata Z.I., Luzan P.H., Popyk P.S. Using CFD simulation to investigate the impact of fresh air valves on poultry house aerodynamics in case of a side ventilation system. INMATEH-Agricultural Engineering, vol. 62, no. 3, 2020, pp. 155-164. <https://doi.org/10.35633/inmateh-62-16>
2. Trokhaniak V.I., Spodyniuk N.A., Trokhaniak O.M., Shelimanova O.V., Luzan P.H., Luzan O.R. Investigation of the influence of exhaust fans location on the upper line on poultry house aerodynamics with the use of CFD. INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 67, no. 2, 2022, pp. 425-432. <https://doi.org/10.35633/inmateh-67-43>.

UDC 621.577

HEAT PUMPS: FEATURES OF APPLICATION IN EU COUNTRIES AND UKRAINE

*Paul De Schepper¹, Ivanka Pandelieva-Dimova², Victor Kaplun³,
Svitlana Makarevych³, Olena Shelimanova³ Ievgen Antypov³*

¹Thomas More (TMU), Belgium

²Sofia Energy Centre (SEC), Bulgaria

³National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NULES)

Reducing carbon dioxide emissions, achieving a completely decarbonized building stock by 2050 through the use of renewable energy sources and digital technologies – such ambitious goals are announced in DIRECTIVE (EU) 2024/1275. on the energy efficiency of buildings, which was adopted on April 24, 2024 [1]/

Buildings are responsible for around 40% of EU energy consumption, more than half of EU gas consumption (mainly from heating, cooling and hot water) and 35% of energy-related greenhouse gas emissions. Under the new rules, all new buildings must be zero-emission by 2030, and the EU building fund must be converted into a zero-emission building fund by 2050.

One of the ways to achieve the stated goals is the wider use of heat pumps for heating buildings. According to the forecast of the International Energy Agency, heat pumps will become the main technology in "green" heating [2].

The efficiency of the heat pump is determined by the COP (Coefficient of Performance). It shows the ratio between consumed and produced energy. For example, a heat pump COP of 4 means that when 1 kW of electrical energy is consumed, 4 kW of thermal energy is produced.

In the theory of COP, it is determined by the following formula:

$$\text{COP} = T_2 / (T_2 - T_1)$$

where T_1 – the temperature of the heat source (soil, water, air); T_2 – the temperature of the water in the heating circuit (the temperature of the water circulating in the pipes of the warm floor, warm plinth).

Thus, the amount of COP depends on the temperature of the heat source and the temperature in the heating system of the house (at the input and output of the heat pump), as shown in Fig.1.

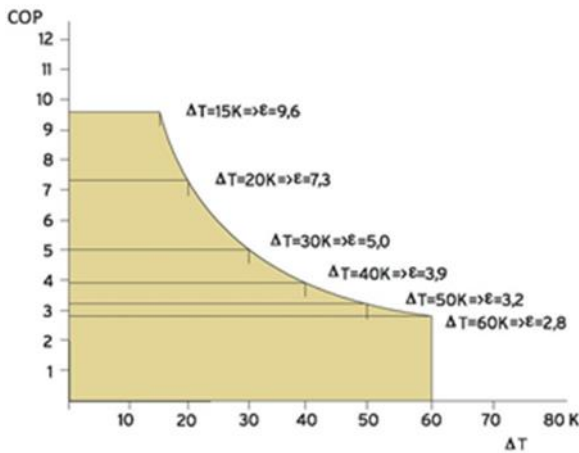


Fig.1. Dependence of COP on the temperature difference between the low-potential source and the energy consumer.

Therefore, the outside air temperature has a significant influence on the efficiency of the air-water heat pump.

In mild frosts, as in Belgium, the COP of such a pump will really be close to 4. In Italy according to UNI TS 11300/3 /4 COP for heat pumps air – air is 3.8.

But in the climatic conditions of Ukraine, if the temperature drops below $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, this coefficient ranges from 2 to 3. That is, it is approximately 2 times lower than that of a ground heat pump. And in general, under such conditions,

the heat pump turns into an ordinary electric heater. On average, we accept the COP of an air-water heat pump at the level of 3...3.5.

For these reasons, a soil-water or water-water heat pump seems to be more reliable. Since the temperature of the soil at a depth of more than 1 m in our latitudes remains constant throughout the year (10-12 $^{\circ}\text{C}$), geothermal pumps are able to function even at air temperatures up to $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, providing comfortable conditions without the need for additional heat sources. These devices have a higher COP – up to 5.5,

Regarding the number of heat pumps of various types, there are unfortunately no statistical data for Ukraine. But taking into account the fact that air-to-water heat pumps are usually installed on objects with an area up to 200 m^2 (including apartments and private houses), and geothermal heat pumps are recommended for houses with an area of more than 200 m^2 , obviously the number of air-water heat pumps does not exceed 4 times the number of geothermal pumps as in Belgium, so it is possible to accept an average value of COP 4.

References

- 1.DIRECTIVE (EU) 2024/1275 of April 24, 2024 on the energy efficiency of buildings <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-102-2023-INIT/en/pdf>

2. Report of the International Energy Agency (IEA) "The Future of Heat Pumps".
<https://www.iea.org/analysis?type=report>

3. Рекомендації щодо вибору теплових насосів для умов України
<https://teploradost.com.ua/ua/kakoj-teplovoj-nasos-luchshe>

УДК 532.54

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ НА ДИСПЕРСНІСТЬ ОБРОБЛЮВАНОВОГО СЕРЕДОВИЩА

*В.Г. Горобець, д.т.н., професор; А.М. Сердюк, Ph.D., асистент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Одним із досить актуальних напрямків розвитку агропромислового комплексу нашої країни є розвиток свиновідгодівельної галузі тваринництва. Визначальну роль відіграє процес годівлі тварин, який в даний час базується на використанні сухих кормів. Апарати для приготування сухих кормів потребують великої кількості енергії та мають великі масогабаритні показники. Разом з тим відомо, що при вирощуванні молодняка свиней більш ефективно використовувати для годівлі рідкі корми.

Одним з перспективних напрямів є розробка роторно-пульсаційних апаратів (РПА), основаних на принципі дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ). Використання таких технологій дає можливість проводити процеси диспергування, перемішування, розчинення кормових складових суміші з одночасним її підігрівом та ряд інших процесів [1,2].

Мета досліджень полягає у визначенні впливу основних механізмів дискретно-імпульсного введення енергії на зміну середньоповерхневого розміру частинок зерна в процесі приготування рідких водозернових кормів в РПА.

Визначення дисперсності, як важливої характеристики якості кінцевого продукту, являє собою великий інтерес, так як за цими даними можна оцінити ефективність гомогенізуючого обладнання.

На диспергування водозернової суміші в роторно-пульсаційних апаратах впливає ряд факторів, одним з яких є швидкість обертання ротора апарату. Проведено дослідження впливу зміни швидкості обертання ротора двигуна роторно-пульсаційної установки на гранулометричний склад виготовленої суміші. Експериментальні дослідження проводились з використанням зернової суміші (пшениці, кукурудзи та ячменю). Швидкість обертання ротора електродвигуна змінювали за допомогою частотного перетворювача [3].

Результати проведених досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Залежність середньоповерхневого розміру частинок від швидкості обертання ротора установки та часу обробки суміші

Вимірювальні показники		
Час обробки суміші, хв	Швидкість обертання ротора, об/хв	Середньоповерхневий розмір фракцій, мкм
5	1800	760
10		610
15		500
20		415
25		360
5	2400	640
10		490
15		385
20		330
25		290
5	3000	560
10		415
15		330
20		280
25		255

Аналізуючи табличні дані, можна зробити висновок, що при збільшенні швидкості обертання ротора установки та часу обробки дисперсність рідини зменшується, проте споживана енергія при цьому збільшується. Швидкість обертання ротора РПА тісно пов'язана зі швидкістю зсуву потоку середовища, яка істотно впливає на середній розмір частинок та швидкість приготування корму. Для досягнення необхідного середньоповерхневого розміру частинок зерна (300 мкм) необхідно проводити обробку середовища при швидкості обертання ротора РПА 3000 об/хв за 17-18 хвилин.

Перелік джерел посилань

1. Долинский, А.А., Басок Б.И., Накорчевский А.И., Шурчкова Ю.А. Дискретно-импульсный ввод энергии., К.: ИТТФ НАНУ, 1996. 196 с.
2. Ібатуллін І.І., Мельничук Д.О., Богданов Г.О. та ін. Годівля сільськогосподарських тварин. Київ, 2006. 444 с.
3. Горобець В.Г., Гескін Д.В. Доцільність використання роторно-пульсаційного апарату для приготування рідкого корму. Науковий вісник НУБіП України. К., НАУ. 2014. № 194, ч. 1. С. 45-50.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ З БАЛАНСУВАННЯ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Ходаківський В.О., аспірант; Карпенко Д.С., к.т. н, м.н.с.
Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ, Україна;

Об'єднана енергетична система (ОЕС) України базується на ТЕС, АЕС, ГЕС, ГАЕС та відновлюваних джерелах енергії. ТЕЦ забезпечують електроенергією промисловість та побутовий сектор. Однак, ОЕС страждає від дефіциту маневрених потужностей, що загострилося через розвиток зеленої енергетики і введення "зелених" тарифів. Ця ситуація, разом з частим використанням застарілих вугільних блоків для пікових навантажень, створює підвищений ризик аварій, а війна додатково ускладнює стан енергетичної системи, підкреслюючи необхідність термінових реформ і модернізацій для забезпечення стабільності постачання енергії.

Метою роботи є визначення перспективних напрямків балансування ОЕС України з використанням існуючих об'єктів електро- та теплопостачання.

Для забезпечення стабільного функціонування енергосистеми України необхідно побудувати високоманеврові потужності (не менше 1 ГВт, з можливістю запуску та зупинки щонайменше чотирьох разів на добу) та впровадити системи накопичення енергії (щонайменше 0,5 ГВт). У разі обмеження потужностей АЕС потреба в акумуляторах може зрости до 2 ГВт. До 2031 року робоча потужність ТЕС має бути не менше 12 ГВт, що можна досягти через реконструкцію чи будівництво нових потужностей. [1-5]

Рекомендації для оптимізації роботи ТЕЦ та ТЕС включають використання комбінованих парогазових установок, що підвищують ККД до 55-57%, та впровадження газотурбінних установок для зменшення викидів. В умовах дефіциту вугілля важливо нарощувати видобуток природного газу і використовувати біомасу. Реконструкція котелень і будівництво нових парогазових ТЕЦ, а також завершення гідроакумуляуючих електростанцій на Дністрі покращать маневровість системи. Результати дослідження систематизують заходи для підвищення енергетичної ефективності, вказуючи на економічно доцільні рішення для модернізації енергосистеми. [6-9]

Аналіз даних, представлених у таблиці 1, виявив суттєві відмінності в ефективності, вартості та тривалості реалізації різних заходів. Наприклад, заходи, що передбачають модернізацію існуючих ТЕЦ і ТЕС, хоча і мають високу вартість, забезпечують суттєве зниження викидів та підвищення ефективності роботи енергетичних підприємств. З іншого боку, впровадження системи енергоменеджменту є відносно недорогим та швидким у реалізації, що робить цей захід привабливим для швидкого

покращення енергоефективності.

Таблиця 1.

Зведена характеристика перспективних заходів з балансування ОЕС України

Назва заходу	Необхідні засоби для впровадження заходу	Вартість реалізації	Орієнтовний термін, роки	Тривалість пуску, год
Впровадження системи енергоменеджменту	Вдосконалення законодавства, стимулювання бізнесу та впровадження моніторингу енергетичних ресурсів.	Низька	3	-
Розвиток акумулювання ВДЕ	Інсталяція систем накопичення енергії (акумулятори, резервуари).	Висока	5-10	0,1-0,5
Модернізація існуючих ТЕЦ і ТЕС	Обладнання для підвищення ефективності та зменшення викидів; реконструкція ТЕС.	Висока	3-7	гарячого-80 хв-2,5 год.; холодн.- 3год
Впровадження високоманеврових потужностей	Високоманеврових потужностей можливість здійснювати пуск та зупинку не менше чотирьох разів за добу з діапазоном регулювання не менше 80% від встановленої потужності.	Середня	3-5	0,1-0,5
Використання комбінованих парогазових установок	Підвищення ККД до 55-57% та зменшення витрат палива за рахунок утилізації теплоти відпрацьованих газів з виробництвом пари	Висока	3-7	0,25-2,5
Впровадження газотурбінних установок з вприскуванням пари (STIG) або води (НАТ, СНАТ)	Встановлення газотурбінних установок з вприскуванням пари або води для підвищення ККД та ефективності використання пального.	Висока	4-8	0,15 - 1
Розширити використання біомаси	Побудова або модернізація ТЕЦ для спалювання біомаси.	Середня	3-6	1-2
Будівництво нових сучасних парогазових ТЕЦ	Проектування та будівництво нових парогазових ТЕЦ.	Висока	5-10	0,15 - 1
Реконструкція та модернізація котелень з переводом в міні-ТЕЦ	Модернізація існуючих котелень з інсталяцією когенераційних установок, побудова міні-ТЕЦ, ОРС-ТЕЦ.	Середня	3-5	0,15 - 1
Перехід на розподілену генерацію	Встановлення малих генераційних установок інтеграція з існуючими мережами, впровадження розумних мереж (smart grids).	Середня	3-5	0,15 - 1

Підсумовуючи аналіз сучасного стану об'єднаної енергетичної системи України – країна перебуває на критичному етапі розвитку своєї інфраструктури в умовах воєнних загроз та високих екологічних вимог. Україні потрібно адаптуватися до нових умов і впроваджувати ефективні рішення для стабільності енергосистеми, зокрема шляхом модернізації теплоелектроцентралей (ТЕЦ) та теплових електростанцій (ТЕС) у міні-ТЕЦ, переходу на розподілену генерацію та впровадження інноваційних технологій, таких як газотурбінні установки. Ключовими заходами для балансування об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України є впровадження системи енергоменеджменту, модернізація існуючих потужностей, розвиток високоманеврових потужностей і систем акумулювання відновлювальних джерел енергії. У світлі значних втрат маневрових потужностей через російські атаки ці заходи є критично важливими для відновлення енергетичної інфраструктури України.

Перелік джерел посилань

1. Басок, Б., Дубовський, С. і Куделя, П. 2022. Сучасні проблеми функціонування тец України. Технічна електродинаміка. 6 (Жов 2022), 052. DOI: 10.15407/techned2022.06.052.
2. Домбровський, О., Гелетука, Г., & Крамар, В. (2024, April 11). Як запустити розподілену генерацію в Україні. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/04/11/712293/>
3. Довгаль, М. О., & Замулко, А. І. (2023). Аналіз можливостей функціонування ТЕЦ на ринку електричної енергії в умовах запровадження цінових обмежень на ринку. Енергетика, економіка, технології, екологія, (3), 43-50. DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2023.66.044>
4. Здановський, В. Г., & Кулик, М. П. (2021). Вибір прийняттого балансування виробництва електричної енергії в Україні. In Proceedings of V International Scientific and Practical Conference (pp. 482-488). Харків.
5. Кулик, М. П., & Кравець, Т. Ю. (2019). Скорочення викидів та покращення маневровості теплових станцій (2-ге вид.). Львів: ТзОВ "Растр-7".
6. DiXi Group ALERT. (2023). Розвиток розподіленої газової генерації в Україні: стратегія і тактика. URL: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2023/11/alert_distributed-gas-generation_dixi_group-3.pdf
7. Кулик, М. П., Козак, Л. Ю., & Павлюк, Л. І. (2021). Підвищення екологічної безпеки газотурбінного приводу газоперекачуючих агрегатів. Екологічні науки, 2(41), 16-23. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.2>
8. Chernyavskyy M., Dunayevska N.I., Novoseltsev A., Comparative assessment of electricity supply costs from different sources in baseload and regulated modes. System Research in Energy 2024(2):4-15 2024(2):4-15. DOI:10.15407/srenergy2024.02.004
9. Kulyk M., Nechaieva T., Zgurovets O., Shulzhenko S., Maystrenko N. Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. In A. Zaporozhets (Ed.). Systems, Decision and Control in Energy IV. Studies in Systems, Decision and Control.2023.Vol.454. P. 433-449. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26

НОВА МЕТОДИКА ВИБОРУ ПЕРЕПАДУ ТИСКУ В МЕРЕЖАХ ГАЗОПОСТАЧАННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗУ

Колієнко А.Г.¹, к.т.н, професор; Шеліманова О.В.², к.т.н, доцент

*¹Національний університет Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка*

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Скорочення споживання органічних палив, досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року є пріоритетними засадами, покладеними в основу Директив та Стратегій Європейського Союзу [1]. Важливу роль в процесі декарбонізації Європи відводиться газовій інфраструктурі.

Скоротити витрати природного газу можна завдяки підвищенню ефективності його використання.

Одним з найважливіших факторів, які впливають на економічність, надійність і ефективність роботи системи газопостачання, є перепад тиску в газопроводах. Проте саме цей параметр залишається найменш регламентованим і контрольованим.

В нормативних документах [2, 3] містяться рекомендації щодо вибору перепаду тиску в газових мережах, виходячи як із засад безпеки експлуатації та надійності роботи газових пальників, так і за економічними показниками вартості мережі і ГРП.

Авторами даного дослідження запропоновано принципово новий спосіб вибору перепаду тиску в газових мережах - за показником гранично допустимих втрат ефективності спалювання газу і зменшення ККД паливоспалювального обладнання. Реалізувати такий спосіб можна за рахунок таких експлуатаційних факторів як влаштування додаткових ГРП і зменшення радіусу їх дії.

Забезпечити скорочення витрат газу можна також за допомогою нових підходів до проектування газових мереж, коли при реконструкції газових мереж, гідравлічні розрахунки здійснюються на основі рекомендованих перепадів тиску.

Перелік джерел посилань

1. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 р. <https://kompek.rada.gov.ua/uploads/documents/30556.pdf>
2. ДБН В.2.5-20-2018. Газопостачання. – К. 2018.
3. ДНАОП 0.00-1.20-22. Правила безпеки систем газопостачання України. К., 2022.

ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ТА КАТАЛІТИЧНОГО МЕТАНУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНОГО ВІДНОВЛЮВАНОВОГО МЕТАНУ

*Супрун Т.Т., к.т.н., старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна*

Біологічне та каталітичне метанування відбувається в результаті реакції перетворення вуглекислого газу CO_2 і водню H_2 (реакція Сабатьє) з отриманням синтетичного метану:



Для отримання синтетичного відновлюваного метану всі компоненти реакції (CO_2 і H_2) мають бути відновлюваними.

Біологічне метанування здійснюється за допомогою гідрогенотрофних метаногенів, так званих архей, які отримують енергію для зростання шляхом анаеробного засвоєння водню і двоокису вуглецю. Оптимальна робоча температура цих бактерій переважно знаходиться в межах 55–65 °С, що робить температуру процесу значно нижчою, ніж для каталітичного метанування. На відміну від біологічного для каталітичного метанування використовується металевий каталізатор. Найчастіше застосовується нікель через його відповідні властивості та відносно низьку вартість, але також залізо, кобальт, молібден, рутеній, родій, паладій і платину [1]. Процес каталітичного метанування проходить при більш високій температурі та тиску (250–400 °С і тиску 20 бар).

Як біологічне, так і каталітичне метанування є екзотермічними реакціями, що виробляють значну кількість надлишкового тепла, яке необхідно відвести та можна використовувати в інших процесах.

Біологічне метанування може здійснюватися або *in-situ*, шляхом введення водню в реактор анаеробного зброджування, або *ex-situ*, в окремому реакторі, що містить метаногенні бактерії та поживні речовини [2], [3], змішуючи CO_2 від збагачення біогазу з воднем при стехіометричному співвідношенні 1 до 4 згідно формули (1). В роботі [4] було детально досліджено біометанування і продемонстровано як впливають на продуктивність процесу декілька факторів, включаючи прийняті стратегії налаштування (тобто *in situ*, *ex situ*), вибір біокаталізатора (тобто чиста мікробна культура або змішаний метаногенний консорціум), а також деякі хіміко-фізичні параметри. Цей біологічний процес має кілька переваг порівняно з каталітичним метануванням, наприклад, використання недорогих біокаталізаторів, більш м'які умови роботи, вищу толерантність до домішок та вищу селективність продукту.

Біологічне метанування не настільки розвинене, як каталітичне метанування. Як зазначається в [5], водень є головним вузьким місцем для

цієї технології як з точки зору постійного доступу, так і з точки зору його реакції з CO₂, оскільки водень погано розчиняється у воді. Низька швидкість росту клітин анаеробних мікроорганізмів є ще одним обмежуючим фактором, оскільки низька продуктивність клітин безперервних процесів призводить до низької об'ємної продуктивності CH₄. Наразі біологічне метанування залишається на стадії лабораторних та демонстраційних проєктів, а для досягнення комерційної стадії потрібні подальші розробки [6].

Доступ до водню, стійкість до домішок і пошук місцевих споживачів для надлишкового тепла є проблемами, які необхідно вирішити для каталітичного метанування [6]. Зокрема, енергія, що вивільняється у вигляді тепла, може бути відновлена та повторно використана для підтримки енергетичних потреб процесу або генерації H₂. Технології каталітичного метанування завдяки їх здатності до масштабування і можливості підвищення ефективності процесу за рахунок використання теплоти метанування можуть використовуватися для проєктів виробництва синтетичного відновлюваного метану середньої і великої потужності (понад 1 МВт). Проєкти невеликої потужності доцільно виконувати з застосуванням біологічного метанування, тому що біометанування потребує застосування реакторів з великим питомим об'ємом.

Перелік джерел посилань

1. Chung Hong Tan, Saifuddin Nomanbhay, Abd Halim Shamsuddin, et al. Current Developments in Catalytic Methanation of Carbon Dioxide – A Review. *Front. Energy Res.* 2022. Vol. 9. P.795423. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.795423>
2. Antukh T., Lee I., Joo S., Kim H. Hydrogenotrophs-Based Biological Biogas Upgrading Technologies. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2022. Vol. 10, p. 833482. doi: 10.3389/fbioe.2022.833482.
3. Thapa A., Park J.-G., Jun H.-B. Enhanced ex-situ biomethanation of hydrogen and carbon dioxide in a trickling filter bed reactor. *Biochemical Engineering Journal*, 2022. Vol. 179, p. 108311. doi: 10.1016/j.bej.2021.108311.
4. Bellini R., Bassani I., Vizzarro A., et al. Biological Aspects, Advancements and Techno-Economical Evaluation of Biological Methanation for the Recycling and Valorization of CO₂. *Energies*, 2022. Vol. 15(11). P. 4064. <https://doi.org/10.3390/en15114064>
5. Ngu V., et al. H₂ mass transfer – A key factor for efficient biological methanation: Comparison between pilot-scale experimental data, 1D and CFD models. *Chemical Engineering Science*, 2023. 2023. Vol. 268, p. 118382. doi: 10.1016/j.ces.2022.118382.
6. BIP Europe 2023 Task Force 5.1 https://bip-europe.eu/wp-content/uploads/2023/12/BIP_Task-Force-5_Innovative-technologies_Dec2023.pdf

ОГЛЯД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ ДЛЯ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

*Желєзна Т.А., к.т.н., с.н.с.; Драгнєв С.В., к.т.н., доцент
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна.*

Транспортний сектор споживає близько третини всієї виробленої енергії у світі. В межах самого сектору, основним споживачем є дорожній транспорт, на який припадає 77% всієї енергії на транспорті. Хоча морський транспорт використовує лише близько 10% загальної енергії сектору, це еквівалентно великому річному обсягу майже у 13 ЕДж. Порівняно з виробництвом теплової і електричної енергії, а також іншими галузями енергетики та промисловості, транспорт важко піддається декарбонізації. Підтвердженням цього є той факт, що викопне паливо поки залишається основним енергоносієм у всіх видах транспорту. Найбільша частка відновлюваної енергії (15% від загального споживання у 2021 р.) використовується залізничним транспортом, а найменша – авіацією (практично 0%) і морським транспортом (0,2%) [1].

Європейський Союз приділяє велику увагу питанням «зеленого» енергетичного переходу і декарбонізації, у тому числі на транспорті. Регламент по використанню відновлюваних і низьковуглецевих палив на морському транспорті 2023 року (FuelEU Maritime) [2] встановив обмеження для середньорічної інтенсивності парникових газів енергоносіїв, які споживаються будь-якими суднами валовою місткістю понад 5000 тонн, що заходять до європейських портів. Крім того, з 2024 р. морський транспорт увійшов до сфери охоплення системи торгівлі квотами на викиди парникових газів (СТВ) ЄС. На даний момент це стосується тільки емісії CO₂, а з початку 2026 року СТВ ЄС охоплюватиме також викиди метану і закису азоту від морського транспорту [3].

Ефективним заходом скорочення викидів парникових газів є застосування альтернативних палив. Для морського транспорту такими паливами і енергоносіями можуть бути метанол, скраплений природний газ, зріджений нафтовий газ, біопалива, аміак, водень, електроенергія. Усі альтернативні види палива для водного транспорту стикаються з труднощами та перешкодами для їхнього практичного використання, хоча складність подолання цих бар'єрів буде різною для різних видів палива. Типові ключові бар'єри включають високу вартість необхідних машин і обладнання, систем для зберігання палива на борту суден, необхідність у додатковому просторі для зберігання, відносно низьку технічну зрілість, порівняно високу ціну і обмежену доступність палива, відсутність глобальної інфраструктури бункерування, а також складність питань техніки безпеки. Сьогодні судна вже можуть працювати на таких альтернативних паливах, як скраплений

природний газ, зріджений нафтовий газ, метанол та певні біопалива. Крім цього тривають випробування аміаку і водню. За своїми хімічними та фізичними характеристиками альтернативні види палива суттєво відрізняються від традиційних палив для водного транспорту. Особливо небезпечними є властивості, пов'язані з ризиком пожеж та вибухів.

Серед біопалив для потенційного заміщення традиційних суднових палив найчастіше розглядають біодизель (FAME), гідроочищену рослинну олію (HVO), пряму (необроблену) рослинну олію (SVO), скраплений біометан. Перспективним напрямком досліджень і практичного розвитку може бути також виробництво і використання біо-нафти, отриманої шляхом проміжного (між повільним та швидким) піролізу біомаси. Проміжний піроліз у порівнянні зі швидким характеризується повільнішою швидкістю нагріву сировини (100-500 °C/хв.). Це дає можливість ефективніше управляти процесом і отримувати біо-нафту кращої якості, з якої надалі можна виробити рідкі біопалива для двигунів внутрішнього згорання та інших установок зі спалюванням палива [4].

Дослідженню питань виробництва і використання піролізної біо-нафти на морському транспорті присвячений проєкт SEAFAIRER програми ЄС Horizon Europe. Проєкт, що розпочався у вересні 2024 року, передбачає будівництво демонстраційної установки проміжного піролізу біомаси, а також експериментальне плавання судна на отриманому рідкому біопаливі. Зі сторони України в проєкті бере участь Біоенергетична асоціація України.

Перелік джерел посилань

1. Renewables 2024. Global Status Report [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ren21.net/gsr-2024/> – (Дата звернення: 17.10.2024)
2. Regulation (EU) 2023/1805 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport, and amending Directive 2009/16/EC [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1805> – (Дата звернення: 17.10.2024)
3. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union and amending Council Directive 96/61/EC [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02003L0087-20240301> – (Дата звернення: 17.10.2024)
4. Hornung A. et al. Thermo-Catalytic Reforming (TCR) – An important link between waste management and renewable fuels as part of the energy transition. Applications in Energy and Combustion Science. 2022; 12:100088. <https://doi.org/10.1016/j.jaecs.2022.100088>

ІНФРАЧЕРВОНІ НАГРІВАЧІ ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ОБІГРІВУ НА ВИРОБНИЦТВІ

*Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист
ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»,
м. Ніжин, Україна.*

Ефективне опалення виробничих приміщень є важливим фактором для забезпечення комфортних умов праці, підтримки технологічних процесів та зменшення енергетичних витрат. Інфрачервоні нагрівачі стали популярним рішенням у промислових середовищах завдяки їхній здатності забезпечувати енергоефективне та рівномірне обігрівання великих площ. Вони працюють за принципом випромінювання інфрачервоних хвиль, які безпосередньо нагрівають об'єкти і поверхні, а не повітря, що мінімізує втрати тепла. У цій статті розглядаються переваги інфрачервоних нагрівачів, їх ефективність та застосування у виробничих приміщеннях.

Інфрачервоні нагрівачі випромінюють електромагнітні хвилі в діапазоні інфрачервоного спектра, які нагрівають поверхні об'єктів, що знаходяться в зоні їх дії. Відмінною особливістю цих пристроїв є те, що вони не нагрівають повітря напряду, як це роблять традиційні конвекційні обігрівачі. Інфрачервоні хвилі поглинаються твердими тілами, що дозволяє швидко нагрівати об'єкти або людей у приміщенні [5]. Це робить такі системи ефективними для опалення великих або відкритих площ, де традиційне опалення може бути менш результативним.

Однією з ключових переваг інфрачервоних нагрівачів є їх енергоефективність. Вони забезпечують високу продуктивність при низьких енергетичних витратах, оскільки спрямоване випромінювання тепла зменшує втрати теплової енергії. За даними досліджень, інфрачервоні системи можуть знизити енергоспоживання до 30-50% порівняно з традиційними конвекційними системами опалення [2]. Це особливо актуально для великих виробничих приміщень, де конвекційні системи можуть бути менш ефективними через велику площу та високу стелю.

Основні сфери використання включають: Цехи та складські приміщення: У великих виробничих приміщеннях інфрачервоні нагрівачі забезпечують локальне опалення робочих зон, що дозволяє уникнути втрат енергії при обігріві всього приміщення [4]. У будівлях з високими стелями тепле повітря, створене конвекційними обігрівачами, піднімається вгору, залишаючи робочі зони холодними. Інфрачервоні нагрівачі ефективно вирішують цю проблему, направляючи тепло безпосередньо вниз [1]. Інфрачервоні нагрівачі дозволяють здійснювати точкове нагрівання, тобто нагрівати лише ті зони, де перебувають працівники або де потрібне додаткове тепло. Це дозволяє знизити енергетичні витрати та підвищити

ефективність системи [2].

На відміну від традиційних систем опалення, інфрачервоні нагрівачі забезпечують майже миттєвий обігрів, оскільки інфрачервоні хвилі не вимагають часу для прогрівання повітря. Це особливо корисно в умовах змінної потреби в обігріві, наприклад, коли робітники перебувають у різних зонах приміщення в різний час [5].

Оскільки інфрачервоні нагрівачі не створюють конвекційних потоків повітря, вони не сприяють підйому пилу в повітря. Це важлива перевага для промислових середовищ, де накопичення пилу може стати серйозною проблемою [2].

Інфрачервоні нагрівачі також мають позитивний вплив на екологічну ефективність виробничих приміщень. Зменшення споживання енергії призводить до зниження викидів парникових газів, якщо електроенергія генерується з традиційних джерел. Крім того, відсутність необхідності в складних системах повітряного обігріву знижує використання матеріалів і ресурсів для їхнього виробництва та обслуговування [4].

Інфрачервоні нагрівачі є ефективним та енергоощадним рішенням для опалення виробничих приміщень. Вони забезпечують швидкий і локальний обігрів, мінімізують втрати тепла та знижують енергетичні витрати. Завдяки своїй універсальності, інфрачервоні системи знаходять широке застосування у різних галузях промисловості, від складів до технологічних процесів. Подальший розвиток цих технологій може забезпечити ще більшу енергоефективність та екологічні переваги для підприємств.

Перелік джерел посилань

1. Hassan, M., Arif, S. M., Shafiullah, G. M. A review on solar thermal energy storage technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (2018).82, 79-89.
2. Karmakar, S., Das, S. K. Energy Efficient Heating Techniques for Industrial Applications. *Journal of Energy Storage*, (2020).
3. Krzystek, L., Wajszczuk, K., Pazera, A. et al. The Influence of Plant Cultivation Conditions on Biogas Production: Energy Efficiency. *Waste Biomass Valor.* (2019).
4. Rossi, M. Infrared Heating Technology in Industrial Applications. *Energy Reports*, (2020). 6, 374-380.
5. Zhou, D., Wu, Y., Wang, H. et al. Review on solar thermal utilization and thermal energy storage technology. *Renewable Energy*, (2017).

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ШЛЯХОМ АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛА: ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ

*Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист
ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»,
м. Ніжин, Україна.*

Енергоефективність є ключовим аспектом сучасного розвитку, що дозволяє зменшити споживання енергії та залежність від викопного палива. Одним із перспективних напрямів підвищення енергоефективності є технології акумулювання тепла. Цей метод дозволяє зберігати надлишкове тепло, яке може бути використане в інший час, коли потреба в ньому збільшується. Однак впровадження акумулювання тепла стикається з низкою викликів, зокрема технічних та економічних. У цій статті розглянуто основні проблеми і перспективи розвитку таких технологій, а також їхній вплив на загальну енергоефективність.

Технології акумулювання тепла стикаються з декількома ключовими проблемами, які ускладнюють їх широкомасштабне впровадження. До основних викликів належать:

Однією з основних проблем є вибір матеріалів, які здатні ефективно акумулювати і віддавати тепло. Найчастіше використовуються матеріали з високою теплоємністю, такі як вода, каміння або спеціальні фази-перехідні матеріали (PCM – phase change materials). Однак більшість з них має обмежену тривалість життя та високу вартість, що знижує економічну ефективність цих рішень [2].

Навіть найбільш ефективні акумулятори тепла стикаються з певними втратами теплової енергії через теплообмін з навколишнім середовищем. Це знижує ефективність систем зберігання тепла та ставить під сумнів доцільність використання акумуляції у деяких умовах, особливо при довготривалому зберіганні [4].

Для реалізації масштабних проектів акумулювання тепла необхідна значна інфраструктурна підтримка. Наприклад, впровадження акумулюючих систем у міській інфраструктурі може вимагати значних інвестицій у трубопроводи, теплообмінники та резервуари для зберігання [5]. Це створює бар'єри для впровадження таких систем, особливо в країнах з обмеженим бюджетом.

Незважаючи на виклики, акумулювання тепла має значний потенціал для підвищення енергоефективності в різних секторах економіки.

Однією з найперспективніших можливостей є інтеграція технологій акумулювання тепла з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячна енергія або геотермальна енергія. Використовуючи акумулятори тепла, можна накопичувати надлишкову теплову енергію, яка виробляється

вдень, і використовувати її вночі або в періоди низького виробництва енергії [1]. Це дозволяє вирішити проблему нестабільності постачання відновлюваної енергії.

Наукові дослідження в галузі матеріалознавства відкривають нові можливості для розвитку акумулюючих технологій. Зокрема, розробка нових фазових матеріалів з покращеними тепловими властивостями може підвищити ефективність зберігання тепла і знизити витрати [3]. Також перспективними є гібридні матеріали, що поєднують високі теплоємні та фазоперехідні властивості.

Технології акумулювання тепла мають великий потенціал для застосування в промислових процесах, де часто утворюється надлишкове тепло, яке може бути повторно використане. Наприклад, у металургійній або хімічній промисловості такі системи дозволяють значно скоротити витрати на енергію [6].

Технології акумулювання тепла мають великий потенціал для підвищення енергоефективності та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Водночас, їх впровадження стикається з низкою викликів, серед яких вибір матеріалів, втрати тепла під час зберігання та високі інфраструктурні витрати. Проте розвиток нових матеріалів та технологій може забезпечити ефективніше використання цих систем у майбутньому. Для подальшого впровадження необхідні додаткові дослідження та підтримка з боку держав і бізнесу.

Перелік джерел посилань

1. Aydin, D. The integration of thermal energy storage systems in renewable energy technologies. *Renewable Energy*, (2015). 85, 399-409.
2. Kavvadias, K. Heat storage materials and their efficiency in thermal energy storage systems. *Applied Thermal Engineering*, (2018). 142, 412-420.
3. Mehling, H., & Cabeza, L. F. Heat and cold storage with PCM: An up-to-date introduction into basics and applications. Springer Science & Business Media. (2008).
4. Pimm, A. J., Garvey, S. D., & De Jong, M. Design and testing of energy storage systems using compressed air. *Applied Energy*, (2014).
5. Rezaie, B., & Rosen, M. A. District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements. *Applied Energy*, (2012).
6. Sharma, A., Tyagi, V. V., Chen, C. R., & Buddhi, D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (2019).

ДОСЛІДЖЕННЯ БІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПТАШНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ CFD

*Троханяк В.І., канд. техн. наук, доцент; Баліцький А.С., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна.*

Підтримка нормованого мікроклімату в пташнику це один із основних факторів. Саме від якісних показників параметрів повітря зрештою залежить якість виходу продукції. Птах при його утриманні потребує великих зусиль та технологічних рішень. Тому необхідне удосконалення системи мікроклімату в повітряному середовищі пташника за рахунок включення витяжних вентиляторів на задній торцевій стінці нетрадиційним способом. Оцінка продуктивності нових вентиляційних систем може бути складним завданням, оскільки вона займає багато часу та досить дорога. Як альтернатива експериментальним дослідженням, було здійснено моделювання за допомогою обчислювальної гідродинаміки (Computational Fluid Dynamics (CFD)), програмного пакету ANSYS Fluent. Це потужний інструмент прогнозування повітряного потоку, концентрації частинок і газу, а також теплового середовища в тваринницьких приміщеннях. Також він був використаний для оцінки ефективності існуючих систем вентиляції та нових конструкцій.

Було проведено чисельне моделювання з побудовою 3D сітки, методом об'ємних елементів ANSYS Meshing пташника на трьох ділянках по довжині приміщення - 10,25 м, 44,75 м та 85,25 м.

Верхні шари повітря біля перекриття та поблизу бічної стінки температура дещо вища. Це супроводжується за рахунок радіаційного випромінювання сонця. Оскільки птиця є джерелом тепла, а також у сукупності з радіаційним випромінюванням, повітря в приміщенні частково нагрівається. На витяжних вентиляторах спостерігається певне розрідження тиску. Повітря частково затримується за рахунок бетонних виступів перекриття.

У певних точках припливних каналів спостерігається надмірна швидкість повітря. У самому центрі по ширині приміщення пташника утворюється один великий вихор. Пройшовши третину приміщення, повітря направляєтся вниз до птиці. Таким чином, більша частина птиці є під впливом надмірних швидкостей, які перевищують 2 м/с, що може спричинити їх захворювання.

З отриманих результатів CFD моделювання можна побачити, що за рахунок менших швидкостей над птицею і більш рівномірних температур якість продукції в порівнянні з традиційним розташуванням витяжних

вентиляторів буде вищою. Проте представлені результати надають як позитивний, так і негативний вплив на птицю загалом.

Результати чисельного моделювання показали, що найбільш ефективно клапани працюють розташовані на висоті 0,21 м від перекриття. Швидкість повітря на вході припливних клапанів 11.54 м/с. Середня швидкість повітря на висоті 0,7 м від рівня підлоги становить 0,5 м/с, а температура – 16,55 °С. Зважаючи на вибір вентилятора, перепад тиску у припливних клапанів становить 70 Па, що повністю забезпечується прокачуванням повітря. Кут нахилу клапана щодо стіни становить 73°. Відкриття клапана на 49 мм. Однак із запропонованим розташуванням витяжних вентиляторів на бічній стінці пташника система вентиляції працює досить ефективно.

Оскільки була зафіксована нерівномірність припливного повітря, що супроводжується збільшенням швидкості та можливістю появи вихрів та збурень в окремих ділянках приміщення, пропонується збільшити довжину хвостовика з 0,04 м до 0,1 м, а також зменшення довжини спойлера до 0,2 м.

Перелік джерел посилань

1. Modelling of ammonia emissions from naturally ventilated livestock buildings. Part 1: Ammonia release modelling / B. Vjerg та ін. *Biosystems Engineering*. 2013. Vol. 116, no. 5. P. 232–245.
2. Computational modelling of thermal and humidity gradients for a naturally ventilated poultry house / F. Rojano та ін. *Biosystems Engineering*. 2016. Vol. 151. P. 273-285.
3. Spodyniuk N., Lis A. Research of temperature regime in the module for poultry growing. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. Vol. 100. P. 451-458.

УДК 620.9.004.18

ВПЛИВ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА КРАТНОСТІ ПОВІТРООБМІНУ НА ЕКОНОМІЮ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ БУДІВЛЕЮ ЗВО

*Антипов Є. О., к.т.н., доцент; Горобець В. Г., д.т.н., професор;
Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Однією з найважливіших вимог до сучасних будівель є рівень їх енергетичної ефективності [1], тобто мінімальних витрат енергії на підтримку теплового комфорту в приміщеннях, у нерозривному зв'язку з автоматичним регулюванням систем опалення [2]. Зазначене викликано, перш за все, розумінням та практичним підтвердженням суттєвої ролі автоматичного регулювання у зниженні теплоспоживання будівель та доведення його до нормованого значення [3]. Щоб виконати необхідні вимоги щодо забезпеченості внутрішніх параметрів мікроклімату приміщень

[4] (таблиця Д.4), необхідно правильно спроектувати теплозахисні властивості зовнішніх огорожень, розрахувати теплову потужність системи опалення, відправним моментом в якому будуть розрахункові зовнішні умови [5]. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень залежать від їх функціонального призначення і санітарного гігієнічних вимог. Для більшості житлових і громадських будівель ці умови приблизно однакові. Результати дослідження впливу теплової інерції приміщення наведено в статті [6], де врахування показника внутрішньої теплоємності будівлі, на прикладі навчально-адміністративного корпусу НУБіП України, дозволяє уникнути перевитрат енергії на рівні близько 10-12 %. У цьому напрямі, авторами Дешко В., Білоус І., Буяк Н., Голубенко О., Гурєєв М., досліджено зміну умов комфортності приміщень від інерційності зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі при роботі системи опалення в енергоощадних режимах [7], а також залежність умов комфортності громадських будівель з різним ступенем теплового захисту зовнішніх огорожувальних конструкцій в умовах роботи системи опалення споруди в черговому режимі [8], його вплив на динаміку енергопотребі. Крім того, авторами Есмаїлзаде А., Закерзаде М., Юсефі Кома А., також вводиться поняття контролю теплового комфорту будівлі [9].

Для оцінки забезпеченості заданих показників, була складена та охарактеризована модель теплового режиму будинку, як єдиної теплоенергетичної системи з урахуванням трьох її підсистем: моделі теплоенергетичного впливу зовнішнього клімату на будівлю (η_1), моделі теплоенергетичного впливу теплової інерції оболонки будівлі (η_2) та моделі теплоенергетичного впливу інженерних систем будівлі (η_3), введено коефіцієнт забезпеченості $K_{z(PD)}$ (project deviation), який показує відхилення згаданих показників від розрахункових умов та характеризує ступінь відмінності реалізованого рішення від оптимального і є показником теплоенергетичної ефективності проектного рішення у цілому. Наведено отриману економію теплової енергії при застосуванні різних варіантів автоматичного регулювання – для однотрубною системи з постійним гідравлічним режимом та окремо для однотрубною систем опалення зі змінним гідравлічним режимом при цьому кратність повітрообміну змінювалась у межах від 0,3 до 1 год⁻¹. Встановлено, що зі збільшенням величини внутрішньої теплоємності будівлі, менш відчутним стає зменшення питомого споживання енергії будівлею ЗВО, порівняно із менш масивними будівлями. Так, для будівель із показником внутрішньої теплоємності будівлі $C = 110 \text{ Вт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, питомий показник зниження енергоспоживання будівлею ЗВО становить 0,8 тис. кВт·год./м², тоді як для будівель із показником внутрішньої теплоємності будівлі $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та $C = 25 \text{ Вт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ - питоме зниження енергоспоживання будівлею склало 1,0 тис. кВт·год./м² та 1,1 тис. кВт·год./м² в рік відповідно. Показано, що рівень економії спожитої енергії після регулювання системи опалення для будівлі дуже легкої конструкції (показник внутрішньої теплоємності будівлі $C = 25$

Вт·год/(м²·К)) склав 2%, для будівель важкої та дуже важкої конструкцій (показник внутрішньої теплоємності будівлі $C = 80$ Вт·год/(м²·К) та $C = 110$ Вт·год/(м²·К) відповідно) – 2,2%.

Перелік джерел посилань

1. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 261 «Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 17 грудня 2020 р. за № 1254/35537.
2. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN 15459:2007, IDT).
3. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 «Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Київ: Ministry of the Region of Ukraine. 2011. 130 p.
6. Аналіз впливу внутрішньої теплоємності будівлі ЗВО та погодозалежного регулювання ІТП на ефективність роботи системи опалення в черговому режимі / Є. О. Антипов, А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова, С. Є. Тарасенко // Енергетика і автоматика, №5, 2021. <http://dx.doi.org/10.31548/energiya2021.05.045>.
7. Дешко В.І., Білоус І.Ю., Буяк Н.А., Голубенко О.О., Гурєєв М.В. Вплив теплоінерційних особливостей огорожень на умови комфортності при впровадженні енергоощадних режимів опалення в будівлях. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: технічні науки та архітектура, 2019. Т.3. випуск 149. С. 44–50.
8. Дешко В.І., Білоус І.Ю., Буяк Н.А. Вплив переривчастих режимів опалення на динаміку енергопотребити та умови комфортності будівель з різним рівнем теплового захисту. Наукові вісті НТУУ КПІ, 2019. №4. С. 7–16.
9. Esmailzadeh A., Zakerzadeh M. R., & Yousefi Koma A. The Comparison of Some Advanced Control Methods for Energy Optimization and Comfort Management in Buildings, Sustainable Cities and Society, 2018. V. 43, P. 601–623. doi:10.1016/j.scs.2018.08.038.

УДК 620.9.004.18

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ В НАТУРНИХ УМОВАХ МЕТОДОМ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ТИСКУ ТА ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

*Антипов Є. О., к.т.н., доцент; Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент;
Гелюх В. В., Оксимець Ю. О., студенти*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна.*

Встановлення складових нераціональних фактичних енерговитрат теплоізоляційної оболонки та інженерних систем будівлі, визначення та оцінювання показників енергетичної ефективності, визначення потенціалу

енергозбереження, розроблення комплексу технічних рішень з підвищення класу енергоефективності будівлі та надання висновків щодо забезпечення енергозбереження у будівлі неможливе без проведення енергетичного аудиту [1]. З огляду на зазначене, найбільшу зацікавленість викликає розрахунково-вимірний метод оскільки він використовується для будівель, що експлуатуються, і для будівель [2-5], що здаються в експлуатацію, для визначення і проведення детального аналізу фактичних енергетичних та теплотехнічних показників будівель, розроблення обґрунтованих результатами інструментальних теплових вимірювань енергозберігаючих заходів. Стандарт [5] встановлює якісний метод виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях будинків шляхом тепловізійного обстеження. Якісний результат можна отримати, якщо під час зйомки, коли вітер спрямований саме на досліджувану частину фасаду або якщо в будинку створено надлишковий тиск або розрідження у порівнянні з тиском навколишнього середовища. Це може бути реалізовано за допомогою спеціального обладнання для визначення повітропроникності будівель, яке носить назву Blower Door (аеродвері). Цей пристрій містить кріплення вентилятора або повітродувки до дверей або вікон, яке регулюється, щоб відповідати звичайним дверним або віконним прорізам. Вентилятор або повітродувка повинні мати двигун із регулюванням швидкості, щоб забезпечити діапазон необхідних витрат повітря [6].

З огляду на раніше прийнятий до уваги розрахунково-вимірний метод, який використовується для будівель, що експлуатуються, і для будівель, що здаються в експлуатацію, для визначення і проведення детального аналізу фактичних енергетичних та теплотехнічних показників будівель, які впливають на енергоспоживання при опаленні, охолодженні, гарячому водопостачанні та освітленні будівлі та ефективність використання енергії [2, 7-9] оцінюються на підставі даних, що отримані під час енергетичного аудиту, які є основою для складання енергетичного балансу будівлі під час проведення обстежень та визначення базового рівня енергоспоживання, що враховує нормативні вимоги до внутрішнього мікроклімату в будівлі, а також для розроблення енергозберігаючих заходів.

Для розуміння різниці між обстеженням з гарантованим перепадом тиску та без нього проаналізовано термограми, які були отримані при натурних випробуваннях шляхом тестування оболонки житлових, громадських та виробничих будівель на повітропроникність методом випробувального тиску [6].

Обґрунтовано необхідність проведення тепловізійного обстеження будівель, наведено типи дефектів, які можна виявити при такому аудиті, та умови, за яких проведене обстеження дозволить виявити всі дефекти. Встановлено, що неоднаковість теплових властивостей елементів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі призводить до зміни температури на її поверхні. За характером розподілу температури поверхні можна виявляти теплові відмови внаслідок, наприклад, дефектів ізоляції, вмісту вологи та/або

інфільтрації повітря в елементах зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку.

Проведені натурні дослідження будівель різного призначення, які вказують на необхідність врахування різниці тиску назовні і всередині будівлі. Встановлено, що на температуру поверхні також впливає потік повітря в будівлі та/або крізь її огорожувальні конструкції. Аналіз термограм показав, що очевидною є різниця у якості виявлення дефектів без та при додатковому створенні різниці тиску, яку можна забезпечити лише спеціалізованим обладнанням для визначення повітропроникності будівель «Blower Door».

Перелік джерел посилань

1. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель (Стандарт розроблений з урахуванням вимог ДСТУ 4065, ДСТУ EN 16247-2).
2. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячому водопостачанні.
3. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель.
4. ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.
5. ДСТУ Б EN 13187:2011 Теплові характеристики будівель. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод (EN 13187:1998, IDT).
6. ДСТУ EN ISO 9972:2022 (EN ISO 9972:2015, IDT; ISO 9972:2015, IDT) «Теплотехнічні характеристики будівель. Визначення повітропроникності будівель. Метод випробувального тиску», прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо EN ISO 9972:2015 (версія en) «Thermal performance of buildings — Determination of air permeability of buildings — Fan pressurization method (ISO 9972:2015)».
7. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2007, IDT).
8. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT).
9. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN 15459:2007, IDT).

УДК 620.9.004.18

ОБГРУНТУВАННЯ ВАЖЛИВОСТІ ОБЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ У ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Антипов Є. О., к.т.н., доцент; Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент;
Леньків О. О., Стрихар І. О., студенти*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна.*

Багато років громадська свідомість відкидала можливість ведення повномасштабної війни на всій території України з відповідними загрозами для життя цивільного населення, тому будівництво житлових об'єктів не

передбачало проектування та зведення в них повноцінних бомбосховищ та протирадіаційних укриттів. Під час воєнних дій на допомогу їм прийшли так звані споруди подвійного призначення та прості укриття. До перших належать інженерні споруди виробничого, громадського, комунально-побутового та транспортного призначення, які у воєнний час можуть використовуватись для захисту населення. До цієї категорії входять паркінги, підземні переходи, станції метрополітену та ін. До простих укриттів можна віднести різні фортифікаційні споруди, підвальні приміщення й цокольні поверхи в житлових будинках та адміністративних будівлях. Саме такі непрофільні укриття взяли на себе основне навантаження щодо захисту людей від прямих попадань снарядів стрілецької зброї, осколків та вибухової хвилі. Особливістю приміщень категорії простих укриттів є те, що вони не призначені для тимчасового перебування в них великої кількості людей. Наприклад, у підвалах передбачено мінімальну природну вентиляцію, якої вистачає лише на підтримання приміщень у належному санітарному стані. Тобто підвали вентилюються рівно настільки, щоб у них не накопичувалася волога і внаслідок цього не поширювався грибок. Забезпечити необхідний повітрообмін у разі перебування в підвалі десятків і сотень людей природна вентиляція не в змозі. Також вона не передбачає фільтрацію повітря, яке надходить з вулиці, від пилу та інших забруднювальних речовин, що вкрай важливо у разі обстрілів та обвалення будівельних конструкцій.

За весь період з моменту початку повномасштабного вторгнення в Україну російською федерацією, в Україні пролунало вже більше 40 тисяч повітряних тривог, з середньою тривалістю близько однієї години. Максимальна тривалість повітряної тривоги в Україні становить 18 годин 43 хвилини. Відтак, громадянам доводиться проводити в укриттях значну кількість часу, що свідчить про важливість питання умов перебування громадян в таких укриттях.

Однією з основних проблем щодо забезпечення прийнятних умов перебування громадян в укриттях є недостатня вентиляція цих приміщень, унаслідок чого, в укриттях швидко зростає вміст вуглекислого газу, накопичується волога, що викликає у людей слабкість, сонливість, головний біль, задуху і може спровокувати розвиток багатьох захворювань. Відповідно до п. 11.2.1.1 [1] Системи вентиляції, кондиціонування повітря та опалення сховищ та споруд подвійного призначення мають забезпечувати безперервне перебування у них людей, що підлягають укриттю впродовж 48 годин безперервно, зокрема для сховищ з двома режимами вентиляції – впродовж 12 годин безперервно у режимі фільтровентиляції, а для сховищ з третім режимом вентиляції – впродовж 6 годин безперервно у режимі регенерації повітря. У роботах [2-8] приділено увагу вибору та розрахунку технічних засобів, зокрема для здійснення повітрообміну приміщень за допомогою механічних систем вентиляції з електричним приводом та рекуперацією теплоти. Вимога п. 11.2.1.7 [1] передбачає, що вентиляція сховищ та споруд подвійного призначення здійснюється з використанням систем вентиляції з

механічним спонуканням та/або із застосуванням електроручних вентиляторів. В обов'язковому порядку має передбачатися очищення припливного повітря від твердих часток та пилу шляхом встановлення фільтрів грубого очищення повітря. Для запобігання мимовільному перетіканню повітря при вимкненому обладнанні може використовуватися клапан з електроприводом на припливній системі та зворотний клапан – на витяжній. Однак, такі системи не мають достатнього ступеня автономності та автоматизації роботою установки для забезпечення допустимих умов мікроклімату приміщень захисних споруд, які визначені таблицею 11.2 ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [1].

У зв'язку з цим, питання напрацювання рішень щодо використання в укриттях механічних систем вентиляції з попередньою підготовкою повітря та забезпеченням нормованих параметрів мікроклімату приміщень захисних споруд цивільного захисту є актуальним та потребує вирішення.

Перелік джерел посилань

10. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту». Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 10.08.2023 року № 702. Набрання чинності з 2023-11-01.
11. Piir A E, et al. (2018). Thermal calculation of plate recuperators for ventilation systems Proceedings of BGTU. Series 1: Forestry, Nature Management and Processing of Renewable Resources, 2, pp. 236-243.
12. Samarin O. D. (2021). Study of the dependence of the temperature efficiency of plate recuperators on the size of the ventilating unit. SOK Journal, 2, pp. 71-73.
13. Ващишак І. Р., Ващишак С. П. Рекуператор на пульсаційних теплових трубках з мікропроцесорним управлінням. Вісник НЛТУ України. 2019, т. 29, № 5. С. 107–110.
14. Valchev, S. and Mihaylov, I. (2020). Analysis of energy efficiency of air handling unit with integrated air to air heat exchanger in heating mode. E3S Web of Conferences, 207, 01002
15. Дешко В.І. Особливості процесів тепломасообміну рекуператора «повітря-повітря» з паропроnikною стінкою в опалювальний період / В.І. Дешко, І.О. Суходуб // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2012. – №1. – С. 19–26.
16. Vdovichev A. A. (2022). Numerical study of heat transfer and aerodynamics in an open-type crossflow heat exchanger. Bulletin of the Eurasian Science, 14, 2 (Electronic Materials) <https://esj.today/PDF/21ECVN222.pdf>.
17. *Укриття потребують систем вентиляції. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://ukrblog.vents.ua/articles/ukryttya-potrebuyut-system-ventylyatsiji.htm>.*

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ТЕПЛООБМІННИКА-РЕКУПЕРАТОРА З ФУНКЦІЄЮ АКУМУЛЯЦІЇ ТЕПЛОТИ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Антипов Є. О., к.т.н., доцент; Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент;
Іленьків О. О., Стрихар І. О., студенти*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна.*

Загальні принципи оцінки параметрів мікроклімату приміщень захисних споруд цивільного захисту полягають у визначенні комплексу оцінювальних показників, що характеризують питомі затрати енергії на опалення і вентиляцію чи кондиціювання приміщень [1]. У роботах [2-8] приділено увагу вибору та розрахунку технічних засобів, зокрема для здійснення повітрообміну приміщень за допомогою механічних систем вентиляції з електричним приводом та рекуперацією теплоти. З метою економії енергоносіїв для забезпечення одночасного провітрювання і опалення приміщень за допомогою системи вентиляції розроблялись різні пристрої – рекуператори повітря з багатовитковими замкненими пульсаційними тепловими трубками [2]. У роботах [3, 4] здійснено аналіз енергетичної ефективності вентиляційної установки на основі оцінки процесів тепломасообміну рекуператора «повітря-повітря» в опалювальний період. Авторами роботи [5] проведено чисельне дослідження теплообміну та аеродинаміки в перехресному теплообміннику відкритого типу. Однак, вимога п. 11.2.1.7 [1] передбачає, що вентиляція сховищ та споруд подвійного призначення здійснюється з використанням систем вентиляції з механічним спонуканням та/або із застосуванням електроручних вентиляторів. В обов'язковому порядку має передбачатися очищення припливного повітря від твердих часток та пилу шляхом встановлення фільтрів грубого очищення повітря. Останньому відповідає система вентиляції, яка може бути реалізована на базі припливно-витяжної установки з рекуперацією тепла ВЕНТС ВУТ/ВУЕ ПБЕ ЄС [9]. Для запобігання мимовільному перетіканню повітря при вимкненому обладнанні може використовуватися клапан з електроприводом на припливній системі та зворотний клапан – на витяжній. Однак, всі ці пристрої не володіють функцією накопичення теплоти та не мають достатнього ступеня автоматизації роботою установки для забезпечення допустимих умов мікроклімату приміщень захисних споруд, які визначені таблицею 11.2 ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [1]. Разом з тим, такі пристрої та система [9] у цілому не враховують вплив зовнішніх (температура, запиленість та забрудненість припливного повітря, швидкість і напрям вітру) та внутрішніх (температура повітря, відносна вологість,

швидкість руху повітря та вміст вуглекислого газу) параметрів, що не дозволяє здійснювати «якісне» коригування режимів роботи системи вентиляції залежно від впливу того чи іншого фактору в автоматичному режимі.

Показано, що застосування лише рекуперативного обладнання дозволяє скоротити енергетичні затрати на процес опалення будівлі на 7-10 %, у той час як пропонується нами система на базі теплообмінника-утилізатора з функцією акумуляції теплоти нової конструкції та коригуванням її роботи в автоматичному та автономному режимах залежно від впливу того чи іншого фактору дозволяє заощаджувати до 12-15 % теплової енергії, при умові організації роботи системи в «реверсному» режимі – до 15-20 %, досягти скорочення споживаних ресурсів на відміну від відомих систем. Крім того, пропонується конструкція теплообмінника-утилізатора з функцією акумуляції теплоти та системою коригування його роботи в автоматичному режимі буде корисною для впровадження під час проектування захисних споруд в країнах, територія яких охоплена бойовими діями або тих, які перебувають у зоні постійних геофізичних впливів. Разом з тим, використання нових конструкцій теплообмінників-утилізаторів з функцією акумуляції теплоти на основі акумулюючих матеріалів органічного походження є досі ніким не запропонованим новим технічним рішенням як в Україні, так і в Європі.

Перелік джерел посилань

10. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту». Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 10.08.2023 року № 702. Набрання чинності з 2023-11-01
11. Юрко В. В. Удосконалення рекуперативного повітрянагрівача (теплоутилізатора) для розширення області застосування за умови запиленого гріючого теплоносія [Електронний ресурс] : дис. д-ра філософії : спец. 144 : галузь знань 14 / Володимир Володимирович Юрко; наук. керівник Ганжа А. М. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2021. – 197 с. – Бібліогр.: с. 181-192.
12. Piir A E, et al. (2018). Thermal calculation of plate recuperators for ventilation systems Proceedings of BGTU. Series 1: Forestry, Nature Management and Processing of Renewable Resources, 2, pp. 236-243.
13. Samarin O. D. (2021). Study of the dependence of the temperature efficiency of plate recuperators on the size of the ventilating unit. SOK Journal, 2, pp. 71-73.
14. Ващишак І. Р., Ващишак С. П. Рекуператор на пульсаційних теплових трубках з мікропроцесорним управлінням. Науковий вісник НЛТУ України. 2019, т. 29, № 5. С. 107–110.
15. Valchev, S. and Mihaylov, I. (2020). Analysis of energy efficiency of air handling unit with integrated air to air heat exchanger in heating mode. E3S Web of Conferences, 207, 01002
16. Дешко В.І. Особливості процесів тепломасообміну рекуператора «повітря-повітря» з паропроникною стінкою в опалювальний період / В.І. Дешко, І.О. Суходуб // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2012. – №1. – С. 19–26.
17. Vdovichev A. A. (2022). Numerical study of heat transfer and aerodynamics in an open-type crossflow heat exchanger. Bulletin of the Eurasian Science, 14, 2 (Electronic Materials) <https://esj.today/PDF/21ECVN222.pdf>.
18. *Укриття потребують систем вентиляції. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://ukrblog.vents.ua/articles/ukryttya-potrebuyut-system-ventylyatsiji.htm>.*

ОСОБЛИВОСТІ СЕРТИФІКАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ГУРТОЖИТКУ З ВБУДОВАНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Антипов Є. О., к.т.н., доцент, Тарасенко С. Є., к.т.н., доцент,
Сладкевич С. А., Сладкевич Є. А., студенти магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна.*

На кінець грудня 2021 року в Україні налічувалося трохи більше ніж 21 тис. захисних споруд, частина з яких виявилася частково або повністю непридатною для використання. Для 42-мільйонної країни укриттів виявилось замало. На сьогодні ця кількість становить понад 60 560 укриттів, до яких входять 5200 сховищ, 14 тис. протирадіаційних укриттів, а також більше ніж 41 тис. найпростіших укриттів і споруд подвійного призначення. Але як проводити сертифікацію будівель у складі яких є приміщення цивільного захисту не зрозуміло.

Сертифікація енергетичної ефективності - вид енергетичного аудиту будівель, під час якого здійснюється аналіз використання енергії в будівлі, інформації про характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється відповідність енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі, що враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими [1-6].

Сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою для:

1) об'єктів будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, крім об'єктів, на яких здійснюється виконання робіт з капітального ремонту, до яких не застосовуються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, які визначаються відповідно до Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності";

2) будівель, у яких мають намір здійснювати термомодернізацію та/або енергоефективні заходи, спрямовані на підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, для здійснення яких надається державна підтримка;

3) будівель державної власності, у яких розміщені органи виконавчої влади, що займають понад 250 квадратних метрів опалюваної площі та повинна бути здійснена у термін до 03 серпня 2024 року;

4) будівель комунальної власності, у яких розміщені органи місцевого самоврядування, які займають понад 250 квадратних метрів опалюваної площі та повинна бути здійснена у термін до 03 серпня 2025 року;

5) будівель комунальної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни та повинна бути здійснена у термін до 03 серпня 2026 року.

Враховуючи широку мережу простих укриттів в Україні та їхнє високе завантаження під час війни, а також діючу класифікацію житлових та громадських будівель залежно від їх функціонального призначення і вимоги, вказані у [1-6], можна стверджувати, що сертифікація енергетичної ефективності житлових та громадських будівель з вбудованими приміщеннями цивільного захисту здійснюється в межах балансової приналежності та меж «температурних зон» будівлі, враховуючи особливості її конструктиву. Тобто, у нашому випадку, сертифікація енергетичної ефективності будівлі гуртожитку з вбудованими приміщеннями цивільного захисту здійснюватиметься за [7], як для житлових будівель з урахуванням призначення будівлі - багатоквартирні будинки, гуртожитки. При цьому, варто також враховувати режим експлуатації таких приміщень та особливості їх розміщення в конструктиві основної будівлі. Як правило – це підвальний або цокольний поверхи, а для забезпечення підтримання оптимальних умов мікроклімату в приміщеннях яких використовують окремі системи опалення та вентиляції, які функціонують незалежно від основної будівлі. Тобто, у нашому випадку, враховуючи особливість конструктиву вбудованих приміщень цивільного захисту, їх кондиціоновану площу необхідно включати до опалювальної площі основної будівлі, а сертифікат енергетичної ефективності будівлі гуртожитку необхідно розробити на всю будівлю, разом з вбудованими приміщеннями цивільного захисту, оскільки вони конструктивно поєднані, хоч і мають окремі інженерні системи опалення та вентиляції, які працюють за різним температурним та часовим графіками. Останнє варто врахувати при поділі кондиціонованої площі на «температурні зони» будівлі при розрахунку енергопотреби та енергоспоживання об'єкту.

Перелік джерел посилань

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 № 2118-VII.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.12.2023 № 1416 «Про затвердження переліку будівель промислового та сільськогосподарського призначення, об'єктів енергетики, транспорту, зв'язку та оборони, складів, на які не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та які не підлягають сертифікації енергетичної ефективності».
3. Наказ Мінрегіону від 11.07.2018 № 170 «Про затвердження Методики визначення економічно доцільного рівня енергетичної ефективності будівель».
4. Наказ Мінрегіону від 11.07.2018 № 172 «Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката».
5. Наказ Мінрегіону від 06.10.2017 № 267 «Про визначення будівель, які часто відвідують громадяни».
6. Наказ Мінрегіону від 18.10.2018 № 276 «Про затвердження Порядку незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів».
7. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячому водопостачанні.

СЕКЦІЯ 6. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 331.45

ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ВОЄННИЙ ЧАС

*Твердохлєбова Н.Є., PhD, доцент; Євтушенко Н.С., к.т.н., доцент
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут» м. Харків, Україна*

Енергоаудит і системи енергетичного менеджменту є ключовими інструментами для визначення та реалізації заходів з підвищення енергоефективності. Це допомагає компаніям знизити споживання енергії та пов'язані з цим витрати [1].

У 2022-2024 роках внаслідок численних ударів воєнною зброєю з боку країни агресора по енергетичних об'єктах України з метою розбалансування енергетичної системи понад 50% української енергетичної інфраструктури було пошкоджено, включаючи усі великі теплові та гідроелектростанції. Це вплинуло як на виробництво, так і на транспортування електроенергії, що призвело до багатогодинних відключень її постачання для підприємств і населення. Найбільших збитків зазнали ТЕЦ. Незважаючи на це, був розроблений комплекс заходів для поновлення електропостачання.

Одним зі способів виходу із ситуації, що склалася, стало зниження навантаження на енергосистему, тобто призупинення роботи окремих енергоблоків електростанцій перед можливими ракетними ударами. Цей спосіб дає змогу мінімізувати шкоду енергосистемі, у разі її руйнування, і, як наслідок, швидше відновити її подачу.

Заходи, які були запроваджені в режимі аварійних ситуацій та блекаутів:

- цілодобовий ремонт пошкоджених мереж;
- впровадження графіків відключень електроенергії;
- обмеження використання електроприладів жителями, особливо в темний час доби, а також спекотні дні;
- тимчасове припинення експорту електроенергії в європейські країни для стабілізації власної енергосистеми;
- будівництво нових децентралізованих генерувальних потужностей для забезпечення більш гнучкого та стійкого електропостачання під час збоїв, криз та військових атак;
- модернізація наявної енергетичної інфраструктури з метою підвищення ефективності та стабільності системи;
- розробка кожним регіоном України плану антикризового реагування;
- міжнародна допомога: наповнення фонду підтримки енергосистеми коштами від країн-партнерів. Основними донорами є Велика Британія, Німеччина, Швеція, а також Данія, Ісландія, Литва та низка інших держав;

- надання грошових кредитів від країн-партнерів та міжнародних фінансових установ для відновлення та перезапуску критично важливих енергетичних систем, а також для покращення електропостачання в країні.

Сьогодні на порядку денному гостро стоїть проблема розробки шляхів вдосконалення системи забезпечення безпеки від загроз сучасного світу [2].

Необхідно зазначити, що зруйновану енергетичну інфраструктуру можна відновити з більш широким використанням відновлюваних джерел енергії. Поновлювані джерела енергії, такі як сонячні та вітряні турбіни, особливо підходять для децентралізованої інфраструктури та можуть бути встановлені набагато швидше, ніж традиційні централізовані системи. Відповідно, сонячна та вітрова енергія зможуть забезпечити швидке та децентралізоване постачання населення електроенергією та теплом.

На сьогодні вже розроблено мапи для різних регіонів України, які враховують такі критерії: висота над рівнем моря та топографія, щільність населення, відстань до населених пунктів чи електромереж. Крім того, дослідження показали, що потенціал відновлюваних джерел енергії в усіх регіональних енергосистемах України набагато перевищує потужності з виробництва електроенергії, які були зруйновані під час війни.

Дослідники використовують технічний потенціал на регіональному рівні разом із соціально-політичними, економічними, екологічними та технологічними факторами, щоб визначити, які регіони найбільш підходять для переходу України до систем відновлюваної енергетики. У регіональному масштабі найбільший потенціал сонячної та вітрової енергетики знаходиться на півдні та сході України.

Таким чином, поновлювані джерела енергії мають бути пріоритетом під час відновлення української електроенергетичної системи [3].

Окрему увагу необхідно приділити будівництву підземних електростанцій, підземних укриттів для захисту енергооб'єктів і бункерного розміщення найважливішого обладнання підстанцій. Наразі вже розроблено пілотний проєкт із будівництва двох захищених від ракетних і дронів атак магістральних підстанцій 330 кВ і 750 кВ. Підземні підстанції на 20-25% дорожчі наземних, але вони допоможуть зменшити ризики і підвищити загальний рівень безпеки енергетичних об'єктів.

Перелік джерел посилань

- 1.Євтушенко Н. С., Твердохлебова Н. Є. Стратегія безпеки: аналіз ризиків та аудит для підвищення захищеності промислових підприємств // Проблеми та перспективи розвитку охорони праці : зб. наук. праць 4-ї Всеукр. наук.-практ. конф. викладачів та фахівців-практиків та 14-ї Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктив. – Львів : ЛДУ БЖД, 2024. – С. 37-39.
- 2.Твердохлебова Н. Є. Шляхи підвищення рівня техногенної безпеки в Україні. Наука і техніка сьогодні. 2022. Вип. 3 (3). С. 127–135
- 3.Твердохлебова Н. Є. Забезпечення техногенної безпеки у сфері відновлюваної енергетики / Н. Є. Твердохлебова, Є. О. Семенов // Вісті Донецького гірничого інституту Journal of Donetsk Mining Institute. – 2024. – № 1 (54). – С. 140-145.

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS TO IMPROVE THE ACCURACY OF ENERGY MANAGEMENT OF TECHNICAL SYSTEMS

*Levkin D., Candidate of Engineering Science, Associate Professor
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

In order to improve the accuracy of energy management of technical systems containing discrete sources of thermal radiation, it is necessary to develop correct boundary value problems with differential equations of heat conduction. Energy management is achieved through the implementation of applied optimization mathematical models and is impossible without multiple solutions of boundary value problems. Applying methods from the traditional theory of differential equations, due to the multilayer structure and irregularities on the outer layer in the object under study, it is impossible to guarantee the existence and uniqueness of solutions to these boundary value problems. To determine and substantiate the conditions for the correctness of boundary value problems, it is necessary either to reduce the boundary value problem with differential equations to a more classical form or to find the conditions for the correctness of the constructed boundary value problem [1, 2]. To determine and substantiate the conditions for the correctness of boundary value problems with differential equations of heat conduction, it is proposed to apply methods from the theory of pseudo-differential operators in the space of generalized slow power functions [3]. Since improving the accuracy of energy management is achieved through the implementation of applied optimization mathematical models, which is impossible without solving boundary value problems, their correctness guarantees the correctness of applied optimization mathematical problems.

The application of the conditions obtained by the author to substantiate the correctness of boundary value problems and applied optimization mathematical models of technical systems under the influence of concentrated discrete sources of thermal load will improve the accuracy of energy management of the modeled systems and reduce uncontrolled consumption of the experimental material. The results of this work can be used to improve the efficiency of management of other resources, not only for technical but also for biotechnological systems containing discrete sources of scanned laser radiation.

References

1. Horodets'kyi V., Petryshyn R., Martynyuk O. Evolutionary pseudodifferential equations with smooth symbols in the S -type spaces. *Ukrains'kyi Matematychnyi Zhurnal*. (2023). 75(6). 753–776. DOI: 10.37863/umzh.v75i6.7443
2. Makarov A.A., Chernikova A.V. Well-posedness and parabolicity of the boundary-value problem for systems of partial differential equations. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Mathematics, Applied Mathematics and Mechanics*. (2024). Vol. 99. 51–61. DOI: 10.26565/2221-5646-2024-99-04

3. Levkin D. Application of calculation methods for solving applied problems of heat and mass exchange in complex systems. Measuring and computing devices in technological processes. Khmelnytskyi, 2023. 2. 179–182. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-74-24>

УДК 621.311

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ПОБУТОВИХ ДОМОГОСПОДАРСТВ

*Павленко В.М., к.т.н., доцент; Йовенко О.Б., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна*

Актуальність проблеми енергозбереження в сучасних умовах зумовлена як екологічними викликами, так і економічними факторами. Наразі, зростання попиту на електроенергію обумовлюється через збільшення переліку побутових електроприладів, яке активно використовується. При цьому, значна частина споживання є неефективною, що зумовлено низьким рівнем контролю за витратами електроенергії в приватних домогосподарствах.

Система розумного будинку надає можливість також вести моніторинг споживання електроенергії неактивними приладами. Це дозволяє уникнути проблем фантомних завантажень та відключень від мережевих приладів, які вийшли з ладу. За даними досліджень Національної лабораторії ім. Лоуренса в Берклі, фантомне споживання може складати від 3% до 16% від загальних витрат на електроенергію в середньому домогосподарстві розвинутої країни [1]. Отже, відключення таких навантажень сприятиме зниженню загальних витрат на електроенергію.

Оптимізація використання також забезпечується через автоматизацію керування освітленням, опаленням, вентиляцією та кондиціонуванням повітря. Поширена проблема, коли прилади кліматичного контролю залишаються увімкненими для користувачів, без їх присутності, це стосується й освітлення. Контроль над вимкненням таких пристроїв, якщо користувач залишив приміщення, або за даними датчиків освітлення і температури дозволяє не лише знизити загальні витрати на електроенергію, а й підвищити комфорт проживання. Наприклад, використання датчиків руху, що вмикають світло лише у присутності людини, або температурних датчиків, що регулюють обігрів приміщень, може суттєво зменшити витрати на енергоресурси [2].

Інформованість споживача також є критичним аспектом зниження енергоспоживання. Використання розумних розеток дозволяє споживачам вести аудит споживання, забезпечуючи високий контроль над енергоспоживанням кожного пристрою, відстежувати несправності.

Відстеження потужності, споживаної конкретним приладом, також дає можливість виявити несправності на ранніх стадіях [3].

Підхід до вирішення проблеми надмірного споживання включає такі кроки:

1. Аналіз сучасних досліджень з енергоспоживання побутових домогосподарств. На цьому етапі проводиться огляд існуючих технологій моніторингу та регулювання споживання енергії, а також підходів, які використовують у розумних системах. Важливим є порівняння ефективності різних технологій, щоб обрати оптимальне значення для використання в побутовому секторі.

2. Аналіз кількості побутових приладів та їх середньодобового споживання. Проводиться розрахунок середнього споживання електроенергії в домогосподарствах на основі різноманітних даних, таких як кількість, тип та інтенсивність використання приладів. Це дозволяє розробити типи приладів, які споживають найбільшу кількість електроенергії та потребують моніторингу.

3. Визначення потреби в автоматичному керуванні для кожного приладу. На основі аналізу споживання, планувати автоматичне відключення та включення приладів. Наприклад, для приладів кліматичного контролю, освітлення, а також нагрівальних пристроїв можна запрограмувати сценарії автоматичного відключення, що дозволяє уникнути надлишкового використання енергії.

4. Підбір оптимальних компонентів для системи моніторингу та керування енергоспоживанням домогосподарства. На цьому етапі проводиться вибір такого обладнання для систем моніторингу та автоматичного керування, як розумні розетки, датчики руху, температури, освітлення, а також контролери для керування системами HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning).

5. Розроблення моделі системи в програмному пакеті Cisco Packet Tracer. Ця модель дозволяє провести тестування розробленої системи на прикладі конкретного домогосподарства. Моделювання і аналіз цифрового двійника системи надає можливість оцінити ефективність впровадження системи шляхом порівняння показників споживання енергії у випадку, коли автоматичне керування відсутнє.

Висновок. Запропонована система моніторингу та регулювання енергоспоживання побутового господарства є практичним рішенням для зниження витрат на електроенергію. Його впровадження дозволить оптимізувати енергоспоживання на всіх рівнях, а також підвищить енергоефективність домогосподарств, забезпечуючи при цьому вищий рівень комфорту.

Перелік джерел посилань

1. Emerging Zero-Standby Solutions for Miscellaneous Electric Loads and the Internet of Things / D. L. Gerber та ін. Electronics. 2019. Т. 8, № 5. С. 570. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics8050570> (дата звернення: 20.09.2024).

2. Липчак Д. В. Система дистанційного керування побутовими споживачами електроенергії / Д. В. Липчак, В. М. Павленко // Електромеханічні та інформаційні системи : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених та студентів, присвячена 90-й річниці заснування КНУТД, м. Київ, 21 квітня 2020 року. – Київ : КНУТД, 2020. – С. 36-37. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16568>
3. Павленко В. М. Ефективність використання інформаційних технологій в побуті / В. М. Павленко, І. О. Наконечний // Інтеграція науки і освіти: розвиток культурних і креативних індустрій : збірник наукових праць за результатами Всеукраїнської конференції, м. Київ, 10 травня 2022 р. / за ред. А. М. Вергун та ін. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 271-273. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/20880>

УДК 313.33:621.318.122

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

*Павленко В.М., к.т.н., доцент; Решетняк Я.В., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна.*

Підвищення енергоефективності трансформаторних підстанцій (ТП) є важливим завданням у сучасній енергетиці, оскільки це сприяє зменшенню витрат на електропостачання та забезпечує стабільність енергосистем. Для досягнення цих цілей необхідно впроваджувати новітні технології, автоматизувати процеси управління та інтегрувати відновлювальні джерела енергії. Сучасні технології охолодження, такі як рідинне охолодження з використанням спеціальних рідин, дозволяють знижувати теплові втрати трансформаторів і запобігати їх перегріву. Інтелектуальні системи моніторингу забезпечують постійний контроль за станом обладнання, використовуючи датчики для вимірювання критичних параметрів. Це дозволяє оперативно реагувати на відхилення від нормальних значень і прогнозувати можливі відмови. Автоматизація управління технологічними процесами через впровадження автоматизованих систем управління (АСУ ТП) підвищує надійність роботи ТП і знижує ризики аварій. Крім того, покращення матеріалів для трансформаторів є важливим аспектом підвищення їх енергоефективності. Використання магнітопроводів з низькими втратами та нових ізоляційних матеріалів підвищує надійність і безпеку обладнання, а також зменшує енергетичні втрати під час трансформації електричної енергії. Інтеграція відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, зменшує залежність від традиційних джерел і сприяє зниженню викидів CO₂. Впровадження систем накопичення енергії дозволяє ефективніше використовувати вироблену енергію та забезпечувати стабільність електропостачання. Реалізація цих заходів призводить до зниження витрат на експлуатацію, підвищення

надійності електропостачання та оптимізації використання ресурсів. Усі ці фактори сприяють покращенню стабільності роботи енергосистеми в умовах змінних навантажень. Таким чином, інтеграція сучасних технологій і автоматизація процесів є ключовими для забезпечення ефективності та надійності трансформаторних підстанцій у сучасній енергетиці.

Перелік джерел посилань

1. Попов В.Є., Коваленко М.П. Енергоефективність та економічні аспекти модернізації електромереж. Журнал "Енергетика і електрифікація", 2019.
2. Пасічник О.Е., Шматов С.А. Розробка та впровадження автоматизованих систем управління електричними мережами. Київ: НТУУ "КПІ", 2016.
3. V. Kozyrskyi, A. Petrenko, M. Trehub, Y. Charyev, "Renewable Energy and Power Supply Challenges for Rural Regions", ch009, Pages: 197- 228, 2019. DOI:10.4018/978-1-5225-9179-5.ch009.

УДК 631.171:621.311

ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ГРУПИ LEGRAND- УКРАЇНА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНА БУДІВЛЯ»

Окушко О.В., к.т.н., доцент; Лебеда О.Ю., студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

За останні роки для України питання підвищення енергоефективності та енерговикористання функціонування енергообладнання набули особливої актуальності і безпосередньо пов'язані з енергобезпекою країни.

Проблема неефективного використання енергоресурсів (електричної та теплової енергії тощо) присутня в усіх секторах економіки України, а особливо у житлово-комунальній сфері. Довгий термін експлуатації призвів до зношеності різного технологічного обладнання, а це, в свою чергу, призвело до надмірних витрат паливно-енергетичних ресурсів, понад нормованих, що призводить до підвищення тарифів для населення та збільшення фінансових витрат населення на закупівлю комунальних послуг.

Особливо гострою постала проблема енергозбереження житлових будинків, що обумовлено наявністю морально застарілого і низькоефективного внутрішньо будинкового обладнання, а також відсутності реалізації заходів з енергозбереження населення. Фізична та моральна зношеність внутрішніх електричних мереж є головною проблемою впровадження енергоефективних систем, які забезпечують комфортність, надійність та безпечності умов проживання споживачів.

З огляду на це, важливим питання підвищення рівня

енергоефективності, а особливо у житлово-комунальній сфері є запровадження системи «розумна будівля» разом або після модернізації існуючих інженерних систем. Це, в свою чергу, дасть змогу значного підвищення рівня енергоефективності та можливість подальшого розвитку та модернізації будівель у житлово-комунальній сфері.

Система домашнього комфорту Legrand з технологіями Netatmo складається з проводових і безпроводових пристроїв, у кожний із яких вбудовано інтелектуальний модуль. Основою системи є стартовий пакет, який складається з Wi-Fi-шлюзу, розумної розетки та безпроводового вимикача. Шлюз забезпечує підключення всіх IoT-пристроїв до інтернету й дає користувачам можливість керувати системою розумного будинку з будь-якої точки світу.

Встановлення розумних вимикачів і розеток нічим не відрізняється від встановлення традиційних електроінсталяційних виробів, тому здійснити це можна будь-коли і не очікувати на ремонт. До того ж споживач може «безболісно» замінити продукти з основних лінійок Valena Life/Allure і Celiane на їхні розумні аналоги завдяки збереженню концепції дизайну і встановлення будь-яких декоративних рамок із широкого діапазону колекцій. У базовому варіанті нові пристрої постачають у комплекті з лицьовими панелями і декоративними рамками трьох кольорів серій Valena Life і Celiane і п'яти кольорів серії Valena Allure.

Керування системою здійснюється за допомогою мобільного додатку Home + Control, в якому створюється план будинку та відображається поточний статус кожного розумного пристрою. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс передбачає як керування окремими модулями, так і використання сценаріїв поведінки групи smart-пристроїв, зокрема їхнє увімкнення і вимкнення за розкладом. Додаток дає змогу швидко налаштувати персональну систему для розумного будинку, додавати нові модулі, керувати IoT-пристроями віддалено.

Перелік джерел посилань

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
2. Лебеда О.Ю. Підвищення енергоефективності житлових будівель шляхом впровадження концепції «розумна будівля» з використанням технічних рішень групи Legrand-Україна // Лебеда О.Ю., Окушко О.В. // Тези доповідей 77-а науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК», К. НУБіП України, С. 68
3. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України: <http://saee.gov.ua>
4. Сайт компанії Legrand-Україна <https://www.legrand.ua/uk/%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8E/%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0-legrand-%D1%83-%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%96>

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ГРУПИ LEGRAND-УКРАЇНА З РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ ПО ЗНИЖЕННЮ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ

*Окушко О.В., к.т.н., доцент; Чайка В.В., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Ефективність використання енергії у різних її формах (електро-, теплоенергія тощо) завжди суттєво впливала на ефективність виробництва продукції промислових підприємств України.

В Україні показник енергоємності промислового виробництва учетверо перевищує відповідний показник ЄС. Це одна із причин того, що швидко зростаючі ціни на енергію в країні роблять енергоспоживання суттєвим чинником собівартості виробництва продукції для підприємств.

Важливим кроком на шляху до економії електроенергії є проведення досліджень енергосистеми споживача електроенергії за такими критеріями: якістю електричної енергії, класифікації груп споживачів, визначення тимчасового інтервалу фаз пікового і низького енергоспоживання за допомогою рішень Legrand. Вся інформація, починаючи з головного розподільного щита і закінчуючи поверховим щитом, через протокол Modbus надходить на персональний комп'ютер, де здійснюється аналіз електричних мереж об'єкта

На основі проведених вимірювань і моніторингу розробляється комплекс необхідних заходів по зниженню споживання електроенергії, які можна реалізовувати поступово або одночасно, виходячи з первинних завдань. Дані аналізатори успішно пройшли технологічні та метрологічні випробування і зареєстровані в державному реєстрі засобів вимірювання. Рішення Legrand щодо забезпечення якості електричної енергії можуть бути використані для широкого кола промислових та аграрних об'єктів, починаючи від невеликих ферм і адміністративних приміщень і закінчуючи великими об'єктами.

Перелік джерел посилань

1. Концепція використання інформаційно-вимірювальної техніки для обліку електричної енергії в умовах функціонування ринку в Україні. Етапи I і II: УкрНТІ, Держреєстрація № 01960022544, інв. № 0297ИОО1589, Київ, 1996 р.
2. Чайка В.В. Розробка заходів по зниженню споживання електроенергії промислових споживачів з використанням технічних рішень групи Legrand-Україна / Чайка В.В., Окушко О.В. // Тези доповідей 77-а науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК», К. НУБіП України, С. 69
3. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах

енергоринку / Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України №32/28/28/276/75/54 від 17.04.2000 р. м. Київ.

4.Офіційний сайт Державного агенства з енергоефективності та енергозбереження України: <http://saee.gov.ua>.

5.Праховник А.В. Автоматизовані системи обліку та якості електроенергії в оптовому ринку / А.В. Праховник, Ю.Ф. Тесик, А.Ф. Жаркін, В.О. Новський, О.Г. Гриб [та ін.] (під ред. Гриба О.Г.). – Харків.: ПП «Ранок-НТ», 2012. – 516 с.

УДК 631.171:621.311

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗШИРЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕГІЇ

*Окушко О.В., к. т. н., доцент; Чередниченко Р.Ю., студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Електроенергетична галузь України має велику кількість проблем, які потребують нагального вирішення. В першу чергу, це стосується вирішення задач, які пов'язані з методологією та інструментаріями управління електричним споживанням, що включає у себе питання енергозбереження, енергоефективності, економічної і комерційної обґрунтованості.

Необхідність обліку і управління режимами електроспоживання у промисловості і житлово-комунальній сфері обумовлено тим, що їх електричні навантаження зростають та створюють дефіцит потужності об'єднаної енергетичній системі України.

Автоматизований комерційний облік та моніторинг споживання електричної енергії є однією із головних техніко-економічних проблем сьогодення. Необхідність вирішення якої є економічною і технологічною основою виживання нашої країни.

Сучасні автоматизовані системи моніторингу та комерційного обліку електричних ресурсів (АСКОЕ) є не простими системами, які одночасно ведуть облік, проводять вимірювання кількості спожитої електричної енергії територіально розподіленими точками обліку та передають інформацію далі за ієрархічним рівнем у режимі реального часу.

Сучасна система побутового споживання електричної енергії побудована на принципі використанні автоматизованого приладового енергообліку, що зводить до мінімуму участь людини в збиранні, вимірюванні і обробленні даних та забезпечує, точний, гнучкий, достовірний, оперативний та адаптований до різних тарифних систем облік, як з боку постачальника енергоресурсів, так і з боку.

Наявності автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії у споживача дає можливість узгодження процесу електроспоживання з

постачальниками ресурсів, безпроблемного переходу на інші тарифні системи та мінімізування витрат.

Перелік джерел посилань

1. Концепція використання інформаційно-виміральної техніки для обліку електричної енергії в умовах функціонування ринку в Україні. Етапи I і II: УкрНТІ, Держреєстрація № 01960022544, інв. № 0297ИОО1589, Київ, 1996 р.
2. Чередниченко Р.Ю. Автоматизована система розширеного моніторингу та комерційного обліку електроенергії // Чередниченко Р.Ю., Окушко О.В. // Тези доповідей 77-а науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК», К. НУБіП України, С. 67
3. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку / Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України №32/28/28/276/75/54 від 17.04.2000 р. - м. Київ.
4. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України: <http://saee.gov.ua>.
5. Праховник А.В. Автоматизовані системи обліку та якості електроенергії в оптовому ринку / А.В. Праховник, Ю.Ф. Тесик, А.Ф. Жаркін, В.О. Новський, О.Г. Гриб [та ін.] (під ред. Гриба О.Г.). – Харків.: ПП «Ранок-НТ», 2012. – 516 с.

УДК 631.3-83.004

ОСНОВНІ НЕДОЛІКИ В ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Ткаченко Р.Р., студент; Радько І.П., к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Оцінка реального стану та виявлення недоліків в обліку електроенергії набули поширення останнім часом у зв'язку з проведенням енергетичних обстежень підприємств (роботи з енергетичного аудиту).

При цьому здійснюються метрологічні перевірки об'єктів енергетики, що в цілому ряді випадків виявляють значний некомплект як лічильників електроенергії, так і трансформаторів струму і напруги. До того ж велика кількість лічильників працюють вже по 20-30 років (хоча протягом останніх практично всі енергопостачальні компанії суттєво пожвавили роботу із встановлення сучасних засобів обліку електричної енергії).

Індукційні лічильники електричної енергії, що домінували серед засобів обліку, фізично і морально застаріли та не забезпечують вимірювань у своєму класі точності. Як вони, так і інші ланки вимірювальних комплексів (трансформатори струму, трансформатори напруги) приводять до появи недообліку внаслідок систематичних похибок передусім у таких випадках:

- у разі перевантаження вторинних кіл трансформаторів струму(ТС) пристроями релейного захисту, телемеханіки тощо (похибка ТС може сягати

мінус 5-10% і більше);

- у разі перевантаження вторинних кіл трансформаторів напруги(ТН) (похибка ТН може сягати мінус 2...3% і більше);

- у разі зсуву робочої точки ТС і лічильників в область малих струмів внаслідок застосування ТС одночасно і в колах обліку електроенергії, і в колах релейного захисту (таке застосування ТС із завищеним за умовами електродинамічної і термічної стійкості коефіцієнтом трансформації викликає похибку мінус 3...5% і більше);

- за наявності втрат напруги в колах, що з'єднують вторинні обмотки ТН і лічильники (похибка 1...2% і більше);

- за наявності температурної похибки лічильників;

- за наявності впливу на лічильники електромагнітного поля (створюваного постійними магнітами, постійним, змінним струмом і струмом високої частоти);

- у разі низького значення коефіцієнта потужності ($\cos\varphi < 0,5$) у вимірювальних колах;

- за наявності нерівномірного навантаження ТС і ТН по фазах.

Слід зазначити, що систематична похибка може мати і знак «+», зокрема:

- у разі недозавантаження ТН (похибка до плюс 0,7...1,5%);

- у разі наявності кутової похибки ТН і перевантаженні вторинної обмотки;

- при малих робочих струмах і низькому значенні $\cos \varphi$ (похибка в межах плюс 5...10% і більше).

І основне це байдуже ставлення до питань метрологічного забезпечення обліку електроенергії, яке не вдається доки змінити на краще, поряд із вже зазначеним недостатнім фінансуванням робіт є причиною неукомплектованості служб метрології кваліфікованими кадрами, скорочення обсягів наукових досліджень і до виконання дослідно-конструкторських розробок.

СЕКЦІЯ 7. МЕТОДИКИ ТА СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

УДК 621.31:378.4+378.046.4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗДАТНОСТІ ДО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ВИПУСКНИКІВ

Сабо А.Г.¹, к.т.н., доцент; Федоренко С.А.¹, студент; Сабо С.А.², студент

¹*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

²*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького, м. Запоріжжя, Україна.*

Електрична інженерія – одна з тих галузей індустрії, для яких характерно досить швидка зміна як застосовуваного обладнання, так і самих базових принципів і підходів (особливо в області автоматичних систем управління), не кажучи вже про те, що зростаюча конкуренція в сучасному світі вказує на те, що часи визначених на все життя корпоративних сходів минули [1]. Саме тому нашим випускникам - майбутнім інженерам-енергетикам - протягом своєї кар'єри доведеться робити складний вибір і змінювати роботу частіше, ніж це було у минулому і є зараз. До того ж відомий прогноз, що в тих же США протягом наступних двох десятиліть 47 відсотків поточних профілів можуть зникнути в результаті комп'ютеризації та роботизації [2].

Саме тому надзвичайно важливою навичкою для успішної кар'єри для них буде здатність до працевлаштування, тобто здатність знайти роботу, залишатися на ній та успішно просуватися у професійному розвитку. До того ж, інженерні знання є безмежні за обсягом і деталізацією, а інженери ніколи не знають, що їм знадобиться або що від них попросять на наступному етапі кар'єри, а ще менш зрозуміло студентам, що саме потрібно для початку успішної кар'єри. Тому вміння керувати безперервними змінами та долати невизначеність є чи не ключовою навичкою сучасного життя.

Хоча багато здатностей, які мають вирішальне значення для працевлаштування, можуть бути розвинені тільки на робочому місці, однак університети не можуть нехтувати підготовкою студентів до майбутнього ринку праці. Оскільки однією з найважливіших навичок працевлаштування є вміння вчитися, то саме це вміння має бути розвинене під час навчання в університеті, так само як необхідно забезпечити під час навчання збалансоване поєднання теоретичної та практичної підготовки студента. Важливим завданням є розробка навчальних програм, які не лише готують до початкової роботи чи кар'єри у певній дисципліні, а й забезпечують основу для безперервного навчання протягом усього життя [3]. Акцент у вітчизняній освітній системі повинен буде зміститися з оволодінням предметними

знаннями на оволодіння самим процесом навчання. Студенти мають стати самомотивованими, ініціативними особистостями, які готові взяти на себе відповідальність за власне навчання та мають бути здатними розвивати професійні навички та діяти як керівники своєї власної кар'єри. Закладка та по можливості розвиток таких якостей у студентах є одним із завдань удосконалення освітніх програм під час навчання. Таким чином, інженери-початківці повинні бути готові продовжувати активно вчитися і планувати самовдосконалення і свою майбутню кар'єру і в міру того, як професіонали просуваються кар'єрними сходами, вони повинні спрямовувати і забезпечувати своє власне навчання ще більшою мірою, ніж зараз [1, 3].

Університети повинні забезпечити безперервне професійне навчання протягом усієї кар'єри своїх випускників. Можна припустити, що в недалекому майбутньому університетам слід перетворяться з «університету для здобуття ступеня бакалавра чи магістра» на «університет на все життя» [4]. При цьому слід очікувати, що склад учнів зміниться і стане різноманітнішим за своїм походженням, знанням та віком. Комп'ютерне навчання стане звичайною практикою у безперервному навчанні. Підвищення поінформованості про майбутню кар'єру студентів і про те, що їм потрібне для успіху, а також прищеплення ставлення до безперервного навчання повинні починатися з першого року навчання. На момент випуску студенти повинні навчитися розробляти особистий план кар'єри та особистого розвитку.

Безперервне навчання неминуче має бути застосоване до викладацького складу, який має регулярно оновлювати свою професійну та педагогічну підготовку та розробляти нові навчальні середовища на основі перевірених практик. Вони повинні вміти включати зміст, що повсякденно змінюється, у свій предмет, виступати каталізатором змін і інтегратором багатогранних міждисциплінарних проєктів, а також підтримувати тісні вибудовувати зв'язки між навчальним закладом і професійним світом та індустріальним середовищем [1, 3, 4].

Перелік джерел посилань

1. Vleeshouwers J., Baltus P., Raz O. "A Blueprint for Future Electrical Engineering Education," *2023 32nd Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE)*, Eindhoven, Netherlands, 2023, pp. 1-5, doi: 10.23919/EAEEIE55804.2023.10181562.
2. Frey C. B., Osborne M. «The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?» University of Oxford, Oxford, 2013. URL: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
3. CESAER. (2024). White paper engineer of the future. Engineering education at universities of science & technology in europe to tackle global challenges. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10972834>
4. European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, Key competencies for lifelong learning, Publications Office, 2019, <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙН-ЛАБОРАТОРІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ» ЗДОБУВАЧАМ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»

Паньків Г. В., викладач природничих дисциплін

Відокремлений структурний підрозділ «Бережанський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Бережани, Україна

Інтерактивні онлайн-лабораторії пропонують нові можливості для практичного засвоєння хімічних процесів, що є необхідними для інженерних спеціальностей, підвищують рівень зацікавленості студентів та покращують розуміння базових концепцій хімії.

Зі стрімким розвитком цифрових технологій заклади освіти почали активно впроваджувати інноваційні підходи до освітнього процесу. Одним із таких нововведень є інтерактивні онлайн-лабораторії, які дозволяють проводити хімічні експерименти у віртуальному середовищі. Це особливо актуально для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», для яких хімія є базовою дисципліною, необхідною для розуміння процесів корозії, реакційного потенціалу матеріалів, електрохімії тощо.

Найголовніші переваги роботи з онлайн-лабораторіями:

- гнучкість та доступність – онлайн-лабораторії дозволяють здобувачам освіти проводити експерименти будь-де та будь-коли, що особливо важливо в умовах дистанційного навчання. Студенти мають можливість повторно переглядати експерименти, щоб глибше зрозуміти хімічні процеси;

- безпека – лабораторні експерименти, пов'язані з використанням хімічних речовин, можуть бути небезпечними. Онлайн-лабораторії усувають ці ризики, оскільки всі реакції проходять у віртуальному просторі. Це дозволяє здобувачам освіти експериментувати з більшою кількістю реакцій та досліджувати різні сценарії без загрози життю та здоров'ю;

- візуалізація хімічних процесів – такі лабораторії дають можливість візуально демонструвати молекулярні та атомні рівні реакцій, які в реальному житті важко побачити. Це сприяє кращому розумінню теоретичних основ хімічних процесів, що є важливим для майбутніх інженерів;

- розвиток навичок критичного мислення та аналізу – використання онлайн-лабораторій стимулює здобувачів освіти аналізувати та інтерпретувати результати, порівнювати їх з теоретичними значеннями та робити висновки. Це розвиває навички критичного мислення та готує їх до

роботи з лабораторним обладнанням у реальних умовах.

Інтерактивні онлайн-лабораторії можуть бути інтегровані у навчальний план як доповнення до традиційних лабораторних робіт. Наприклад, платформи, такі як ChemCollective, Labster або Phet Interactive Simulations, пропонують широкий спектр хімічних експериментів, які можна налаштувати відповідно до навчальних завдань.

Інтерактивні лабораторії можуть використовуватись як інструмент для перевірки засвоєних знань. Наприклад, після вивчення теми «Електрохімія» здобувачі освіти можуть виконати експеримент з визначення електродного потенціалу металів, що ілюструє, як різні метали взаємодіють з електролітом.

Інтерактивні онлайн-лабораторії є перспективним напрямом розвитку сучасної освіти, зокрема, у технічних вузах. Для спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» це є важливим інструментом для здобуття знань з хімії, що відіграють важливу роль у професійній підготовці інженерів. Розробка та впровадження нових інтерактивних лабораторій з врахуванням специфіки цих спеціальностей дозволить покращити якість навчання та підвищити рівень підготовки здобувачів освіти.

Перелік джерел посилань

1. Мартинюк А. Віртуальні лабораторії у навчанні хімії / Хімічна освіта в Україні. 2020. Т. 5, № 3. С. 56–64.
2. Новак В., Лисенко І., Петренко О. Інноваційні підходи до викладання технічних дисциплін / Технічна освіта. 2019. Т. 4, № 1. С. 45–51.
3. Johnson M., Thompson L., Smith R. Virtual Labs for Engineering Education // International Journal of Engineering Education. 2021. Vol. 37, No. 2. P. 123–136.

УДК 37:378

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ БЕЗКОШТОВНИХ КУРСІВ З ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ПЕРШОГО КУРСУ БАКАЛАВРАТУ

Грудинін Б. О., д.пед.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.*

Вже котрий рік поспіль в НУБіП України традиційно тривають безкоштовні курси для здобувачів освіти першого курсу за освітнім ступенем «Бакалавр» з фундаментальних дисциплін (фізики, математики, хімії, біології – курси вирівнювання).

Мета курсів – допомога окремій категорії першокурсників отримати базові знання з фундаментальних дисциплін, що уможливить ефективне опанування ними освітніми компонентами, передбаченими відповідними освітніми програмами.

На початку 2024/2025 навчального року за наказом ректора НУБіП України № 890 від 5.09.2024 р. «Про проведення зрізу знань вступників 2024 року – студентів 1 курсу для студентів першого курсу бакалаврату з профільних та природничих дисциплін» кафедрою фізики навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України було проведено зріз знань студентів першого курсу бакалаврату за допомогою гул-форми, розробленої науково-педагогічними працівниками (НПП) кафедри.

За результатами проходження анкетування були відібрані ті першокурсники, які набрали половину і менше від максимальної кількості балів, передбачених анкетуванням. Так, в анкетуванні брало участь 703 здобувачів освіти першого курсу повного та скороченого термінів навчання усіх спеціальностей університету, з яких не подолали прохідний поріг 427 студенти (61%). Від навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України брало участь в анкетуванні 135 здобувача освіти, з яких 63 особи (47 %) не подолали 50% бар'єр балів (10 ст. на ОПП «Теплоенергетика», 27 ст. на ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (ЕЕЕ), 4 ст. на ОПП «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами» (ІЕС), 14 ст. на ОПП «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» (АКІТ) повного терміну навчання та 8 ст. на відповідних ОПП спеціальностей ЕЕ+ІЕС+АКІТ скороченого терміну навчання.

За результатами проведеного моніторингу організовано роботу НПП кафедри фізики зі здобувачами освіти зазначеної категорії на курсах вирівнювання з метою формування в них базових знань з фізики. Курси проходили у відповідності до затвердженої програми протягом 5 тижнів (20 аудиторних годин – 4 години на тиждень); задіяно 8 НПП кафедри фізики. Усі заняття проведено в очному форматі.

Після завершення курсів НПП кафедри фізики повторно провели зріз знань. За результатами моніторингу з'ясовано, що зі 427 здобувачів освіти всіх спеціальностей університету подолали 50% бар'єр 280 здобувача освіти (66%), з яких 44 (76 %) – здобувачі освіти навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України (7 ст. на ОПП «Теплоенергетика», 20 ст. на ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (ЕЕЕ), 3 ст. на ОПП «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами» (ІЕС), 10 ст. на ОПП «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» (АКІТ) повного терміну навчання та 4 ст. на відповідних ОПП ЕЕ+ІЕС+АКІТ скороченого терміну навчання.

За відгуками здобувачів освіти, останні дуже задоволені якістю викладання навчального матеріалу курсів, оскільки навчання на таких курсах дозволить їм краще засвоювати складний матеріал основної програми навчання за освітнім ступенем «Бакалавр» за обраною спеціальністю.

Перелік джерел посилань

- 1.Бойко В.В., Відьмаченко А.П., Залоїло І.А., Малюта М.В. Фізика з основами кваліметрії: навчальний посібник. Київ, 2018. 564 с.
- 2.Посудін Ю. І. Фізика з основами біофізики. Київ, 2003. 400 с.
- 3.Бойко В. В., Булах Г. І., Відьмаченко А. П., Гуменюк Я. О., Ільїн П. П. Фізика. Київ, 2016. 468.

УДК 37.013.83:378.147:621.3

МЕДІАОСВІТА ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ ФАХІВЦІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Макух О. І., кандидат психологічних наук, доцент

*Відокремлений структурний підрозділ «Бережанський фаховий коледж
Національного університету біоресурсів і природокористування України»,
м. Бережани, Україна*

Сучасна педагогічна наука застосовує інформаційні технології для активізації пізнавальної діяльності майбутніх фахівців у різних галузях виробництва. Вперше термін «медіаосвіта» був вжитий у 1973 р. на спільному засіданні сектору ЮНЕСКО та Міжнародної ради з кіно та телебачення.

Медіаосвіта – це навчання теорії та практичним умінням для опанування сучасними мас-медіа, які розглядаються як частина допоміжних засобів у викладанні інших галузей знань, таких як, наприклад, математика, фізика та географія.

Вважається, що медіаосвіта пов'язана з усіма видами медіа технологій і використовується в соціумах забезпечуючи знання того, як: аналізувати, критично осмислювати і створювати медіатексти; визначати джерела медіатекстів, їх політичні, соціальні, комерційні, культурні інтереси; інтерпретувати медіатексти і цінності; отримання можливості вільного доступу до медіа як для сприйняття, так і для продукції.

Медіаосвіта є насамперед дослідницьким процесом, який базується на ключових концепціях, що в основному є аналітичними інструментами, а не альтернативним змістом.

Для підготовки фахівців енергетичної галузі доцільно застосовувати теорію медіаосвіти як засіб формування критичного мислення, де за допомогою кодів (символів) розвивається даний вид мислення.

В цілому, слід зауважити, що розуміння медіаосвіти зарубіжними та вітчизняними педагогами суттєво відрізняється. Якщо на Заході наголос робиться на формуванні автономної від медіа особистості, то в Україні – на опануванні медіаобладнанням та використанні можливостей медіа в навчальному процесі.

Концепція впровадження медіаосвіти в Україні передбачає наступні завдання:

• **медіаінформаційної грамотності** як комплексу умінь, знань, розуміння і відносин, які дають споживачам можливість: ефективно і безпечно користуватися медіа;

• **медіаімунітету** особистості, який робить її здатною протистояти агресивному медіасередовищу і деструктивним медіа-інформаційним впливам;

• **здатності до медіатворчості** для компетентного і здорового самовираження особистості та реалізації її життєвих завдань, розвитку патріотизму, української ідентичності, згуртованості, солідарності, зокрема для подолання соціальних наслідків війни, а також якості життя в значущих для особистості спільнотах.

Перелік джерел посилань

1. Іванов В. Ф., Волошенко О.В. Медіаосвіта та медіаграмотність : підруч. ; за ред. В. В. Різуна. Київ : Центр вільної преси, 2012. 352 с.
2. Концепція впровадження медіаосвіти в Україні (нова редакція) : веб-сайт. URL: <http://osvita.mediasapiens.ua/> (дата звернення 11.09.2024).
3. Критичне мислення: веб-сайт. URL: <http://vchytel.info> (дата звернення 24.10.2024).

Наукове видання

**Проблеми сучасної енергетики і автоматики
в системі природокористування
(теорія, практика, історія, освіта)**

Матеріали
ХІ Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 6-7 листопада 2024 р.

Відповідальний за видання:
Окушко О.В.

Технічний редактор: Сорокін Д.С.

Комп'ютерне складання та верстання: Васюк В.В., Сподоба М.О.,
Ликтей В.В.