

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ



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

Матеріали
X Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 19 жовтня 2023 р.

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

Proceedings of the
X International
Scientific-Technical Conference
Kyiv, 19 of October, 2023

Київ 2023

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
X Міжнародної науково-технічної конференції

м. Київ, 19 жовтня 2023 р.

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

Proceedings of the
IX International Scientific-Technical Conference

Kyiv, 19 of October, 2023

Київ 2023

УДК 621+536

Голова організаційного комітету

Ніколаєнко С.М., д.п.н., професор, академік НАПН України та НААН України, ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Співголови організаційного комітету

Кондратюк В.М., д.т.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., д.т.н., професор, заступник директора ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження з наукової роботи;

Окушко О.В., к.т.н., доцент, в.о. завідувача 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;

Ликтей В.В., асистент кафедри інженерії енергосистем.

Члени організаційного комітету

Самчук О.Г., голова правління ПАТ «Черкасиобленерго», голова Ради роботодавців ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження;

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

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

Бабак В.П., чл.-кор. НАН України, д.т.н., професор, директор інституту загальної енергетики НАН України;

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

Сігал О.І., к.т.н., директор Інституту промислової екології;

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

Проблеми сучасної енергетики і автоматик в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта): Матеріали наук.-техн конф., м. Київ 19 жовтня.

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	13
1. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОСТІЙНИХ ЧАСУ РОЗРЯДУ КОНДЕНСАТОРА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНА <i>Матвієнко О.М., аспірант; Кривоносов В.Є., д.т.н., професор.....</i>	13
2. ВИДИ ПОВНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ <i>Оберська Н.В.</i>	15
СЕКЦІЯ 2. ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТА СИСТЕМАХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	16
1. УПРАВЛІННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯМ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ СКЛОКЕРАМІК НА ОСНОВІ БОРАТНОГО СКЛА <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.; Стусь Н.В., к.х.н., доцент; Теселько П.О., к.ф.-м.н.</i>	16
2. СТРУКТУРА ТА ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ЦЕЛЮЛОЗИ ТА КЗТЬ(РО ₄) ₂ :Eu <i>Герасимчук Д.О., студент; Неділько С.Г., д.ф.-м.н., ст.н.с.; Теребіленко К.В., д.х.н., доцент; Бойко В.В., к.ф.-м.н., доцент; Чорній В.П., к.ф.-м.н.</i>	17
3. THE METHOD OF REDUCING THE COEFFICIENT OF NON- SINUSOIDALITY OF A THREE-PHASE INVERTER <i>Dubovyk V., senior lecturer; Gorodetskyi V., assoc. prof., PhD; Afanasova A., student.....</i>	19
4. ENERGY POTENTIAL OF THE RESIDUES OBTAINED DURING CONTOUR PRUNING OF OIL-BEARING ROSE PLANTATIONS IN THE REPUBLIC OF BULGARIA IN YEAR 2022 <i>Zahariev I.....</i>	21
5. «WIEN UMWELTGUT» ЯК ІНСТРУМЕНТ СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ВІДНІ, АВСТРІЯ <i>Лопушанська М.Р., аспірантка; Іванов Є.А., д. геогр. н., професор; Циганок Л.В., президентка</i>	27
6. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ РОБОТОЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ <i>Окушко О.В., к.т.н., доцент; Ковтун П.М., старший викладач</i>	29
7. АНАЛІЗ НАЯВНИХ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ І НАПРУГ, ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 0,4 КВ <i>Савченко Л.Г., к.і.н., доцент, Борисевич В.В.</i>	31

9. АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ ENERGY HUB ДЛЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
<i>Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист.....</i>	<i>35</i>
10. МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	
<i>Вольвач Т.С.</i>	<i>37</i>
11. СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	
<i>Пустовий А.М., аспірант; Веремійчук Ю.А., к.т.н., доцент.....</i>	<i>38</i>
12. ВИНИКНЕННЯ В РАЙОННИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЯХ НАПІВПРОВІДНИКІВ ТА ЇХ АНАЛІЗ	
<i>Лисенко Д.С., магістр; наук. керівник Сіренко Ю.В., Ph.D, доцент.....</i>	<i>39</i>
13. ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	
<i>Разінков В.О., ст. викл.; Разінков Н.О., студент</i>	<i>41</i>
14. ПЕРСПЕКТИВИ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В ЦИРКУЛЯРНІЙ ЕКОНОМІЦІ	
<i>Запорожець А.О., д.т.н., старший дослідник; Костенко Г.П.</i>	<i>43</i>
15. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ	
<i>Потапенко М.В., к.т.н.; Рамш В.Ю. к.т.н., доцент</i>	<i>45</i>
16. ОЦІНКА ЕКСЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК	
<i>Потапенко М.В., к.т.н., доцент; Шаршонь В.Л., асистент.....</i>	<i>46</i>
 СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ .48	
1. ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СТАН ПІДПРИЄМСТВА ЧЕРЕЗ ПРОГРАМНУ ПЛАТФОРМУ NODE-RED	
<i>Жук Д.Є., студент; Грищенко В.О., к.т.н.</i>	<i>48</i>
2. ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЛЕЙНИХ СИСТЕМ З ОБМЕЖЕНОЮ ТА ГАРАНТОВАНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ	
<i>Панталієнко Л.А, канд.фіз.-мат.наук, доцент</i>	<i>50</i>
3. ROBUST CONTROL OF POSITION ELECTRIC DRIVES TAKING INTO ACCOUNT GEARBOX BACKLASH	
<i>Toropov A., Ph.D., associate professor; Toropova L., assistant; Ding Q., student.....</i>	<i>52</i>

4. КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ ЗАХИСТОМ ПІДСТАНЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ VAMP 57	
<i>Жук Д.Є., студент; Грищенко В.О., к.т.н.</i>	54
5. МОЖЛИВОСТІ ІНДУКЦІЇ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ ПРИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ РОСЛИН	
<i>Груша В.М., к.т.н.</i>	56
6. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗА КОНЦЕПЦІЄЮ «РОЗУМНИЙ ДІМ»	
<i>Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент</i>	58
7. ІННОВАЦІЇ У КОНТРОЛІ МІКРОКЛІМАТУ: РОЛЬ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ	
<i>Олешко М.І., Соломко Н.О., спеціалісти вищої категорії, викладачі-методисти;</i>	60
8. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ БІОГАЗУ УТВОРЕНОГО У БІОГАЗОВИХ РЕАКТОРАХ	
<i>Сподоба М. О. PhD; Заблодський М. М., д.т.н., професор; Сподоба О. О. PhD</i>	62
9. ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ	
<i>Коваленко А.П., магістр; наук. керівник Сіренко Ю.В., Ph.D, доцент</i> ...	64
10. АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В ПРИМІЩЕННІ	
<i>Майборода Д.С., магістр; наук. керівник Сіренко Ю.В., Ph.D, доцент</i> ..	65
11. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ВОДИ ДЛЯ АКВАПОННИХ СИСТЕМ	66
<i>Залозний Р.В., аспірант; Заєць Н.А. д.т.н, професор</i>	66
12. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА У СФЕРІ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ БІОКЛІМАТИЧНИХ РІШЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ДИЗАЙНУ	
<i>Кривенко О.В., д.т.н., професор; Жу Чанпу аспірант</i>	69
13. РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПІДСТАНЦІЙ	
<i>Бунько В.Я., к.т.н., доцент; Ломага В.І., магістр; Курьянський В.В., магістр</i>	71
15. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ІНКУБАТОРА З ВІДДАЛЕНИМ КЕРУВАННЯМ ЧЕРЕЗ СЕРВІС МІ НОМЕ	
<i>Якобчук А. В., магістр; Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент</i>	74
16. ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ОБ'ЄКТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ	
<i>Васюк В. В., к.т.н., доцент; Іващенко О.С., спеціаліст вищої кваліфікаційної категорії, завідувач відділення</i>	75

17. ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Васюк В. В., к.т.н., доцент; Бондарева П.Є., студентка; Бондарева Н.А., старший лаборант 77

18. METHODOLOGY FOR CREATING A PROGRAM FOR TRAINING TRAINERS OF PHOTOVOLTAIC AND INTELLIGENT ELECTRICAL SYSTEMS IN BUILDINGS

Stoykova E., Nikolova N., Kaplun V., Makarevych S., Shelimanova O..... 79

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ 82

1. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА МЕТАНОГЕНЕЗ

Клендій П.Б., к.т.н., доцент 82

2. АКТУАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ

Кубрак Р.Д., спеціаліст вищої категорії; Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист; 84

3. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Окушко О.В., к.т.н., доцент; Радько І.П., к.т.н., доцент; Наливайко В.А., к.т.н., доцент 86

4. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ І РЕМОНТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Окушко О.В., к.т.н., доцент 87

5. ВИЗНАЧЕННЯ КОРИСНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПЕРЕМІШУЮЧОГО ПРИСТРОЮ У БІОГАЗОВОМУ РЕАКТОРІ

Сподоба М.О., PhD; Заблодський М.М., д.т.н., професор; Сподоба О.О., PhD 89

6. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУБСТРАТУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПІДГРІВУ СУБСТРАТУ У БІОГАЗОВОМУ РЕАКТОРІ

Сподоба М.О., PhD; Заблодський М.М., д.т.н., професор; Сподоба О.О., PhD 91

7. ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Савченко В.В., к.т.н., доцент; Скрипник Т.І., магістр; Підсадочий Р.Р., магістр 93

8. МАГНІТНА ОБРОБКА ПОЛИВНОЇ ВОДИ В ТЕПЛИЦЯХ

Савченко В.В., к.т.н., доцент; Нечипорук А.А., магістр; Боднар С.І., магістр 95

9. ЕФЕКТИВНА СВІТЛОКУЛЬТУРА ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН - ПШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ В ТЕПЛИЦЯХ

Червінський Л.С., д.т.н., професор; Радько І.П., к.т.н., доцент 97

10. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

Чміль А.І., д.т.н., професор 99

11. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ІМПУЛЬСНОГО БАР'ЄРНОГО РОЗРЯДУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ПРИ НАЯВНОСТІ ВОДИ В КРАПЕЛЬНОМУ СТАНІ

Берека В.О., доктор філософії, м.н.с 100

12. SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN A THREE-PHASE INDUCTION-TYPE HEAT GENERATOR USING THE METHOD OF SECONDARY SOURCES

Zhylytsov A.V., doctor of science, Professor; Bereziuk A.O., Ph.D., associate professor; Usenko S.M., Ph.D., associate professor; Yarmolenko B.V., graduate student 102

13. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГОСТІ НА ПИТОМІЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР ФРУКТОВОЇ СИРОВИНИ

Савойський О. Ю., старший викладач 103

14. THE INFLUENCE OF PHOTOACTIVATED NUTRIENT SOLUTION ON GREENHOUSE PLANTS

Knyzhka T.S., Ph.D. 104

15. SCREW ELECTROMECHANICAL HYDROLYSER FOR PROCESSING POULTRY BY-PRODUCTS

Zablodskiy N., doctor of technical sciences, professor; Kovalchuk S., postgraduate; Gritsyuk V., phd in technical sciences, associate professor; Subramanian P., doctor of technical sciences, professor 105

СЕКЦІЯ 5. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ 108

1. INELASTIC MECHANICAL SPECTROSCOPY OF SiO₂, RADIATION AND STRUCTURAL FUNCTIONALIZED NANOCOMPOSITES OF POLYAMIDE, POLYETHYLENE, POLYVINYLCHLORIDE AND MULTIWALLED CARBON NANOTUBES

Ilyin P. P., Ph.D., Assistant Professor, Onanko Y. A., Ph.D., Senior Researcher, Charny D. V., Sc.D., Senior Researcher, Yatsiuk M. V., Ph.D., Senior Researcher, Matselyuk E. M., Ph.D., Senior Researcher, Marysyk S. V., postgraduate, Onanko A. P., Ph.D., Senior Researcher, Dmytrenko O. P., Sc.D., Professor, Kulish M. P., Sc.D., Professor, Pinchuk-Rugal T. M., Ph.D., Researcher, Popov S. A., Ph.D., Head of laboratory, Popruzhko V. M., postgraduate, Gaponov A. M., postgraduate, Kurochka L. I., head of laboratory 108

2. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗА ПАРАЛЕЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ	
<i>Попович О.М., докт. техн. наук, Яшин Р.</i>	110
3. ЗАСТОСУВАННЯ ПОКРИТТІВ З ГІДРОФОБНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НА РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТАХ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ТУРБИНИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК	
<i>Бояришинов О.Ю., к.т.н.</i>	111
4. ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА З РІЗНИМИ СИСТЕМАМИ КЕРУВАННЯ	
<i>Голодний І.М, к.т.н., доцент; Санченко О.В., к.т.н., викладач</i>	112
5. ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ТЕХНІКИ НА БАЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МОТОР-ТЕСТЕРІВ	
<i>Березюк А.О., к.т.н., доцент, Лопатюк А.С., магістр</i>	113
6. ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНИХ ПОЛІВ В КОТУШКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КОНТАКТОРІВ	
<i>Петренко О.В., магістр; Березюк А.О., к.т.н., доцент.</i>	114
7. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СТАТИСТИЧНОЇ ЛІНЕАРИЗАЦІЇ ДЛЯ СИНТЕЗУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПРИ СТОХАСТИЧНИХ ЗБУРЕННЯХ З УРІЗАНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ	
<i>Шуруб Ю.В., к.т.н., старший науковий співробітник</i>	115
8. ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ГРЕЧКИ	
<i>Червінський Л.С., д.т.н., професор; Група Д. В., магістр,</i>	117
9. МОДЕЛЮВАННЯ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СТРІЧКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА	
<i>Червінський Л.С., д.т.н., професор; Федорченко М. В., магістр,</i>	118
10. РОЗРОБЛЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БУДИНКУ	
<i>Червінський Л.С., д.т.н., професор; Литвин Ю.С., магістр</i>	119
11. ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСАХ В АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ	
<i>Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Дарміць С.М., магістр; Хрущ В.П. магістр</i>	120
12. ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ПРИВОДНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРОБАРІВ	
<i>Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Гай З.В., магістр; Харченко М.В., магістр</i>	122
13. АСИНХРОННИЙ КОМПЕНСОВАНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ	
<i>Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент</i>	124

14. ЗАСТОСУВАННЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ» МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ	
<i>Бунько В.Я., к.т.н., доцент; Козирський В.В., д.т.н., професор</i>	126
15. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПУСКУ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА	
<i>Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент</i>	127
16. ОДНОФАЗНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН ІЗ ВНУТРІШНЬОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ	
<i>Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент</i>	129
17. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	
<i>Окушко О.В., к.т.н., доцент; Артисюк М.П., магістр; Степанюк М.А., магістр</i>	130
18. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРІЙНОГО І КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА	
<i>Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент</i>	132
19. ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНІКИ НА РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ	
<i>Васюк В. В., к.т.н., доцент; Яцела С. В., викладач II кваліфікаційної категорії</i>	133
20. ПАРАМЕТРИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ	
<i>Васюк В.В., к.т.н., доцент; Салюк Д.О., магістрант</i>	135
21. РОЗРОБЛЕННЯ ВІБРОДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЗМІННОГО СТРУМУ	
<i>Васюк В. В., к.т.н., доцент; Антонюк Д. В., магістр</i>	137
22. ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ	
<i>Васюк В. В., к.т.н., доцент; Бондарева П.Є., студентка; Бондарева Н.А., старший лаборант</i>	139
23. A STUDY OF ELECTROTHERMOMECHANICAL CONVERTER FOR TECHNOLOGICAL PURPOSESWITH NONLINEAR CHANGES IN THE LOADING AND COOLING MEDIUM	
<i>Mudryk K., professor; Hutsol T., professor; Zablodskiy N., doctor of technical sciences, professor; Sorokin D., PhD in technical sciences, associate professor; Usenko S., PhD in technical sciences, associate professor</i>	141
24. THE SCREW-TYPE ELECTROTHERMOMECHANICAL CONVERTER AS A SOURCE OF MULTIPHYSICALINFLUENCE ON THE TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT	
<i>Junge S., doctor of technical sciences, professor; Zablodskiy N., doctor of technical sciences, professor; Zaiets N., doctor of technical sciences, professor; Chuenko R., PhD in technical sciences, associate professor; Kovalchuk S., postgraduate student</i>	144

СЕКЦІЯ 6. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА..... 147

1. КОНТАКТНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ СТИСНЕННОГО ПОВІТРЯ В ТУРБОКОМПРЕСОРАХ

Замицький О.В., д.т.н., професор; Ільченко О.В., асистент..... 147

2. НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ З МАЙЖЕ НУЛЬОВИМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ

Каплун В.В. д.т.н., професор; Антипов Є.О., Макаревич С.С., Шеліманова О.В., к.т.н., доценти..... 148

3. ДИНАМІКА ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ І ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ ВОЛОГО-ТЕПЛОВІЙ ОБРОБЦІ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

Сорокова Н.М., д.т.н., с.н.с.; Дідур В.В., д.т.н., професор, Variny M, PhD, Associate professor. 149

4. ОСНОВИ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ТЕПЛООВОГО ПУНКТУ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ НУБІП УКРАЇНИ

Радько І.П., к.т.н, доцент; Приходько В.О., магістр..... 151

5. ТОПЛОЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕКТОР УКРАЇНИ. ПРОБЛЕМИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩО ДО ЇХ ВИРІШЕННЯ

Крючкова В. В., викладач; Толмачова К.С., студентка..... 153

6. ТЕХНОЛОГІЇ ГІБРИДНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Тесленко О.І., к.т.н., ст. досл., провідн. наук. співр.; Овада Н.О., бакалавр, магістрант..... 155

СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ 158

1. ENSURING THE SAFETY OF WORKERS IN THE WIND ENERGY SECTOR

Tverdokhliebova N.Ye., PhD, Associate Professor 158

2. ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Крючкова В. В., викладач, Сябро Д.О. студент..... 160

3. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ В УКРАЇНІ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

Дитинюк А.С., магістр, Радько І.П., к.т.н, доцент..... 163

4. ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ У МІСТОБУДІВНІЙ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ ОДЕСИ

Постернак І.М., к.т.н., доцент; Постернак О.С., Постернак С.О., к.т.н., доцент 164

5. СТАЛИЙ РОЗВИТОК В РОЗУМІННІ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ

Приходько А.Ю., студент 166

6. ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Луценко Є.М., магістр 168

7. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Радько І.П., к.т.н., доцент; Микуля В.В., магістр 169

8. ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ПОЛІТИКИ

Радько І.П., к.т.н., доцент; Фіськович А.В., магістр 172

9. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Окушко О.В., к.т.н., доцент; Петренко О.В., Похила Т.М., магістри . 174

10. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ВАНТАЖОПІДЪЙМАЛЬНИХ МАШИН

Неженцев О.Б., к.т.н., доцент 175

СЕКЦІЯ 8. ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ..... 178

1. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ МОЛОДОГО ПОКОЛІННЯ

Окушко О.В., к.т.н., доцент; Ковтун П.М., старший викладач 178

2. ВПЛИВ ПЕРФЕКЦІОНІЗМУ ТА ПРОКРАСТИНАЦІЇ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Мейш Ю.А., д.н.н., професор 180

3. ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Силенок Г.А., к.пед.н., доцент 182

4. DEFINITIONS OF CONTROL TESTS KNOWLEDGE

Berdsman D., Ph.D, prof. 184

5. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ НАУКОВИХ ТА НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ

Васюк В. В., к.т.н., доцент 185

СЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

УДК 621.3.019

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОСТІЙНИХ ЧАСУ РОЗРЯДУ КОНДЕНСАТОРА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

*Матвієнко О.М., аспірант; Кривonosов В.Є., д.т.н., професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Простота і надійність асинхронного електродвигуна (АД) є основою електро-технологічного комплексу (ЕТК). АД складають більше 80 % від усього електроустаткування ЕТК [1]. Щорічно аварійний вихід з експлуатації АД становить до 20–25 % від встановлених АД, а в деяких випадках до 30% [2], основною причиною є зниження діелектричних властивостей ізоляції [3]. Мета дослідження є розробка методу та пристрої прогнозування залишкового терміну експлуатації електродвигуна, що використовують як критерій швидкість зміни постійних часу розряду конденсатора при локальній компенсації реактивної потужності. Розроблено метод та пристрої прогнозування залишкового терміну експлуатації електродвигуна [4], що використовують як критерій швидкість зміни постійних часу розряду конденсатора. Метод контролю поточного стану ізоляції статорних обмоток АД за швидкісними характеристиками зміни її опору, в умовах локальної компенсації згідно, полягає в тому, що в першу чергу відключають конденсатори від мережі, в другу чергу відключають АД від мережі, в третю чергу, після повної зупинки АД, підключають фазну ємність до клем «фаза + корпус АД». Новизною методу є можливість використовувати енергію, запасену конденсатором, як незалежне джерело живлення. Фактичні дослідження проведені на АД MS 802-4, $P_n = 0,75$ кВт; $\eta = 73\%$; $\cos \varphi = 0,76$; $n_{об} = 1380$ об/мин. Схема лабораторної установки, представлена на рис. 1

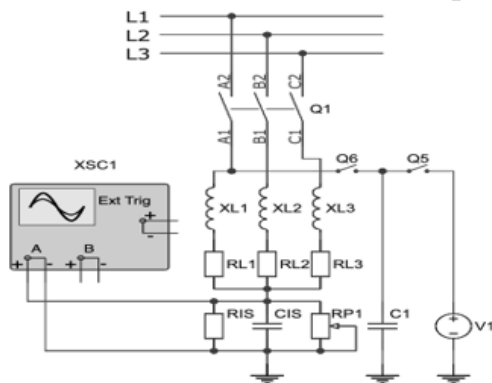


Рис.1.. Електрична схема дослідження перехідних процесів

Зміна напруги на корпусній ізоляції АД описується виразом:

$$U_{z_{is}} = U_{C_1} (1 - e^{-t/\tau_{Rr}}),$$

де τ_{Rr} - постійна часу загасання аперіодичного процесу розряду $\tau_{Rr} = C1R_{is}$, та залежить від величини активної складової комплексного опору ізоляції. На рис. 2 приведено графік зміни напруги на конденсаторі під час його розряду на корпусну ізоляцію. У розробленому

методі, як базова величина діелектричного стану ізоляції обмоток АД, приймається значення постійної часу розряду конденсатора після першого відключення АД від мережі. У наступних відключеннях визначається

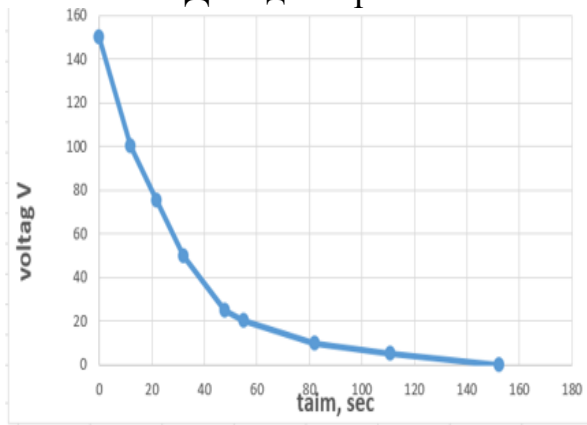


Рис. 2. Графік розряду конденсатора на ізоляцію АД

швидкістю зниження властивостей ізоляції, за будь-яких факторів, що впливають на неї. Критерієм, що враховує певні та невизначені фактори, що знижують діелектричні властивості ізоляції, є постійна часу розряду конденсатора. Швидкісні характеристики зміни постійних часу розряду конденсаторів проводять у

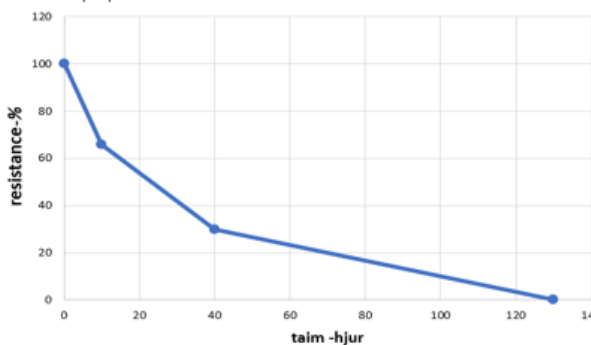


Рис.3. Графік зміни опору ізоляції в залежності від часу роботи АД.

відносних одиницях, що дозволяє прогнозувати залишковий ресурс роботи АД з похибкою до 3%, залежно від класу точності вимірювальних і перетворюючих приладів. На рис.3 приведено графік зміни опору ізоляції в залежності від часу роботи АД. Аналіз кривої зміни опору ізоляції обмоток АД показує, що постійна часу розряду конденсатора на кожній лінеаризованій ділянці різна і залежить від інтенсивності зміни діелектричних властивостей ізоляції. Швидкісна характеристика зміни постійного часу розряду конденсатора дозволяє визначати та коригувати залишковий ресурс експлуатації АД в режимі «он-лайн». Швидкісні характеристики зміни постійного часу розряду конденсатора при локальній компенсації реактивної потужності, що споживається АД, є критерієм зниження діелектричних властивостей ізоляції, що дозволяє прогнозувати залишковий ресурс АД з похибкою не більше 3%.

Перелік джерел посилань

1. Tokarev O.V., Boryagin D.O., Sheremet O.T. Analysis of the causes of damage to asynchronous motors. Nausny Bulletin of the DSEA No. 1 (25E), 2018: 39-49.
2. Gubarevich O.V., Galway S.M. Analysis of diagnostic methods for the technical condition of electric motor insulation <https://doi.org/10.31474/2074-2630-2019-1-55-63>.
3. Gerlici J, Goolak S., Gubarevych O., Kravchenko K., Kamchatna-Stepanova K., Toropov A. Method for Determining the Degree of Damage to the Stator Windings of an Induction Electric Motor with an Asymmetric Power System. Symmetry 2022, 14(7), 1305; <https://doi.org/10.3390/sym14071305>.
4. Пат. № 120126 Україна. Пристрій контролю стану ізоляції і захисту електроустаткування, Кривонос В.Є ідр., Опуб. 10.10.2020; Бюл. № 19. – 6 с

2. ВИДИ ПОВНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

Оберська Н.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Бережанський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Бережани, Україна

Явище спрямованого руху носіїв заряду, що супроводжується магнітним полем, називають повним електричним струмом. Повний електричний струм поділяють на такі основні види: струм провідності, струм перенесення струм зміщення.

Електричний струм провідності - це явище спрямованого руху вільних носіїв електричного заряду в речовині або вакуумі. У більшості випадків причиною упорядкованого руху електричних зарядів є електричне поле. Якщо електричного поля немає, вільні електричні заряди перебувають у тепловому безладному русі, в результаті чого кількість електрики, що проходить через будь-який переріз провідника, у середньому дорівнює нулю. Отже, струм провідності - Скалярна величина, що дорівнює похідній за часом від електричного заряду, який переноситься носіями заряду через дану поверхню.

Електричний струм, зумовлений спрямованим упорядкованим рухом електронів, має місце в провідниках першого роду (металах), електронних напівпровідникових приладах. У провідниках другого роду – електролітах (водні розчини солей, кислот) – електричний струм пов'язаний із рухом позитивних негативних іонів, що впорядковано переміщуються під дією прикладеного поля.

Електричним струмом перенесення називають явище перенесення електричних зарядів зарядженими частинками або тілами, що рухаються у вільному просторі. Основним видом є рух у вакуумі елементарних частинок, що мають заряд (рух вільних електронів в електронних лампах), рух вільних іонів в газорозрядних приладах. Електричним струмом зміщення (струмом поляризації) називають упорядкований рух пов'язаних носіїв електричних зарядів. Цей вид струму можна спостерігати в діелектриках.

Отже, струм зміщення, або абсорбційний струм, — величина, прямо пропорційна швидкості зміни електричної індукції. Цей термін використовується в класичній електродинаміці.

Перелік джерел посилань

1. Теоретичні основи електротехніки : [підруч.] / Г. П. Балан, П. О. Кравченко, Ю. Ф. Свєргун, О. Є. Щєрбаков – К. : Інтас, 2007. – 325 с.
2. Теоретичні основи електротехніки : [підруч.] / А. М. Воєйков, С. В. Астапов, І. Я. Лізан, В. В. Коломієць – Х., 2007. – 364 с.

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

УДК 535.372; 538.9

1. УПРАВЛІННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯМ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ СКЛОКЕРАМІК НА ОСНОВІ БОРАТНОГО СКЛА

*Бойко В.В.¹, к.ф.-м.н., доцент; Чорній В.П.^{1,2}, к.ф.-м.н.;
Неділько С.Г.², д.ф.-м.н., ст.н.с.; Стусь Н.В.², к.х.н., доцент,
Теселько П.О.², к.ф.-м.н.*

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

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

В композиційних склокерамічних матеріалах, які складаються із матриці та наповнювача, можуть утворюватися перехідні шари (міжфази), внаслідок взаємодії між зазначеними компонентами. При цьому, такі шари мають хімічний склад, просторову та енергетичну структури, які не є притаманними окремо матриці або наповнювачу. Як наслідок, властивості перехідних шарів можуть суттєво відрізнятися від властивостей вихідних компонент склокерамік. Роль міжфазних шарів лише посилюється, якщо розміри частинок наповнювача зменшуються до наномасштабу, а їх концентрація зростає. За таких умов, вплив міжфазних шарів на властивості композиту зростає. Наведені міркування лежать в основі запропонованого нами способу управління (інжинірингу) властивостями композиційних матеріалів. В цій роботі аналізуються результати дослідження проявів міжфазних шарів у люмінесцентних властивостях нанокompозитів типу «склокераміка», що сформовані оксидним склом $mK_2O-kP_2O_5-nB_2O_3:xPb-yEu$ та оксидною полікристалічною сполукою $KCa(VO_3)_3:Eu^{3+}$. Морфологію, структуру та оптичні властивості виготовлених склокерамік досліджено методами електронної мікроскопії, рентгенівської дифрактометрії та фотолюмінесценції, відповідно. Ширококутові спектри власної люмінесценції, яка охоплює весь діапазон видимого світла, спостерігалися при фотозбудженні скла. Натомість, в склокераміках, власне випромінювання скла послаблюється, а домінує лінійчате випромінювання, яке обумовлене $f-f$ переходами в іонах Eu^{3+} . Детальний аналіз характеристик цього випромінювання показав, що в склокераміках іони Eu^{3+} можна розділити на три типи: ті, що знаходяться в кристалічних частинках, у склі та у міжфазному шарі. Спектральні характеристики ФЛ зазначених типів іонів помітно відрізняються, що надає можливість управління спектрами

випромінювання досліджених склокерамік шляхом зміни внеску міжфазного шару до повного спектра люмінесценції склокераміки. Досліджені матеріали мають перспективи застосування як люмінесцентні покриття для світлодіодів білого світла.

УДК 535.372; 538.9

2. СТРУКТУРА ТА ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ЦЕЛЮЛОЗИ ТА $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$

*Герасимчук Д.О.¹, студент; Неділько С.Г.¹, д.ф.-м.н., ст.н.с.;
Теребіленко К.В.¹, д.х.н., доцент; Бойко В.В.², к.ф.-м.н., доцент;
Чорній В.П.^{1,2}, к.ф.-м.н.*

*¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна*

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

Целюлоза є найбільш поширеним природним полімером, який уже має широкий спектр застосувань, серед яких: легка промисловість, медицина, харчова та фармацевтична галузі [1]. Серед переваг целюлози над продуктами нафтохімії, при застосуванні в зазначених галузях, є її дешевизна, екологічність та можливість одержання з різних джерел, і серед них - із відходів сільського господарства. Розвиток технологій, зокрема 3D друку, привернув додаткову увагу до целюлози та її похідних, як до перспективних матеріалів сучасної електроніки. На сьогодні, нано- та мікрокристалічна (МКЦ) целюлоза розглядаються як зручні матриці для створення матеріалів «паперової» електроніки [2]. При цьому, на механічні, електричні та оптичні характеристики целюлозної матриці можна суттєво впливати шляхом введення певних матеріалів-наповнювачів. Крім того, слід зазначити, що в результаті взаємодії на межі поділу фаз між матрицею та наповнювачем може утворюватися проміжний шар з унікальними властивостями, що не притаманні маьотці та наповнювачам.

Цікавим, з погляду перспектив модифікації оптичних властивостей і застосування целюлозних композитів, є застосування оксидних люмінесцентних наповнювачів, які володіють інтенсивним поглинанням світла в ультрафіолетовій (УФ), фіолетовій та синій ділянках спектра (250 – 450 нм) та здатні виявляти жовто-червону люмінесценцію (680 -700 нм). В такий спосіб можна посилити поглинання короткохвильового світла за рахунок сумарного поглинання в зазначеному діапазоні довжин хвиль, як оксидом, так целюлозою і, водночас, уникнути перепоглинання люмінесценції матрицею. До такого типу оксидів належить, зокрема, і сполук $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$, яка виявляє інтенсивну люмінесценцією іонів Eu^{3+} та Tb^{3+} .

В цій роботі нами було досліджено композиційні матеріали двох типів: 1) плівки на основі наноцелюлози та $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$; 2) пресовані зразки МКЦ та $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$. Процедура виготовлення плівкових зразків першого типу полягала у змішуванні розрахованих кількостей водних суспензій наноцелюлози та оксиду, з подальшою обробкою ультразвуком та висушуванні розчину на повітрі. Композити на основі мікрокристалічної целюлози було одержано шляхом перетирання суміші порошків МКЦ та оксиду у низькоенергетичному кульовому млині протягом чотирьох діб, з подальшим пресуванням суміші. Ідентичним способом було виготовлено зразки порівняння: плівки «чистої», без оксиду, наноцелюлози та пресовані, без оксиду, зразки МКЦ.

За допомогою оптичної мікроскопії було з'ясовано морфологію поверхні композитних плівок та їх вихідних компонентів. А саме, в плівках «чистої» наноцелюлози спостерігалася певна кількість мікрофібрил целюлози, в той час як у композитних плівках жодних мікрофібрил не було зафіксовано. При цьому, плівка «чистої» НЦ була прозорою, в той час як плівка з оксидом – менш прозорою і матовою, через наявність в ній значної кількості мікрокристалів оксиду, які є центрами поглинання та розсіяння світла. Введення оксиду до матриці МКЦ модифікує її спектр дифузного відбивання – з'являються додаткові смуги в області 250 - 400 нм.

Зразки обох типів демонструють фотолюмінесценцію, характеристики якої сильно залежать від довжини хвилі збудження. Зокрема, при збудженні в області вузьких смуг поглинання світла іонами Tb^{3+} та Eu^{3+} , спостерігається інтенсивне свічення в червоній області, пов'язане із випромінювальними електронними переходами $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ в іонах Eu^{3+} . При інших збудженнях, в області від 250 до 500 нм спостерігається як свічення іонів європію, так целюлозної матриці.

Варто зазначити, що в композитах «наноцелюлоза+ $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$ » та «МКЦ+ $K_3Tb(PO_4)_2:Eu$ » має місце передача енергії збудження від матриці до наповнювача, що підвищує ефективність перетворення короткохвильового УФ/фіолетового/синього випромінювання збудження в жовте та червоне люмінесцентне світло. Отже, нанесення досліджуваних композитних плівок на напівпровідниковий чип світлодіодів може дати досить дешеве ефективне джерело випромінювання в жовтій/червоній спектральній області світла.

Дослідження проведено за грантової підтримки Національного фонду досліджень України (грант № 2022.01/0168).

Перелік джерел посилань

1. Seddigi, H., Oliaei, E., Honarkar H. et al. Cellulose and its derivatives: Towards biomedical applications. *Cellulose*. 2021; 28(4): 1893-1931.
2. Nandy, S., Goswami, S., Marques, A. et al. Cellulose: a contribution for the zero e-waste challenge. *Adv Mater Technol*. 2021; 6(7): 2000994.

3. THE METHOD OF REDUCING THE COEFFICIENT OF NON-SINUSOIDALITY OF A THREE-PHASE INVERTER

Dubovyk V.¹, senior lecturer; Gorodetskyi V.¹, assoc. prof., PhD; Afanasova A.¹, student

¹National technical university of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» Kyiv, Ukraine

Single-phase voltage inverters (U_H) circuits are often used in frequency converters (FC), which have step modulation of the output voltage with the number of levels up to seven. Fig. 1 shows an example of an U_H output voltage curve with five-step modulation.

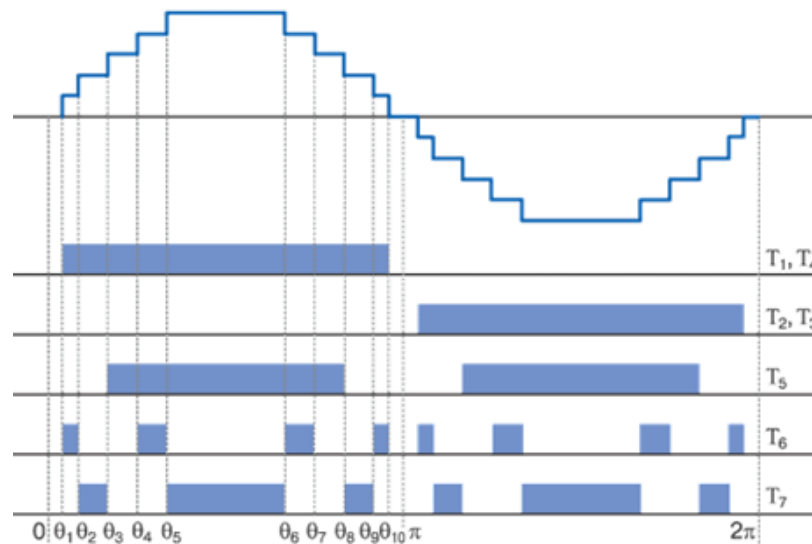


Figure 1 - The output voltage curve of a five-stage voltage inverter and the valve switching algorithm for its formation

The control of such an U_H is reduced to switching the valves at moments (phase angles) shown as θ_1 - θ_{10} , which are selected in such a way that the non-sinusoidality of the output voltage of the U_H is minimal. The advantage of this method compared to the inclusion of an additional active filter in the network is obU_{Hous} : the improvement of the quality of electricity in the network is achieved only by means of the U_H control system, more precisely, by changing the program of the microcontroller controlling the U_H . At the same time, no additional power equipment is needed, and therefore, money is saved. In addition, electricity losses are reduced, the reliability of the power supply system is increased, and its maintenance is simplified.

Fig. 2 shows an example of adaptive control with non-sinusoidal voltage using U_H with five-step modulation.

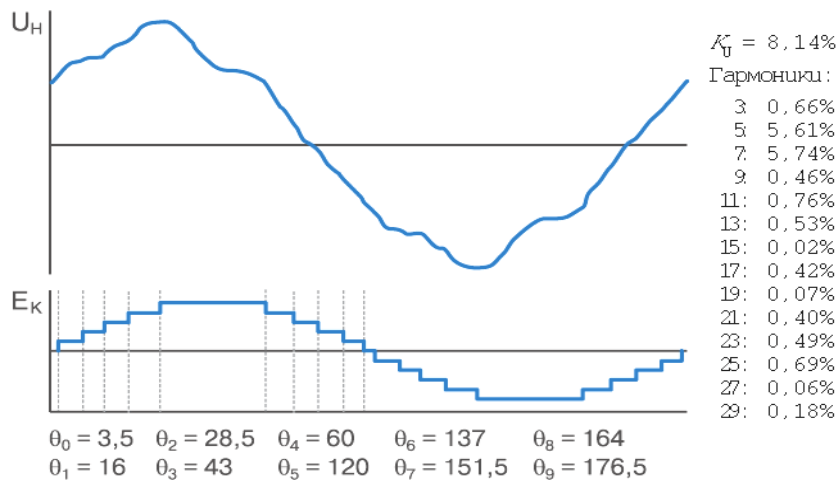


Figure 2 - voltage waveforms of U_H with five-step modulation

One of the methods of adaptive minimization can be used to find the optimal value of the angles, for example, the method of coordinate descent [1]. The system changes (decreases or increases) the value of the next angle until it leads to a decrease in non-sinusoidality, and then moves to the next angle. The work of such an U_H is illustrated in fig. 3.

However, it is worth noting that the above-described method of reducing higher harmonics by changing the control angles θ_1 - θ_{10} cannot in principle ensure the removal of any harmonics in all cases, since it is impossible to form a voltage curve of the desired type in this way. A more effective method of changing the shape of the output voltage curve is to change not the switching moments of the valves, but the output voltage level at each moment of time.

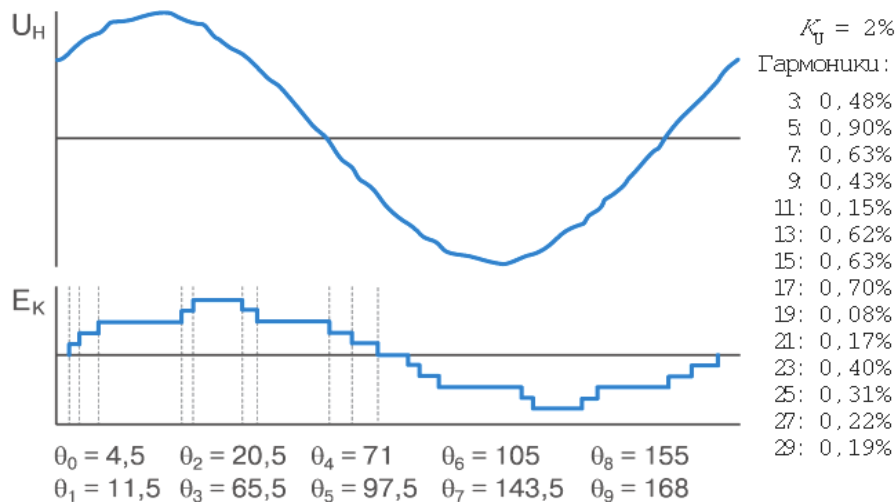


Figure 3 - Voltage waveforms for angles θ_1 - θ_{10} found adaptively using the coordinate descent method

References

1. Problems, methods and algorithms of optimization: teaching. manual / I. V. Beyko, P. M. Zinko, O. H. Nakonechnyi. - 2nd ed., - Kyiv: "Kyiv University" publishers, 2012. - 800 p

4. ENERGY POTENTIAL OF THE RESIDUES OBTAINED DURING CONTOUR PRUNING OF OIL-BEARING ROSE PLANTATIONS IN THE REPUBLIC OF BULGARIA IN YEAR 2022

Zahariev I.

Agricultural University - Plovdiv, 12 Mendeleev Blvd, Department of "Mechanization of agriculture", Plovdiv, Bulgaria

The flower and products of the oil rose plant are an unchanging symbol of the Republic of Bulgaria. Rose production is a traditional branch of our economy, and the products produced from the inflorescences of roses are widely used in medicine, cosmetics, the food industry and other sectors [7]. For thousands of years, the butter rose has been grown in a place called by the people "Valley of Roses" or "Rose Valley". In the map of the touristic zoning of the Republic of Bulgaria, a large area is designated as "Rose Valley Region", figure 1.



Fig. 1. Tourist map of the Republic of Bulgaria [4, 8, 11, 16, 17, 25].

The Damascena rose (oil-bearing rose) belongs to the type of technical crops. Two species are grown industrially - the red and the white rose. The red rose, known as the Kazanlak oil-bearing rose, occupies a larger area than the territory of the plantations. The white rose or also called "Rosa Alba" has fewer areas. Due to its good qualities, the Bulgarian rose oil is highly valued by perfume manufacturers all over the world.

In addition to the production of aromatic substances, the flowers of the oil-bearing rose also serve as a raw material for food production, and in processed form are used as animal feed. Boiled oil-bearing rose flowers (waste product of rose oil distillery) are an organic fertilizer that is particularly suitable for fertilizing rose gardens [14].

According to data of Zahariev I., Kehayov D., [5], and references from the "Regional Directorates of Agriculture" for 2015 year, the occupied areas with oil-bearing rose in Republic of Bulgaria were 27 488 da. From 2015 until now, the

creation of young rose plantations and their uprooting have been observed. This phenomenon is explained by the desire of the local population to continue the tradition and earn a few euros on the one hand, and the lack of agricultural workers on the other. New plantations of oil-bearing rose are created and after the plants reach fruiting, people find themselves in a state of helplessness due to the inability to pick the oil flower. This results in little or no revenue (tending to zero) with the capital and running costs of the plantation already incurred. The uncertainty of the markets and the introduction of a synthetic product resembling Bulgarian rose oil increase the risks in the cultivation of this technical crop. Growing oil-bearing roses is a labor-intensive process [7], which few entrepreneurs manage to cope with.

A second blow comes from the "Regulation on Classification, Labeling and Packaging of Chemicals (CLP), which places essential oils in the column of hazardous chemical mixtures [23]. A ray of hope came from the European Union with the news that the Council of the EU accepted Bulgaria's position in protecting essential oil crop producers and included a review clause requiring new analyzes by the Commission to be submitted after 4 years [24]. In addition, some banks have preferential conditions for supporting Bulgarian rose processors and a pledge of rose oil in order to ease the financing conditions [19]. With these actions, the banks provide an opportunity for the development of the sector and the fight against climate change. Plantations with roses also perform anti-erosion functions in the area where they are grown [2, 7, 9, 13, 21].

According to the authors Zahariev I., Kehayov D. [6] the ash released is 3.28%. According to data from the European certificate EN-B, this value should be <3.5% for pellets [3] and from 0.3 to 6% for chopped wood [18].

Residues from rose production represent plant biomass.

It Biomass as an energy source, covers the entire range of organic matter that surrounds us [1]. The neutral character in relation to the carbon content, its relatively evenly geographical distribution and not the least – the price are the most important of its competitive advantages [10].

Currently, the remains of rose production are not fully utilized. The canes of oil-bearing rose obtained from the annual contour pruning have a great energy and biological potential, which remains unexplored to the full extent until now.

The mass of rose sticks obtained from a unit of area after pruning in 2022 and its trend compared to 2015 remain unspecified.

The purpose of the present study is to determine the areas occupied by oil-bearing rose plantations throughout the country for the year 2022 and the potential possibility of utilizing the residual biomass obtained during contour pruning.

To achieve the above goal, OD "Agriculture" was visited in the regional cities of the Republic of Bulgaria. The information (References from OD "Agriculture" for 2015 and 2022 and Rose Growers Register, [26] submitted by them by region

is entered into a specialized database and processed mathematically. The obtained results are presented in the tables below and shown in graphs.

Table 1

Distribution by municipalities of oil rose plantations for the year 2022, da

Region	Oil-bearing rose (<i>damascene rose</i>), [da]
Varna	45
Vidin	140
Veliko Tarnovo	9
Dobrich	193
Pazardjik	4 815
Plovdiv	22 828
Silistra	20
Sliven	1 116
Sofia oblast	84
Stara Zagora	29 129
Haskovo	64
<i>Total, [da]</i>	<i>58 444</i>

The table above is visualized in Figure 2 and Figure 3.

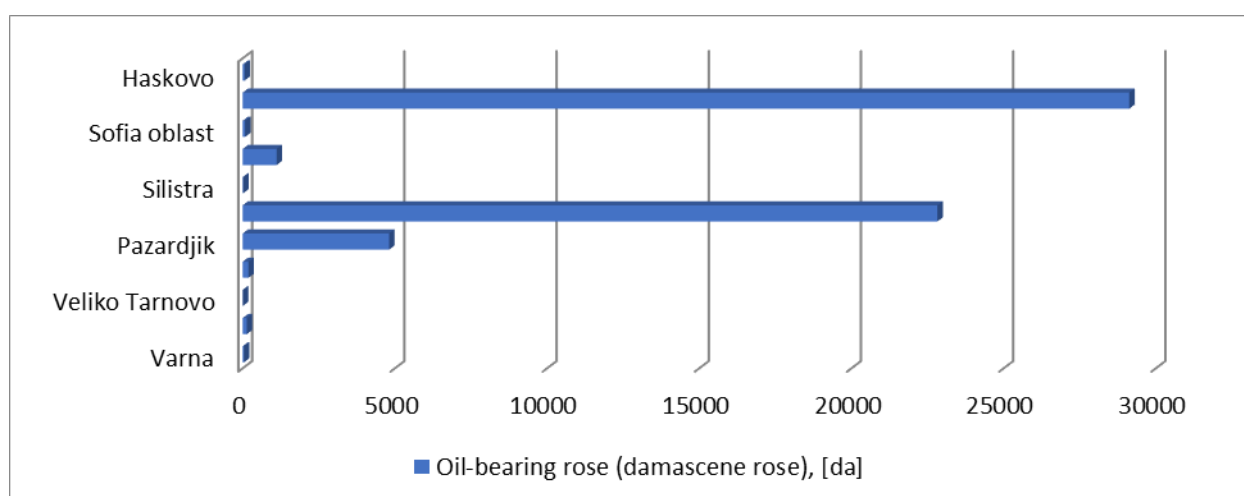


Fig.2 Distribution of the occupied areas with Oil-bearing rose (*damascene rose*) in the Republic of Bulgaria for the year 2022, da

It is noteworthy that more than 97% of oil rose plantations are concentrated in 3 regions of the country - Plovdiv and Pazardzhik in the South-Central region and Stara Zagora in the South-Eastern region. According to the tourist map of the Republic of Bulgaria shown in Figure 1, the above-mentioned 3 areas fall into the "Dolina na rozite" (Rose Valley) and "Trakia" regions.

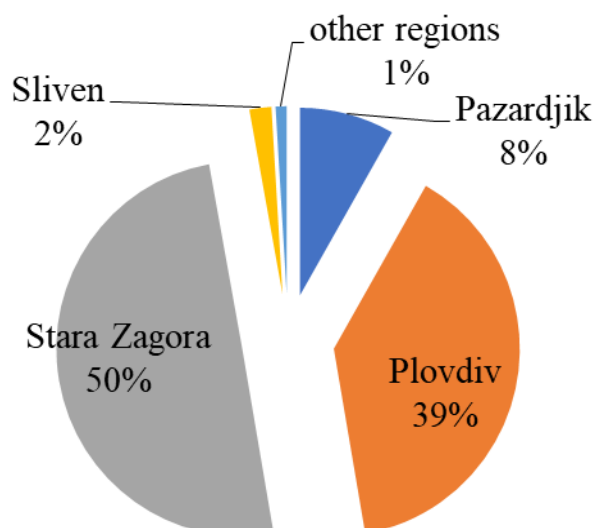


Fig.3 Distribution of the occupied areas with oil rose in the Republic of Bulgaria for the year 2022, %

The presence of large areas of oil-bearing rose in the Sliven region is due to the fact that the district borders on the east/north-east with the "Dolina na rozite" (Rose Valley) and "Trakia" regions. The remaining areas have a negligible amount, as can be seen in Figure 3. They account for less than 1% of the plantations. The total area of oil rose plantations in our country for the year 2022 is 58 444 da, while in the year 2015 they were 27 488 da. This means an increase in acreage of over 112% despite the difficulties faced by producers, processors and traders of rose oil products.

Table 2
Comparison of data for Pazardzhik, Stara Zagora and Plovdiv regions

Region	Oil-bearing rose (<i>damascene rose</i>), [da]		Trend [%]
	Year 2015	Year 2022	
Pazardjik	5 306	4 815	- 9,25
Plovdiv	8 840	22 828	+ 158,24
Stara Zagora	13 342	29 129	+ 118,33

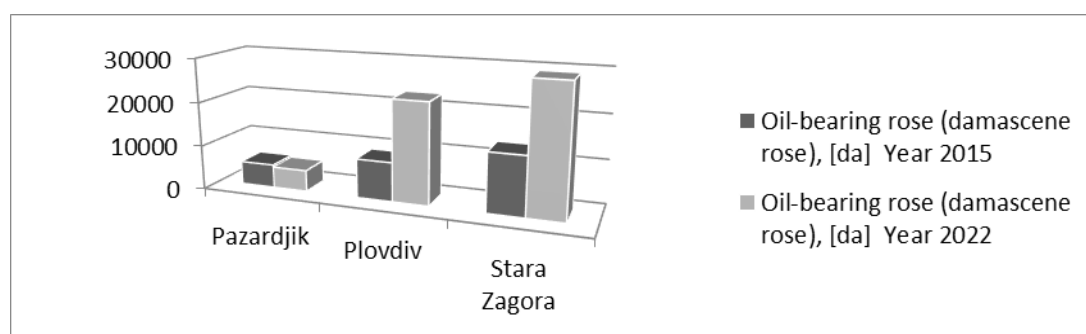


Fig.4 Comparison of the data for the Pazardjik, Stara Zagora and Plovdiv regions

When analyzing figure 4, it can be seen that although for the country we have an increase of over 112% for the year 2022, an increase is recorded in the regions of Plovdiv 158% and Stara Zagora 118%, while in the third in terms of concentration of oil rose areas, a decrease is observed of over -9% compared to 2015.

To determine the energy potential of the residual biomass obtained from the pruning of oil rose plantations, it is necessary to take into account the amount of sticks generated from 1 da. According to Popov A., Pavlov K., Popov P., [12, 22] 450 to 500 bushes are grown on average in 1 da of rose plantations. With normal mineral fertilization, 24,5 m of cane growth is obtained per year from a bush with an average of about 0,01 m when cut.

According to Zahariev I., Kehayov D., [6], 0,865 to 0,961 m³ of waste biomass is obtained from 1 da of rose plantations annually. With an average amount of cut biomass of 1 da, for 27 488 da more than 25 000 m³ of average total annual amount of residual biomass is obtained.

Zahariev I. [4] found that the amount of cut leaf-stem mass of oil-bearing rose of 27 488 da is 7 583t with a moisture content of 10,32% and reported losses from not carried out of the inter-row cut sticks of roses. The gross energy in the native state (with a specified moisture content of 10,32%) is 15,617 kJ/g. For 7 583t, the gross energy in the native state is $1,184 \times 10^{11}$ kJ.

With the 112% increase in plantings from 2015 to 2022, we will also see an increase in cut biomass to over 16,100 t at ~10.32% humidity (more plantings - more cut rose sticks). The gross energy in the native state (with a certain moisture content of 10.32%) for 16100 t is obtained $2,5 \times 10^{11}$ kJ, which is 69,4 GWh. According to data included in Table 2.5 "Consumption of thermal energy by enterprises in the agricultural sector - 2014" in section "2.3.5 Consumption of thermal energy in the agricultural sector" of "Comprehensive assessment of the potential for implementing the highly efficient combined production of thermal and electric energy and efficient district heating and cooling systems in the Republic of Bulgaria" of the Ministry of Energy of the Republic of Bulgaria [20] the annual consumption of heat energy for 2014 was 80,18 GWh/year. With a good organization of the collection, processing, storage and use of rose sticks, more than $\frac{3}{4}$ of the heat energy consumption in the greenhouses mentioned in the above table 2.5 can be satisfied.

Based on the above, the following conclusions can be formulated:

1. Judging by the volume of the oil rose areas, the amount of residual biomass from them is sufficient for the development of centers and technologies for their utilization at the meat level;
2. The quantities and energy value of rose oil residues would replace other types of fuels used in the agricultural sector.
3. Thanks to the support of the state and the banks, this emblem of the Republic of Bulgaria will continue to exist despite difficulties of any nature.

4. By using the residual biomass from rose production, the Republic of Bulgaria will be more independent of imported fuels, due to the fact that the raw material is produced locally and is a renewable energy source.

References

1. Aniskin, VI., Golubkovich AV., Kurbanov KK., Fuel from agricultural biomass//Energy: economics, technology, ecology. 2005. V.;
2. Божков, Сн., Бадриков Е., Михов М., Божкова О., Обосноваване параметрите на машина за механизирани брането на цвета от маслодайна роза, Сб. Доклади от XVIII-та научно-техническа конференция с международно участие „Транспорт, екология – устойчиво развитие“, с. 61-71, Варна, 2012;
3. Динев Д., Възобновяеми енергийни източници в земеделието, Ст.Загора, 2006;
4. Захариев, И., Техника и технология за оползотворяване на растителните остатъци от производството на маслодайна роза в България, дисертация, Аграрен университет Пловдив, Пловдив, 2018;
5. Захариев И., Кехайов Д., Разпространение на площите заети с насаждения от маслодайна роза в България, сборник /доклади/ от VI национална научна конференция 2015 за студенти, докторанти и млади учени, ISSN: 1314-9547, с.111-115, 2015;
6. Захариев И., Кехайов Д., Резултати от изследване на изгарянето на пръчки от рози, Научни трудове на русенския университет - 2015, том 54, серия 1.1, с.123-125, <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp15/1.1/1.1-18.pdf>, Русе, ISSN 1311-3321, 2015;
7. Запрянова Г., Иванова А. Българската маслодайна роза – красивото лице на България пред света, Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“, Научни трудове на Колеж – Добрич, том X, 2018 г. стр.29-36, 2018;
8. Иванова К., 9 района дават тласък на туризма, статия в [standartnews.com](http://www.standartnews.com) (<https://www.standartnews.com/biznes/9-rayona-davat-tlask-na-turizma-467344.html>, 16.03.2023), 2021;
9. Kovacheva, N., Rusanov K., Atanassov., Industrial cultivation of oil bearing rose and rose oil production in Bulgaria during 21st century, directions and challenges, *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.* 24 (2), 1793-1798, 2010;
10. Mitkov I., Ivanov I., Dallev M., Сравнителен анализ на горива от биомаса (comparative analysis of biomass fuels), *Agricultural Sciences / Agrarni Nauki, Academic Journal* 2016, Vol. 8 Issue 20, p143-146. 4p., ISSN 1313-6577, 2016;
11. Маринова Е., Девет района влизат в новата туристическа картан а България, статия в сайт <https://www.investor.bg/a/332-ikonomika-i-politika/176474-devet-rayona-vlizat-v-novata-turisticheska-karta-na-balgariya>, 16.03.2023, 2014;
12. Попов А., Павлов К., Попов П., Растениевъдство, Земиздат, С., 1968;
13. Sabri, E., Baydar H., Variation in Scent Compounds of OilBearing Rose Variation in Scent Compounds of Oil-Bearing Rose (Rosa damascena Mill.) Produced by Headspace Solid Phase Microextraction, Hydrodistillation and Solvent Extraction *Rec. Nat. Prod.* 10:5, 555-565, 2016;
14. Станчев, С., Механизирано отглеждане на маслодайна роза – състояние, проблеми, перспективи, Сп. Механизация на земеделието, 2015;
15. [Регистър на розопроизводителите, съгласно чл. 3 от Закона за маслодайната роза, актуален към 15.05.2023 г.](https://www.mzh.government.bg/bg/sektori/rastenievadstvo/), (<https://www.mzh.government.bg/bg/sektori/rastenievadstvo/>, 28.09.2023);
16. Министерство на туризма на Р. България, Концепция за туристическо райониране на България, с.50, фиг.9., (<http://www.tourism.government.bg/sites/tourism.government.bg/files/uploads/raionirane/koncepcia.pdf>, 07.12.2017), 2015

17. BG Globe, Нова туристическа карта на България с 9 основни райони, 28 януари 2015, (<http://bgglobe.net/%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0-%D0%BD%D0%B0-%D0%B1%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D1%81-9-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8-%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D0%B0>, 07.12.2017), 2015;
18. [http://www.euba.bg/index.php?option=com_content&view=article&id=16&\(2015\)](http://www.euba.bg/index.php?option=com_content&view=article&id=16&(2015)), 07.12.2017;
19. <https://bbr.bg/bg/produkti-i-uslugi/produkti/podkrepa-za-rozoprerabotvane/>, 28.09.2023г.).
20. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2016-11/bul_chp_0.pdf, с. 21, табл. 2.5, 28.09.2023;
21. <https://www.bulgariatravel.org>, 26.06.2018;
22. http://www.savetivzemedeliето.bg/topic/маслодайна_роза_„Съвети_в_земеделието”_ООД, 26.06.2018.
23. <https://www.mzh.government.bg/odz-plovdiv/bg/home/23-07-03/.aspx>, 28.09.2023;
24. <https://www.mzh.government.bg/bg/press-center/novini/svett-na-es-prie-poziciyata-na-blgariya-v-zashita-/>, 28.09.2023;
25. <https://www.investor.bg/a/332-ikonomika-i-politika/176474-devet-rayona-vlizat-v-novata-turisticheska-karta-na-balgariya>, 28.09.2023.
26. <https://www.mzh.government.bg/bg/uslugi/administrativni-uslugi/registri/>, 28.09.2023

УДК 004.4:620.91

5. «WIEN UMWELTGUT» ЯК ІНСТРУМЕНТ СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ВІДНІ, АВСТРІЯ

*Лопушанська М.Р.^{1,2}, аспірантка, голова комітету ОВД і CEO;
Іванов Є.А.¹, д. геогр. н., професор; Циганок Л.В.², президентка*

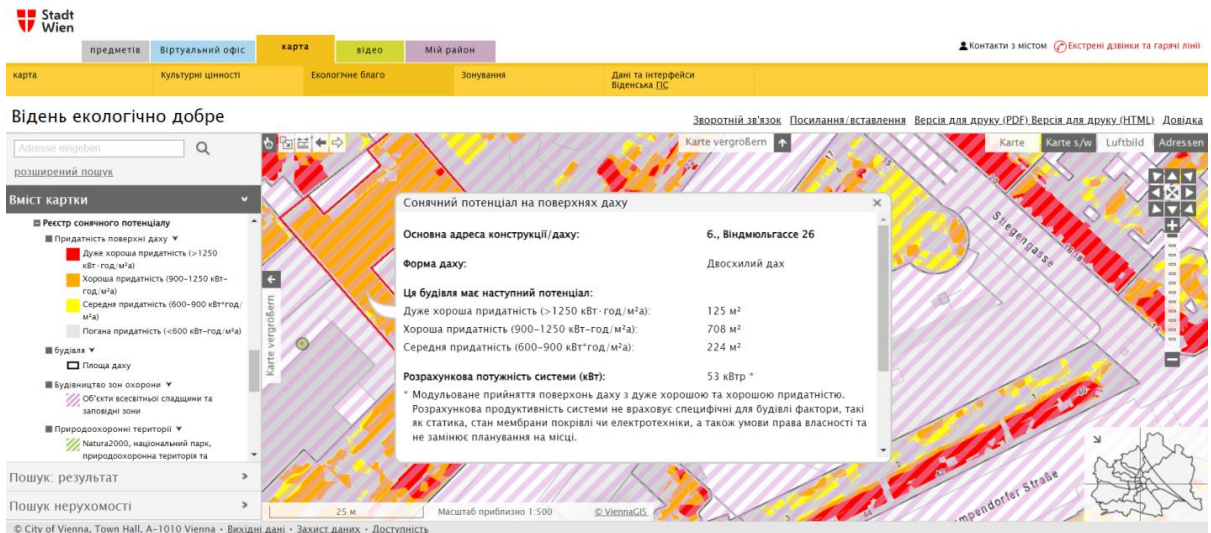
*¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів,
Україна*

²Асоціація професіоналів доквілля «РАЕВ», м. Київ, Україна

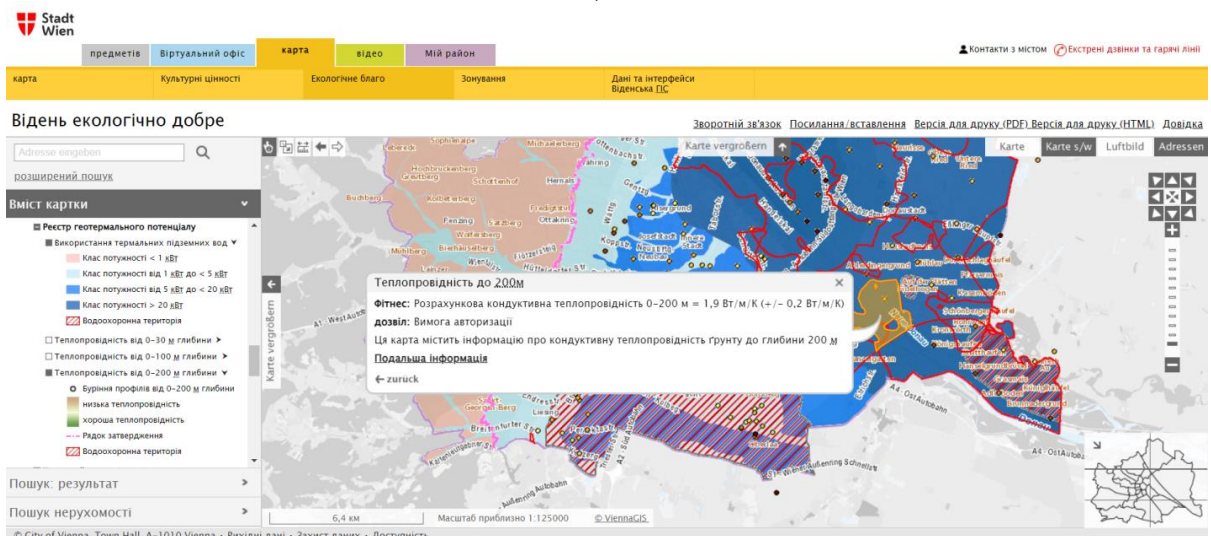
Глобальні зміни клімату та нові виклики перед суспільством стають рушійним поштовхом у пошуку нових джерел енергії. Передові країни світу вже активно розробляють стратегії щодо повної відмови від використання викопного палива та впроваджують низьковуглецеві і безвуглецеві технології не лише у промисловість, а й для приватних домогосподарств. Серед країн, які ставлять амбітні цілі є Австрія. Головною метою країни є повна відмова від використання викопного палива до 2040 року та збільшення генерації від відновлюваних джерел енергії.

Для забезпечення ефективного виробництва та споживання теплової й електричної енергії розроблені стратегії як на рівні країни, так і на рівні міст. Зокрема, у Відні запроваджено застосунок «Wien Umweltgut» для визначення потенціалу генерації. Серед його головних інструментів є кадастр сонячного (геліопотенціалу) і кадастр геотермального потенціалу. Також розраховано

потенціал використання в цілях енергетики відпрацьованого тепла, стічних вод і вітру. Всю інформацію в онлайн застосунку «Wien Umweltgut» внесено у вільному доступі для зручного користування. Кадастр сонячного потенціалу (Solarpotenzialkataster) [4] дає змогу містянам за допомогою інтерактивних карт швидко визначити потенціал генерації електроенергії від встановлення сонячних станцій на даху будинку. В онлайн застосунку «Wien Umweltgut» [5] можливий перегляд технічного потенціалу встановленої дахової сонячної станції (рис. 1, а).



а)



б)

Рис. 1. Скріншоти із онлайн застосунку «Wien Umweltgut» [3]:
 а) технічний потенціал встановлених дахових сонячних електростанцій;
 б) геотермальний потенціал місцевості

У Відні сформувався особливо сприятливі умови для використання підземних вод і приповерхневої геотермальної енергії в енергетичних цілях.

Для міста важливим є розвиток геотермальної енергетики, тому у застосунку є Кадастр геотермального потенціалу (Erdwärmepotenzialkataster) [2] (рис. 1, б).

На інших сторінках застосунку «Wien Umweltgut» відображено кадастр вітрового потенціалу (Windpotenzialkataster) [6], кадастр теплового потенціалу стічних вод (Abwasserwärmepotenzialkataster) [1] та іншу цікаву інформацію.

Отже, запровадження такого онлайн застосунку у містах України дасть можливість ефективніше використовувати дахи багатопверхівок, а також визначити потенціал використання інших відновлюваних чи нетрадиційних джерел енергії. Це дозволить скоротити використання викопного палива та забезпечить кліматичну нейтральність. Прикладом міста для реалізації цього проєкту може стати Львів [3].

Перелік джерел посилань

1. Abwasserwärmepotenzialkataster / Stadt Wien. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/abwasserwaerme/>
2. Erdwärmepotenzialkataster / Stadt Wien. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/erdwaerme/>
3. Ivanov Ye., Krychevska D., Lopushanska M., Pylypovych O. Geography, current state, and perspectives of renewable energy facilities development of western Ukraine, on the example of Lviv region. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2022; 31(1): 59–70. DOI: <https://doi.org/10.15421/112206>
4. Solarpotenzialkataster / Stadt Wien. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/solarpotenzial/>
5. Wien Umweltgut / Stadt Wien. URL: <https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/>
6. Windpotenzialkataster / Stadt Wien. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/windkraft/>

УДК 631.24.243

6. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ РОБОТОЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Окушко О.В.¹, к.т.н., доцент; Ковтун П.М.², старший викладач

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

²*Немішаєвського агротехнічного коледжу, с.м.т. Немішаєво, Київська обл., Україна*

В сучасних технологічних процесах ремонту обладнання використовується достатньо велика кількість електротехнічного обладнання, ефективна і надійна робота якого, в значній мірі, сприяє підвищенню його роботоздатності та зменшенню енергоресурсовитрат при обробці.

Впровадження сучасних технологій у сервісних службах для відновлення і ремонту техніки та електрообладнання, повинно обумовити суттєве зменшення енергоємності, створення високоефективної техніки і

технологій, а також зменшення питомих витрат у процесах ремонту та технічного обслуговування техніки [1, 2].

До таких технологій можна віднести, електротехнологічні методи, які сприятимуть більш ефективній обробці матеріалів з особливими фізико-механічними властивостями, термічну обробку, емалювання та фарбування, відновлення зношених вузлів та деталей, зварювання металів тощо. В технологічних процесах, які використовують електротехнології застосовують різні форми електричної енергії, наприклад, енергія постійного і змінного струму, енергія електромагнітного поля широкого спектру частот, енергія електричного поля тощо. Електрична енергія, яка впливає на об'єкти, що обробляються може спричиняти теплову, механічну, фізико-хімічну та ін. дію [3]. Електротехнології з успіхом реалізуються в різних галузях промисловості (машино- та суднобудівна, авіаційна, будівельна, меблева, побутова та ін.) багатьох країн світу. Так наприклад, застосування різних методів електротехнологій в останні роки знаходиться у центрі уваги фахівців багатьох країн в т.ч. Західної Європи, США, Японії та ін. Підвищений інтерес до електротехнологій в цих країнах підтверджується збільшенням щорічних вкладень, наприклад в США від 8 до 35 млн \$, зростанням кількості електротехнологічних установок, наприклад в Японії на 43 %. Електростатичний метод виробництва покриттів (порошкові, рідинні фарби), в т.ч. і метод електроосадження, сьогодні по обсягам реалізації в різних галузях становить близько 82 – 85 % від обсягу випуску всіх покриттів. Сьогодні можна стверджувати, що в деяких випадках, електротехнології взагалі завдяки зростанню сучасних вимог до якості продукції та техніко-економічним показникам, не можуть бути замінені іншими технологіями, наприклад в напрямках ощадливого використання паливно-енергетичних ресурсів, витрат електроенергії, створення екологічно чистих технологій та захисту навколишнього середовища, методів підводу електроенергії тощо [4].

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. Бацуровська І. В. Електротехнології : навч. посіб. / І. В. Бацуровська. Миколаїв : МНАУ, 2021. – 258 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.

7. АНАЛІЗ НАЯВНИХ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ І НАПРУГ, ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 0,4 КВ

Савченко Л.Г. к.і.н., доцент, Борисевич В.В.

Поліський національний університет, м. Житомир

Існуючі способи, спрямовані на симетрування фазних струмів у розподільчій мережі 0,4 кВ, що ведуть до зниження додаткових втрат і поліпшення якості електричної енергії, можна розділити на такі групи:

- періодичне вирівнювання по фазах трифазної мережі однофазних навантажень (перерозподіл однофазних навантажень);
- зменшення опору нульової послідовності окремих елементів електричної мережі (трансформаторів споживчих тп і ліній електропередачі);
- зменшення опору нульової послідовності окремих електропередачі);
- застосування замкнутих і напівзамкнутих схем;
- поперечна компенсація реактивної потужності.

Розглянемо ці способи більш детально. Перерозподіл однофазних навантажень. Цей спосіб є найпростішим і найбільш доступним в умовах експлуатації електричних мереж. У трифазних чотирипровідних лініях електропередачі однаковість значень струмів забезпечується за рахунок правильного розподілу однофазних навантажень по фазах. Застосування цього способу дає можливість істотно зменшити несиметрію напруг і струмів в електричних мережах з комунально-побутовим та адміністративним (змішаним) навантаженнями. Вирівнювання навантажень фаз найбільш актуальне для міських і сільських електричних мереж 0,4 кВ, оскільки вони характеризуються значним переважанням однофазних споживачів. Спостереження в розподільних мережах 0,4 кВ окремих господарств засвідчили, що правила симетричного підключення однофазного навантаження порушуються в 90% випадків. Така недбалість служби електрифікації окремих господарств призводить до того, що господарство зазнає значних збитків від низької якості та додаткових втрат електричної енергії, зумовлених несиметрією напруг і струмів, але не вживає заходів для забезпечення перерозподілу навантажень. Слід зазначити, що деякі господарства не мають навіть засобів контролю розподілу навантаження, простих струмовимірювальних кліщів. Водночас перерозподіл навантажень здійснювати необхідно, оскільки проведеними дослідженнями встановлено, що втрати електричної енергії, зумовлені несиметрією напруг і струмів, можна знизити на 15...20 %. Крім того, значно поліпшується якість електричної енергії і, насамперед, такі основні показники якості, як відхилення напруги, коефіцієнти зворотної і нульової послідовностей напруги. Тому, для мінімізації несиметрію напруг і струмів необхідно

проводити такі заходи. 1. Періодичний (не рідше одного разу на рік) контроль стану несиметрії струмів і напруг у розподільчій мережі 0,4 кВ, шляхом здійснення замірів цих величин на трансформаторній підстанції (ТП). 2. Заміна неповнофазних відгалужень на повнофазні. 3. Складання карти (схеми) розподілу навантажень у мережі та здійснення подальших підключень відповідно до цієї схеми.

Використання принципу перерозподілу навантажень по фазах мережі ефективно тільки для зниження систематичної несиметрії, але слабо працює в мережах, де навантаження має випадковий характер і коли немає можливості спрогнозувати або розрахувати величину струму навантаження і їх рівномірність по фазах у конкретний момент часу. Зниження опору нульової послідовності елементів електричної мережі. Скорочення додаткових втрат потужності, зумовлених несиметрією струмів у мережі 0,4 кВ, можливе при зменшенні опору нульової послідовності її окремих елементів. Водночас користуватися цим способом необхідно дуже обережно, оскільки дослідженнями, проведеними в НТУУ «КПІ», встановлено, що зменшення опору R_0 мережі призводить до збільшення в ній струмів нульової та зворотної послідовностей, тобто до збільшення коефіцієнтів K_{01} і K_{21} . Тому збільшення перерізу нульового проводу понад 0,75 перерізу фазного проводу не призводить до помітного зниження додаткових втрат потужності в сільських розподільчих мережах. Крім того, відомо, що перерізи фазних і нульового проводів вибирають за економічними навантаженнями, які відповідають мінімуму наведених витрат. Перехід на наступний номінал перерізу проводу вимагає додаткових капітальних вкладень, які становлять 6% від вартості мережі 0,4 кВ. Це призводить до невиправданого подорожчання мережі 0,4 кВ.

У НТУУ «КПІ» пропонується як інструмент для зниження опору нульової послідовності лінії використовувати ліхтарний дріт, як спосіб збільшення перетину нульового дроту. Однак цей спосіб не можна застосувати для зниження несиметрії струмів із тих самих причин, що й безпосереднє збільшення перерізу нульового проводу. Крім того, підключення освітлювального проводу на паралельну роботу з нульовим проводом можливе тільки в денний час доби, тоді як значна несиметрія навантажень проявляється найбільшою мірою у вечірні години. Зниження опору нульової послідовності мережі 0,4 кВ може бути досягнуто заміною трансформатора зі схемою з'єднання обмоток "зірка-зірка з нулем" на трансформатор зі схемою з'єднання обмоток "зірка-зигзаг з нулем".

У сільських розподільчих мережах 0,4 кВ найпоширенішими нині є трансформатори зі з'єднанням обмоток за схемою "зірка-зірка з нулем". Це зумовлено тим, що вони мають більш просте конструктивне виконання і менші розміри, а, отже, і меншу вартість порівняно з трансформаторами з іншою схемою з'єднання обмоток.

8. ІСНУЮЧІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОРУД ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Савченко Л.Г. к.і.н., доцент, Романчук Н.І.

Поліський національний університет, м. Житомир

Забезпечити сільськогосподарський виробничий об'єкт або комунальну інфраструктуру на сільських територіях можна кількома шляхами, наприклад, за рахунок використання:

- 1) централізованого електропостачання об'єкта;
- 2) автономного електропостачання з різними, за принципом використання первинної енергії, типами генераторів електричної енергії;
- 3) поновлюваних джерел енергії (ПДЕ).

Централізоване енергопостачання розкиданих по великій території сільськогосподарських об'єктів має цілу низку труднощів. Для забезпечення потрібної якості енергії необхідно не просто змонтувати лінію електропередач, а й забезпечити мінімум втрат енергії під час її транспортування, а це ще й додаткові витрати на встановлення трансформаторних підстанцій, монтаж повітряних або кабельних ліній із застосуванням сучасних провідникових та ізоляційних матеріалів. Усе перераховане тягне за собою високі матеріальні витрати, які багато фермерів і підприємців, що організують виробництво за принципами середнього бізнесу, не можуть собі дозволити. Намагаючись вирішити всі перераховані проблеми, багато сільських жителів застосовують різні генератори електричної енергії. Сьогодні здебільшого це перетворювачі механічної енергії в електричну і насамперед бензинові, дизельні та газові генераторні установки.

1. Бензинові генератори виступають резервним джерелом електричної енергії в районах, де спостерігаються постійні перебої в роботі центральних енергосистем. Вони експлуатуються в сільському господарстві, забезпечуючи електроенергією невеликі складські та технологічні приміщення, підприємства тваринництва, де від безперебійного електропостачання залежить здоров'я тварин і забезпечення їх кормами, водою тощо. Крім того, саме бензинові установки використовуються в тепличних комбінатах як резервні джерела електричної енергії. Бензинові генератори мають низку переваг перед дизельними і газовими аналогами. Порівняно з газовими і дизельними генераторами ціна бензинової установки відчутно нижча, що робить її придбання більш економічно вигідним. Бензиновий генератор складається з бензинового двигуна (двотактного або чотиритактного) і електричного генератора. Він оснащений електронними схемами: захисту від перенапруги і перевантажень; стабілізації напруги; контролю витрати мастила, а також електростартерами та індикаторами

завантаження. Для підвищення рівня шумоізоляції в цих генераторах застосовуються шумопоглинальні капоти. Ключовими параметрами бензинових генераторів є:

1) потужність (0,5-20 кВт) пристроїв, яка визначається призначенням генератора;

2) ресурс роботи (500-1500 годин);

3) особливості застосовуваного двигуна – малопотужний; верхнє розташування клапанів; двотактний або чотиритактний;

4) кількість фаз – однофазний або трифазний;

5) запуск – ручний або електростартер;

6) витрата палива і габарити;

2. Дизельні генератори мають великий моторесурс, що дає змогу застосовувати зазначені електростанції як основне джерело електропостачання протягом дуже тривалого часу використання. Вихідна потужність дизельного генератора може варіюватися в широкому діапазоні, що дає змогу застосовувати їх для розв'язання різних завдань, незалежно від їхнього класу та рівня. Їхня експлуатація та сервісне обслуговування обходиться набагато дешевше завдяки невисокій вартості дизельного пального і завдяки конструктивним особливостям дизельних двигунів, які є основою для побудови електростанцій. З огляду на переваги дизельних електростанцій, можна зазначити, що вибір на користь дизельного або бензинового генератора має ґрунтуватися насамперед на вимозі до вихідної потужності. Іншими, не менш суттєвими характеристиками, які обов'язково мають бути враховані під час вибору будь-якого електрообладнання, є: кількість потенційних споживачів електроенергії, номінальна встановлена потужність і характер навантаження конкретного сільськогосподарського об'єкта.

3. Газові генератори та електростанції найвигідніше встановлювати для електропостачання тих об'єктів, поблизу яких проходить магістральний газопровід. Це зумовлено тим, що в цьому разі можна отримати доступ до найдешевшого виду палива - природного газу, вартість якого надзвичайно мала. Тому придбане газове обладнання окупається швидко. Газові генератори можна живити і від балонного газу, доставленого на конкретний сільськогосподарський об'єкт, але собівартість такої електричної енергії істотно зростає. До переваг цих генераторних пристроїв слід віднести і невисокий рівень шуму в процесі їхньої роботи. Крім того, не слід забувати і той факт, що за рівнем екологічності газові генератори кращі за інші види такого обладнання. Основним недоліком газових генераторів є вартість самого газового генератора – тому цей вид пристроїв і користується найменшим попитом. Також слід пам'ятати і той факт, що для встановлення газового обладнання обов'язково потрібен спеціальний дозвіл, що забирає у фермера певну кількість часу і коштів.

9. АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ ENERGY HUB ДЛЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Соломко Н.О., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист

ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»

м. Ніжин, Україна

Через зростання населення, збільшення глобального попиту на енергію, дефіциту викопних видів палива та через екологічні проблеми енергетична безпека стала критичною проблемою для всіх країн світу. Взаємозв'язок енергетики з економічними, соціальними, екологічними аспектами подвоїло важливість цих питань, оскільки енергетична галузь рівноправно забезпечує кінцевих споживачів доступними за ціною, надійними, ефективними, проактивно регульованими та соціально прийнятними енергетичними послугами. Іншими словами, вона забезпечує консолідовані концепції національної безпеки, сталого розвитку, безпеки людини та її прав [1]. Тому досягнення стійких енергетичних систем у майбутньому стало одним із головних викликів країн у всьому світі.

Великі теплові станції були основним джерелом енергії в більшості країн в останні десятиліття. Викопне паливо для таких станцій є головним ресурсом, та перетворюється на іншу форму енергії (в основному, електричну) з низькою ефективністю. Ця вироблена енергія передається на великі відстані від виробництва до місця споживання за допомогою систем передачі, а потім розподіляється локально між кінцевими споживачами за допомогою складних систем розподілення. Зараз ці системи стикаються з серйозними викликами на всіх цих етапах, починаючи з виробництва. Проблеми, пов'язані зі використанням викопного палива та викидами парникових газів, призводять до посилення екологічних проблем, таких як глобальне потепління. Через дефіцит викопного палива використання теплових електростанцій не представляється доцільним. З іншого боку, високі інвестиційні витрати на інфраструктуру передачі та розподілу, їх значні втрати, поряд із проблемами захисту та управління цими інфраструктурами, спричинили значне збільшення граничних затрат цих типів енергетичних систем. Тому вони не є життєздатним варіантом для майбутніх енергетичних систем. Інші системи, такі як мережі природного газу та централізованого тепlopостачання, також стикаються з такими проблемами. Проте цими системами управляють локально та незалежно. Однак комбіноване виробництво тепла та електроенергії, поява нових технологій, таких як електричні теплові насоси, електромобілі тощо, призводять до неминучої інтеграції та взаємодії між різними енергетичними системами. У зв'язку з цим, ключовим пунктом для досягнення стійких

енергетичних систем є звернення уваги на роль системи, в якій різні енергоносії взаємодіють оптимально та на різних рівнях [2].

Оптимальна продуктивність багатоенергетичних систем може призвести до технічних, економічних та екологічних переваг, таких як підвищення надійності системи, зниження експлуатаційних витрат, споживання палива та викидів шкідливих речовин. Однак для успішної роботи цих систем необхідна інтегрована система управління, яка може оптимально керувати різними компонентами системи [3]. Впровадження концепції energy hub (EH) є перспективним варіантом для оптимального управління багатоенергетичними системами та для досягнення комплексної моделі із стійких енергетичних систем. З'являється потреба у забезпеченні ефективного функціонування нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та їх інтеграції до існуючих енергосистем. Концепція інтегрованої енергопостачальної системи полягає у поєднанні елементів енергетичної інфраструктури, зокрема пов'язаних із забезпеченням споживачів електроенергією та теплом, тим самим забезпечуючи обмін потужністю між раніше розділеними системами. Інтегрованої енергопостачальна система забезпечує функції отримання, постачання, перетворення та зберігання різних видів енергії. Концепція інтегрованої енергопостачальної системи використовує поняття «енергетичних хабів», які можна розглядати як узагальнення поняття мережевих вузлів в традиційних електричних мережах на більшу кількість видів енергоносіїв із врахуванням можливості їх взаємного перетворення. Розроблення та впровадження підходів до оптимізації функціонування таких енергетичних хабів є перспективним питанням у контексті сталого розвитку енергетики України, залучення нових інвестицій у нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, стимулювання діяльності активного споживача, забезпечення нормативної якості електроенергії, реалізації концепції Smart Grid. [3] Впровадження таких комбінованих багатогенераційних систем може призвести до значного підвищення енергоефективності, зменшення викидів CO₂ та економії коштів у процесі забезпечення кінцевих споживачів енергоресурсами. У цьому напрямку наукове співтовариство розглядає аналіз та планування розподіленої генерації з широкомасштабними підходами з урахуванням технічних, екологічних, економічних та соціальних питань

Перелік джерел посилань

1. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолук О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN 987-617-7177-12-7
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://saee.gov.ua/uk>
3. Лисик, В., Присяжнюк, Ю. Правовий статус міжнародного агентства з відновлювальних джерел енергії. Вісник Львівського університету. Серія: Міжнародні відносини, (45), 2018. 219-224 с.

10. МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Вольвач Т.С.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

З появою нових енергозберігаючих технологій та обладнання для споживача виникла реальна можливість максимально спростити вибір оптимального варіанту для кожного конкретного випадку проектування та будівництва житла та систем його енергопостачання. Розглянемо найцікавіші, на наш погляд, варіанти вітроелектричних, сонячних та гідроелектричних джерел енергії у рамках реалізації конкретних проектів.

Вітроагрегати та установки для тепло- та електропостачання садибного будинку. Енергію вітру для теплопостачання найперспективніше використовувати автономним споживачам, особливо у сільській місцевості. У невеликому індивідуальному фермерському господарстві рентабельно застосовувати автономні малопотужні (до 10 кВт) вітроенергетичні агрегати. Таке господарство споживає протягом року близько 3000 кВт·год електроенергії. Якщо використовується електроопалення, витрати зростуть до 20 000 кВт·год. Вітроагрегат за середньорічної потужності 10 кВт за 2000 годин виробляє 20 000 кВт·год електроенергії, що забезпечує всі потреби господарства.

Вітроагрегати можуть працювати в комплексі з геліоустановками та акумуляторами тепла.

Для отримання електроенергії пропонується вітротурбіна потужністю 1 кВт, що генерує близько 1900 кВт·год електроенергії на місяць (середній будинок споживає від 700 до 1200 кВт·год на місяць). Вітротурбіну генерує постійний струм при швидкості вітру від 7 до 10 м/с. Потужність передається по проводах на інвертор, що перетворює постійний струм змінний зі стандартною напругою і частотою (220В, 50Гц). Струм надходить у домашню мережу та використовується для харчування споживачів. Надлишок електроенергії може бути повернений до місцевої електричної мережі. Розрахунки свідчать, що економія коштів перевищує 150 дол. США на місяць.

Сонячні енергетичні установки. Розглядається варіант сонячної водопідійомної та електрогенеруючої установки, що реалізує термодинамічну схему з плоскими нерухомими колекторами, що працює за температури гарячої води 60 – 100°C. Колектори можуть розташовуватись на даху садибного будинку.

Установка з прямим перетворенням сонячної енергії на електричну повинна відповідати заданим критеріям з економічних та екологічних

міркувань. При створенні сонячних насосних та електричних установок передбачено їх роботу спільно з системами акумулювання енергії. Оскільки для побутових потреб достатньо 5 – 10 кВт, можливе використання теплового акумулятора. Рівень сонячного випромінювання для різних регіонів України становить від 3,8 ГДж/м² на заході до 4,99 ГДж/м² – на півдні на рік. Тому сонячну енергію можна ефективно використовувати у сонячних установках для підігріву води на побутові потреби. Основа сонячної установки – сонячні колектори, які можна встановлювати на даху будинку, на стіні, а також на поверхні землі, бажано у південному напрямку з кутом нахилу 45°С.

Гідроенергетичні ресурси. Для автономного та централізованого теплопостачання можливе використання міні- та мікро-ГЕС потужністю 5 – 100 кВт. Використання гідроенергії від міні- та мікро-ГЕС для теплопостачання здійснюється за допомогою електротенів, електрокалориферів, електрокотлів та ін. Також можна використовувати гідродинамічні нагрівачі ТК з прямим механічним приводом від гідротурбіни або з приводом від електрогенератора ГЕС. Сучасні гідроенергетичні установки різної потужності для міні- та мікроГЕС виготовляє відоме харківське підприємство «Турбоатом», яке виробляє мікро-ГЕС потужністю 5 кВт у повній заводській готовності для індивідуальних, зокрема сільських, споживачів. Вони придатні для обігріву приміщень об'ємом 120 м³ із використанням електроопалення.

Стабільне та безперервне енергозабезпечення споживачів енергією необхідної якості збільшує шанси розвитку та широкого використання альтернативної нетрадиційної енергетики на базі відновлюваних енергоресурсів у різних галузях виробництва, сільського та житлово-комунального господарства.

Перелік джерел посилань

1. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. / Під заг. ред. проф. В.А. Маляренка, Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.
2. Барсукова Г.В. Використання сонячних модулів / Г.В. Барсукова // Матеріали ІV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції – (01-25 листопада 2022 р). – Запоріжжя, 2022. – С. 154-156.

УДК 621.31

11. СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Пустовий А.М., аспірант; Веремійчук Ю.А., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" м. Київ, Україна

Реалізація Європейського зеленого курсу, планів REPowerEU, оновлення ряду директив, у тому числі (REDIII), направлена на розвиток ВДЕ і їх частку в кінцевому споживанні енергії на рівні 42,5% до 2030 року. Тому все більше

європейських промислових підприємств впроваджують політики та стратегії розвитку, що мають у своїй основі соціальну відповідальність за збереження довкілля та зацікавлені у власній електричній енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії.

Розглядаючи сьогоденні реалії українських промислових підприємств в умовах дії воєнного стану, що потребують стабільного і надійного електропостачання для забезпечення ефективного виробництва продукції, виникає необхідність використання автономних систем електрозабезпечення. Дані технічні рішення реалізуються з поєднанням різних технологій у тому числі і відновлюваних джерел енергії. При цьому підприємства підвищують свою конкурентоспроможність і здатність адаптуватися до змін в енергетичній галузі. Найбільш вживаною на підприємствах з технологій ВДЕ для автономного електрозабезпечення є фотовольтаїчні системи. Дані технології дозволяють підприємствам забезпечувати стійку автономність навіть у віддалених або важкодоступних районах, а у поєднанні з акумуляторами зберігати надлишкову електроенергію. Крім цього у поєднанні з бензиновим або дизельним генератором фотовольтаїчні системи можуть допомогти значно зменшити витрати палива. Враховуючи перелічені переваги та інші фактори, використання фотовольтаїчних систем для автономного електрозабезпечення на промислових підприємствах стає дедалі більш привабливим та ефективним рішенням. Оскільки на державному рівні впроваджується ряд нормативних ініціатив щодо зеленої трансформації ОЕС України, які направлені на удосконалення та підтримку виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії та участі їх власників на ринку. Серед можливостей для промислових підприємств з власними автономними джерелами генерації слідує ряд перспектив в межах впровадження механізмів взаємодії з учасниками ринку електричної енергії, як ВДЕ-спільноти, активні споживачі та участі в агрегації попиту.

УДК 621.382

12. ВИНИКНЕННЯ В РАЙОННИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЯХ НАПІВПРОВІДНИКІВ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Лисенко Д.С.¹, магістр ІТФ; наук. керівник Сіренко Ю.В.², Ph.D, доцент

¹спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

²кафедра енергетики та електротехнічних систем, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Напівпровідники займають по електропровідності проміжне положення між металами (провідниками електричного струму) і діелектриками.

Питомий електричний опір напівпровідників становить порядку $10^{-5} \dots 10^7$ Ом·м. Напівпровідники від металів відрізняють за рядом ознак:

- питомий опір у напівпровідників при звичайних умовах набагато більше, ніж у металів;
- питомий опір чистих напівпровідників зменшується з ростом температури (у металів він навпаки зростає);
- при висвітленні напівпровідників їх опір значно зменшується (на опір металів світло майже не впливає);
- незначна кількість домішок значно впливає на опір напівпровідників.

Саме речовини, що ставляться до групи напівпровідників, використовуються при виготовленні електронних компонентів – діодів, транзисторів і інших напівпровідникових приладів, а також інтегральних мікросхем [3].

Розглянемо механізм виникнення в трансформаторних підстанціях напівпровідникових матеріалах. Нехай напівпровідник n-типу провідності має форму довгого тонкого бруска з металевими контактами на обох кінцях. Якщо один з кінців напівпровідникового бруска має більш високу температуру в порівнянні з іншим кінцем, теплова енергія вільних електронів на цьому кінці вище, чим на холодному його кінці. Отже, ці більш енергійні електрони, будуть рухатись до холодного кінця в більшій кількості, чим у зворотному напрямку. У результаті такого переміщення холодний кінець напівпровідника буде заряджатися негативно, а нагрітий кінець, внаслідок відходу електронів, здобуває позитивний заряд. У випадку напівпровідника p-типу провідності на холодному кінці утворюється надлишок позитивного заряду, а на гарячому його кінці утворюється надлишок негативного заряду. Якщо напівпровідник ізольований, то в міру збільшення різниці потенціалів на його кінцях, зростає електричне поле, що перешкоджає подальшому поділу зарядів. Однак, якщо напівпровідник, у якому є різниця температур, становить частину замкненого електричного ланцюга, то процес поділу зарядів не припиняється й в електричному колі протікає струм. В існуючих конструкціях, з метою одержання більших значень струму, електричне коло складається з напівпровідникових елементів n і p – типів провідності. У цьому випадку струми збігаються по напрямку й підсилюють один одного[3].

На теперішній час створені напівпровідники, працюючи при температурі більш $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однак для промислового потребується температура гарячого спаю довести до $110\text{ }^{\circ}\text{C}$. При такому підвищенні температури напівпровідники різних типів проявляють тенденцію до перетворення в особисті напівпровідники, в яких число носіїв позитивних та негативних зарядів рівне. У теперішній час широко ведуться дослідження зі створенням напівпровідників, працюючих при високих температурах[2].

Перелік джерел посилань

1. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.
2. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі [Текст]: навч. посіб. Для ВНЗ: [рек. М-вом освіти і науки України] / Д.Л. Дудюк, С.С. Мазепа, Я.М. Гнатишин – Львів : Магнолія 2006, 2008. – 187 с.
3. Альтернативні 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. - 494 с.

УДК 621.383

13. ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Разінков В.О.¹, ст. викл.; Разінков Н.О.¹, студент

¹Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна

Сонячні фотоелектричні панелі отримали значного поширення в усьому світі та наразі відбувається стрімке збільшення кількості як самих фотоелектричних панелей так і кількості енергії, яка від них генерується. Не зважаючи на всі чисельні переваги використання сонячних панелей, їх ефективність досить залишається одним із найбільших питань для науковців всього світу.

Кількість енергії, яку можна отримати від сонячної панелі, без врахування індивідуальних характеристик, значно залежить від інтенсивності сонячної радіації, що на неї надходить. Однак сонячні панелі не спроможні перетворити всю енергію отриману від сонця в електричну, тому якщо розглянути рівняння балансу енергії сонячної панелі то воно буде складатися з: частки, що перетворюється в електричну енергію та часток, що витрачаються на конвекцію та випромінювання [1]. Оскільки інтенсивність переносу теплової енергії, як від конвекції так і випромінювання залежить від різниці температур між сонячною панеллю та оточуючим середовищем, що в свою чергу для літньої пори має також достатні величини, це викликає процес нагрівання сонячної панелі, що призводить до зменшення її ефективності [1]. Для кожної панелі заводом виробником регламентується температурний коефіцієнт – частка у відсотках зменшення генерації електричної енергії на кожен градус сонячної панелі, що перевищує умови STC. В ході проведення експерименту було визначено, що температура полікристалічної сонячної фотоелектричної панелі для першої декади вересня, коли інтенсивність сонячного випромінювання є не найбільшою в році, може сягати 60 °С, що перевищують нормальну температуру за умовами STC на 35 °С, таким чином при температурному коефіцієнті у 0,35 %/ °С втрата в генерації електричної енергії становить близько 12,25% від

номінальної потужності. Вимірювання температури проводилося за допомогою вимірювального термістора з можливою похибкою вимірювання 1% з тильної сторони сонячної панелі на підкладці, щоб виключити похибку на прямий нагрів термістора.

Значною мірою на температуру сонячної панелі також має вплив обдув сонячної панелі вітром, зі збільшенням середньої швидкості вітру у вересні амплітуда коливання температур також збільшується, в результаті не зважаючи на піки нагріву у 60 °С, усереднена температура сонячної панелі за період з 11:30 до 12:30 складає приблизно 50 °С, що відповідає втратам у 8,75%. Разом з цим серією експериментів у різні дні першої декади вересня було встановлено, що при інтенсивності сонячної радіації близькій до номінальної втрати в генерації електричної енергії сягають близько 16%, що більше ніж розраховані значені. Причиною збільшення втрат може виступати нерівномірність нагрівання окремих комірок сонячних панелей. Так у приблизному геометричному центрі кожної комірки за допомогою лазерного пірометра була виміряна температура кожної комірки, та встановлено що різниця між коміркою з найбільшою температурою та температурою виміряною за допомогою термістора складає ще 5 °С, а температура комірки складає 64,6 °С. Окрім цього, конструкція сонячної панелі, що приймала участь в експерименті, передбачає об'єднання в послідовні електричні кола окремі комірки, в той час як температура різних комірок різна, що може викликати додаткові втрати за рахунок нагрівання провідника на окремих ділянках. Так для одного кола різниця між найбільш нагрітою коміркою та найменш нагрітою коміркою становить близько 3 °С. В дні з меншою інтенсивністю сонячної радіації явище нерівномірності нагрівання було більш виражене та склало приблизно 8 °С, при цьому різниця в колі з'єднання комірок склала 6,2 °С.

Нерівномірність нагрівання також спостерігається і в середині окремих комірок сонячних фотоелектричних панелей, так розглядаючи комірку розмірами 150x150 мм з трьома шинами, була виміряно що нерівномірність присутня як вздовж осі абсцис так і вздовж осі ординат комірки при цьому по осі абсцис нерівномірність склала 9,7 °С а по вісі ординат 11,4 °С.

Таким чином експериментально підтверджено, що температура сонячних панелей має вплив на роботу сонячної фотоелектричної панелі, та потребує розроблення заходів щодо її зниження в процесі експлуатації. Під час розроблення заходів щодо зниження температури також слід враховувати і можливість максимального згладжування нерівномірності нагріву панелей, для отримання якомога більшого підвищення ефективності.

Перелік джерел посилань

1. Захаров, Д. Книш, Л. Математичне моделювання впливу температурного режиму на ефективність сонячної панелі // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. 34 (Вер 2022), 48-58. DOI:<https://doi.org/10.15421/4222105>.

14. ПЕРСПЕКТИВИ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В ЦИРКУЛЯРНІЙ ЕКОНОМІЦІ

Запорожець А.О.¹, д.т.н., старший дослідник; Костенко Г.П.¹

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

Зі збільшенням кількості електромобілів виникає потреба в стратегічних інноваціях для управління літій-іонними батареями (ЛІБ) із вичерпаним терміном служби. Коли ЛІБ деградують настільки, що стають більше не придатними для використання в транспортному засобі (приблизно до 65-70% від початкової ємності), вони все ще зберігають значну ємність для накопичення енергії. Можливість повторного використання ЛІБ для систем стаціонарного зберігання енергії в розподільчих мережах відкриває шлях для інновацій у циркулярній економіці, збереження цінності та сталого управління сировиною. Повторне використання ЛІБ для стаціонарного резервного живлення, також може сприяти покращенню резильєнтності енергосистеми при руйнівних подіях в енергосистемі та ефективності використання ресурсів.

Близько 75-80% електромобілів, які надходять на ринок України, вживані та мають середній термін експлуатації 4-5 років. Це істотно знижує запас часу для повноцінного використання батареї в електромобілі для виконання транспортної функції та підвищує актуальність розробок стратегій їх подальшого використання.

Водночас переробка літій-іонних акумуляторів електротранспорту покликана вирішити дві проблеми: по-перше, вони не можуть бути просто поховані на звичайних полігонах для твердого сміття, оскільки містять велику кількість речовин, які можуть спричинити зараження ґрунту та води на великій площі, а по-друге, вони містять матеріали, які можуть бути використані у виробничому циклі. Це повністю відповідає моделі циркулярної економіки, згідно з якою необхідно досягти нульових показників поховання відходів. Очікується, що після первинного використання ЛІБ електротранспорту для виконання транспортної функції, залишиться 60%-70% їх початкової енергетичної ємності. Ця залишкова ємність має значний потенціал для зберігання енергії, якщо розглядати можливості їхнього подальшого використання, замість того, щоб одразу відправляти їх на переробку. Згідно з визначенням Європейської ради [1] та системи, запропонованої в [2], подальше використання ЛІБ після необхідного відновлення узгоджується з поняттям "використання вторинних ресурсів". На Рис.1 представлено основний принцип стратегії циркулярної економіки для відпрацьованих ЛІБ електротранспорту [3].

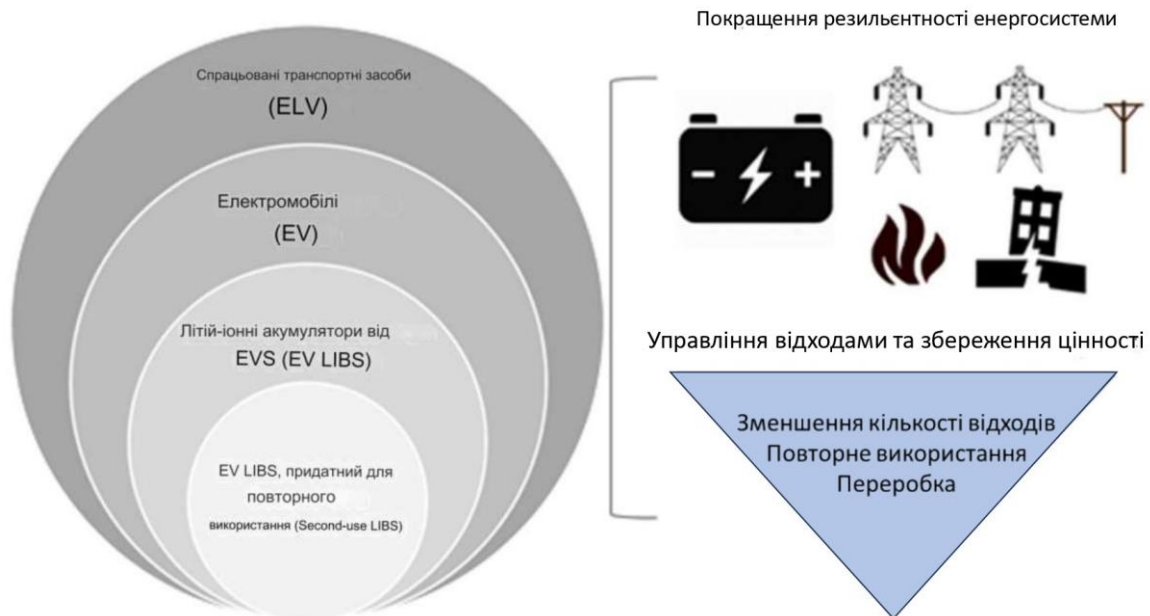


Рисунок 1 – Літій-іонні батареї електромобілів в циркулярній економіці

ЛІБ електротранспорту для повторного використання можуть сприяти підвищенню продуктивності та створювати нові економічні можливості [4]. Дослідження, зокрема, свідчать, що витрати на електромобілі можуть зменшитися завдяки вторинному використанню батарей, що фактично розподіляє початкову вартість між двома застосуваннями.

Крім того, вторинне використання літій-іонних батарей може сприяти покращенню резильєнтності енергетичної системи. Прикладом є робота автомобільних компаній, таких як Nissan, Mitsubishi та Toyota в Японії після стихійних лих, де впроваджувались системи від автомобілів до мережі (Vehicle-to-Grid), які можуть діяти як генератори під час надзвичайних ситуацій [5]. Стратегії циркулярної економіки для ЛІБ електротранспорту може у підсумку сприяти зменшенню викидів CO₂, зменшити експлуатаційні витрати та забезпечити стабільне функціонування системи електропостачання.

Перелік джерел посилань

1. Ardente, F., 2018. Accounting for the environmental benefits of remanufactured products: Method and application. *J. Clean. Prod.* 198, 1545–1558.
2. European Commission, 2018b. The Joint Declaration of Intent for the INNOVATION DEAL on “From E-Mobility to recycling: the virtuous loop of the electric Vehicle.”
3. E. A. Moore, Spatial modeling of a second-use strategy for electric vehicle batteries to improve disaster resilience and circular economy, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 160, 2020,, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104889>.
4. Neubauer, J, 2012. Techno-economic analysis of PEV battery second use: Repurposed-battery selling price and commercial and industrial end-user value. NREL.
5. Esteban, M., Portugal-Pereira, J., 2014. Post-disaster resilience of a 100% renewable energy system in Japan. *Energy* 68, 756–764.

15. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Потапенко М.В., к.т.н.; Рамш В.Ю. к.т.н., доцент

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

При проектуванні вітроенергетичних установок (ВЕУ) постає задача автоматичного регулювання потужності, яка виробляється ВЕУ для забезпечення ефективної роботи у широкому діапазоні швидкостей вітру. В умовах змінної швидкості вітру ротори ВЕУ характеризуються нестійкістю за швидкістю обертання [1]. При порушенні балансу між аеродинамічною потужністю ротора та електричною потужністю електрогенератора, швидкість обертання змінюється, відхиляючись від свого оптимального значення та знижуючи продуктивність ВЕУ. Порушення балансу потужності обумовлюється нерівномірністю навантаження споживача та випадковими змінами швидкості вітру. Обертання ротора можна описати рівнянням [2]:

$$\frac{dE}{dt} = P_A - P_E, \quad (1)$$

де E – кінетична енергія ротора; t – час; P_A – аеродинамічна потужність; P_E – потужність електрогенератора. З рівняння (1), для стійкого обертання ротора в межах максимальної потужності необхідно, щоб виконувались умови:

$$P_A > P_E \text{ при } \omega < \omega_0; \quad (2)$$

$$P_A < P_E \text{ при } \omega > \omega_0; \quad (3)$$

Виконання даних умов може забезпечити цифрова система керування. Використовуючи вимірювані значення швидкості вітру, швидкості обертання ротора, струмів і напруг у колах електрогенератора система керування виробляє команди, що надходять на регулятор потужності, який змінює повну потужність електрогенератора. Таким чином, у діапазоні $\omega < \omega_0$ коли виконується умова (2), усувається можливість самовільної зупинки ротора. Це забезпечується за рахунок обмеження навантаження електрогенератора. У діапазоні швидкостей обертання $\omega > \omega_0$ при виконанні умови (3), потужність P_E може перевищувати потужність ротора P_A . При цьому нестача аеродинамічної потужності ротора поповнюється за рахунок кінетичної енергії обертання ротора E , ротор гальмується та аеродинамічна потужність збільшується.

Перелік джерел посилань

1. Leithead W. Dependence of performance of variable speed wind turbines on the turbulence, dynamics and control. IEE Proceedings. 1990. 137(6): 403–413.

2. Яхно О. М., Таурит Т. Г., Грабар І. Г. Вітроенергетика: конструювання та розрахунок ВЕУ. Житомир: ЖДТУ, 2003. 248 с.

УДК 621.311.24

16. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Потапенко М.В., к.т.н., доцент; Шаршонь В.Л., асистент

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

Необхідність покращення екологічного стану та зростання цін на енергоносії сприяють розвитку нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. В світі спостерігається тенденція розвитку вітроенергетики, як одного з найбільш перспективних напрямків відновлювальної енергетики [1].

В той же час, однією з основних причин повільного її розвитку є недостатнє вирішення питання техніко-економічного обґрунтування впровадження вітроенергетичних проєктів [2], що в свою чергу, обумовлено відсутністю єдиного підходу щодо визначення експлуатаційних показників вітроенергетичних установок (ВЕУ).

Для оцінки експлуатаційних показників ВЕУ визначаємо кількість виробленої електроенергії установкою за наступною залежністю:

$$W = T \int_0^{\infty} P(u) f_u(u) du, \quad (1)$$

де T – період часу (місяць чи рік); $P(u)$ – енергетична крива ВЕУ; $f_u(u)$ – функція розподілу швидкості вітру на висоті башти.

Якщо вираз (1) поділити на T , то отримаємо середню потужність ВЕУ:

$$P_{\text{сер}} = \int_0^{\infty} P(u) f_u(u) du, \quad (2)$$

Для оцінки ефективності роботи вітроенергетичної установки визначається коефіцієнт використання встановленої потужності:

$$K_B = \frac{P_{\text{сер}}}{P_{\text{ном}}}, \quad (3)$$

де $P_{\text{ном}}$ – номінальна потужність ВЕУ.

Кількість годин роботи ВЕУ T_p визначається з виразу:

$$T_p = \int_{u_0}^{u_{\text{max}}} f_u(u) du, \quad (4)$$

де u_0 – початкова швидкість даної ВЕУ; u_{max} – швидкість відключення ВЕУ.

Кількість годин простоїв вітроенергетичної установки становить:

$$T_{\text{пр}} = T - T_p. \quad (5)$$

На основі аналізу експлуатаційних показників ВЕУ можна проводити обґрунтування вітроенергетичних проєктів.

Перелік джерел посилань

1. Нікульшин В.Р., Височин В.В. Використання відновлювальних джерел енергії: навч. посіб. Одеса: Наука і техніка, 2006. 244 с.
2. Серіков Я.О., Пархоменко О.М. Вітроенергетика. Перспективи та проблеми розвитку. Світлотехніка та електроенергетика. 2010. № 1. С. 66–70.

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

УДК 004.384:004.5

1. ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СТАН ПІДПРИЄМСТВА ЧЕРЕЗ ПРОГРАМНУ ПЛАТФОРМУ NODE-RED

Жук Д.Є., студент; Грищенко В.О., к.т.н.

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

Швидкі темпи росту обсягу потреб людства у товарах та послугах і одночасно повільний розвиток виробництва висуває основний пріоритет – це інтенсифікація процесу виробництва: автоматизація технологічних процесів, оптимізація часу, енергії та ресурсів, а також вдосконалення технологій та досягнення максимальної точності виробництва, що неможливо без використання сучасного обладнання. Разом із появою нових вимог до технологічного процесу, виникають нові вимоги і до самого обладнання. Функції безпеки, моніторинг стану та справності, сповіщення тривог стають одними з основних умов будь-якого сучасного виробництва. Дана проблема вирішується впровадженням програми «Індустрія 4.0». Основна концепція даної програми – Інтернет речей (Internet of Things – IOT та Industrial Internet of Things – IIOT), що полягає в об'єднанні всіх пристроїв у єдину мережу для налагодження їх синхронної роботи, максимізації автоматизації, контролю за процесом в той же час мінімізації втручання людини. Вже існує безліч прикладів, коли впровадження промислових інтернет речей (IIOT) у промисловість дозволяло скоротити витрати підприємства, оптимізувати час технологічного процесу та полегшити роботу персоналу [1-2]. В даній роботі розглядається можливість використання DBaaS (Database as a Service), що є різновидом послуги PaaS (Platform as a Service). Цей тип сервісів надає клієнтам готову для використання базу даних для зберігання інформації та необхідні функції роботи з нею [3]. Для організації зв'язку між обладнанням та хмарним сервісом використовується візуальна програмна платформа Node-RED. Схематичне зображення прикладної моделі зображено на рис. 1.



Рис. 1. Прикладна модель використання хмарної бази даних

Середовище Node-RED має багатий функціонал та безліч бібліотек, необхідних для отримання, обробки та передачі інформації. Згідно із створеною моделлю пристрої підключається до єдиної мережі Modbus у введеному режимі. Програма Node-RED зчитує стани реєстрів обладнання, проводить їх обробку, формує за необхідності відповідні керуючі дії (по тому ж Modbus-протоколу) і форматує їх у необхідну для відправлення на хмарний сервіс форму. У даній роботі розглядається два можливих варіанти передачі даних: протоколами HTTP та MQTT. Відповідні блокові програми в середовищі Node-RED представлені на рис 2 та 3 далі.

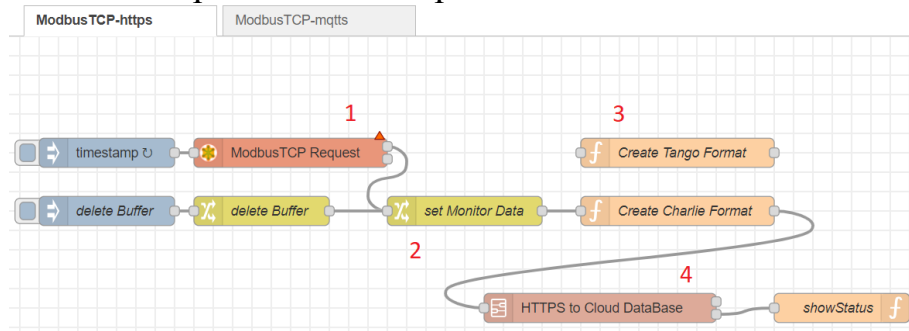


Рис. 2. Реалізація зв'язку з хмарним сервісом протоколом HTTP

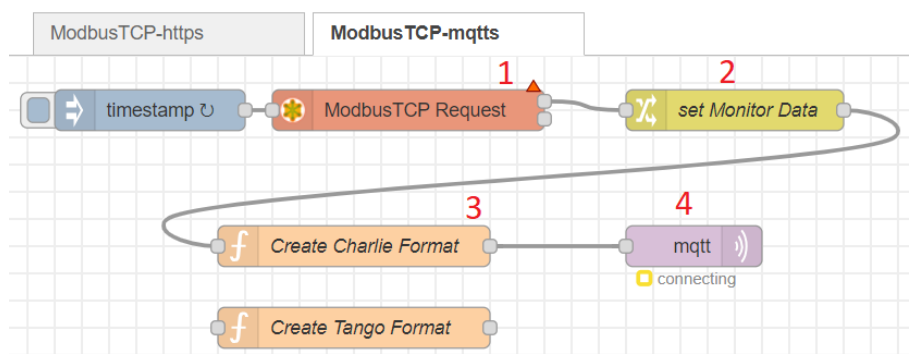


Рис. 3. Реалізація зв'язку з хмарним сервісом протоколом MQTT

Розроблені програми містять блоки для: збору інформації по протоколу Modbus; функції обробки даних; функції форматування; відправки даних на хмарний сервіс. У якості хмарного сервісу можна використовувати сервер на якому будуть зберігатись вичерпні дані про технологічний процес (у відповідності від технічного завдання).

Перелік джерел посилань

1. Дугінець Г.В. Концепція «Інтернет речей» у глобальному виробництві: досвід для України // Економіка і регіон. – 2018. – № 4. – С. 5-14.
2. Литвиненко О.В., Литвиненко В.О., Шевченко О.В. Методи та засоби розробки інформаційних систем для аналізу даних. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2020; 31(70): 44-49.
3. Ягубов І., Мусаєв Р., Саріян Т., Гокалп О. A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications // Procedia Computer Science. – 2018. – Vol. 130. – Pp. 437-442.

2. ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЛЕЙНИХ СИСТЕМ З ОБМЕЖЕНОЮ ТА ГАРАНТОВАНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ

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

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

Сучасні напрями теорії керування включають вимоги низької чутливості реальної системи, що забезпечує прийнятну, в сенсі деякого критерію, її працездатність [1]. Умови нормального функціонування системи на реальних режимах охоплюють низку задач, зокрема з обмеженою та гарантованою чутливістю [1,2]. Згідно з такими постановками, за наявності певних вимог щодо диференційованості, накладають обмеження на функції чутливості та розглядають задачі оптимізації [2]. Для аналізу чутливості систем зі змінною структурою за заданими обмеженнями застосовуються критерії практичної стійкості у просторі функцій чутливості [1,2].

Дослідимо релейну систему вигляду

$$\frac{dx}{dt} = f(x,t) + g(x,t)v, t \in [t_0, T], \quad (1)$$

де $f(x,t)$, $g(x,t)$ – вектор-функції вимірності n , неперервно-диференційовані за своїми аргументами; $v(t) = v_j = const$, $t \in [t_{j-1}, t_j]$ – скалярна функція керування.

Припустимо, що параметрами оптимізації є точки перемкнення, тобто $\alpha^* = (t_1, t_2, \dots, t_N)$, $m = N$. Необхідно мінімізувати функціонал від кінцевого стану системи (1) по точках перемкнення

$$\min_{t_1, t_2, \dots, t_N} \Phi(x(T, t_1, t_2, \dots, t_N)) \quad (2)$$

при обмеженнях на функції чутливості $u^{(i)}(t, t_1, t_2, \dots, t_N) = \frac{\partial x(t, t_1, t_2, \dots, t_N)}{\partial t_i}$, $i = 1, 2, \dots, N$

$$\Phi_t = \Gamma_t = \left\{ u(t, \alpha) : \left| \sum_{i=1}^m l_s^{(i)*}(t) u^{(i)}(t, \alpha) \right| \leq 1, s = 1, 2, \dots, \tilde{N} \right\},$$

$$t \in [t_0, T], \quad (3)$$

$$\Phi_t = \Psi_t = \left\{ u(t, \alpha) : \psi(u(t, \alpha), t) = \psi(u^{(1)}(t, \alpha), u^{(2)}(t, \alpha), \dots, u^{(m)}(t, \alpha)) \leq 1 \right\},$$

$$t \in [t_0, T]. \quad (4)$$

Тут $l_s^{(i)}(t)$, $i=1,2,\dots,m$, $s=1,2,\dots,\tilde{N}$ – відомі неперервні вектор-функції вимірності n ; $u^*(t,\alpha) = (u^{(1)*}(t,\alpha), \dots, u^{(m)*}(t,\alpha))$ – вектор вимірності $n \cdot m$; $\psi(u(t,\alpha), t)$ – скалярна функція, неперервна за своїми аргументами разом з частинними похідними по елементах вектора $u(t,\alpha)$, причому множина Ψ_t опукла, замкнена та містить внутрішню точку $u(t,\alpha)=0$ для будь-яких $t \in [t_0, T]$.

Для розв'язку задачі (2) скористаємося процедурою градієнтного спуску:

$$t_j^{(s+1)} = P_{[t_0, T]} \left\{ t_j^{(s)} - \rho_s \cdot \text{grad}_x^* \Phi(x(T, t_1^{(s)}, t_2^{(s)}, \dots, t_N^{(s)})) u^{(j)}(T, t_1^{(s)}, t_2^{(s)}, \dots, t_N^{(s)}) \right\},$$

$$j = 1, 2, \dots, N, \quad s = 0, 1, 2, \dots,$$

де $P_{[t_0, T]}$ – операція упорядкування точок перемкнення на проміжку $[t_0, T]$, що встановлює співвідношення $t_0 \leq t_1^{(s+1)} \leq t_2^{(s+1)} \leq \dots \leq t_N^{(s+1)} \leq T$, ρ_s – крок градієнтного спуску. Вектори функцій чутливості $u^{(j)}(t, t_1, t_2, \dots, t_N)$, $j=1, 2, \dots, N$ у точці T визначатимуться як розв'язок задач Коші

$$\frac{du^{(i)}(t)}{dt} = \left(\frac{\partial f(x, t)}{\partial x} + \frac{\partial g(x, t)}{\partial x} v \right) \Big|_{x=x(t, \bar{t})} u^{(i)}(t), \quad t \neq t_j, \quad (5)$$

$$u^{(i)}(t_i) = g(x(t_i), t_i) (v_i - v_{i+1}), \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

де $\bar{t}^* = (\bar{t}_1, \bar{t}_2, \dots, \bar{t}_N)$ – вектор розрахункових значень точок перемкнення; $u^{(i)}(t) = 0$, $t < t_i$, $i = 1, 2, \dots, N$.

При цьому система (5) має однакову форму для будь-яких точок перемкнення, а її розв'язок залежить лише від початкових умов. Так, якщо керування двопозиційне, тобто $v_i = (-1)^i c$, то початкова умова (6) буде такою:

$$u^{(i)}(t_i) = 2g(x(t_i), t_i) (-1)^i c \quad (i = 1, 2, \dots, N).$$

Щоб підпорядкувати функції чутливості умовам на розрахунковому режимі необхідно задати множину початкових умов для функцій чутливості G_0 у формі еліпсоїда $G_0 = \left\{ u(t_0): \sum_{i=1}^m u^{(i)*} B_i u^{(i)} \leq c^2 \right\}$ та застосувати для її оцінки алгоритми практичної стійкості [2].

Для розв'язання задачі гарантованої чутливості систему (1) необхідно попередньо лінеаризувати в околі будь-якого розрахункового руху та оцінити область розкиду параметрів, що не порушують обмежень типу (3), (4).

Перелік джерел посилань

1. Гаращенко Ф.Г. Аналіз практичної стійкості та чутливості лінійних динамічних систем зі зміною вимірності фазового простору / Ф.Г. Гаращенко, О.Л. Сопронюк // Системні дослідження та інформаційні технології – № 3, 2016 – С. 76-90.

2. Панталієнко Л.А. Чутливість динамічних систем зі змінною структурою та їх оптимізація /Л.А. Панталієнко // Науковий Вісник НУБіП, Серія: «Техніка та енергетика АПК». – 2016. – Вип. 252. – С.225–230.

3. ROBUST CONTROL OF POSITION ELECTRIC DRIVES TAKING INTO ACCOUNT GEARBOX BACKLASH

Toropov A.¹, Ph.D., associate professor; Toropova L.², assistant; Ding Q.³, student

^{1,2,3}National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.

In modern electric drive systems of mechanisms with high requirements for the accuracy of positioning, encoders of the direct position of the executive mechanism are used as sensors of the output coordinate. Such encoders operate at low speeds and do not require a high-speed frequency input of frequency inverter or an external programmable controller.

At the same time, in order to reduce the cost of electrical equipment, especially in agricultural machinery, speed sensors on the motor shaft are not installed, that leads to single-loop position control scheme [1]. In this case, the position regulator must take into account and, if possible, compensate inertia of the electromagnetic and electromechanical parts, the nonlinearity of control output and the backlash of the gearbox. At the same time, it is the compensation of backlashes that is the most difficult task, since they are described by ambiguous nonlinearities and significantly complicate the process control [2].

Since typical linear regulators used in positioning systems cannot fully compensate influence of nonlinearities, it is advisable to use additional correcting components [3]. One of the approaches is the use of an adaptive component of the reference model, which provides robustness of system to existing nonlinearities. A typical scheme of such control is presented in Fig.1.

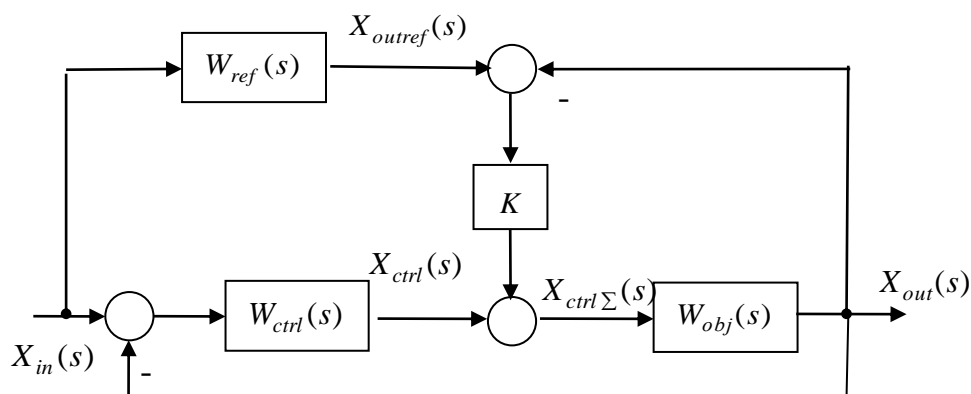


Fig.1. Block diagram of the mathematical model of the position electric drive
 $W_{ctrl}(s)$ - transfer function of the position controller, for example PI-regulator;
 $W_{obj}(s)$ - transfer function of the regulated object; $W_{ref}(s)$ - transfer function of the reference mathematical model of the position control loop; K - gain of the

mismatch signal between the reference and current movements; $X_{in}(s)$ - setting position values determined by the motion profile; $X_{out}(s)$ - current position; $X_{outref}(s)$ - reference position; $X_{ctrl}(s)$ - signal at the output of the position controller without taking into account correction; $X_{ctrl\Sigma}(s)$ - signal at the output of the position controller taking into account the correction.

Transfer function of the system, according rules, of structure scheme transforming, will be written:

$$W_{sys}(p) = \frac{X_{out}(s)}{X_{in}(s)} = \frac{W_{ctrl}(s) + W_{obj}(s) \cdot K \cdot W_{ref}(s)}{1 + W_{obj}(s) \cdot K + W_{ctrl}(s)}. \quad (1)$$

From the obtained expression, it is obvious that $W_{sys}(s) \rightarrow W_{ref}(s)$ at $K \rightarrow \infty$. At practice value of gain K should be limited due to influence of disturbances, which take place at agricultural machinery. Advantages of proposed regulator using numerical modeling were investigated. At Fig.2 shown transients of position using sinus setpoint adjuster (curve 1) and actual position using PI – regulator (curve 2) and robust regulator component (curve 3). We could see that using of robust component allows significantly remove influence of backlash.

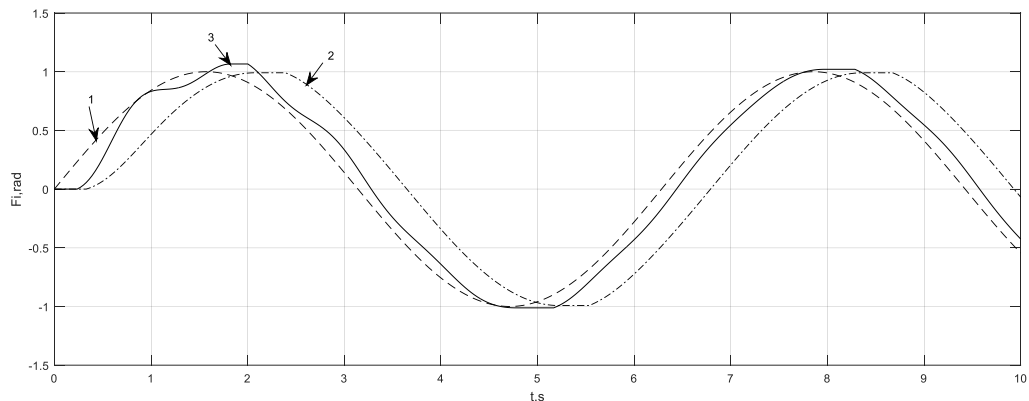


Fig.2. Transients of setpoint position signal and actual positions using different types of regulators.

List of references

1.Kudin V.F., Toropov A.V., Masnyk M.V. Quasi-optimal non-linear control of the electric drive of a packaging installation "flasher"// Elektrotekhnicheskie i komputernye sistemy No. 12 (88), 2013, pp. 7-13 (Rus.)

2.Kudin V. F.; Savych O. Yu. Synthesis of a regulator for a nonlinear system of angular stabilization by the LAC method/ Proceedings of the International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students. Modern problems of electrical engineering and automation. - Kyiv: Polytechnic, 2009. - 453 p. (Rus.)

3.Kudin V.F., Yaremov O.I., Karimi Mohsen. Adaptive system of stabilization of the cutting force of the metalworking process with a reference model // Electromechanical systems, modeling and optimization methods. Collection of sciences. works VII All-Ukrainian n.-t. conf. of young scientists and specialists, Kremenchuk, April 2-4, 2009 - Kremenchuk, KDPU, 2009. - P.131-133. (Ukr.)

4. КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ ЗАХИСТОМ ПІДСТАНЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ VAMP 57

Жук Д.Є., студент; Грищенко В.О., к.т.н.

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

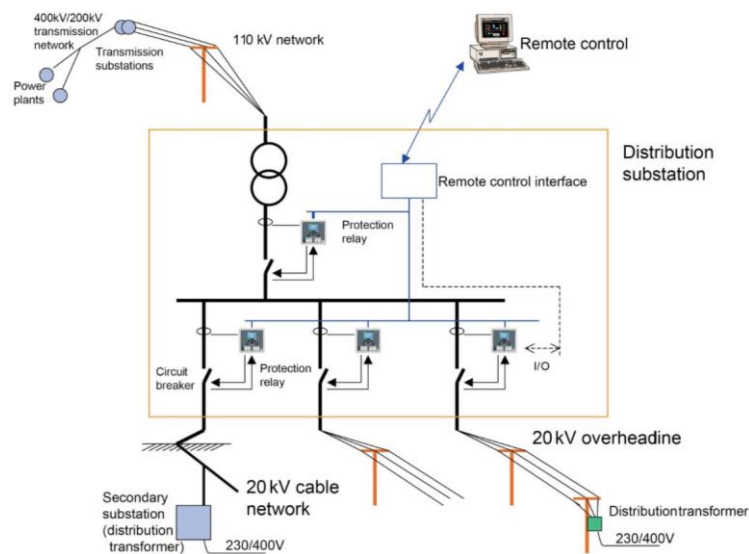
Щорічно зростають обсяги споживання електроенергії, як серед великих підприємств, так і серед звичайних споживачів. Дана ситуація стає справжнім викликом для сектору виробництва та постачання електроенергії України. Серед можливих рішень даної проблеми можна виділити збільшення обсягів виробництва електроенергії, що не завжди можливо, та економія електроенергії шляхом його раціонального використання. Значні втрати електроенергії відбуваються ще на стадії його транспортування та трансформації. Застаріле обладнання, відсутність достатнього рівня нових технологій, незмінна протягом довгого часу енергетична інфраструктура – все це призводить до значних втрат енергії, що перетворюється в перегрів частин обладнання, зменшення показників якості електроенергії, таких як коефіцієнт активної потужності, а також до частих аварійних ситуацій та перебоїв у постачанні. Особливо гостро дана ситуація спостерігається у сільській місцевості [1]. Тож, якщо збільшення обсягів виробництва електроенергії завдання не з простих, то забезпечення споживачів якісною та безперебійною електроенергією за нинішніх умов цілком реально і необхідно.

На світовому ринку існує безліч технічних пристроїв, що спеціалізуються на моніторингу та захисті енергетичних об'єктів, таких як трансформаторні підстанції. Одним із них є багатофункціональний пристрій для захисту і управління приєднанням Vamp 57 від компанії Schneider Electric. Даний пристрій містить вбудовані функції вимірювання для визначення основних показників якості мережі, достатню кількість дискретних входів та виходів для автоматизації управління а також вбудований інтерфейс Ethernet, що дозволяє легко інтегрувати пристрій до комп'ютерно-інтегрованої системи та для побудови багаторівневої вертикальної або горизонтальної системи захисту [2].

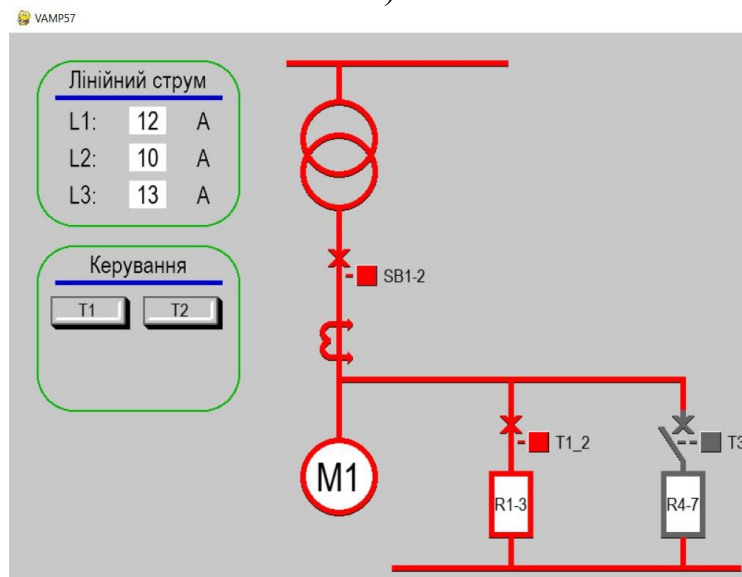
Багатофункціональний пристрій для захисту і управління приєднанням Vamp 57 дозволяє реалізувати як вертикальну так і горизонтальну систему керування з використанням Ethernet протоколу IEC 61850 (GOOSE), EtherNet/IP та Modbus TCP (рис. 2а).

Для створення комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу та керування захистом підстанції з використанням Vamp 57 використовується

мова програмування Python як середовище розробки [3]. На відміну від вже готових програмних продуктів, таких як Vijeo Citect, EcoStruxure™ Power SCADA Operation, TraceMode, NodeRed, або LabView, середовище Python не має внутрішньої архітектури чи інтерфейсу і не вміщує в собі готових елементів, що значно уповільнює процес програмування. Але мова Python є безкоштовною і вільно доступною, для якої створено величезну кількість модулів (наприклад, під протоколи MQTT, Modbus) з компіляцією файлу у exe-формат який можна запускати на ПК. Розроблена SCADA система дозволяє здійснювати моніторинг та дистанційне керування VAMP 57 на лабораторному стенді з використанням протоколу IEC 61850 (рис. 2б).



а)



б)

Рис. 2. Схема систем захисту мережі:
а) вертикальна; б) розроблена SCADA системи

Перелік джерел посилань

1. Энергетична безпека України: методологія системного аналізу та стратегічного планування : аналіт. доп. / Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г., Сменковський А. Ю., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П.; Київ: НІСД, 2020. 178 с.
2. Schneider Electric (2015) Микропроцессорный блок релейной защиты VAMP57. Руководство пользователя. 326.
3. Данжу Джульен (2020) Путь Python. Черный пояс по разработке, масштабированию, тестированию и развертыванию. 256.

УДК 004.942

5. МОЖЛИВОСТІ ІНДУКЦІЇ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ ПРИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ РОСЛИН

Груша В.М.¹, к.т.н.

*¹Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, м. Київ,
Україна.*

Індукція флуоресценції хлорофілу – спосіб спостереження за станом рослини шляхом освітлення хлорофілу в синьому спектрі світла і вимірювання викликаного ним випромінювання в червоному спектрі світла. Отримана крива також має назву крива Каутського. Метод чутливий до впливу багатьох факторів різного походження як то забруднення ґрунту, внесення добрив, обробка рослин гербіцидами тощо. Окремі ділянки кривої залежать від коливань температури повітря і вологості ґрунту. Крім того, криві відрізняються в залежності від виду рослини [1]. Саме ця чутливість до різних факторів і заважає впровадженню методі ІФХ в промислове рослинництво, оскільки потребує збору великої кількості статистичних даних для певного виду рослин при різних умовах навколишнього середовища та різних впливах. Крім того, час вимірювання кривої ІФХ може коливатися від 4 хвилин до 25 хвилин, що заважає збору великих статистично значущих даних при використанні обмеженої кількості приладів (хлорофіл-флуорометрів). для вимірювання ІФХ

Прийняття управлінського рішення на основі зібраних даних можливе з використанням методів машинного навчання, зокрема, нейронних мереж. На даний час існують роботи, пов'язані з методом ІФХ та нейронними мережами по прогнозуванню стану рослин в залежності від умов середовища [2], по таксономічному розрізненню видів рослин[1], визначенню водного дефіциту [3], визначенню джерел стресу [4] та визначенню зрілості рослин[5].

В інституті кібернетики для вимірювання ІФХ свого часу були розроблені прилади сімейства «Флоратест» (рис. 1) на заміну яких згодом прийшла мережа безпроводних сенсорів на базі методу ІФХ (рис.2)[6].

За допомогою розроблених приладів здійснено ряд експериментальних досліджень, зокрема, по вивченню можливості розпізнавання рослин оброблених гербіцидом та можливості визначення необхідності штучного поливу за формулю кривих ІФХ. Зібрані дані були оброблені за допомогою нейронних мереж, методом опорних векторів(SVM) та алгоритмом XGBoost. Попередня обробка кривих включала нормалізацію вимірювань за допомогою мінімаксної нормалізації.

На основі даних по обробці рослин гербіцидом було встановлено, що згадані алгоритми машинного навчання можуть визначити рослини, оброблені гербіцидом, вже на сьомий день після їх обробки, тобто, ще до появи зовнішніх ознак впливу гербіциду на листках рослин. Нейронні мережі показали гірший результат ніж метод опорних векторів та алгоритм XGBoost.



Рис. 2. Прилад сімейства «Флоратест»



Рис. 3. Дослідний взірець бездротової сенсорної мережі

На основі даних експерименту визначення необхідності поливу було встановлено можливість методів машинного навчання щодо прийняття управлінського рішення. Найкращі результати показала нейронна мережа (коефіцієнт кореляції між реальними експериментальними даними і результатом виходу нейронної мережі становив 0.81). Метод опорних векторів та алгоритм XGBoost показали гірші результати за нейронну мережу.

Перелік джерел посилань

1. Kirova M., Ceppi G., Chernev P., Goltsev V., Strasser R. Using Artificial Neural Networks for Plant Taxonomic Determination Based on Chlorophyll Fluorescence Induction Curves. *Biotechnology and Biotechnological Equipment. XI Anniversary Scientific Conference 120 Years of Academic Education in Biology 45 Years Faculty of Biology.* – P. 941 -946. <https://doi.org/10.1080/13102818.2009.10818577>
2. Chlorophyll fluorescence spectral discrimination by artificial neural network methods. DEFRA project code HH1530SPC. 2002.

3. Rybka K., Janaszek-Mankowska M., Siedlarz P., Mankowski D. Machine learning in determination of water saturation deficit in wheat leaves on basis of Chl a fluorescence parameters. *Photosynthetica*. Issue 1, Vol. 57. 2019. P.226-230. <https://doi.org/10.32615/ps.2019.017>

4. Soja G., Soja A.M. Recognizing the Sources of Stress in Wheat and Bean by using chlorophyll fluorescence induction parameters as inputs for neural network models. *Phyton*. Special issue: «D. Grill». Vol. 45. Issue 3. 2005. P. 157-168.

5. Xanthoula Eirini Pantazi, Dimitrios Moshou, Dimitrios Kasampalis and Pavlos Tsouvaltzis. Automatic Assessment of Phenotypes in lettuce plants by using Chlorophyll Fluorescence Kinetics and Machine Learning. *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering. AgEng*. 2014. Zurich, 6-10.07.2014. P.167-176.

6. Romanov V, Antonova H., Galelyuka I, Hrusha. V., Kedych. A., Voronenko O. Creation And Test Of Applied Software Of Network Of Wireless Sensors For Agriculture. *Prombles in programming 2022*; 3-4: pp. 425-436

УДК 681.5

6. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗА КОНЦЕПЦІЄЮ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

Колодійчук Л. С., к.пед.н., доцент

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

У нинішньому цифровому суспільстві змінюються умови діяльності майбутнього фахівця електротехнічного профілю. Сьогодні виробничі умови потребують проектування моделі діяльності майбутнього фахівця із залученням сучасних електротехнологій. Зокрема бездротових, які на базі вбудованих мікропроцесорних систем, дозволяють виготовити власні системи, які будуть значно дешевшими ніж комерційні рішення.

У цьому контексті розроблено діючу модель електропідігрівної підлоги житлового приміщення за концепцією «розумний дім», представлено на рисунку 1.



Рис. 1. Загальний вигляд діючої моделі електропідігрівної підлоги за концепцією «розумний дім».

У роботі використано Wi-Fi термостат фірми Avatto, який дозволяє керувати електронавантаженням у вигляді ІФЧ теплої підлоги. Розумний термостат передбачає управління у 2-х режимах роботи: ручному – п'ять кнопок екрану термостату (живлення, вибір режиму роботи, таймер, дві стрілки налаштування температури); автоматичному – з більш розширеними настройками в мобільному додатку «Smart Life». Зокрема, працювати по розкладу за 6 програмами (розбиті по часу) в робочі дні і 2 – у вихідні. Для цього використовуються 2 сенсори: вмонтований і виносний [1],[2].

У ході дослідження з'ясовано переваги розумного термостату. Зокрема, окрім онлайн відображення поточної температури, виявлено можливість економії електроенергії за рахунок: застосування сценарію обігрівання приміщень по черзі (наприклад, по 15хв.), що дозволить раціонально розподілити навантаження на всю систему опалення споруди; використання розумного розпорядку, наприклад включення в нічний період, коли тарифи на електроенергію нижчі; автоматичного вимкнення термостату при відчиненні дверей при підключенні датчика відкриття/закриття дверей; сценарію пониження температури в приміщенні коли залишаємо помешкання тощо. В кінцевому випадку з'являється можливість забезпечити оптимальну температуру у приміщенні і оптимізувати роботу всієї системи опалення.

Заслуговує на увагу система безпроводного управління iNELS RF Control чеської фірми ELKO EP. За допомогою демонстраційного стенду безпроводної системи ELKO EP (рис. 2) можна здійснювати моделювання RF-пристроїв «розумного будинку».



Рис. 2. Загальний вигляд демонстраційного стенду безпроводної системи ELKO EP

Такий засіб дозволяє досліджувати дистанційне управління і налаштування: жалюзі – безпроводний елемент RFJA-12B; комутування

електричного навантаження – безпроводний елемент RFSA-61B; димірування освітлення – безпроводний елемент RFDA-71B; невидимий віконний сповіщувач JA-82; безпроводний термопривод RFATV-1 та інше [3]. При цьому управління може здійснюватися універсально: окремим вимикачем; пультом; брелком; сенсорною панеллю.

Розглянуті діючі прототипи систем автоматизації для «розумного будинку» мають високі показники за співвідношеннями: ціна/якість. А також забезпечують легке розширення функцій і перехід від модельного прототипу до реальної системи.

Перелік джерел посилань

1. Wi-Fi терморегулятор програмований сенсорний Avatto для електричної теплої підлоги. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dgcompany.com.ua/ua/p1232249067-wifi-termoregulyator-programmiruemyj.html>.

2. Розумний WIFI Термостат для водяної або електричної теплої підлоги AVATTO з підключенням до смартфона. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://rozetka.com.ua/363411753/p363411753/>.

3. Система безпроводного управління iNELS RF Control. Технічний каталог. ELKO EP. – 72 с.

УДК 313.33:621.318.122

7. ІННОВАЦІЇ У КОНТРОЛІ МІКРОКЛІМАТУ: РОЛЬ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ

Олешко М.І., Соломко Н.О., спеціалісти вищої категорії, викладачі-методисти;

*ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»
м. Ніжин, Україна*

Системи автоматики вентиляції можна умовно розділити на три розділи: Система автоматики модульних систем вентиляції; Система автоматики систем пожежної вентиляції. Система автоматики центрального кондиціонування повітря Деякі до сих пір вважають, що диспетчеризація систем вентиляції - це щось зайве і непотрібне.

Тим часом, основне завдання диспетчеризації систем вентиляції складається в поліпшенні умов експлуатації систем і скорочення при цьому обслуговуючого персоналу, чому сприяє централізація органів включення-відключення систем, органів управління повітряними і водяними клапанами, сигналізація роботи і аварійної зупинки систем, а також централізація контролю мікроклімату в обслуговуються зонах. [1]

Модульна система вентиляції - це система вентиляції, яка набирається з окремих елементів для створення необхідних умов в приміщенні

(вентилятори, калорифери, фільтри, шумоглушники і решітки, повітроводи). Такі системи прості в монтажі, надійні, дешеві і найбільш поширені. [1]

Система автоматизації вентиляції повинна забезпечувати: регулювання швидкості обертання вентилятора; захист водяного калорифера від замерзання; підтримка заданої температури повітря в повітроводах або приміщенні; індикацію ступеня забруднення фільтрів.

Необхідно розуміти, що система кондиціонування і вентиляції досить затратна в плані споживання електроенергії. Тому дуже важливо правильно налаштувати автоматизацію, що забезпечує контроль над кондиціонерами і вентиляторами. І якщо з останніми проблем не виникає, тому що їх налаштовують на певну швидкість обертання, яка практично весь час буде постійною, то у кондиціонерів настройка складніша. Адже їхня робота в основному залежить від вологості і температури повітря всередині приміщень. А ці дві величини непостійні. [2] А значить, автоматизацію доведеться налаштувати так, щоб вона в першу чергу контролювала ці два параметри, а потім передавала сигнал на кондиціонери. І вони будуть по потужності працювати то зі збільшенням, то зі зниженням. І тут настройку можна зробити так, щоб і всередині приміщень умови були нормальними, і споживана потужність кондиціонерів була максимальною.

За це відповідає диспетчеризація систем вентиляції та кондиціонування. А саме кілька приладів, які обробляють дані і передають їх на обладнання. При цьому витримується строго послідовність алгоритмів, які програмуються індивідуально для кожного виду обладнання.

Існують три види систем автоматизації вентиляції і кондиціонування: часткова, комплексна і повна. Найчастіше використовують дві перші. Сама автоматизація складається з декількох блоків, які контролюють різні процеси: датчики або, як їх називають фахівці, первинні перетворювачі; вторинні; регулятори автоматичні; виконавчі механізми, в деяких схемах застосовуються регулюючі прилади; електротехнічна апаратура, за допомогою якої регулюються електроприводи вентиляторів і кондиціонерів. В основному всі ці механізми і прилади, що входять до складу промислової автоматизації, є стандартними. Тобто, вони виробляються по ГОСТам серійно. Але є деякі з них, які випускаються дрібними партіями і призначаються саме для систем кондиціонування повітря, для систем опалення та вентиляції.[3]

Ключовим елементом, як і в багатьох щитах автоматизації, тут є програмований логічний контролер (ПЛК). Залежно від кількості сигналів, необхідних для пуску/зупинки вентиляції, зміни продуктивності змінюється кількість датчиків, від яких надходять ці сигнали, відповідно і кількість відповідних входів / виходів контролера, що сприймають ці сигнали. Те ж стосується виконавчих механізмів вентиляції (електричні двигуни, заслінки,

шибери, клапани). Вони часто розташовані в різних приміщеннях і заблоковані з іншими системами (наприклад системою опалення).[3]

Але в функції систем автоматизації вентиляції і кондиціонування повітря входить не тільки відстеження умови всередині приміщення будівлі. У кожному повітровооді встановлюються датчики, які відстежують, а чи не потрапило що-небудь всередину. Адже навіть невеличкий сторонній предмет може потрапити в устаткування і вивести його з ладу. Це дуже важливо і для заслінок, якими перекриваються відведення і подача повітря. Будь-яка автоматизація включає в себе і систему оповіщення та сигналізації.

Перелік джерел посилань

1. Строкань О.В. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату виробничого приміщення [Текст] : навч.пос. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2014_5_25.

2. Види мікроклімату і його вплив на здоров'я людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/81180/bzhd/vidi_mikroklimatu_vpliv_zdorovya_lyudini

3. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://oppb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-param-etriv-mikroklimatu>.

УДК 663.033:662.767.2

8. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ БІОГАЗУ УТВОРЕНОГО У БІОГАЗОВИХ РЕАКТОРАХ

Сподоба М. О. PhD; Заблодський М. М., д.т.н., професор; Сподоба О. О. PhD

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

Підчас анаеробного зброджування субстрату відбувається виділення біогазу, об'єм якого є змінним у часі і залежить від ступеня розкладання органічної речовини, рівномірності температурного поля, вологості, наявності кірки, частоти перемішування, кількості сухої органічної речовини та інше. Визначення об'єму виробленого біогазу є надзвичайно складним та одночасно важливим завданням. Враховуючи вище зазначене, розроблено пристрій для визначення утвореного об'єму біогазу, конструкція якого наведена на рис. 1.

Опис роботи пристрою наведено у [1]. Густина газів залежить від температури, тому щоб уникнути похибки вимірювання у систему введено датчик температури котрий вимірює температуру потоку біогазу та передає інформацію до мікроконтролера [1].

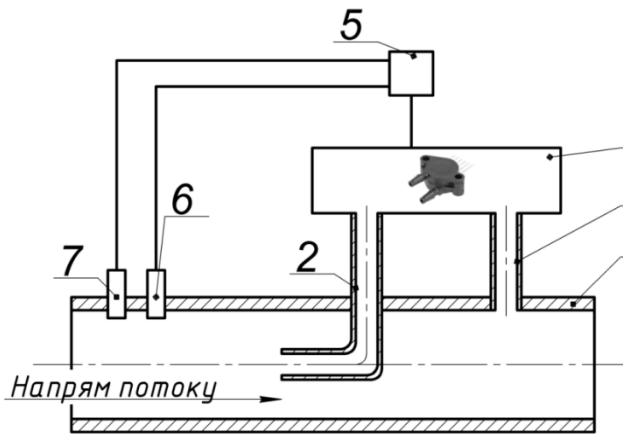


Рис. 1. Конструкція вимірювального пристрою для визначення утвореного об'єму біогазу [1]: 1 – газопровід; 2, 3 – трубки вимірювання динамічного та статичного тисків; 4 – датчик диференціального тиску; 5 – мікроконтролер; 6 – датчик температури; 7 – газоаналізатор метану (CH_4) та вуглекислого газу (CO_2)

виході рівна $0,0012 \text{ м}^3/\text{с}$. Згідно з отриманими під час 3D моделювання даними тиску у газопроводі та трубці Піто, проведено розрахунок для визначення об'ємної витрати біогазу через газопровід протягом часу в 1 секунду, яка становить $0,0012 \text{ м}^3/\text{с}$. Під час порівняльного аналізу, виявлено, що отримані аналітичні результати ($0,0012 \text{ м}^3/\text{с}$) співпадають з результатами 3D моделювання ($0,0012 \text{ м}^3/\text{с}$), на основі цього, можна зробити висновок про адекватність запропонованого методу визначення вихідного об'єму біогазу з біогазового реактора.

Для оцінки адекватності запропонованого методу визначення об'єму біогазу, проведено моделювання потоку газу через вимірювальний пристрій у програмі Solidworks у пакеті Flow Simulation. Початкові умови моделювання: об'ємна витрата біогазу на вході та виході газопроводу $0,0012 \text{ м}^3/\text{с}$; температура біогазу $35 \text{ }^\circ\text{C}$; атмосферний тиск 101325 Па ; діаметр газопроводу 20 мм ; питома густина біогазу $0,68 \text{ кг}/\text{м}^3$. Результати 3D моделювання наведено на рис. 2.

У ході 3D моделювання встановлена величина об'ємної витрати біогазу на вході та

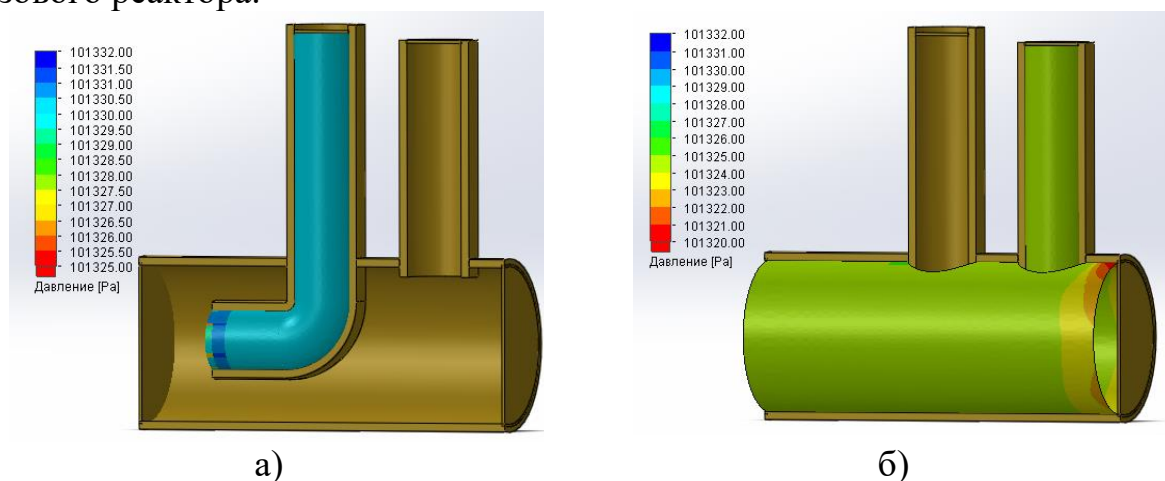


Рис. 2. Результати 3D моделювання: а) розподіл тиску у вимірювальній трубці Піто; б) розподіл тиску у газопроводі.

Технічне рішення запропонованого та розробленого пристрою для вимірювання утвореного об'єму біогазу забезпечує безперервну реєстрацію протягом i -го проміжку часу, а також, встановлення повного об'єму виробленого біогазу протягом усього або частини циклу анаеробного зброджування субстрату. Також, запропонований пристрій дає змогу проводити вимірювання у магістралях зі змінним потоком у часі та для потоків із високою швидкістю. Пристрій можливо використовувати у будь-якій геометричній площині та під будь-яким кутом одночасно з безперервною реєстрацією показників [1].

Перелік джерел посилань

1. Заблодський М. М., Сподоба М. О., Сподоба О. О. Пристрій для визначення об'єму утвореного у біогазових реакторах біогазу: патент на корисну модель №147391 Україна, МПК С02F 11/04, С02F 101/00. u202007103; заявл. 05.11.2020; опубл. 05.05.2021, Бюл. № 18. 5 с.

УДК 697.92

9. ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ

Коваленко А.П.¹, магістр ІТФ; наук. керівник Сіренко Ю.В.², Ph.D, доцент

¹спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

²кафедра енергетики та електротехнічних систем,

Сумський національний аграрний університет,

м. Суми, Україна

Створення комфортного мікроклімату в приміщеннях торгівельних центрів забезпечується роботою припливно-витяжних систем вентиляції. Просте на вигляд рішення по подачі та відводу повітря з приміщень насправді досягається складними процесами роботи вентиляційних систем та значними витратами енергоресурсів, регулювання та контроль за якими покладений на систему автоматики.

Автоматизація керування вентиляційними установками має на увазі контроль температури зовнішнього повітря, температура повітря в приміщенні та повітроводах та його вологості. На підставі цих показників контролери, що встановлені в шафах керування вентиляційних систем, задають алгоритм роботи системи вентиляції, де зовнішнє повітря підігрівається чи охолоджується, проводиться його осушення чи зволоження. Інформацію про вищезазначені показники контролер отримує від різноманітних датчиків, таких як: датчики температури, вологості та вуглекислого газу, термостати та диференційні датчики тиску. Керування вентиляційними установками контролер виконує за допомогою

електроприводів повітряних засувки, електроприводів шарових кранів, частотних перетворювачів, що регулюють оберти роботи двигуна ті інші.

Сучасні моделі автоматики вентиляційних систем здатні працювати по заданому часовому алгоритму від одної доби до одного року без втручання персоналу. Ця автоматика контролює також деякі фактори, які не передбачались в попередніх моделях, таких як контроль засмічення фільтрів, або стрибки напруги – коли спрацьовує захист. Вони облаштовуються виносними панелями керування, які дають можливість включати та виключати вентиляційні установки, контролювати стан системи «робота/аварія» та показники температури в режимі реального часу, також можливе віддалений контроль та управління через WEB-інтерфейс та підключення до програм диспетчерського управління, збору даних (SCADA) з можливістю візуалізації та побудовою аналітичних графіків. Єдиним недоліком цих систем є вартість обладнання та монтажу, але враховуючи, що в цьому випадку скорочується кількість обслуговуючого персоналу та знижуються витрати енергоносіїв влаштування автоматизованих систем керування вентиляцією приводить до економії значних коштів в процесі їх експлуатації, а також виключає помилки, які може створити людина при ручному керуванні (неуважність, халатність, уповільнена реакція).

Використання автоматизованих систем створює та забезпечує підтримку комфортних умов мікроклімату в приміщеннях, а в разі відхилення показників повітря від заданих параметрів, у найкоротший термін реагує та коригує роботу всього вентиляційного обладнання.

Перелік джерел посилань

1. Джеджула, В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.

2. Коренькова Т. В. Режими роботи насосних та вентиляторних установок із автоматизованим електроприводом: навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, В. Г. Ковальчук. – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О. В., 2013. – 200 с.

3. Шевчук С. П. Насосні, вентиляторні та пневматичні установки / С. П. Шевчук, О. М. Попович, В. М. Світлицький. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 308 с.

УДК 697.92

10. АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В ПРИМІЩЕННІ

Майборода Д.С.¹, магістр ІТФ; наук. керівник Сіренко Ю.В.², Ph.D, доцент

*¹спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»*

*²кафедра енергетики та електротехнічних систем, Сумський національний
аграрний університет, м. Суми, Україна*

Температурний режим для приміщень загального користування та комерційної нерухомості є основним фактором придатності для різних видів

діяльності. Температурний режим створює комфортні умови для перебування в приміщенні людей, які відвідують даний об'єкт, і від того - контроль за температурним режимом є основною складовою роботи обслуговуючого персоналу, установок та інженерних систем, які не залежно від погодних умов, ззовні зберігають температурний режим в середині приміщення. Для створення температурного режиму в приміщенні в великих торгівельних центрах зазвичай використовують притоко-витяжні установки. Ці установки не тільки контролюють та забезпечують необхідний температурний режим в приміщенні, а також і допомагають створити певний мікроклімат в приміщенні, контролюючи вологість, свіжість та обмін. Шафи складаються з безліч інтерпретацій та наповнення різними системами керування. Найпопулярніші системи керування вентиляційними установками наразі є ті, які створюються на базі контролерів, до яких приєднуються датчики та електроприводи ключових механізмів роботи системи вентиляції. Ці контролери допомагають вести автоматизовану систему керування температурним режимом приміщення. Їх можна запрограмувати на певний температурний режим і не залежно від погодних умов система сама прораховує, які треба виконувати дії для дотримання цих умов. До контролера підключають безліч різних температурних датчиків для збору даних о температурі повітря ззовні і в приміщенні; електродвигуни, які регулюють жалюзі притоко-витяжної установки та 3-ох ходовий кран для забезпечення теплообмінника теплоносієм або охолоджуючій рідиною в залежності від пори року. В зборі ці система автоматизації на основі контролерів забезпечує мінімальний людський фактор в створенні температурного режиму, так як виконується майже все автоматично, слідує заданим параметрам та оперативно реагує на зміни зовнішніх факторів.

Перелік джерел посилань

1. Джеджула, В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.
2. Коренькова Т. В. Режими роботи насосних та вентиляторних установок із автоматизованим електроприводом: навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, В. Г. Ковальчук. – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О. В., 2013. – 200 с.
3. Шевчук С. П. Насосні, вентиляторні та пневматичні установки / С. П. Шевчук, О. М. Попович, В. М. Світлицький. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 308 с.

11. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ВОДИ ДЛЯ АКВАПОННИХ СИСТЕМ

*Залозний Р.В., аспірант ННІ ЕАЕ; Заєць Н.А. док. техн. наук, проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна*

Аквапоніка - це метод виробництва продуктів харчування, який об'єднує вирощування риби та рослин у єдину екосистему. В цій системі риби та

рослини співіснують у водному середовищі, де природні нітрифікуючі бактерії перетворюють відходи риб на поживні речовини для рослин.

Для таких систем ключовим положенням стає підтримання параметрів води, які є важливим як для рослин, так і для риб. Підтримка параметрів води аквапонної системи є складним процесом, що включає в себе цілу низку факторів, однак можна виділити найголовніші [2]. Загальна структура керування параметрами води представлена на рисунку 1

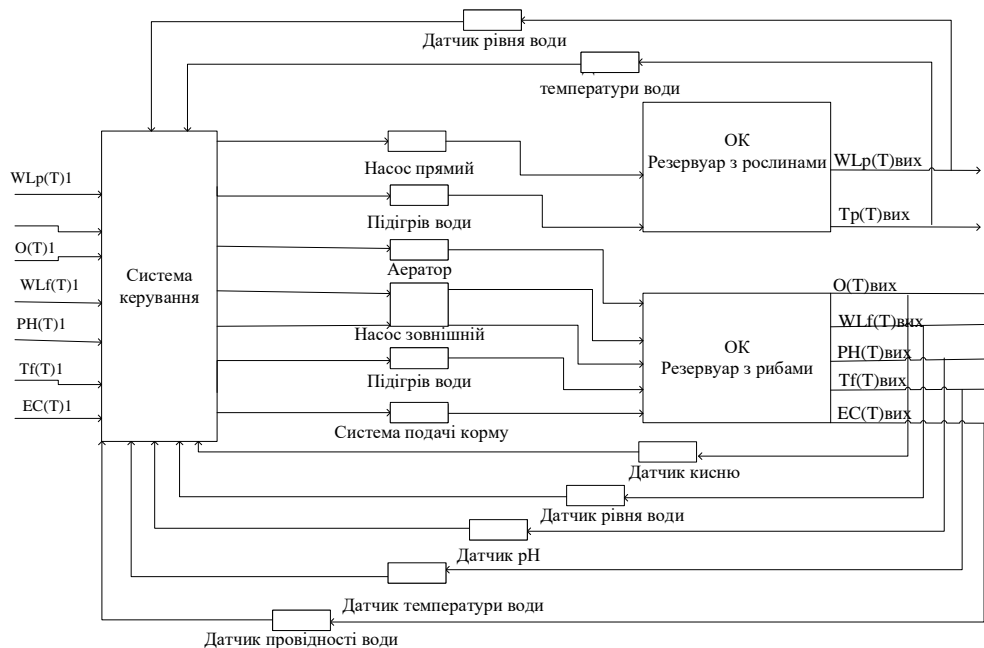


Рисунок 1 – Структура керування параметрами води у аквапонній системі

1) Розчинений кисень - важливий параметр, що напряму впливає як на ріст риб так і на розвиток нітрифікуючих бактерій. Для різних видів риб повинен бути різний однак загалом прийнято приймати більше 5 ppm,.

2) Аміак є першою формою азоту, що вивільняється при розпаді органічних речовин, і є основним азотним відходом, який виділяє більшість риб і прісноводних безхребетних. Є дві форми існування аміаку: неіонізована NH_3 та іонізована NH_4^+ . Неіонізована форма є токсичною для риб.

3) Біофільтр - у системах аквапоніки надлишок аміаку, який виділяється рибами, піддається обробці нітрифікуючими бактеріями, що проводять двоетапний процес, відомий як нітрифікація. Спершу аміак та амоній перетворюються на нітрити (NO_2) за допомогою бактерій *Nitrosomonas*. Цей процес потребує кисню, супроводжується зниженням рівня рН та утворенням кислоти (H^+), що може впливати на лужність води. На другому етапі нітрити (NO_2), які також є токсичними для риб, перетворюються на нітрати (NO_3) завдяки бактеріям *Nitrobacter*.

4)Рівень рН. В аквапонічних системах однією з ключових параметрів води є рівень рН. Термін "рН" вказує на водневий індекс і показує концентрацію іонів водню у розчині. Рівень рН є однією з найважливіших змінних якості води в системах аквапоніки, оскільки він має вплив на багато інших параметрів, таких як співвідношення між токсичним і нетоксичним аміаком у воді та швидкістю нітрифікації на біофільтрах у системах аквапоніки. Забезпечення оптимального рівня рН є важливим як для риб, так і для рослин, і вимагає систематичного контролю та регулювання.

5)Температура води в системах аквапоніки впливатиме не лише на те, який тип риби можна вирощувати, але й на ріст рослин і продуктивність біофільтра. Види риб залежать від температури.

Серед методів керування основними параметрами води все більшої популярності набувають Smart –технології. Для розумної аквапоніки можна виділити сім основних модулів[1]:

1) Дані збору інформації – сенсори відповідних параметрів надають інформацію про стан системи.

2)Блок сигналізації, який надає інформацію про належне дотримання технологічного процесу.

3)Система корекції параметрів, яка забезпечує автоматичне керування параметрами.

4)Центральний процесор, що відповідає за обробку інформації з датчиків та реалізацію системи корекції.

5)Web-додаток, що забезпечує моніторинг параметрів, систематизацію даних та дистанційне керування.

6)Мобільний додаток, дозволяє розширити можливості дистанційного керування і дає змогу керувати процесом з мобільних пристроїв.

7)Хмарний сервер, надає змогу зберігати і обробляти дані не залежно від функціонування стаціонарних пристроїв та забезпечує зв'язок між центральним процесором та мобільним додатком.

Отже, використання Smart –технології у аквапонних системах забезпечує керування основними параметрами 24/7 , спрощує процес керування , підвищує продуктивність та надає можливість систематизувати дані. Перевагами таких систем є: вища продуктивність, точний моніторинг, підвищення ефективності.До недоліків можна віднести: порівняно висока собівартість та необхідність додаткового навчання операторів.

Перелік джерел посилань

1. N. Uday Kiran Smart Aquaponic System: Usage of Artificial Intelligence in Aquaculture, N. Uday Kiran, M Ganapathi Naik, Vajjnath Aitwar URL: https://www.researchgate.net/publication/372953426_Smart_Aquaponic_System_Usage_of_Artificial_Intelligence_in_Aquaculture (дата звернення 08.10.2023).

2. Rossana Sallenave Important Water Quality Parameters in Aquaponics Systems, URL: <https://pubs.nmsu.edu/circulars/CR680/> (дата звернення 08.10.2023).

12. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА У СФЕРІ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ БІОКЛІМАТИЧНИХ РІШЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ДИЗАЙНУ

Кривенко О.В., д.т.н., професор; Жу Чанпу аспірант

*Київський національний університет будівництва та архітектури
м. Київ, Україна.*

Енерго- та ресурсозбереження, ощадливе природокористування є головною тенденцією сучасного світу. Біокліматичний підхід до формування рішень дизайну є одним із екологічних енергорезультативних підходів, що широко реалізуються у сучасному соціумі. Основною рисою біокліматичного підходу у дизайні є знаходження шляхів оптимальної взаємодії об'єктів дизайну та кліматичних чинників (сонячна радіація, вітер, температура, вологість). Такі рішення ведуть до зниження базового рівня енергоспоживання, поліпшення енергетичної результативності, сприяють збереженню природних ресурсів та зниженню негативного впливу на клімат [1]. Для створення біокліматичного об'єкту дизайну необхідно враховувати багатоаспектні чинники, що вимагає відповідних знань у сфері кліматології, у галузі матеріалознавства, виробничих процесів, енергоаудиту і менеджменту, систем керування та, власне, дизайну. Тому, актуальним є залучення широкого кола експертів до створення біокліматичних об'єктів. Інтелектуальні експертні системи набули поширення у багатьох галузях, у тому числі для вирішення вузькоспеціалізованих задач дизайну [2], а це робить можливим їх застосування до практичних завдань біокліматичного дизайну. Як відомо, інтелектуальна система - це інформаційно-обчислювальна система з інтелектуальною підтримкою, яка вирішує завдання, що належать до конкретної предметної області, без участі людини. Різновидом інтелектуальної системи є експертна система (ЕС). Основними елементами ЕС є: інтелектуальний інтерфейс взаємодії з користувачем, за допомогою якого вводяться вхідні дані та умови задачі; база знань (БЗ), що містить інформацію, яка описує галузь знань, і правила, що описують доцільні перетворення даних; інтерпретатор, який використовує знання з БЗ та застосовує правила до вхідних даних, що призводить до вирішення задачі.

Для розробки експертної системи біокліматичного дизайну, необхідно сформулювати базу знань. У якості структурованих даних БЗ визначено наступні параметри: кліматичні дані (макроклімат, мезоклімат, мікроклімат території); параметри мікроклімату об'єкту (модель об'єкту); параметри (характеристики) матеріалів; параметри освітлення; параметри вентиляції; параметри систем обігрівання та охолодження; енергетичний аналіз об'єкту (параметри енергоефективності, енергоспоживання, енерговикористання); параметри впливу елементів об'єкту на клімат (вуглецевий слід).

Представлення правил у прототипі експертної системи побудовано з використанням евристичного методу «якщо-то». Кількість правил необмежена, ланцюг правил безперервний та має наступний вигляд: «якщо a_1 та b_3 - то a_1c_5 »; «якщо a_2 та b_3 , і d_7 - то a_4e_6 », де a – елемент дизайну, 1, 2 – параметри елемента дизайну, b_3 – кліматична характеристика з параметром 3; d_7 – правова або інша вимога d з параметром 7; a_1c_5 та a_4e_6 – елемент дизайну a з параметром 1 або 4 та додатковим елементом c з параметром 5, елементом e , параметр якого 6, що у підсумку відповідає біокліматичному рішенню. За результатами оцінки визначених параметрів біокліматичного моделювання із бази знань за розробленою шкалою експертна система надає рекомендації, на основі правил генерує оптимальне біокліматичне рішення з огляду на кліматичні дані, потреби користувача, матеріали, витрати. Прототип ЕС працюватиме в автономному режимі, але також можлива його інтеграція з геоінформаційними системами, базами даних дизайн-рішень, правових та інших вимог, наукових досліджень, іншими системами. В цілому, використання експертної системи біокліматичного дизайну, без необхідності людського втручання, дозволяє автоматизувати процеси аналізу даних, моделювання та прийняття рішень, що зменшують негативний вплив на довкілля та екологічне навантаження і суттєво поліпшують енергетичну результативність об'єктів дизайну. Вказане є актуальним для Китаю, який розташовується в кліматичних зонах 1-10, а природні умови країни зазнають значних змін в широтному та меридіональному напрямках. Створення біокліматичних об'єктів в таких варіативних природно-кліматичних умовах потребує врахування в дизайні кліматичних характеристик, значної кількості параметрів об'єктів та застосування відповідних дизайн-рішень, що може бути вирішено за допомогою інтелектуальної системи, спроможної опрацювати велику кількість параметрів (багатомірні кліматичні та природні умови, характеристики елементів об'єктів дизайну) та рекомендувати оптимальні біокліматичні рішення.

Перелік джерел посилань

1. Кривенко О.В. Формування системного підходу при застосуванні відновлювальних природних ресурсів у висотні біокліматичні будівлі // Технічна естетика і дизайн. Київ: КНУБА, 2019. Вип. № 16. С. 26–33. ISSN: 2221-9293. DOI: <https://doi.org/10.32347/2221-9293.2019.16>.

2. Использование экспертных систем в проектах ландшафтного дизайна / А. В. Чередниченко, В. Г. Концевич // Интеллектуальные системы в промышленности и образовании : тезисы доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 2–4 листопада 2011 р. / редкол. : А. С. Довбиш, О. А. Борисенко, С. П. Шаповалов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – Т. 2. – С. 31–32. – режим доступу <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/25232/3/Cherednychenko.pdf>.

13. РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПІДСТАНЦІЙ

Бунько В.Я.¹, к.т.н., доцент; Ломага В.І., Курьянський В.В., магістранти

II року навчання факультету енергетики та електротехніки

¹Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани, Україна.

Сьогодні в світі при створенні нових та реконструкції існуючих підстанцій головним трендом є побудова цифрових систем автоматизації підстанцій (DSAS). Цифрові системи автоматизації підстанцій використовуються вже більше 20 років і є основою більшості сучасних вторинних систем підстанцій - захист, SCADA, моніторинг стану обладнання та системи. Ця «оцифровка» вторинних систем забезпечує засоби для реалізації вищого рівня продуктивності та функціональності. Первинне обладнання цифрової ПС повинно оснащуватися відповідними системами моніторингу з можливістю дистанційної передачі сигналів в цифровому вигляді на АРМ відповідних користувачів [2].

Комутаційне обладнання (в тому числі заземлюючі ножі) повинно оснащуватися електроприводом з функцією дистанційного керування, контролю положення і обліку комутаційного ресурсу.

Інтелектуальні електронні пристрої систем моніторингу повинні бути інтегровані з використанням протоколів стандарту IEC 61850 без установки додаткового обладнання протокольних шлюзів.

Очевидно, що гібридна конструкція комірки класу напруги 110-150кВ більш надійна в умовах автоматизованого керування, ніж комірka з традиційними роз'єднувачами за рахунок компактного виконання (одна шафа керування) та зменшення кількості комутаційних апаратів (роз'єднувачів та заземлювачів). До того ж, перемикання в розподільчому пристрої, виконаному за схемою дві системи шин з обхідною системою шин неможливо повністю автоматизувати через необхідність вручну переключати струмові кола на обхідному вимикачі [2].

Поставлена задача автоматизації роботи підстанцій буде вирішена більш успішно при використанні комутаційних апаратів з новими якостями та оптимізації їх кількості.

Одночасний перехід на цифрову передачу даних в рамках всього об'єкта електропостачання є досить складним завданням. Для частково реконструйованих і розширюваних ПС пропонується комбіноване технічне рішення, яке забезпечує для нових і реконструйованих приєднань повний

обсяг функцій АСУ ТП, а для існуючих приєднань – функції СЗП (збір дискретних сигналів і вимірювання з прямим введенням) [1].

Перехід до цифрової підстанції відбувається поетапно. На першому етапі встановлюються мікропроцесорні системи захисту з урахуванням вимог стандарту IEC 61850 [1]. Між собою пристрої обмінюються даними по шині процесу, аналогічно відбувається і обмін інформацією з первинними перетворювачами дискретних і аналогових сигналів: – дискретна інформація по протоколу IEC 61850-8-1 (GOOSE); – аналогова інформація по протоколу IEC 61850-9-2 (SV). При цьому реалізується передача даних між терміналами по цифровому інтерфейсу Ethernet за допомогою GOOSE-повідомлень для пристроїв в мережах високої напруги. Для середньої напруги передачу даних можна залишати без змін і виконувати її по контрольному кабелю при здійсненні передачі даних в АСУ ТП відповідно до рекомендацій IEC 61850.

У разі поетапного переходу пристрої РЗА на об'єкті необхідно встановлювати з підтримкою класичної та цифрової схеми вимірювань. На другому етапі здійснюється: заміна або додаткове встановлення нових вимірювальних трансформаторів струму і напруги, для цифрової ПС можуть використовуватися оптичні датчики струму і напруги на основі магніточутливого оптоволокна. При реконструкції ПС допускається використовувати вимірювальні ТС і ТН з аналоговим виходом з використанням цифрових перетворювачів при 30 відповідному економічному обґрунтуванні переходу. Дискретні виходи, які призначено для передачі команд управління на приводи комутаційних апаратів, залишаються задіяними для дублювання цифрової передачі під час управління. На останньому етапі здійснюються заміна первинного обладнання енергооб'єкта, а також модернізація інших систем: щитків власних потреб (ЩВП), впроваджуються системи діагностики первинного обладнання тощо. У разі модернізації існуючої підстанції, заміни її силового обладнання для збору і «оцифрування» її первинної інформації застосовують виносні шафи ПЗО (пристрої зв'язку з об'єктом) [1]. При цьому виносні ПЗО, крім плат дискретного введення/виведення, містять плати прямого аналогового виведення даних (1/5 А), які дозволяють збирати, оцифровувати і видавати відповідно до протоколу IEC 61850-9- 2 дані, які надходять від ТС і ТН. У подальшому повна або часткова заміна первинного обладнання, у тому числі і вимірювальних електромагнітних трансформаторів на оптичні, не призводитиме до зміни рівня приєднання та підстанційного рівня. У разі використання КРПЕ існує можливість суміщення функцій виносного ПЗО, аналогового мультипроцесора Merging Unit і контролера приєднання. Таке суміщення пристроїв, які встановлюються в шафі керування КРПЕ, дозволяє оцифровувати всю вихідну інформацію (аналогову або дискретну), а також виконувати функції контролера приєднання та резервного місцевого управління [1].

1. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48182/1/Vasyliuk_magistr.pdf (дата звернення 08.10.2023)
2. Ю.М. Бондаренко, В.М. Гомонай. Реконструкція підстанцій. Світові тенденції. CIGRE Ukraine. 7с. www.cigre.org.ua/wp-content/uploads/2021/02/Реконструкція-підстанцій.-Світові-тенденції.pdf (дата звернення 07.10.2023)

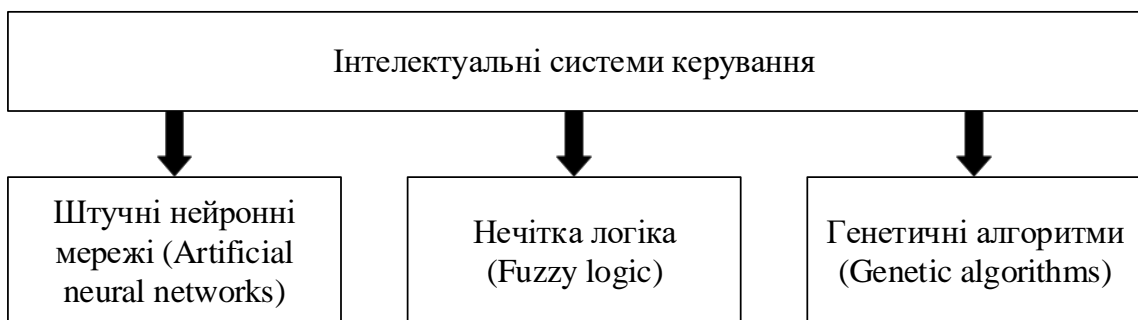
УДК 004.853

14. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ПІДХОДИ КЕРУВАННЯ В РЕАЛІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ БІОНІЧНИХ МЕХАНІЗМІВ

Шельняков В.Ю., спеціаліст I категорії, викладач

*ВСП «Глухівський агротехнічний фаховий коледж Сумського НАУ»,
м. Глухів, Україна*

Аналітичний опис об'єктів лінійних систем автоматичного управління формує «класичний» підхід та є неефективним для активно розвиваючого інтелектуального підходу в теорії керування. Останній намагається відтворити принципи природних систем керування – нервових систем живих організмів, які реалізують універсальні принципи обробки емпіричної інформації й ефективні пошукові алгоритми адаптації [1]. В основу створення інтелектуальних систем керування покладені узагальнені принципи ситуаційного керування на основі аналізу зовнішніх даних з використанням сучасних інформаційних технологій оброблення знань відповідно до нижче наведеної структури [2]:



Застосування гібридного підходу (поєднання алгоритмічного керування, нечіткої логіки та нейронних мереж) дозволяє створювати досконалі сучасні біонічні прилади та механізми. У біоніці використовуються принципи організації, функцій і властивостей біологічних систем при пошуку оптимальних інженерних рішень. Згідно визначенню Стіва Есомби, біоніка відома як застосування біологічних методів і конструкцій, підглянутих в природних системах, для розробки і проектування інженерних систем і сучасних технологій. Основна перевага такого підходу полягає в запозиченні у природи готових до використання схем та ідей [3]. Перелік наукових

досягнень таких підходів формують роботи-андроїди, орнітоптери, роботопротези тощо.

Перелік джерел посилань

1. Інтелектуальні системи керування: конспект лекцій / В.О. Апостолук, О.С. Апостолук. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 88 с.
2. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. Гірни. Ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.
3. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А.М. Гуржій, А.Т. Нельга, В.М. Співак, О.С. Ітякін:-Дніпро: «Гарант СВ», 2021. – 243 с.

УДК 697.94

15. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ІНКУБАТОРА З ВІДДАЛЕНИМ КЕРУВАННЯМ ЧЕРЕЗ СЕРВІС МІ НОМЕ

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

Інкубація яєць є важливим етапом у птахівництві, а сучасні технології роблять цей процес більш ефективним і доступним [1]. Одним із таких підходів до інкубації яєць є використання інкубаторів з віддаленим керуванням. Зокрема, безпроводних на базі вбудованих мікропроцесорів, що дозволяє виготовляти власні системи, які будуть дешевші за існуючі рішення.

У роботі створена діюча модель віддаленого керування інкубатором за допомогою мережі Internet з використанням сервісу Xiaomi Mi Home. Вибір платформи Xiaomi зумовлений своєю простотою використання і підтримкою значної кількості пристроїв від Xiaomi та інших виробників. Для використання згаданої платформи необхідно створити обліковий запис, завантаживши додаток Mi Home на смартфон і підключити шлюз Gateway 2 до Mi Home, а до нього всі пристрої. Даний процес передбачає сканування QR-коду.

Зручним є налаштування режимів інкубації, що відбувається через додаток Mi Home, де задаються параметри інкубації, а саме температура, вологість та інші. Моніторинг стану інкубатора відбувається також із додатку Mi Home, де можна відстежувати стан інкубатора, а також отримувати сповіщення про будь-які надзвичайні події, які відбуваються на об'єкті.

У ході дослідження з'ясовано переваги керування електричним інкубатором через хмарний сервер Mi Home. До таких ми віднести: можливість підключення різних смарт-пристроїв до платформи Mi Home через популярні протоколи Wi-Fi, Zigbee і Bluetooth; зручність мобільного додатку для керування всіма підключеними пристроями зі смартфона або планшета; інтеграція з голосовими асистентами, такими як Amazon Alexa,

Google Assistant і власний голосовий асистент Xiao AI; можливість створювати автоматизовані сценарії та розклади для пристроїв, відповідно до режимів роботи; уникнення постійної присутності біля інкубатора.

Розроблена модель електричного інкубатора з віддаленим керуванням через хмарний сервіс Mi Home та платформу Xiaomi, на базі вбудованих мікропроцесорів, дозволяє забезпечити гнучкий перехід до реальної системи.

Перелік джерел посилань

1. Борщ В.В., Борщ О.Б., Лопатка А.М. Модернізована система автоматичного керування мікрокліматом інкубатора. Тези 67-ї наукової конференції професорів, викладачів, аспірантів та студентів університету. Том 1. (Полтава, 2 квітня — 22 травня 2015 р.) - Полтава: ПолтНТУ, 2015. - С. 23-25.

УДК 621.396.67

16. ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ОБ'ЄКТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Васюк В. В.¹, к.т.н., доцент; Іващенко О.С.², спеціаліст вищої кваліфікаційної категорії, завідувач відділення електрична та комп'ютерна інженерія

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

*²Прилуцький технічний фаховий коледж,
м. Прилуки, Україна*

Однією з фундаментальних складових задач синтезу параметрів об'єкта електроенергетики є встановлення параметрів для різних компонентів об'єкта з різним рівнем інтеграції (від окремих елементів, ідентифікованих як компоненти, до блоків і вузлів різної складності). Сьогодні ці задачі переважно вирішуються на основі використання відповідного математичного інструментарію та класифікуються як задачі оптимізації вказаних об'єктів електроенергетики [1, 2].

У своїй суті, задача оптимізації об'єкта полягає в пошуку конкретного варіанту або альтернативи для ефективного вирішення конкретного завдання, який переважає над усіма іншими можливими варіантами, сформованими до цього моменту, згідно з передвизначеними критеріями. Іншими словами, мета полягає в забезпеченні найкращого виконання зазначених критеріїв щодо складових параметрів розглянутого об'єкта.

Як окремий науковий напрям, оптимізація на методологічному рівні спрямована на формулювання задачі у форматі, що найкраще відповідає конкретній ситуації, розробку відповідних інструментів та створення ефективних обчислювальних алгоритмів для її вирішення [3, 4]. На сьогодні цей тип алгоритму, по суті, є пошуковим та визначає відповідний ітераційний

процес обчислень, який базується на математичних засобах. У практичній інженерії задачі оптимізації [5], які зазвичай формульовані як задачі пошукової оптимізації, задачі оптимізації синтезу або задачі "синтезу через аналіз", часто повинні бути вирішені в багатовимірному просторі. Важливо врахувати, що розмірність цього простору визначається кількістю параметрів, кількість яких може сягати сотень, тисяч і навіть більше.

Метою даного дослідження є ознайомлення з фахівцями, чиє професійне спрямування пов'язане з проектуванням та експлуатацією об'єктів електроенергетики, з розв'язанням задачі параметричного синтезу складових частин інженерного об'єкта, що проектується. Це передбачає необхідні процедури пошукової оптимізації та багаторазову числову реалізацію модельної функції складової. З вищевикладеного випливає, що у процесі реалізації алгоритму пошукової оптимізації потрібно виконувати значну кількість обчислень цільової функції. Ця функція формується на основі модельної функції та є об'єктом оптимізації.

Вона піддається значній кількості розрахунків, яка може досягати сотень тисяч і більше разів. Це обов'язково призводить до необхідності оптимізації пошуку не на самій функції моделі, а на спрощеній структурній функції з апіорно визначеною точністю. Ця функція повинна узгоджуватися з цільовою функцією в межах області пошуку. Така модельна функція відповідає певній вторинній моделі об'єкта і обов'язково дозволяє значно зменшити необхідний обчислювальний обсяг. У багатьох випадках це стає єдиною можливим шляхом вирішення задачі заявленого параметричного синтезу об'єктів інженерної діяльності.

Розв'язання задачі параметричного синтезу складових частин інженерного об'єкта що проектується, зводиться до необхідних процедур пошукової оптимізації та передбачає багаторазову числову реалізацію модельної функції складової. Водночас для досить складної структури зазначеної складової виконується побудова з урахуванням необхідних до формування її показників фізичних процесів, модельна функція представлятиметься складними за структурою й численними за форматом математичними артефактами. За таких умов та обставин реалізація процедури пошукової оптимізації, а отже, параметричного синтезу заявлених до розробки елементів інженерного об'єкта стає практично неможливою. Крім того, в інженерній практиці часто доводиться стикатися з ситуацією, коли цільова функція, до якої застосовується процедура оптимізаційного пошуку, зазнає додаткових ускладнень під час формування модельної функції. За таких умов і обставин впровадження процедур пошукової оптимізації стає неможливим, оскільки це займе надто багато часу. Вищезазначене загалом виконує завдання пошуку способу подолання відмічених труднощів.

Одним із способів подолання цих труднощів є формування вторинної математичної моделі на основі розробленої математичної моделі, яка враховує відповідні фізичні процеси. Ця вторинна математична модель вигідно відрізняється меншою складністю та числовою реалізацією, що робить її придатною для параметричного синтезу з прийнятною точністю. Вона є результатом апріорної обробки вихідної математичної моделі та її називають вторинною. В наш час цей підхід набуває популярності в практичній інженерії.

Перелік джерел посилань

1. Жильцов А. В., Мірських Г. О. Математичне моделювання в проектуванні, виробництві та експлуатації енергетичних об'єктів: монографія. Київ: Політехніка, 2013. 330 с.
2. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник / за ред. М. С. Сегеди. 2-ге вид. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 606 с.
3. Жалдак М. І., Триус Ю. В. Основи теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник. Черкаси: Брама-Україна, 2005. 608 с.
4. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., Усов А. В. Моделювання та оптимізація систем: підручник. Вінниця: ПП ТД «Едельвейс», 2017. 804 с.
5. Глоба Л.С. Математичні основи побудови технічних систем. Київ: Норіта-плюс, 2007. 360 с.

УДК 621.396.67

17. ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ОБ'ЄКТІВ

***Васюк В. В., к.т.н., доцент; Бондарева П.Є., студентка ННІ ЕАЕ;
Бондарева Н.А., старший лаборант***

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

Необхідність використання комплексу програмної та технічної складових для розв'язання відповідних завдань визначає потребу у впровадженні поступових змін у програмне забезпечення. Ці процеси можна розділити на чіткі етапи, що створюють життєвий цикл програмного забезпечення. Важливо зазначити, що життєвий цикл програмного забезпечення не обмежується виконанням конкретних процедур та процесів протягом певного періоду часу. Він спрямований на зміну стану програмного забезпечення з метою досягнення конкретної мети – створення об'єкта, який відповідає певним вимогам і побажанням. Програмне забезпечення слід розглядати як складну систему, а категорію якості будь-якого програмного забезпечення слід визнавати як інженерний об'єкт із заданими властивостями [1-4].

Метою даного дослідження є аналіз життєвого циклу програмного забезпечення інженерних об'єктів. Це призводить до необхідності належного

планування та підтримки всіх процесів та процедур, спрямованих на безпосереднє створення програмного забезпечення, починаючи з початкових етапів життєвого циклу його розробки. Важливо враховувати якість впровадження всіх аспектів цього циклу, у тому числі матеріально-технічні, організаційні та соціальні аспекти. Будучи системною категорією інженерних об'єктів, якість програмного забезпечення залежить від компонентів, що не можуть бути вбудовані у сам інженерний об'єкт - розроблене програмне забезпечення.

Реалізація процесів і процедур, спрямованих на забезпечення, підтримку та адекватне управління рівнями якості програмного забезпечення на різних етапах його життєвого циклу, ґрунтується на моделі цього життєвого циклу, яка є методологічною основою для досягнення основної мети – створення кінцевого продукту, який відповідає вимогам споживчої якості у реальних умовах експлуатації та середовищі. У контексті програмної інженерії, модель життєвого циклу є структурою, яка визначає послідовність реалізації та взаємозв'язки всіх процесів і процедур різних типів (технічних, організаційних, фінансових тощо), які виникають під час здійснення будь-яких дій щодо програмного забезпечення.

Ці дії розпочинаються з появи потреби у програмному забезпеченні та завершуються його остаточним виведенням з експлуатації. Модель життєвого циклу обов'язково адаптована до специфіки, розміру та складності конкретного проєкту, а також до конкретних умов та обставин, у яких було створено та експлуатується програмне забезпечення.

На початкових етапах життєвого циклу програмне забезпечення можна охарактеризувати за набором бажаних споживчих атрибутів, які представлені замовником та відображають його вимоги та очікування щодо програмного забезпечення, незалежно від можливостей віртуального підприємства (тобто проєктування можливостей програмного забезпечення, його тестування, робота та інше).

Після обговорення всіма зацікавленими сторонами заявлених вимог та побажань замовника програмне забезпечення переходить до наступного етапу, на якому вже визначені та узгоджені споживчі атрибути програмного забезпечення. У подальшому програмне забезпечення еволюціонує до стану, де вже наявні відповідні специфікації, програмні тексти, документи та інші необхідні елементи.

Отже, відповідно до концепції реалізації життєвого циклу, яка була запропонована у певному віртуальному підприємстві, програмне забезпечення пройде послідовні етапи переходу від заявлених клієнтом споживчих атрибутів до готового програмного продукту з реальними споживчими атрибутами та відповідними характеристиками. Програмне забезпечення використовується до тих пір, поки воно не застаріє з моральної точки зору, а врешті-решт переходить в стан, характеризується оновленням

або припиненням його використання. Життєвий цикл програмної складової програмно-технологічного комплексу у значній мірі співпадає з життєвим циклом програмного продукту широкого застосування, і цей аспект є предметом програмно-інженерних досліджень.

Моделі життєвого циклу для програмних («віртуальних») об'єктів та об'єктів матеріальної інженерії мають спільні аспекти, але водночас суттєво відрізняються через особливості їх змісту.

Специфічний підхід до життєвого циклу програмного забезпечення, яке призначене для «широкого кола користувачів» та використовується у конкретному програмно-технологічному комплексі, включає різні типи та цілі, пов'язані зі сучасними підходами до досягнення високої якості продукції. Цей підхід враховує системний характер як категорії якості, так і життєвого циклу програмного забезпечення. Особливий акцент зроблено на реалізацію та контроль не лише результатів процесів та процедур у межах вказаного життєвого циклу, але й супроводжуючих його процесів.

Перелік джерел посилань

1. Жильцов А. В., Мірських Г. О. Основи забезпечення якості технічних пристроїв та систем. К: «Політехніка», 2013. 383 с.
2. Бабенко Л. П., Лавріщева К. М. Основи програмної інженерії: Навч. посіб. К.: Т-во «Знання», КОО, 2001. 269 с.
3. Олян, В. В., Кравченко, О. К. Порівняння моделей життєвих циклів програмного забезпечення з метою виявлення найефективнішого. Системи обробки інформації, 2. 2019. С. 63-70.
4. Мірських Г. О., Васюк В. В., Книжка Т. С. Ймовірність в оцінках надійності електроенергетичних комплексів. Енергетика та автоматика. №. 3. 2020. С. 58-77.

UDC 378.147

18. METHODOLOGY FOR CREATING A PROGRAM FOR TRAINING TRAINERS OF PHOTOVOLTAIC AND INTELLIGENT ELECTRICAL SYSTEMS IN BUILDINGS

Stoykova E.¹, Nikolova N.², Kaplun V.³, Makarevych S.³, Shelimanova O.³

¹Sofia Energy Centre (SEC), Bulgaria

²The Chamber of Installation Specialists in Bulgaria (CISB)

³National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NULES)

The implementation of the European Climate Law, the Energy Transition Roadmap until 2050 and the decarbonization scenario are the priority tasks of the European Commission in the field of energy efficiency and a political commitment to significant energy savings[1]. The share of renewable energy sources is projected to increase to 75% in gross final energy consumption in 2050 and up to 97% in electricity consumption thanks to strong measures to support renewable energy

technologies. On the other hand, the energy transition from fossil fuels to RES will lead to changes in the labor market.

Therefore, the task of training and retraining specialists in the field of "smart buildings", new technical solutions in the application of photovoltaic systems, etc., becomes especially urgent. This issue is the main goal of the project («Vocational Education and Training For Green and Smart Energy in Buildings» (VET4GSEB) , in which the Institute of Energetics, Automatics and Energy Saving of the Ukrainian National University of Life and Environmental Sciences has been participating since January 2023.

The main objective of the VET4GSEB project is to transfer the experience and good practices in the field of VET from two European countries (Bulgaria and Turkey) to other countries participating in the project (Albania, Armenia, Georgia and Ukraine).

Surveys were conducted in the partner-countries (Albania, Armenia, Bulgaria, Georgia, Turkey and Ukraine) to examine the opinions, needs and expectations of companies and professionals involved in the renewable energy market on the state of this market and in particular the issues related to the efficiency and quality of installation and maintenance of systems, and the skills needed to achieve efficiency and quality, as well as to identify the needs of theoretical knowledge and practical skills of technicians and installers of geothermal and solar installations, for the purpose of tackling the identified gaps and needs by improving training curricula for the target groups and upskilling trainers.

The best teaching practices of innovative teaching methods in vocational training were investigated in order to be able to identify and select the best ones, and the obtained conclusions will feed the definition of the needs, dynamic and strategies of learning that may be supported by new technologies and pedagogical methodologies. Over 10 practices and case studies have been collected from different countries by using a standard template for all countries, and the best ones have been selected [2].

It was decided that a flexible hybrid method of teaching will be adopted for the Project VET4GSEB using an e-learning platform, with integrated different digital technologies, such as videos, screencasts, interactive presentations and quizzes.

According to these preliminary results, the final Curriculum was created to allow the following/

- The definition of core skills and competences that a trainer should develop (based on the needs analysis);
- The definition of corresponding sub-competences;
- The weighing of those competences into 3 categories:
 - oBasic;
 - oImportant;
 - oEssential.

Corresponding “teaching time” for each competence, and sub-competence respectively, was allocated;

Corresponding ECVET-equivalent points were allocated, according to the previous weighing of competences, giving a coefficient of 0.5 for basic competences, 1 for important competences, and 2 for essential competences. We have used the term ECVET-equivalent

▪ CURRICULUM FOR TRAINERS OF SPECIALISTS IN PV & SMART ELECTRICAL SYSTEMS IN BUILDINGS

Title of the course	Trainers of Specialists in PV & SEB
EQF-level	5,6 & 7
Target-group	Trainers who wish to upgrade their competences in VET
Learning Hours	60
ECVET-equivalent Points	40

The duration of the whole training was determined and planned

Thanks to the methodology described above, a comprehensive curriculum have been created, which paves the way for WP3 and WP4, namely the creation of the training contents, the Guidebook and the ‘Train-the-trainer’ training.

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. В, В. Каплун, С. С. Макаревич, А. В. Петренко, О. В. Шеліманова .Науково-методичне обґрунтування змісту програми підвищення кваліфікації та навчальних тренінгів для інсталяторів сонячних електростанцій. Матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті» (Київ, 18–19 травня 2023р.).– К.: Інституту відновлюваної енергетики НАН України, 2023. с. 246-247

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 313.33:621.318.122

1. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА МЕТАНОГЕНЕЗ

Клендій П.Б., к.т.н., доцент

Відокремлений підрозділ НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Численні біологічні дослідження показують, що організми різних видів – від одноклітинних до людини – чутливі до постійного магнітного поля (ПМП), електромагнітного поля (ЕМП) . Ці поля мають стимулювальну, інгібувальну або руйнівну дію на мікробіологічні об'єкти. Думка багатьох науковців полягає в тому що, біологічна дія ЕМП зумовлена впливом на молекули води, розчинені в ній речовини та стан клітинних мембран.

Проведені дослідження [1]. щодо впливу постійного магнітного поля на субстрат при термофільному та мезофільному температурному режимах роботи показало, що за інтенсивності останнього 15мТл, можливо збільшити обсяги виділення біогазової суміші на 12-14%, в порівнянні експериментом без застосування такого поля. Проведені експерименти впливу низькочастотного електромагнітного поля інтенсивністю 3,5 мТл на субстрат із гною свиней [2] показують, що вихід біогазу зростає і максимального значення досягає на 9-11 день бродіння, а також стабілізується значення рН на рівні нейтрального значення. Це можна пояснити тим, що під дією електромагнітних полів покращується метаболізм в мікроорганізмів покращує доступність мікроорганізмів до корму і відповідно до збільшення їх колоній.

Використання комбінованого електромагнітного поля впливає на інтенсифікацію виділення біогазу, так одна категорія біореакторів заповнених субстратом із свинячого гною і пшеничної соломи (контрольні зразки з повторами) не зазнавала комбінованого впливу низькочастотного змінного електромагнітного поля з магнітною індукцією 3.5 мТл і постійного - 4,5 мТл, для другої - виконували обробку комбінованим електромагнітним полем тричі на добу синхронно. Виміри виходу біогазу та біометану проводили щодня у процесі бродіння, яке тривало 21 день. На основі проведених досліджень встановлено, що вихід біогазу при обробці комбінованим електромагнітним полем зріс на 38%, а метану – на 56%. Найбільш значущим результатом є те, що під впливом комбінованого електромагнітного поля не тільки зростає вихід біогазу, а й покращуються його якісні показники.

Магнітно-польові ефекти в діапазоні 2-10 мТл, зареєстровані для всіх бактерій незалежно від магній-ізотопного збагачення середовища, свідчать про чутливість внутрішньоклітинних процесів до слабких магнітних полів.

Послідовність внутрішньоклітинних біохімічних реакцій, в яких відбувається процес за участю магнітних ізотопів, призведе до доступної для експериментальної реєстрації фізіологічної реакції організму. Так, додавання магнітного ізотопу магнію до живильного середовища для росту бактерій *E. coli* сприяло збільшенню швидкості росту та колонієутворюючої здатності [3].

Для пояснення ефектів магнетизму в біологічних системах запропоновано кілька фізико-хімічних механізмів [4–7]. Один із найімовірніших — це ферментативні спинзалежні іон-радикальні реакції [5–7]. Вперше вони були описані для ферментного фосфорилування за участю магнітного ізотопу ^{25}Mg [5,6].

У 1975 р. Р. Блекмор відкрив у бактеріях сильні природні внутрішньоклітинні нанорозмірні магніти (біогенні магнітні наночастинки), синтез яких здійснюється самими генетично запрограмованими мікроорганізмами. Бактерії, які синтезують ланцюжки біогенних магнітних наночастинок (БМН), назвали бактеріями магнітотаксису, з огляду на можливе функціональне призначення таких природних магнітів — таксиси, тобто орієнтацію руху бактерій у напрямку силових ліній геомагнітного поля [8].

На сьогодні БМН виявлено в архей [9], до яких належать метаногенні бактерії.

Водночас відомо, що гени магнітосомального острівця бактерій магнітотаксису пов'язані з метаболічними шляхами анаеробного дихання.

Перелік джерел посилань

1. Інтенсифікація виділення біогазу застосуванням магнітних та електромагнітних полів В.Л. Коваленко, Є.В. Кузнецова, В.В. Кузнецов Національний ТУ «Дніпровська політехніка» ГІРНИЧА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА АВТОМАТИКА Енергозбереження та енергоефективність № 102 2019 С 84-90
2. Electrochemical Characteristics of the Substrate based on Animal Excrement during Methanogenesis with the Influence of a Magnetic Field Zablodskiy, M., Kozyrskiy, V., Zhylytsov, A., ...Klendiy, P., Klendiy, G. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 - Proceedings, 2020, pp. 530–535, 9088763
3. Magnetic Fields and Magnetic Isotope ^{25}Mg Effects on Biofilms Formation by Bacteria *E. coli*. U. G. Letuta, T. A. Tikhonova Dokl Biochem Biophys. 2019 May; 484(1): 85–87. Published online 2019 Apr 22. doi: 10.1134/S160767291901023X
4. Binhi V.N. Magnetobiology Underlying Physical Problems. Tokyo: Acad. Press, 2009. P. 473.
5. Buchachenko A. // Bioelectromagnetics. 2016. V. 37. P. 1–13.
6. Buchachenko A. Magneto-Biology and Medicine. N.Y.: Nova Sci. Publ., 2014. 144 p.
7. Letuta U.G., Berdinskiy V.L., Udagawa Ch., Tanimoto Y. // Bioelectromagnetics. 2017. V. 38. № 7. P. 511–521.

8. Biomagnetism and biogenic magnetic nanoparticles O. Y. Gorobets. M. NAS of Ukraine. Biomagnetyzm i biogeni mahnitni nanochastynky Horobets O.Iu. Visn. NAN Ukrainy, 2015, №. 7 P 53-64

9. Vainshtein M., Suzina N., Kudryashova E., Ariskina E. New magnet-sensitive structures in bacterial and archaeal cells. Biology of the Cell. 2002. 94: 29—35

УДК 313.33:621.318.122

2. АКТУАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ
Кубрак Р.Д.¹, спеціаліст вищої категорії; Соломко Н.О.², спеціаліст вищої
категорії, викладач-методист;
ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»
м. Ніжин, Україна

Вентиляція – процес видалення повітря з приміщення і заміна його свіжим, обробленим повітрям. Вентиляція – необхідна складова здорового мікроклімату в оселі, адже без необхідного об'єму свіжого повітря ми зіштовхнемось із погіршенням працездатності, самопочуття та здоров'я. Також вентиляція створює умови повітряного середовища, що відповідають вимогам технологічного процесу, збереження устаткування і будівельних конструкцій будівлі, зберігання матеріалів, продуктів, книг, картин і т. д. [1]

Будь-який промисловий, виробничий або інший комерційний об'єкт потребує сучасної промислової припливно-витяжної вентиляції і кондиціонування. І на кожному етапі будівництва має приділятися підвищена увага економічності, ефективності і працездатності таких систем. Якщо побутові системи вентиляції повинні бути економічними і тихими, то для промислових систем в пріоритет ставиться надійність. Буде неприємно зупиняти робочий процес через несправність будь-якого елемента системи вентиляції промислових цехів. Тому в наш час, при рості цін на енергоресурси, актуальність систем мікроклімату приміщень є дуже важливою.

Вимоги до систем вентиляції встановлюються державними санітарногігієнічними нормами, будівельними нормами, а також вимогами технологічних процесів. Залежно від типу та призначення приміщення, ці вимоги регламентують продуктивність вентиляції, гранично допустиму концентрацію шкідливих речовин в приміщеннях, температуру та вологість повітря, рівень шуму, що генерується чи передається вентиляційною системою, швидкість потоку повітря у повітропроводах та інші параметри. [2]

Ефективна та економічна робота вентиляційної системи досягається в першу чергу за рахунок сучасної системи автоматики та управління системою. Будь-яка система вентиляції є багатомірним об'єктом з великою кількістю зв'язків. Лише з сучасною АСУ працюючою за оптимальними

алгоритмами можна задовольнити умовам безпеки, ефективності, надійності та економічності при роботі такої системи. Також, сучасні системи автоматики мають зручний інтерфейс керування.

Системи вентиляції поділяють природну та штучну (механічну). Природна вентиляція та кондиціонування приміщень зумовлюється різницею температур зовнішнього та внутрішнього повітря та силою вітру. Вітровий напір спричиняє з однієї сторони будинку збільшений тиск і заганяє повітря в приміщення, а з підвітряної сторони, за рахунок розрядження – витягує повітря з приміщень. Повітрообмін залежить від матеріалу стін будинку. Дерево та цегла, добре пропускають повітря. Бетонні стіни, фарбування масляною фарбою, цементна штукатурка значно зменшують повітропроникність. [3]

В механічних системах вентиляції використовується обладнання та прилади (вентилятори, електродвигуни, повітрянагрівачі, фільтри, автоматика, тощо), що дозволяє переміщувати повітря на значні відстані і в потрібних напрямках. Витрати електроенергії на роботу такої системи можуть бути досить великими. Такі системи можуть подавати або витягувати повітря із локальних зон приміщення в потрібній кількості, незалежно від умов зовнішнього середовища. При необхідності, повітря обробляють необхідним чином (фільтрують, нагрівають, охолоджують, зволожують, іонізують, тощо), що майже неможливо в системах природної вентиляції.

Слід зауважити, що на практиці часто передбачають так названу «змішану вентиляцію». Тобто одночасно і природну і штучну (механічну) системи. В кожному окремому проекті визначається який тип вентиляції буде найкращим в санітарно-гігієнічному відношенні, а також технічно та економічно раціональним. Механічна вентиляція буває припливною, витяжною та припливно-витяжною. В свою чергу припливно-витяжні системи поділяють на системи з окремим припливним та витяжним каналами, з рециркуляцією повітря та з рекуперацією повітря. [4]

В системах вентиляції, метою автоматизації управління є досягнення стабільності певного параметру. Так як витрата повітря як правило не змінюється з часом, то регульованими параметрами можуть бути лише теплофізичні властивості повітря – температура або вологість.

Перелік джерел посилань

1. Адах В.Г., Голінко І.М. Аналіз системи керування для припливно-витяжної вентиляції із рециркуляцією: тези Дванадцятої Міжнародної науково-практичної конференції Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2019), м. Київ, 21-22 травня 2019р. Київ: НАУ, 2019. – С. 168–170.
2. Бондарь Е.С., Автоматизація систем вентиляції та кондиціонування повітря. Київ: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2015. 560 с
3. Остапенко Ю.О., Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. Київ: Задруга, 2017. 424 с

3. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Окушко О.В., к.т.н., доцент; Радько І.П., к.т.н., доцент; Наливайко В.А.,
к.т.н., доцент*

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

Енергозбереження як засіб енергоефективності це процес внаслідок якого зменшується потреба у використанні різних видів енергії, тобто споживається тільки та частина енергії (електрична або теплова), що необхідна для створення оптимальних умов праці людини. Це призводить до необхідності її заощадження і, як наслідок, до забезпечення максимальної ефективності при її використанні. Проблема енергозбереження тісно пов'язана з питаннями технічної та структурної перебудови будь-якого господарчого суб'єкта в цілому.

В останні роки НУБіП України зіткнувся із загостренням проблем енергопостачання, що викликано недостатнім бюджетним фінансуванням та їх низькою енергоефективністю, як споживачів енергоресурсів і енергоносіїв. Ця проблема, в першу чергу, постала в наслідок того, що на території університету є велика кількість навчальних і житлових будівель і зумовлена, в першу чергу, факторами на які ще в недалекому минулому не звертали уваги, а саме дешевизною енергоресурсів та відсутністю дієвих стимулів до енергоощадності.

Враховуючи загострення відповідної проблеми, фахівцями ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України були визначені і розроблені певні заходи для зменшення споживання енергоносіїв, які полягають в структурно-технологічній перебудові господарчої частини університету, що сприятиме підвищенню енергоефективності використання енергоносіїв [1, 2].

Основними стратегічними напрямками підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження в НУБіП України були визначені, в першу чергу, організаційно-технічні заходи, що пов'язані в основному з підвищенням якості технічного обслуговування електротехнічного обладнання і його своєчасного ремонту, пошуку сучасних методів і режимів його експлуатації, розробці ефективних інструментів моніторингу і управління споживання енергетичними ресурсами в університеті, а також пошуку механізмів стимулювання заходів з підвищення енергоефективності і енергозбереження. На основі цих рекомендацій в НУБіП України була розроблена відповідна Програма з енергозбереження на період до 2025 року .

Деяка робота в цьому напрямі була зроблена. Так, наприклад, відбулося утеплення конструкцій будівель теплоізолюючими матеріалами та встановлення у навчальних корпусах і гуртожитках тепловодолічильників відбувається оснащення теплових пунктів вузлами регулювання витрат теплоносія з програмним обмеженням тепло споживання у нічний час і у вихідні (святкові) дні.

Першими результатами дії Програми було зменшення споживання енергоресурсів університету після початку дії Програми з енергозбереження до 30 %, і це не є межею.

Отримана економія енергоресурсів дала можливість зменшити платежі за спожиту теплову енергію і зменшити фінансовий тиск зі сторони держави на університет, що пов'язано з недостатнім фінансуванням та збільшенням тарифів на енергоносії.

Перелік джерел посилань

1. Козирський В. В. Результати спрощеного енергоаудиту об'єктів НУБіП України: [електронний ресурс] / [Козирський В. В., Берега О. М., Шеліманова О.В., Антипов Є.О.] // Енергетика і автоматика. – 2012. – С 55 – 65. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/e-journals/eia/2012_1/12kvvonu.pdf.

2. Лут М.Т. Рекомендації з підвищення якості енергозабезпечення, енергоощадності та енергоефективності в Національному аграрному університеті / М.Т. Лут, А.В. Міщенко, І.П. Радько // Видавничий центр НАУ. – 2005. – 39 с.

УДК 631.24.243

4. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ І РЕМОНТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Окушко О.В., к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, 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. Бацуровська І. В. Електротехнології : навч. посіб. / І. В. Бацуровська. Миколаїв : МНАУ, 2021. – 258 с
2. 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.
3. 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.

5. ВИЗНАЧЕННЯ КОРИСНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПЕРЕМІШУЮЧОГО ПРИБОРУ У БІОГАЗОВОМУ РЕАКТОРІ

Сподоба М. О. PhD; Заблодський М. М., д.т.н., професор; Сподоба О. О. PhD

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

Початкові моменти руху перемішуючих пристроїв супроводжуються великими енергетичними витратами, котрі залежать як від фізико-хімічних параметрів речовини та рівня заповнення реактора, так і від геометричних розмірів перемішуючого пристрою та реактора, швидкості обертання мішалки [1]. Подальше перемішування речовин у замкнених об'ємах супроводжується появою зустрічних потоків, котрі виникають внаслідок відбиття рідини від стінок реактора. Такі потоки викликають підвищення енергетичних витрат на процеси перемішування. Слід зауважити що, швидкість зустрічних потоків залежить від швидкості перемішуючого пристрою, оскільки під час відбиття речовини від стінок реактора частина енергії потоку втрачається внаслідок відбиття. Відповідно, чим більше енергії передано потоку від перемішуючої лопаті, тим більша швидкість зворотного потоку.

Для створення моделі біогазового реактора з лопатевою двоярусною мішалкою з лопатями встановленими під кутом 45° використовувався програмний комплекс SolidWorks. Моделювання процесу перемішування виконувалось за допомогою додатку SolidWorks Flow Simulation [2], використовуючи рівняння Нав'є-Стокса.

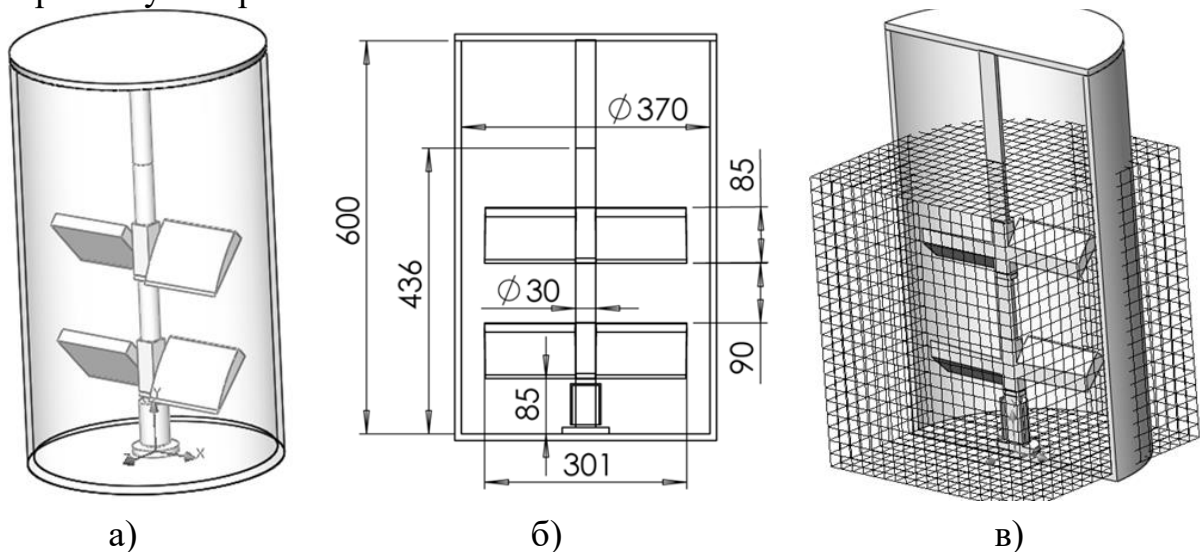


Рис. 1. Модель біогазового реактора [2]: а) модель біогазового реактора з лопатевою двоярусною мішалкою з лопатями встановленими під кутом 45° ;

б) геометричні розміри біогазового реактора та лопатевої двоярусної мішалки з лопатями встановленими під кутом 45° ; в) розрахункова сітка геометричної моделі біогазового реактора

Під час проведення 3D моделювання приймали допущення, що вихід мішалки на номінальну частоту обертання відбувається за лінійним законом, час виходу складає $0,5$ с [2].

Отримано масив даних крутного моменту (M , Нм) на подолання лопатями перемішуючого пристрою опору середовища (сил інерції та сил тертя) для значення кутової швидкості обертання валу перемішуючого пристрою ($\omega=0,67$ рад/с). За допомогою програмного пакету Wolfram Mathematica визначено корисну потужність (P_k), необхідну на подолання опору середовища лопатями мішалки у початковий період руху. Результати представлено у вигляді графічної залежності на рис. 2.

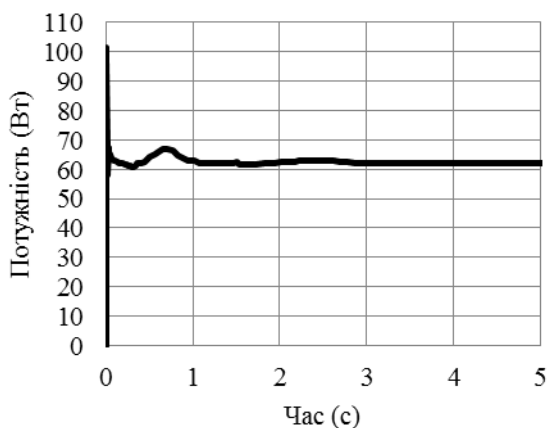


Рис. 2. Графік корисної потужності під час пуску перемішуючого пристрою з кутовою швидкістю $\omega=0,67$ рад/с [2].

Провівши аналіз графічної залежності рис. 2 помітно, що у перші секунди пуску системи перемішування відбуваються коливання потужності. Поява коливань пояснюється виведенням речовини зі стану спокою, встановленням направлених потоків вектори швидкості яких, співпадають з векторами швидкості елементів перемішуючої системи.

Відповідно, до отриманих результатів можна зробити висновок, що проведення 3D моделювання дозволяє визначити корисну потужність перемішуючої

системи та дослідити найбільш навантажений період роботи мішалки, а саме пусковий режим.

Враховуючи тривалість перехідного періоду (рис. 2), значення середньої потужності (P) за проміжок часу Δt , а також рекомендації, за якими час одного циклу перемішування субстрату повинен тривати не більше 20 хвилин, можна визначити корисну енергію необхідну на перемішування субстрату, яка витрачається за період пуску та один повний цикл перемішування [2]. У подальшому, враховуючи робочу потужність перемішуючого пристрою, коефіцієнт корисної дії передачі (η_n) та коефіцієнт запасу потужності ($k=1,2\dots 1,5$) можна розрахувати необхідну потужність електричного двигуна, як привода перемішуючого пристрою [1, 2].

Перелік джерел посилань

1. Сподоба М. О., Заблодський М. М. Залежність енергетичних витрат від типу використаної механічної мішалки у біогазовому реакторі. Електротехніка та електроенергетика. Випуск 1. Запоріжжя, 2021, 26-33.

2. Заблодський М. М., Сподоба М. О. Визначення енергетично ефективного рівня швидкості перемішувального органу електромеханічної системи. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Випуск 4(52). Кременчук, 2020, 17-26.

УДК 621.365:663.033

6. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУБСТРАТУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПІДГРІВУ СУБСТРАТУ У БІОГАЗОВОМУ РЕАКТОРІ

Сподоба М.О., PhD; Заблодський М.М., д.т.н., професор; Сподоба О.О., PhD

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

Планування експериментальних досліджень є одним з важливих етапів організації дослідження. На етапі планування необхідною задачею є проведення комплексу підготовчих процедур направлених на вирішення поставленого завдання з наперед обраною точністю.

Метою проведення експериментальних досліджень систем електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі є встановлення закономірностей зміни енергетичних витрат на підігрів субстрату при забезпечені рівномірного розповсюдження теплових потоків по його об'єму.

Виходячи з мети проведення експериментальних досліджень необхідно підібрати вимірювальне обладнання та місце його розташування в експериментальній установці. Зброджування субстрату супроводжується його поступовим розшаруванням на тверду та рідку фракції, що викликано природнім ущільненням та наявністю твердих неорганічних домішок у субстраті (металеві домішки, пісок, каміння, пластик та інше).

Враховуючи вищезазначене датчики температури розташовуємо по всьому об'єму біогазового реактора у вертикальній та горизонтальній площинах, що дозволяє визначити рівномірність розподілення температури та виявлення відхилення останньої по окремим ділянкам субстрату. Розташування датчиків температури наведено на рис. 1.

Загальна кількість датчиків температури у експериментальній установці біогазового реактора об'ємом 40 літрів становить 9 штук (рис. 1 а), які розподілені на 3 яруси (рис. 1 б), кут між датчиками температури в одному ярусі становить 120 градусів. Для вимірювання температури субстрату у

біогазовому реакторі використовуємо вологозахищені датчики температури DS18B20 [1].

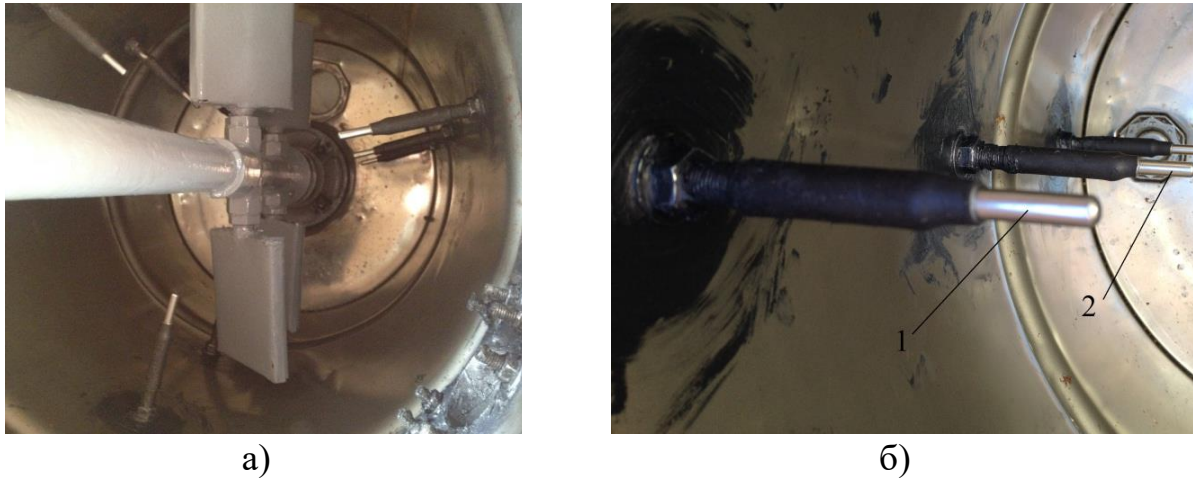


Рис. 1. Місце встановлення датчиків температури у біореакторі, а) загальний вид розташування датчиків у реакторі; б) позначення ярусів вимірювальних датчиків температури: 1 – верхній ярус, 2 – середній ярус, 3 – нижній ярус.

У роботі [2] наведено результати експериментальних досліджень впливу напруги на покази вимірювального обладнання за використання різних типів блоків живлення.

Враховуючи результати наведені у роботі [2] після вибору необхідного вимірювального обладнання та місця його розташування у експериментальній установці, необхідно врахувати важливий фактор, котрий впливає на точність показів отриманих з вимірювального обладнання, а саме підбір блоку живлення та забезпечення стабільності напруги живлення системи вимірювання та реєстрації.

Підчас експериментальних досліджень, живлення вимірювального обладнання виконувалося від лабораторного блоку живлення ReakTech 6225A, з вихідною напругою від 0 до 30 В постійного струму, з похибкою стабілізації 0,01 % [1]. Тарування вимірювальних датчиків проводилося за допомогою високоточного обладнання ReakTech, цифрового мультиметра ReakTech 2005 та осцилографа [2].

Підчас проведення експериментальних досліджень системи електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі, зчитування даних з вимірювальних датчиків температури відбувається цілодобово протягом усього циклу зброджування [3], що дозволяє отримати повну картину процесу теплового розподілу та витрати електричної енергії на перемішування та підігрів субстрату який зброджується.

Перелік джерел посилань

1. Заблодський М. М., Сподоба М. О., Сподоба О. О. Експериментальне дослідження витрати енергії на процес початкового нагріву субстрату за використання електротепломеханічної системи. *Electrical Engineering and Power Engineering*, (1), 2022, 49 – 59.

2. Zablodskiy M. M., Spodoba M. O. Power supply of measuring sensors when performing experimental studies of electrical thermal mechanical system. *Energy and Automation*, 0 (4), Kyiv, 2021, 39-48.

3. Заблодський М. М., Сподоба М. О. Безперервна реєстрація даних при експериментальних дослідженнях електротепломеханічної системи біогазового реактора. XXIII Міжнародна наукова конференція "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвячена 122-річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, (16-18 жовтня, 2022 р.), м. Київ – Житомир, 2022, 223–226.

УДК 631.371: 621.31

7. ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

*Савченко В.В., к.т.н., доцент; Скрипник Т.І., студент магістратури;
Підсадочий Р.Р., студент магістратури*

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

Підвищити врожайність сільськогосподарських культур та якість продукції без застосування мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин дає можливість застосування електротехнологій, однією з яких є передпосівна обробка насіння в магнітному полі.

Нині встановлено, що передпосівна обробка насіння в магнітному полі забезпечує підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зменшення захворюваності рослин та підвищення якості продукції [1,2].

Застосування цієї енерго- та ресурсозберігаючої технології обумовлює необхідність встановлення механізму впливу магнітного поля на насіння і визначення найбільш ефективного режиму обробки.

Обробка насіння сільськогосподарських культур у магнітному полі впливає на фізико-хімічні процеси, що відбуваються в них.

Під впливом магнітного поля зростає швидкість хімічних і біохімічних реакцій, які протікають в клітинах [3], що сприяє стимуляції насіння, росту та розвитку рослин.

Магнітне поле сприяє підвищенню розчинності солей і кислот, які знаходяться в рослинній клітині, що також є стимулюючим фактором в життєдіяльності рослин.

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

Магнітне поле сприяє прискоренню дифузії молекул через клітинну мембрану [4]. Зростання концентрації кисню в клітинах придушує процес спороутворення фітопатогенних грибків і сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур.

Під дією магнітного поля на клітину прискорюється транспорт води в неї. Оскільки при магнітній обробці насіння зростає проникність мембран, тому зростає також і водопоглинання [3].

Зміна фізико-хімічних параметрів насіння при магнітній обробці залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості його руху в магнітному полі.

Внаслідок дії магнітного поля зростає енергія проростання і схожість насіння, а також врожайність сільськогосподарських культур.

Експериментальні дослідження проводилися з буряками сорту «Детройт». Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, яке створювалося чотирма парами постійних магнітів з інтерметалічного композиту NdFeB, встановленими паралельно над і під стрічку транспортера зі змінною полярністю.

Магнітну індукцію регулював зміною відстані між магнітами в межах 0 - 0,5 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху насіння через магнітне поле регулювали зміною швидкості руху транспортерної стрічки за допомогою зміни частоти обертання приводного двигуна перетворювачем частоти струму Delta VFD004EL43A.

Оброблене в магнітному полі насіння пророщували і визначали енергію проростання і схожість за ГОСТ 12038-84 [3].

Дослідження впливу магнітної індукції і швидкості руху на енергію проростання і схожість насіння буряка за магнітної обробки проводилися методом планування експерименту із застосуванням ортогонального центрально-композиційного плану. На основі проведених однофакторних експериментів були визначені значення нижнього, основного і верхнього рівнів фактору, які становили для магнітної індукції відповідно 0; 0,065 і 0,130 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4; 0,6 і 0,8 м/с.

У результаті проведених експериментів встановлено, що за зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання та схожість насіння буряка зростає, а за подальшого збільшення магнітної індукції починає зменшуватися. Встановлено, що коли магнітна індукція перевищує 0,130 Тл, то енергія проростання змінюється неістотно.

Встановлено, що енергія проростання насіння буряка та його схожість мають максимальне значення за магнітної індукції 0,065 Тл. Ефект магнітної обробки залежить від швидкості руху насіння та градієнта магнітного поля, але в діапазоні швидкостей 0,4–0,8 м/с вони є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція.

На основі проведених досліджень встановлено, що найефективніший режим обробки має місце за магнітної індукції 0,065 Тл, градієнта магнітного поля 0,57 Тл/м, чотирикратного перемагнічування і швидкості руху насіння 0,4 м/с. За такого режиму обробки енергія проростання насіння буряка збільшувалася на 40 %, а схожість – на 38 %.

Перелік джерел посилань

1. Effects of magnetic field irradiation on broccoli seed with accelerated aging / F. R. Martínez, A. D. Pacheco, C. H. Aguilar, G. P. Pardo, E. M. Ortiz // Acta Agrophysica. – 2014. – Vol. 21(1). – P. 63-73.
2. Electromagnetic field in corn grain production and health / R. Zepeda-Bautista, C. Hernández-Aguilar, F. Suazo-López, A. F. Domínguez-Pacheco, J. Virgen-Vargas, C. Pérez-Reyes, I. Peón-Escalante // Academic Journals. – 2014. – Vol. 13(1). – P. 76-83.
3. Kozyrskyi 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.
4. Савченко В. В. Вплив магнітного поля на дифузію молекул кисню через клітинну мембрану / В. В. Савченко, О. Ю. Синявський // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2014. – № 2 (2). – С. 31 – 32.

УДК 621.313.8 : 631.53.02

8. МАГНІТНА ОБРОБКА ПОЛИВНОЇ ВОДИ В ТЕПЛИЦЯХ

*Савченко В.В., к.т.н., доцент; Нечипорук А.А., студент магістратури;
Боднар С.І., студент магістратури*

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

Інтенсифікація тепличного овочівництва пов'язана із впровадженням енергетично-ресурсозберігаючих технологій, однією з яких є магнітна обробка поливної води та розчинів мінеральних добрив.

Обробка водних розчинів та біологічних об'єктів рослинного походження магнітним полем дозволяє підвищити врожайність сільськогосподарських культур, знищувати патогенну мікрофлору, покращити використання мінеральних добрив.

Нині теорія магнітної обробки водних систем знаходиться на стадії висунення і обґрунтування гіпотез, хоча експериментально встановлено, що магнітна обробка води змінює її фізико-хімічні властивості [1].

Відомі приклади успішного застосування магнітоактивованої води для замочування насіння, поливання рослин, розсолення ґрунтів [2, 3].

Але на шляху широкого впровадження магнітної обробки водних розчинів існує ряд труднощів. Це пов'язано з тим, що нині не в повній мірі розкриті механізми й закономірності дії магнітного поля на водні розчини.

Теоретично було встановлено, що при магнітній обробці водних розчинів змінюється швидкість хімічних реакцій, розчинність солей і кислот, їх рН та окислювально-відновний потенціал.

При експериментальних дослідженнях воду в чашках Петрі переміщували на транспортері через магнітне поле, що 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 в межах 0 - 0,5 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху розчину через магнітне поле регулювали зміною частоти обертання приводного двигуна транспортера за допомогою перетворювача частоти.

ОВП і рН поливної води визначали до магнітної обробки води і після неї за допомогою іонміра И-160М.

Дослідження виконувалися із застосуванням методу планування експерименту. Для дослідження зміни рН та ОВП води при магнітній обробці використовувався план Бокса – Бенкіна. Значення нижнього, основного і верхнього рівнів становили для магнітної індукції відповідно 0, 0,065 і 0,13 Тл, для швидкості руху води і розчинів мінеральних добрив – 0,4, 0,6 і 0,8 м/с., полюсної поділки – 0,14 м; 0,23 м; 0,32 м.

Встановлено, що при зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл рН води зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися. ОВП води спочатку зменшується, а потім зростає. Збільшення швидкості руху розчинів знижує ефект магнітної обробки.

Збільшення числа перемагнічувань підсилює ефект магнітної обробки води. Оптимальним можна вважати чотирикратне перемагнічування, оскільки його зростання не призводить до суттєвої зміни параметрів води (зміна рН не перевищує 0,01, а ОВП – 1 мВ).

Проведені експериментальні дослідження показали, що при зміні полюсної поділки в межах 0,14 – 0,32 м рН та ОВП води змінюються несуттєво, хоча полюсна поділка є значущим фактором.

На основі проведених досліджень з впливу магнітного поля на зміну рН та ОВП водних розчинів встановлено, що найефективніший режим магнітної обробки поливної води має місце при магнітній індукції 0,065 Тл, чотирикратному перемагнічуванні, полюсній поділці 0, 23 м, та швидкості руху розчину 0,4 м/с.

Дослідження впливу магнітної обробки поливної води на ріст і розвиток рослин проводилися за методикою польового досліду з огірками гібриду “Топольок” у ґрунтовій теплиці, обладнаній краплинною системою поливання.

У результаті проведених досліджень встановлено, що при поливанні огірків магнітоактивованою водою прискорюється їх ріст, раніше наступає

цвітіння та плодоношення (на 2-3 дні) та підвищувалася врожайність на 14,7 %.

Висновки. Встановлено, що зміна рН та окислювально-відновного потенціалу води при магнітній обробці залежить від квадрата магнітної індукції, градієнта магнітного поля та швидкості руху води в магнітному полі. Найефективніший режим обробки має місце при магнітній індукції 0,065 Тл, градієнті магнітного поля 0,57 Тл/м, чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху 0,4 м/с. За такого режиму обробки врожайність сільськогосподарських культур зростає 20 – 25 % при зменшенні витрати мінеральних добрив на 10 – 15 %.

Перелік джерел посилань

1. Классен В. И. Омагничивание водных систем. М.: Химия, 1982. 296 с.
2. Малкін Є. С. Перспективи створення ресурсозберігаючих технологій шляхом магнітної обробки води та водних розчинів / Є. С. Малкін, І. Є. Фуртат, Н. Є. Журавська, В. П. Усачов // Вентиляція, освітлення та водопостачання. 2014. Вип. 17. С. 120 – 127.
3. Shahin M. M., Mashhour A. M. A., E. S. E. A bd-Elhady. Effect of Magnetized Irrigation Water and Seeds on Some Water Properties, Growth Parameter and Yield Productivity of Cucumber Plants. Curr. Sci. Int. 2016. Vol. 5(2). P. 152-164.
4. Kozyrskyi 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.

УДК 631.544

9. ЕФЕКТИВНА СВІТЛОКУЛЬТУРА ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН - ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ В ТЕПЛИЦЯХ

Червінський Л.С., д.т.н., професор; Радько І.П., к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ

При вирощуванні рослин в теплицях та інших спорудах захищеного ґрунту важливим параметром мікроклімату, що впливає на формування якості та врожайності культур є фотосинтезне опромінення, особливо в пори року, коли сонячного світла є недостатньо.

Сучасна світлокультура рослин, як новий високоінтенсивний тип сільськогосподарського виробництва, являє собою широку комплексну проблему, успішне вирішення якої пов'язано з участю різних спеціалістів – фізіологів рослин і світлотехніків, агрономів і електротехніків.

Основними факторами, що впливають на розвиток і ріст рослин є: режим опромінення, ефективність засвоєння поживних речовин, вплив коливань температури і вологості. [1,2]. Всі наведені параметри мікроклімату є взаємозв'язаними і взаємозалежними. В даний час такі параметри як

вологість ґрунту та повітря в приміщенні, температура в приміщенні і мінеральний склад ґрунту достатньо вивчені і можуть стабілізуватися в заданих значеннях. Проте стабілізація їх визначених значень займає значний проміжок часу в технологічному процесі. При цьому регулювання необхідних параметрів опромінення (спектрального складу випромінювання, інтенсивності випромінювання та його тривалості) потребує значного меншого періоду часу і досягається меншими витратами.

Проаналізуємо можливість оптимізації параметрів опромінення за допомогою побудованої нижче залежності.

Регресійну залежність впливу факторів опромінення в загальному вигляді можна представити виразом:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (1)$$

де b_0 – вільний член, що характеризує сталі параметри мікроклімату;

b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти впливу факторів;

x_1, x_2, x_3 – фактори впливу;

x_1 – інтенсивність випромінювання (опроміненість),

x_2 , час дії опромінення,

x_3 – спектральний склад потоку оптичного випромінювання (спектр фотосинтезної дії).

Взаємодію цих факторів і, відповідно, ефективність опромінення характеризують три останні члени рівняння регресії. Їх взаємозв'язок і ефективність залежать від світлотехнічних і енергетичних характеристик світильників і джерел фотосинтезного випромінювання, що застосовуються в теплиці та своєчасного контролю за реакцією рослин.

Підвищення ефективності технологічних процесів вирощування рослинної та овочевої продукції в спорудах захищеного ґрунту неможливе без оптимізаційного підходу до світлокультури технологічного процесу, зокрема, визначення найбільш ефективного спектрального складу оптичного випромінювання, величини опроміненості у відповідності до фази розвитку рослини та тривалості (доз) опромінення при сталих оптимальних параметрах мікроклімату на мінерального складу ґрунту.

Проведення багатофакторного експерименту щодо вище приведеної регресійної залежності дозволить вирішити наведені задачі оптимізації та знайти найбільш ефективні значення факторів впливу [3]. При цьому можна використовувати різні підходи: математичний, експериментальний, метод експертних оцінок Дельфі, тощо.

Перелік джерел посилань

1. Червінський Л.С. Світлокультура рослин. Процес становлення / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук // Енергетика і автоматика. – 2010. – № 3(5) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010-3/index.htm> (електронне фахове видання).

2. Червінський Л.С. Математичне моделювання просторової фотосинтезної опроміненості в спорудах захищеного ґрунту/ Червінський Л.С., Луцак Я.М. / Вісник

Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти, Вип. №4. Мелітополь, - 2016. С.53-61.

3. Червінський Л.С. Метод визначення просторової фотосинтезної опроміненості / Червінський Л.С., Усенко С.М., Книжка Т.С., Луцак Я.М.// Технічна електродинаміка/ Інст. Електродинаміки НАН України, №5 – 2016- м.Київ, С. 88-90.

УДК 628.385

10. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

Чміль А.І., д.т.н., професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В багатьох країнах світу широкого розвитку набуло масове культивування мікроводоростей з метою використання їх у народному господарстві. У цьому плані найбільший інтерес викликають хлорела і спіруліна. Велика кількість протеїнів, вітамінів і хлорофілу ставить хлорелу і спіруліну в один ряд з високопоживними кормами для тварин і птиці. У природі мікроводорості дуже поширені, проте продуктивність їх досить низька. При створенні оптимальних умов вирощування вони мажуть давати високі врожаї. Дослідами встановлено, що основними параметрами, що обумовлюють інтенсивність вирощування водоростей, є: температура суспензії, режим опромінення, склад і концентрація живильного середовища, концентрація CO₂ в повітрі, що барботується. Для оцінки енергетичної ефективності процесів культивування мікроводоростей на стічних водах, дослідження режимів температури і опромінення та їх оптимізації розроблений експериментальний культиватор глибинного типу. Характерною особливістю культиватора, що дає можливість підвищити його продуктивність, є застосування занурених рухомих джерел оптичного опромінення. Встановлено, що коливання температури суспензії біля оптимуму більше, ніж на 1°C, може призвести до значного зниження швидкості росту мікроводоростей. Так, при опроміненості 60 Вт/м² і температурі 36°C швидкість росту зменшується на 8%, а при опроміненості 80 Вт/м² і температурі 37,5°C - на 10% від свого максимального значення [1].

Експериментально встановлено, що при одних і тих самих значеннях опроміненості, частоті обертання джерел опромінення та густині біомаси, швидкість росту при використанні занурених ламп у 1,5-2,0 рази вище, ніж при опроміненні культури зовнішніми джерелами. Причому, чим вища частота обертання джерел, тим більша ця різниця.

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.

11. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ІМПУЛЬСНОГО БАР'ЄРНОГО РОЗРЯДУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ПРИ НАЯВНОСТІ ВОДИ В КРАПЕЛЬНОМУ СТАНІ

Берека В.О., доктор філософії, м.н.с

Інститут електродинаміки Національної академії наук, м. Київ, Україна

Враховуючи зростання ступеня забруднення водойм та річок в Україні та світі в цілому задачі по вдосконаленню шляхів обробки води, яка поступає від поверхневих та підземних водних ресурсів на потреби людей є вкрай актуальною. Протягом останніх десятирічь активно досліджуються технології обробки води на основі електричних розрядів, в тому числі імпульсних бар'єрних розрядів [1].

З літературних джерел відомо, що обробку води з метою досягнення більшої ефективності доцільно проводити в крапельному стані, при чому чим менший діаметр краплин, тим ефективніша обробка [2]. Однак в роботі [3] показано, що обробка води в аерозольному стані (з діаметром крапель $d_k = 0,01 - 0,1$ мм) має енергоефективність нижчу ніж обробка води в крапельному стані з $d_k = 1$ мм. Це вносить деякі неясності з точки зору вибору оптимального типу руху води для забезпечення найбільшої енергоефективності обробки. Допомогти в цьому може моделювання електричного поля в електродній системі при наявності крапель води, оскільки одним з ключових факторів, який визначає ефективність обробки води за допомогою електророзрядних технологій є забезпечення умов для створення сильного електричного поля з напруженістю порядку десятків кВ/см. Тому метою даної роботи є порівняння впливу однієї краплі субміліметрового розміру і сукупності крапель аерозольного діаметру на розподіл напруженості електричного поля. Це було досягнуто завдяки застосуванню комп'ютерного моделювання. Розподіл напруженості електричного поля і потенціалу (рис. 2) в електродній системі було отримано на основі рішення рівняння Пуассона для електростатичного поля:

$$\nabla(\nabla\phi) = -\frac{\rho}{\varepsilon_0\varepsilon_r}, \quad (1)$$

де ϕ – електричний потенціал, ρ – густина заряду, $\varepsilon_0 \approx 8.8541878176 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, ε_r – відносна діелектрична проникність.

На рис. 1 показано розподілення напруженості електричного поля в міжелектродному проміжку 3 мм при знаходженні в ньому краплі водопровідної води з електропровідністю 0,01 См/м.

На рис. 2 показано розподілення напруженості електричного поля в міжелектродному проміжку 3 мм при знаходженні в ньому 24 крапель

водопровідної води з електропровідністю 0,01 См/м та діаметром 0,1 мм. Краплі були розташовані по горизонтальній осі електродної системи.

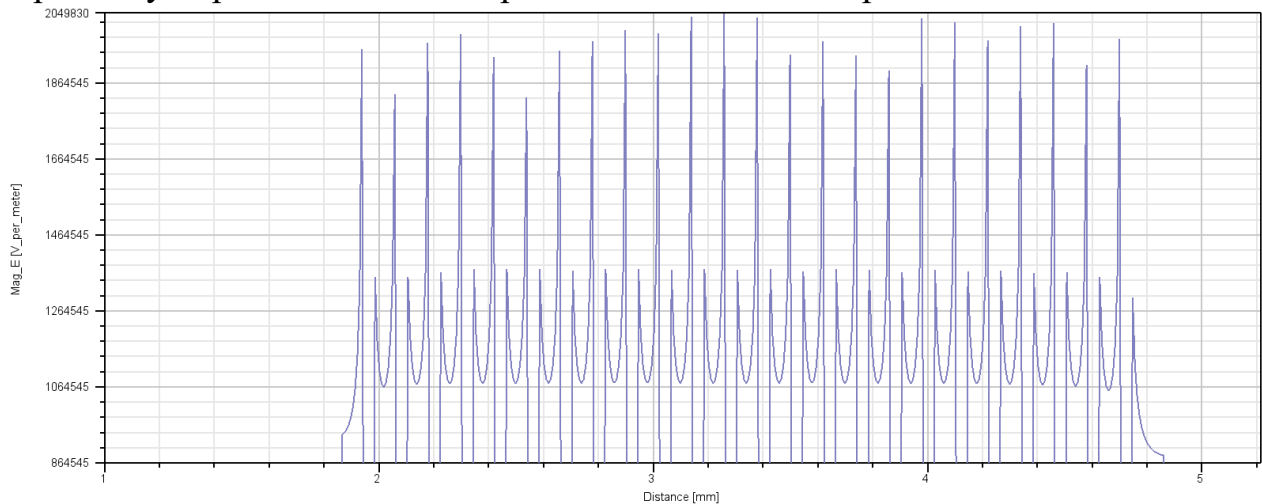


Рис. 1

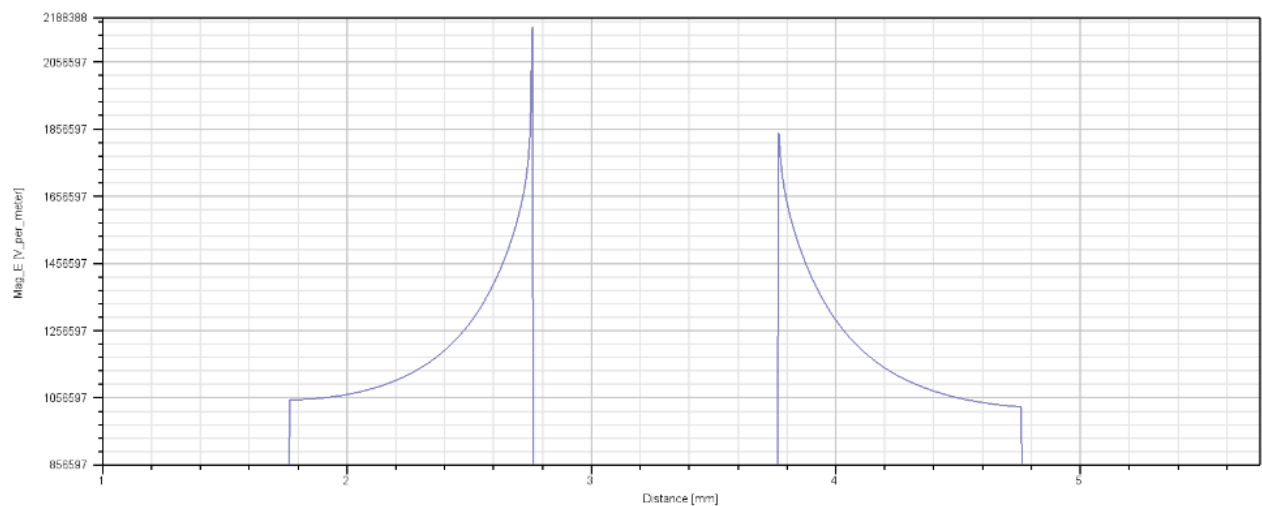


Рис. 2

Висновки. З аналізу результатів моделювання видно, що підсилення напруженості електричного поля на поверхнях крапель з діаметром 1 мм і 0,1 мм дещо різне. Встановлено, що на поверхнях, найближчих до високовольтного електроду підсилення поля приблизно однакове (в 2 рази). Однак на протилежній поверхні краплі (1мм) має місце ефект підсилення електричного поля в 1,76 рази, тоді як у випадку крапель 0,1 мм рівень підсилення поля суттєво нижчий (в 1,3 рази). Цим пояснюється нижча ефективність обробки води за допомогою електророзрядної технології на основі імпульсного бар'єрного розряду в аерозольному стані.

Перелік джерел посилань

1. Vanraes P., Nikiforov A., Leys C. Electrical Discharge in Water Treatment Technology for Micropollutant Decomposition. Plasma science and technology. 2016. Chapter 15. Pp.

2. Malik M.A. Synergistic effect of plasmacatalyst and ozone in a pulsed corona discharge reactor on the decomposition of organic pollutants in water // Plasma Sources Sci. Technol. – 2003. – № 12. – P. 526-532.

3. Берека В.О., Божко І.В., Кондратенко І.П. Вплив параметрів руху води на енергоефективність її обробки імпульсним бар'єрним розрядом. Технічна електродинаміка. 2022. №3. С. 62 – 68.

УДК 621.365.53

12. SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN A THREE-PHASE INDUCTION-TYPE HEAT GENERATOR USING THE METHOD OF SECONDARY SOURCES

Zhyltsov A.V.¹, doctor of science, Professor; Bereziuk A.O.², Ph.D., associate professor; Usenko S.M.², Ph.D., associate professor; Yarmolenko B.V.², graduate student

¹*Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Mathematical modeling of induction heating devices with a longitudinal magnetic field is a classic example of using electromagnetic field energy. Both analytical and numerical methods are used for such modeling [1-3]. A feature of all these methods is the adoption of axisymmetric conditions for the location of loading, which greatly simplifies the process of obtaining a solution due to the neglect of two components of the magnetic vector potential. In the event that the loading is not on the axis of symmetry of the inductor or there are several unrelated loads, the task of calculating the electromagnetic field becomes much more complicated and can be obtained by numerical modeling. The design features of loading lead to the fact that the use of such methods as the finite difference or finite element method leads to a large amount of redundant calculations and makes it difficult to take into account the specified symmetry.

Based on this, the method of integral equations for sources that determine the electromagnetic field, for example, eddy current densities in emy, the density of a simple layer of magnetization currents and a simple layer of electric charges on the surface of ferromagnetic tubes or rods [4-7]. These equations accurately take into account scattering fields in unlimited space, allow taking into account the symmetry of the electromagnetic system of an induction-type heat generator [4] and have a minimal calculation area: the volumes of conductors and the surfaces of ferromagnetic conductive pipes or rods. In work [4], using the method of secondary sources, a three-dimensional mathematical model of a three-phase heat generator of the induction type was developed, which takes into account the symmetry of the magnetic system, which made it possible to reduce the search area for eddy current densities to the volumes of pipes, which define groups of pipes with the same distribution of densities of secondary sources. The developed mathematical model is implemented in the form of an appropriate algorithm and program for the numerical solution of systems of integral equations for densities of secondary sources in the Fortran environment. Further analysis of the obtained results and substantiation of the possibility of reducing the search area of unknown eddy current densities to determine heat generation in the heat generator to the volume of one pipe, taking into account the symmetry of the location of all ferromagnetic conductive pipes in the load, is the purpose of this work.

Using the method of secondary sources, a three-dimensional mathematical model of an induction-type heat generator was developed when it is powered by a three-phase current source with a load in the form of non-connected ferromagnetic conductive pipes, taking into account the

nature of the symmetrical distribution of the densities of the secondary sources of the electromagnetic field. The analysis of the distribution of secondary sources of the electromagnetic field and heat losses in the loaded one allowed us to conclude about the possibility of neglecting the components of eddy current densities and magnetization current densities along the axis of symmetry of the pipes and in the radial direction, which reduces the number of secondary source densities sought from six to three. It is shown that for the analysis of electromagnetic processes in heat generators of the specified type, we assume the assumption of uniformity of the density of secondary sources in the loading pipes, which allows us to reduce the search area to one basic ferromagnetic conductive pipe.

REFERENCE

1. Vencislav C. Valchev, Teodora P. Todorova, Dimitar D. Yudov and Daniela J. Mareva. Design considerations of inductors for induction heating of fluids. XXV International Scientific Conference Electronics (ET). 12–14 September 2016 (2016), doi: 10.1109/ET.2016.7753519.
2. Jankowski T.A., Pawley N.H., Gonzales L.M., Ross C.A., Journey J.D. Approximate analytical solution for induction heating of solid cylinders. Applied Mathematical Modelling. Vol. 40: 2770–2782 (2016), doi 10.1016/j.apm.2015.10.006.
3. Maialen Areitioaurtena, Unai Segurajauregi, Ville Akujärvi, Martin Fisk, Iker Urresti and Eneko Ukar. A semi-analytical coupled simulation approach for induction heating. Adv. Model. and Simul. in Eng. Sci. (2021), doi: 10.1186/s40323-021-00199-0.
4. Zhylytsov A.V., Bereziuk A.O., Vishtak T.V. Three-dimensional mathematical model of three-phase heat generator of induction type based on the method of secondary sources. *Tekhnichna Electrodynamika*. No5 (2022), doi: 10.15407/techned2022.05.008.
5. Tozoni O.V., Maergois I.D. Calculation of three-dimensional electromagnetic fields: Monograph. K.: Technika. (1974).
6. Sorokin D. Simulation of High-frequency Induction Heating. 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). Deggendorf. Germany: 39–42 (2020), doi: 10.1109/ACIT49673.2020.9208997.
7. Zhiltsov A. and Sorokin D. The calculation of the magnetic field in the working area of the linear motor with permanent magnets. 2015 16th International Conference on Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE). Lviv. Ukraine: 252–254. (2015), doi: 10.1109/CPEE.2015.7333390.

УДК 664.854+621.365.3

13. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГОСТІ НА ПИТОМІЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР ФРУКТОВОЇ СИРОВИНИ

Савойський О. Ю., старший викладач

Сумський національний аграрний університет

м. Суми, Україна

Додатковий нагрів фруктової сировини в процесі сушіння безпосереднім пропусканням змінного електричного струму дозволяє в 3–5 разів інтенсифікувати процес зневоднення [1]. Кількість підведеної теплової енергії при прямому електронагріві, насамперед, залежить від значення питомого електричного опору сировини. Тому до переліку необхідних властивостей матеріалу обов'язково повинен входити як інтегральний

показник – питомий електричний опір сировини.

Під час сушіння із додатковим прямим електронагрівом концентрація сухих розчинних речовин, яка напряму залежить від вологовмісту досліджуваної сировини, так і її температура змінюються протягом всього часу сушіння. Це вказує на зміну питомого електричного опору в процесі зневоднення.

У роботі [2] визначено, що початковий питомий опір яблук перед сушінням при температурі 20 °С та вологовмісті 8 кг/кг знаходиться в межах 195–220 Ом·м, що свідчить про високу провідність матеріалу. Зі зменшенням вологовмісту з 8 до 6 кг/кг питомий електричний опір сировини зменшується на 25–30 % в порівнянні з початковими значеннями. З подальшим зниженням вологовмісту менше 6 кг/кг електричний питомий опір сировини починає поступово зростати. Водночас із підвищенням температури спостерігається значне зниження питомого електричного опору. При нагріванні сировини від 25 до 55 °С значення питомого опору зменшується в 10–13 разів.

Отримано рівняння залежності величини питомого електричного опору яблучної сировини від її вологовмісту та температури для досліджуваних сортів яблук.

Отримані результати зміни величини питомого опору дають необхідні дані для розробки енергозберігаючого технологічного апарату сушіння фруктів та вибору оптимальних умов обробки із дотриманням показників якості.

Перелік джерел посилань

1. 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*, 1(11(109)), 33-41. doi: 10.15587/1729-4061.2021.224993.
2. Savoiskyi, O., & Sirenko, V. (2023). Revealing the influence of temperature and moisture content on electrophysical parameters of raw apple materials. *EUREKA: Life Sciences*, (2), 14-20. doi: [10.21303/2504-5695.2023.002842](https://doi.org/10.21303/2504-5695.2023.002842).

14. THE INFLUENCE OF PHOTOACTIVATED NUTRIENT SOLUTION ON GREENHOUSE PLANTS

Knyzhka T.S., Ph.D.

*University of Tasmania (UTAS),
Tasmania, Australia*

Known results regarding water magnetization and its air ionization demonstrate a significant increase in plant production of up to 10...15%. However, an analysis of the current state and application of these and other methods reveals their insufficient scientific and economic justification. Primarily, this concerns the technology of treating water, as well as the type and duration of plant vegetation.

However, a literature review and the experience of countries with developed agricultural sectors indicate that the promising path of development lies in an extensive approach. This means not merely expanding the cultivated land but maximizing plant productivity.

The research aims to investigate the biostimulatory effects of photoactivated nutrient solutions on greenhouse plants.

The biological activity of water is dependent on its redox potential, which reflects the presence of free (active) electrons in the water. The higher the concentration of free electrons in the water, the more negative its electronic charge and, consequently, the lower its redox potential. Conversely, if there are no electrons in the water, it creates a positively charged ionic environment, and the redox potential assumes positive values.

During oxidative or reductive reactions, the electrical potential of the oxidized or reduced substance changes: one substance, by giving up its electrons, becomes positively charged – it oxidizes, while the other, by receiving electrons, becomes negatively charged – it reduces.

We have investigated the impact of optical radiation on the redox potential of the irrigation solution in hydroponic greenhouses. Published materials lack specialized research on the influence of treating the solution with optical radiation on the indicators of the redox potential of water and irrigation solutions.

Optical radiation significantly affects the structural components of the irrigation solution, resulting in changes in the redox potential, one of the indicators of the fluid's biological activity, after exposure.

Treating the irrigation solution with optical radiation leads to a reduction in the redox potential of the solution compared to untreated solution (proportional to exposure in the range of 20 s, 40 s, 240 s, 360 s) and an increase in the redox potential values when exposed for 60 s and 120 s.

15. SCREW ELECTROMECHANICAL HYDROLYSER FOR PROCESSING POULTRY BY-PRODUCTS

Zablodskiy N.¹, doctor of technical sciences, professor; Kovalchuk S.¹, postgraduate; Gritsyuk V.², phd in technical sciences, associate professor; Subramanian P.³, doctor of technical sciences, professor

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

³Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India

The use of keratin-containing products in various industries, including agriculture, cosmetics, and biomedicine requires solving the urgent problem of improving the methods and means of hydrothermal hydrolysis of keratin waste. The purpose of this study is to examine the screw electromechanical hydrolyser to

provide modes of efficient conversion of keratin waste into a useful product with added value. The study is based on the basic principles of electrodynamics, heat and mass transfer, mathematical modelling by the finite element method, and experimental verification of the multiphysical parameters of the electromechanical hydrolyser. The experimental model of the electromechanical hydrolyser was used to determine the optimal conditions for hydrothermal hydrolysis of keratin waste in terms of thermal conditions, raw material transportation, pressure, and magnetic field effects (Fig. 1).



Fig. 1. The screw of an electromechanical hydrolyser

After undergoing the processing, a bulk of brown feather flour was obtained, which had been hydrolysed and possessed a distinct odour (Fig. 2).



Fig. 2. Hydrolysed feather meal

According to the size of the electromagnetic system of the experimental sample, a mathematical model for observing thermal and electromagnetic processes was built (Fig. 2,3). The patterns of magnetic induction distribution were determined for the cross-section, axial distribution on the screw surface, and the upper faces of the screw winding in an electromechanical hydrolyser. Three-dimensional images of the heating of the screw and the screw electromechanical hydrolyser itself were obtained. By comparing the results of mathematical modelling and empirical studies, the adequacy of the mathematical model was confirmed.

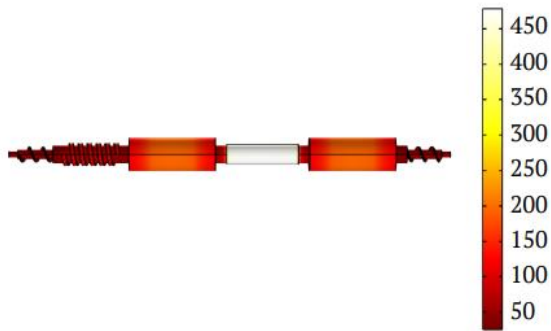


Fig. 3. Three-dimensional image of heating of the screw electromechanical hydrolyser, side view, °C

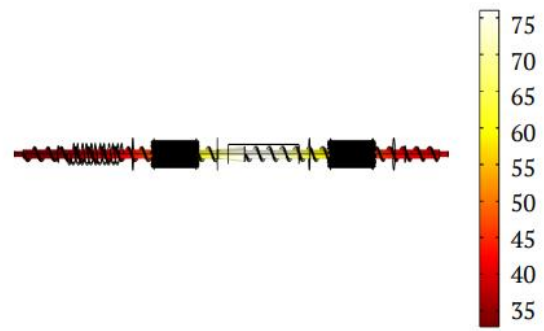


Fig. 4. Three-dimensional image of the heating of the screw of an electromechanical hydrolyser, °C

The findings of the study can be applied in the field of animal husbandry in the production of feed additives of increased digestibility for feeding agricultural animals and poultry

List of link sources

1. Zablodskiy, M., Kovalchuk, S., Gritsyuk, V., & Subramanian, P. (2023). Screw electromechanical hydrolyzer for processing poultry by-products. *Machinery & Energetics*, 14(1), 35-45. <https://doi.org/10.31548/machinery/1.2023.36>

СЕКЦІЯ 5. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

UDK 628.1

1. INELASTIC MECHANICAL SPECTROSCOPY OF SiO₂, RADIATION AND STRUCTURAL FUNCTIONALIZED NANOCOMPOSITES OF POLYAMIDE, POLYETHYLENE, POLYVINYLCHLORIDE AND MULTIWALLED CARBON NANOTUBES

¹Ilyin P. P., Ph.D., Assistant Professor, ²Onanko Y. A., Ph.D., Senior Researcher, ²Charny D. V., Sc.D., Senior Researcher, ²Yatsiuk M. V., Ph.D., Senior Researcher, ²Matselyuk E. M., Ph.D., Senior Researcher, ²Marysyk S. V., postgraduate, ³Onanko A. P., Ph.D., Senior Researcher, ³Dmytrenko O. P., Sc.D., Professor, ³Kulish M. P., Sc.D., Professor, ³Pinchuk-Rugal T. M., Ph.D., Researcher, ³Popov S. A., Ph.D., Head of laboratory, ³Popruzhko V. M., postgraduate, ³Gaponov A. M., postgraduate, ³Kurochka L. I., head of laboratory

¹National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Institute of Water Problems and Land Reclamation NAASU, Kyiv, Ukraine

³Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine

Results and discussion. The samples were prepared by ultrasonic dispersion using digital ultrasonic (US) bath CE-6200A with power $W = 70$ W at frequency $f \approx 42$ kHz [1,2]. Illustration of the window for processing data of quasilongitudinal elastic waves velocity measuring $V_{\parallel} = 3244 \pm 10$ m/sec in nanocomposite polyamide (PA-6) (NH(CH₂)₅CO)_n + 0,1% MCNT by pulse-phase US method at frequency $f_{\parallel} \approx 1$ MHz after electron irradiation with dose $D_e \approx 10$ MRad with energy $E_e \approx 2,0$ MeV is represented in figure 1.

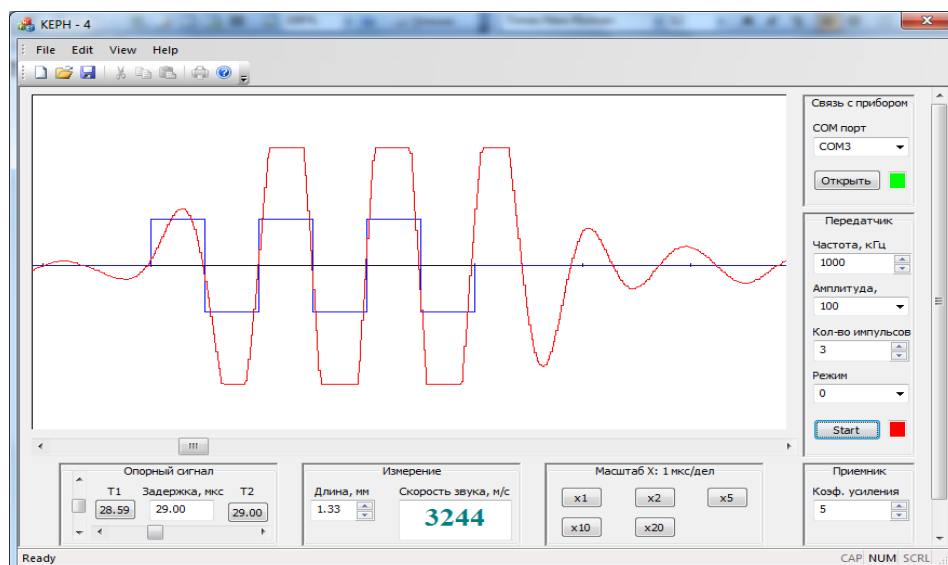


Figure 1 - Illustration of the window for processing data of quasilongitudinal elastic waves velocity measuring $V_{\parallel} = 3244$ m/sec in nanocomposite polyamide

(PA-6) (NH(CH₂)₅CO)_n + 0,1% MCNT by pulse-phase US method at frequency $f \parallel \approx 1$ MHz after electron irradiation with dose $D_e \approx 10$ MRad

Illustration of the window for processing data of quasilongitudinal elastic waves velocity measuring $V \parallel = 2585 \pm 10$ m/sec in concrete ZSh-14p by pulse-phase US method at frequency $f \parallel \approx 1$ MHz is represented in figure 2.

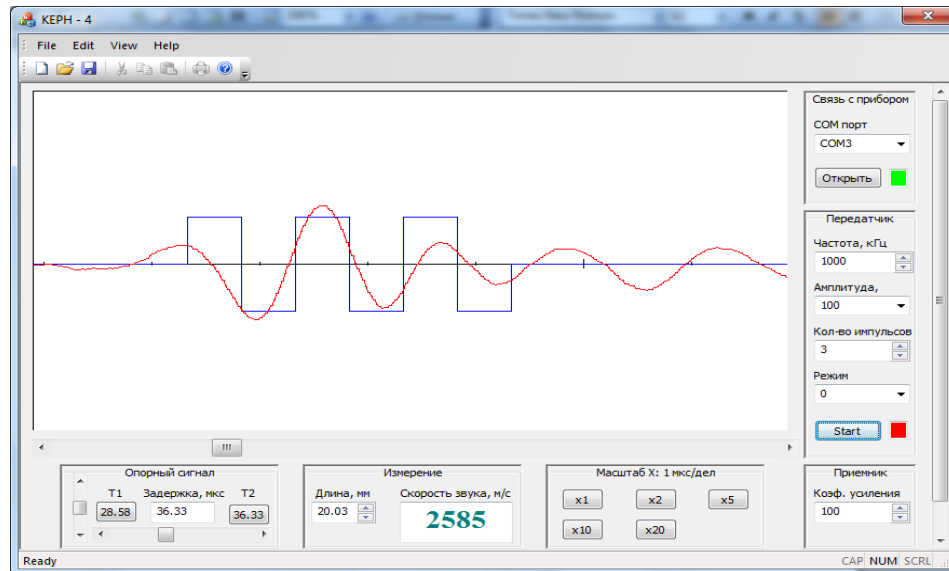


Figure 2 - Illustration of the window for processing data of quasilongitudinal elastic waves velocity measuring $V \parallel = 2585$ m/sec in concrete ZSh-14p by pulse-phase US method at frequency $f \parallel \approx 1$ MHz

Complex elastic modulus E^* nanocomposite is equal to the sum of dynamic elastic modulus $E' = \rho V \parallel^2$ and loss modulus $E'' = E' \delta$ [1]:

$$E^* = E' (1 + \delta) = \rho V_{\parallel}^2 (1 + \delta) = \rho V_{\parallel}^2 (1 + \pi Q^{-1}), \quad (1)$$

where δ - logarithmic decrement of US attenuation, ρ - nanocomposite density, $V \parallel$ - longitudinal US elastic waves velocity, Q^{-1} - internal friction.

Conclusions.

1. The increase of the nanocomposite crystallinity degree at growth of multiwalled carbon nanotubes concentration filling with the nanotubes of matrix results in the decline of content of organized phase.
2. The presence of the strong interaction for nanocomposite between polyamide-6 (NH(CH₂)₅CO)_n and multiwalled carbon nanotubes was confirmed.

Acknowledgements.

This work has been supported by Ministry of Education and Science of Ukraine: Grant of the Ministry of Education and Science of Ukraine for perspective development of a scientific direction "Mathematical sciences and natural sciences" at Taras Shevchenko National University of Kyiv.

References

1. Onanko, A.P., Kuryliuk, V.V., Onanko, Y.A. et al. Mechanical spectroscopy and internal friction in SiO₂/Si. *Journal of Nano- and Electronic Physics* - V. 14, № 6. – P. 06029(7) (2022).

DOI: [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(6\).06029](https://doi.org/10.21272/jnep.14(6).06029).

2. A.P. Onanko, V.V. Kuryliuk, Y.A. Onanko et al. Features of inelastic and elastic characteristics of Si and SiO₂/Si structures. *Journal of Nano- and Electronic Physics* - V. 13, № 5, P. 05017(5) (2021).

DOI: [https://doi.org/10.21272/jnep.13\(5\).05017](https://doi.org/10.21272/jnep.13(5).05017).

УДК 620.9:628.1'14

2. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗА ПАРАЛЕЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ

Попович О.М.¹, докт. техн. наук, Яшин Р.В.²

¹*Інститут електродинаміки НАН України, пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,*

²*Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»,*

Сучасні системи водопостачання є потужними споживачами електричної енергії. Зокрема, у міських агломераціях, де переважає багатоповерхова забудова, третина енергії на перекачку води витрачається на її підйом, і із збільшенням кількості поверхів ця частка зростає [1].

Відповідно до досліджень «Світового банку» [2], загальносвітовий тренд на зростання міського населення збережеться до 2050 року. Отже буде зростати і потреба в електричній енергії на водопостачання. З іншого боку, відповідно до [3] в структурі споживання води в Україні комунальні господарстві займають 16%, а сільське господарство – 18%. При цьому, станом на 2020 р у Україні зрошувалась тільки чверть сільськогосподарських земель. Отже, попит на енергоефективні системи постачання води буде зростати.

Зараз у більшості систем водопостачання багатоповерхових будівель насосний агрегат працює весь час на максимальних обертах, а водоспоживання регулюється дроселюванням у запірній арматурі. При цьому, вода від першого до останнього поверху подається однією трубою (одним стояком). Основний недолік такого підходу: щоб забезпечити водою споживачів останнього поверху, на нижніх поверхах створюються надлишкові напори. Надлишкові напори є причиною підвищеної аварійності мережі, причиною витоків та причиною збільшення витрат електричної енергії [4]. Системи зонованого водопостачання зменшують надлишкові напори у системах водопостачання та є більш енергоефективними по відношенню до звичайних систем водопостачання (з одним стояком).

У [5] за результатами математичного моделювання зроблено порівняння енергоефективності системи водопостачання з одним стояком та системи зонованого постачання води. Показано, що система паралельного зонованого водопостачання є на 30% ефективнішою за систему з одним стояком. Також у [5] зазначено, що можна додатково підвищити енергоефективність за рахунок використання насосних агрегатів спеціальної конструкції, що сприяє зменшенню втрат у насосі та двигуні. Розроблені математичні засоби забезпечують потреби дослідження перспектив зонованого водопостачання у різних галузях сільського господарства, де необхідне перекачування великих об'ємів води і треба зменшити витрати та аварійність гідравлічних мереж.

Перелік джерел посилань

1. YangZhou, EricWaiMingLee, Ling-TimWong, Kwok-WaiMui. ModelingStudyofDesignFlowRatesfor CascadeWaterSupplySystemsinResidentialSkyscrapers. Water. 2019. Vol. 11(12). 2580. DOI:<https://doi.org/10.3390/w11122580>.
2. UrbanDevelopment. Overview, 2023 <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
3. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт)// Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021, 68 с.
4. Бібік О.В., Попович О.М., Шевчук С.П. Енергоефективні режими електромеханічної системи насосної установки багатоповерхового будинку. *Технічна електродинаміка*. 2016. № 5. С. 38-45. <https://doi.org/10.15407/techned2016.05.038>
5. Попович О.М., Яшин Р. В. Дослідження енергоефективності електромеханічної системи водопостачання багатоповерхового будинку із дворівневими стояками, *Технічна електродинаміка*, 2023 №1, DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2023.01.042>

УДК 621.165

3. ЗАСТОСУВАННЯ ПОКРИТТІВ З ГІДРОФОБНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НА РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТАХ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ТУРБИНИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК

Бояришинов О.Ю., к.т.н.

Інститут проблем машинобудування, м. Харків, Україна.

Проблема підвищення енергоефективності та збільшення ресурсу елементів проточної частини низького тиску турбоустановок є одною з найбільш актуальних, оскільки саме в цій частині потужної парової турбіни генерується основна частина енергії. Застосування покриттів, що мають гідрофобні властивості можуть допомогти в отриманні таких запитів[1]. Вивченню фізичних факторів, що впливають на зменшення щільності та товщини водяної плівки на поверхні робочих та направляючих лопаток присвячено досить багато робіт. У роботі [2] проаналізовано та дано оцінку особливостям впливу водяної плівки на поверхні лопаток, та утворених

крапель, в залежності від їх розміру та маси, на рівень ерозійного зносу робочих поверхонь проточної частини та зменшення ефективності турбіни. Показане, що крупнодисперсна волога в проточній частині призводить до додаткових витрат енергії на тертя. Згідно з дослідженнями авторів, наявність гірофобних властивостей у робочих поверхонь зменшують витрати на тертя не менш, ніж на 3-4% [3]. В експериментальній роботі було проведено дослідження впливу гідрофобного покриття на зменшення тертя у вологій середі, та пришвидшення проходження досліджуваного зразка в експериментальній установці відрізка у 6 футів щонайменше на 7%, в порівнянні з необроюленою поверхнею [4]. Метою роботи є дослідження можливості зменшення розміру крапель, що сходять з вихідної кромки напрямних лопаток, та підбору покриттів з гідрофобними властивостями з найбільш раціональними характеристиками. За рахунок цього очікується отримати зменшення як руйнівного ерозійного зносу робочих лопаток великої довжини, так і витрат на тертя вологопарового потоку з робочими поверхнями робочої частини турбоагрегату.

Перелік джерел посилань

1. Plondke, Adam Charles, "Droplet Characterization in the Wake of Steam Turbine Cascades." Master's Thesis, University of Tennessee, 2012.
2. Г.М. Картмазов, Ю.В. Лукірський, Г.В. Кірік, В.Г. Марінін, Ю.И. Поляко, А.А. Дейнека / КОРОЗІОННО-ЕРОЗІОННОСТІЙКІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ПАРОВИХ ТУРБІН //Наука та інновації. 2012. Т. 8. No 3. С. 17—22.
3. Б. І. Нігматулін. ПМТФ, №6, 142, 1971.
4. Natalie Wiegand and Philippa Thomas Science Department St. Matthew's Parish School 1370 Bienvenida Avenue Pacific Palisades, California 90272. 2018.

УДК 621.3.067

4. ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА З РІЗНИМИ СИСТЕМАМИ КЕРУВАННЯ

Голодний І.М¹, кандидат технічних наук, доцент; Санченко О.В.², кандидат технічних наук, викладач

¹Білоцерківський національний університет, м. Біла Церква, Україна

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

Біля 60% затрат електроенергії в промисловості припадає на долю електродвигунів. При цьому значна частина цих витрат приходить на регульовані привідні системи вентиляторів, компресорів, насосів та інших установок з циклічним режимом роботи. Регулювання швидкості двигуна проводиться зміною підведеної напруги живлення за допомогою тиристорних регуляторів напруги з фазо-імпульсним керуванням. Такі

регулятори створюють вищі гармоніки, які погіршують якість електроенергії. Використання частотного електропривода має ряд переваг і недоліків, зокрема лінійна регульовальна характеристик, а розширений діапазон регулювання 10:1, більш потребує привод з точним регулюванням (дозатори, виконавчі механізми).

Техніко-економічний розрахунок розробки, якою є регульований електропривод вентиляційної системи з широтно-імпульсним керуванням, проводився за відомою методикою визначення економічної ефективності прикладних досліджень [1]. За базові варіанти взято електропривод вентиляторної установки "Климатика-5" з тиристорним регулятором напруги та регульована вентиляційна система з частотним перетворювачем. Основні технічні характеристики вентиляційної системи: $U_H = 380 \text{ В}$, $I_H = 63 \text{ А}$.

Розроблений регульований електропривод вентиляційної системи з широтно-імпульсним керуванням має кращу економічну ефективність в порівнянні з електроприводом з тиристорним регулятором з фазо-імпульсним керуванням і складає 16391 грн., а з частотним електроприводом – 18042 грн.

Економія електроенергії частотного електропривода за рахунок підвищеного коефіцієнта корисної дії електропривода, із-за низького ККД і малопотужності двигуна, незначна, а капітальні затрати набагато більші в порівнянні з регульованим електроприводом на базі тиристорного регулятора напруги чи регулятора з широтно-імпульсним керуванням [2].

Список використаних джерел

1. Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій – К.: Урожай, 1986. – 118 с.
2. Голодний І.М. Дослідження асинхронного електропривода осьового вентилятора з частотним керуванням / І.М. Голодний, О.Ю. Синявський, О.В. Санченко // Енергетика і автоматика. Електронне видання НУБіП України. – К.: – 2018. – №6. С. 70-77.

УДК 620.91

5. ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ТЕХНІКИ НА БАЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МОТОР-ТЕСТЕРІВ

*Березюк А.О., канд. техн. наук, доц., Лопатюк А.С., студент
магістратури ННІ ЕАЕ*

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

В процесі роботи будь яких електроустановок можуть виникати ті чи інші несправності, які згодом виливаються у серйозні проблеми з електрообладнанням та позбавляють сучасні оперативну техніку її основного функціоналу.

Слід зазначити, що мова йде не про індикатори (лампочки) чи сигналізацію (дзвінок), а про електричні вузли і бортову систему, що базується на датчиках, електронних блоках управління (ЕБУ). Генератор, акумулятор, проводка, блоки запобіжників відповідають за електроживлення і його розподіл.

Таким чином, основним завданням служб діагностування електротехнічного обладнання, на сьогоднішній день, є своєчасне виявлення дефекту на ранній стадії її прояву. Якщо цей дефект вдається виявити до аварії, то обладнання можна відремонтувати за відносно невеликі кошти. Діагностування обладнання не відкидає і моніторингу стану ізоляції під час роботи обладнання.

Такий моніторинг дозволяє зменшити наслідки аварії, або її попередити. Але він не забезпечує безперебійності постачання електроенергії споживачам.

УДК 621.311

6. ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНИХ ПОЛІВ В КОТУШКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КОНТАКТОРІВ

*Петренко О.В., студент магістратури ННІ ЕАЕ; Березюк А.О., канд.
техн. наук, доц.*

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

Магнітні пускачі різних брендів мають подібну конструкцію, відрізняються лише матеріалом для контактів, матеріалом корпусу. Від якості сплавів, пластику та точності виконання всіх деталей безпосередньо залежить ціна та надійність електромагнітного контактора.

Однією з відповідальних частин контактора є його електромагнітна система. При проходженні змінного струму по котушці контактора у магнітній системі виникає магнітний потік, який періодично проходить через нуль. Це викликає вібрацію та гудіння магнітної системи. Щоб послабити це явище, на торці осердя контактора змінного струму встановлюють мідний короткозамкнений виток. Коли основний магнітний потік проходить через нуль, його величина швидко змінюється і тому в короткозамкненому витку утворюється максимальна електрорушійна сила (ЕРС). У цьому разі короткозамкнений виток є вторинною обмоткою трансформатора.

У короткозамкненому витку ЕРС утворює струм, що сприяє утворенню магнітного потоку, який замикається через осердя та якір і перешкоджає відпаданню якоря при переході основного потоку через нуль. Таким чином зменшується вібрація магнітної системи контактора.

7. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СТАТИСТИЧНОЇ ЛІНЕАРИЗАЦІЇ ДЛЯ СИНТЕЗУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПРИ СТОХАСТИЧНИХ ЗБУРЕННЯХ З УРІЗАНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ

*Шуруб Ю.В., к.т.н., старший науковий співробітник
Інститут електродинаміки НАН України,
м. Київ, Україна.*

Для замкнених систем керування електроприводом з метою мінімізації втрат у динамічних режимах з навантаженнями, які швидко змінюються за випадковими законами, може бути запропонований критерій мінімуму середньої квадратичної похибки регулювання ε_{rms} , який має стабілізувати оптимізуючий параметр керування. Для асинхронного електроприводу таким параметром є оптимальна кутова швидкість ω_{opt} [1].

Для стаціонарного випадкового процесу зміни навантаження $M(t)$ середня квадратична похибка дорівнюватиме кореню з дисперсії вихідної випадкової величини системи $\varepsilon_{rms} = \sqrt{D_\varepsilon}$, яку можна знайти, виходячи із закону перетворення випадкових сигналів динамічною системою

$$D_\varepsilon = \int_0^\infty \left| \frac{W_M(j\omega)}{1 + W_{reg}(j\omega) \cdot W_U(j\omega)} \right|^2 S_M(\omega) d\omega, \quad (1)$$

де $W_U(j\omega)$, $W_M(j\omega)$ - частотні передатні функції електроприводу за керуванням та збуренням відповідно; $W_{reg}(j\omega)$ - частотна передатна функція регулятора, $S_M(\omega)$ - спектральна густина навантаження.

Отже, для мінімізації ε_{rms} необхідно, щоб умова $D_\varepsilon \rightarrow \min$ виконувалася. Методика синтезу такого статистично оптимального регулятора, що забезпечує мінімізацію енергоспоживання асинхронних електроприводів для випадку навантажень з необмеженим законом розподілу представлена в [1].

Дана методика отримана для нормального закону розподілу навантажень, відповідно до якого випадкова величина може змінюватись у діапазоні від $-\infty$ до $+\infty$. На практиці випадкові величини змінюються, як правило, у кінцевих межах, обумовлених технологічними причинами. У випадку, якщо ці межі розташовані недалеко від середнього значення (математичного сподівання) m_f , крива розподілу повинна бути урізана.

Урізання нормального закону розподілу призводить до зміни дисперсії випадкового сигналу збурення D_M . Це призводить до порушення функціональної залежності (1) та неможливості отримати оптимальний за

енергоспоживанням режим при використанні статистично оптимального регулятора, синтезованого для необмеженого закону розподілу випадкових навантажень.

З іншого боку, урізаний закон розподілу випадкових навантажень можна отримати як результат проходження випадкового сигналу з необмеженим законом розподілу через суттєво нелінійну ланку з обмеженням. Тоді для знаходження дисперсії випадкового сигналу збурення з урізаним законом розподілу, що у такому випадку є вихідною величиною нелінійної ланки $D_{x_{вих}}$, можливо скористатись методом статистичної лінеаризації [2].

Вважаючи, що збурення $M(t)$ є стаціонарним випадковим процесом з необмеженим нормальним розподілом, здійснимо заміну реального вихідного сигналу нелінійної ланки на ідеальний сигнал $\bar{M}(t) + \overset{0}{M}(t)$:

$$\bar{M}(t) + \overset{0}{M}(t) = k_0 \cdot m_f + k_1 \cdot F(t), \quad (2)$$

де $F(t)$ – центрований випадковий процес на вході нелінійної ланки, m_f – математичне сподівання вхідної величини нелінійної ланки.

Коефіцієнти k_0 і k_1 є коефіцієнтами статистичної лінеаризації для даної нелінійності. Для знаходження $D_{x_{вих}}$ застосуємо формулу

$$D_{x_{вих}} = \int_{-\infty}^{\infty} |k_1|^2 S_f(\omega) d\omega. \quad (3)$$

Розв'язавши рівняння (3), отримаємо значення дисперсії $D_{x_{вих}}$ статистично лінеаризованого сигналу з урізаним розподілом, що може бути апроксимований одним з типових видів стохастичного процесу [3].

Отже, до електроприводів, що мають стохастичні навантаження, які змінюються у кінцевих межах, обумовлених технологічними причинами, та, відповідно, мають урізаний закон розподілу, які можуть бути статистично лінеаризовані та приведені до типових статистичних характеристик, можливо застосовувати методи статистичної оптимізації регуляторів [1]. На прикладі приводу зернодробарки з АД 4А71В2 збільшення циклового ККД електроприводу з урізаним розподілом збурення порівняно з необмеженим розподілом, що не враховує технологічні обмеження, оцінено на рівні 2-3%.

Перелік джерел посилань

1. Шуруб Ю. В. Статистична оптимізація частотно регульованих асинхронних електроприводів при скалярному керуванні // Електротехніка і електромеханіка, 2017, №1. – С. 26-30.

2 Shurub Y. Application of the Method of Statistical Linearization to Determination of the Quality of Nonlinear Systems // 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2022. – P. 266-270, doi: 10.1109/TCSET55632.2022.

3. Shurub Yu., Dudnyk A., Vasilenkov V., Tsitsyurskiy Yu., Simulation of Random Loads Applied to Statistical Optimal Synthesis of Electric Drives // Proc. 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2019. – Pp. 354-357, doi:10.1109/MEES.2019.8896464

УДК 621.384

8. ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ГРЕЧКИ

*Червінський Л.С., д.т.н., професор; Грина Д. В., слухач магістратури,
Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Підвищення якості продукції сільськогосподарських культур екологічно чистими екологічними методами є вкрай важливим питанням, як в Україні, так і у всьому світі. Часткове вирішення цієї проблеми полягає в провадженні сучасних, економічно вигідних, енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій переробки насіння зернових культур, направлених на підвищення його якості кліматичної стійкості.

На основі аналізу сучасних технологій запропоновано оптимальну послідовність операцій для первинної обробки гречки: пропарювання – сушіння – охолодження [1]. Для відпрацювання технологічних режимів побудовано графічні залежності вологості та температури від тривалості обробки: вологість гречки після пропарювання повинна становити 18 %, після сушки – 15 %, після охолодження – 14 %; температура гречки не повинна перевищувати 50 °С. Для забезпечення вище зазначених показників прийнята температура пропарювання 110 °С (0,25 МПа) тривалістю 4 хв. Процес сушки здійснюється сухим повітрям температурою 70 °С з тривалістю 5 хв. Процес охолодження повинен тривати не менше 10 хв сухим повітрям температурою 20 °С.

Для реалізації технології переробки гречки було обгрунтовано та вибрано силову електрообладнання цеху. Відповідно до розробленої функціональної схеми цех включає: приймальний бункер, ваговий дозатор, два ковшових елеватори, аспіраційну колонку, апарат для гідротермічної обробки, луцильно-шліфувальну машину, ситовий сепаратор, повітряний сепаратор, збірник побічних продуктів обробки, вентилятор, пароутворювач [2,3]. Вибране та обгрунтоване силове обладнання цеху – електродвигуни приводів ковшового елеватора та витяжного вентилятора. Визначено їх ефективні режими роботи.

На основі проведеного аналізу та виявлених законів і критеріїв керування, а також вимог, що висуваються до точності контролю технологічних параметрів, якості регулювання та надійності, була

розроблена функціональна схема автоматизації, а також електрична принципіальна схема автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки. Розрахунки підтвердили належну надійність і якість роботи автоматизованої системи керування.

Перелік джерел посилань

1.ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості / М. Кіндрок, О Слюсаренко, В. Гечу, та ін. (розроб.) – Офіц.вид. – Чинний від 28.12.2002 – Київ: Держспожив стандарт України, 2003. – 170 с.

2.Червінський Л.С. Електротехнічні системи електроспоживання. /Червінський Л.С., Чміль А.І., Сторожук Л.О. і др./ частина 1. Навч посібник .-Київ. 2018.- 670с.

3.Червінський Л.С. Моделювання регульованого електропривода/ Голодний І.М., Червінський Л.С., Жильцов А.В. і др./ Підручник: –К. ФОП Ямчинський О.В., 2019 –266 с.

УДК 621.380

9. МОДЕЛЮВАННЯ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СТРІЧКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

*Червінський Л.С., д.т.н., професор; Федорченко М. В., слухач
магістратури,*

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Найпоширенішим механізмом на будь-якому великому виробництві являється конвеєр та конвеєрні системи. У тому чи іншому вигляді конвеєрні системи існують практично на кожному серійному виробництві або великому складі. Тому, введення автоматизованого електропривода (особливо в агропромисловому комплексі, як найменш автоматизованій галузі народного господарства нашої країни) є центральним питанням при механізації та автоматизації технологічних процесів. При цьому, значна частина функцій у частині конвеєра й адаптації його механізмів під конкретні умови експлуатації лягає на електронну систему управління, одним із основних завдань якої є оптимальний пуск конвеєра, контроль основних параметрів та глибока діагностика режимів його роботи [1,2].

Дана робота присвячена дослідженню енергоефективності та модернізації системи електропривода стрічкового конвеєра, здійснено аналіз обладнання конвеєра і режими його роботи, розраховано потужність і вибрано електричний двигун, силовий перетворювач, систему керування; проведено моделювання роботи системи електропривода; проведено аналіз впливу системи керування як однієї з компонентів, з метою зменшення перевантажень, що виникають у механізмах конвеєра при його пуску з використанням двошвидкісних асинхронних електродвигунів.[3,4]

Відповідно до вказаної мети в роботі розв'язані такі основні задачі:

- розроблено математичні моделі системи автоматизованого електроприводу;
- досліджено будову і особливості роботи стрічкових конвеєрів;
- розраховано потужності електродвигунів;
- вдосконалено системи керування стрічковим конвеєром з використанням пристроїв плавного пуску;
- здійснено розробку схеми автоматичного управління електродвигунів з короткозамкненим ротором, керованим перетворювачем тиристора з автономним інвертором струму;
- здійснено розрахунок тиристорного регулятора та ін.

Перелік джерел посилань

1. Калетнік Г. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість / Г. М. Калетнік, М. Г. Чаусов, В. М. Швайко та ін. – Київ: Хайт-Тек Прес, 2013. – 528 с.
2. Двигуни. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ventilator.ua/category/asinhronnye-elektrodivigateli-obshepromyshlennye>
3. Червінський Л.С. Електротехнічні системи електроспоживання. /Червінський Л.С., Чміль А.І., Сторожук Л.О. і др./ частина 1. Навч посібник .-Київ. 2018.- 670с.
4. Червінський Л.С. Моделювання регульованого електропривода/ Голодний І.М., Червінський С., Жильцов А.В. і др./ Підручник: –К. ФОП Ямчинський О.В., 2019 –266 с.

УДК 621.380

10. РОЗРОБЛЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БУДИНКА

*Червінський Л.С., д.т.н.,професор; Литвин Ю.С., слухач магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Використання на місцевому рівні альтернативних джерел енергії є однією з вагомих умов збереження довкілля, переходу до сталого розвитку регіону. Діючи локально, можна побачити результати на глобальному рівні. В цьому полягає актуальність даної роботи [1,2].

У роботі обґрунтовується і пропонується сумісне застосування теплового колектору та сонячних панелей для забезпечення живлення електричних елементів системи гарячого водопостачання. Тобто пропонується встановлення і теплових колекторів і фотоелектричних панелей на даху будинка. В результаті проведеної роботи був змодельований комплекс, що складається із 6 сонячних батарей сумарною номінальною потужністю 1380 Вт, 5 акумуляторних батарей загальною ємністю 500 А•год, контролера з вихідною силою струму 50 А та інвертора потужністю 2000 Вт.

Розроблено автоматизовану схему системи моніторингу параметрів режиму роботи сонячної панелі. Зібрані аналогові дані будуть оброблені та оцифровані контролером ІОІО ОТГ. Цифрові дані будуть передані на

смартфон (Android), де вони будуть зберігатись в базі даних SQLite. Смартфон (Android) також буде працювати як сервер, і збережені дані будуть доступні через сервіси Internet.[3,4]. У роботі розглянуто електричну частину сонячної електростанції потужністю 2,0 кВт та її роботу в електричній мережі.

В результаті проведеної роботи був змодельований такий комплекс, що складається із 6 сонячних батарей сумарною номінальною потужністю 1380 Вт, 5 акумуляторних батарей загальною ємністю 500 А•год, контролера з вихідною силою струму 50 А та інвертора потужністю 2000 Вт.

Перелік джерел посилань

1. Козирський В. В. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / В. В. Козирський, Ю. І. Тугай, В. М. Бодунов, О. В. Гай // Технічна електродинаміка – 2011. – № 5. – С. 63-67.

2. Волков С. А. Вінниччина продовжує займати лідируючі позиції серед областей України у сфері відновлювальної енергетики / С. А. Волков [Електронний ресурс] 05.02.2018

Режим доступу: <http://www.vin.gov.ua/dep-zhkh/8512-vinnychchyna-prodovzhuie-zaimaty-lidyruichi-pozytsii-sered-oblastei-ukrainy-u-sferi-vidnovliuvalnoi-enerhetyky>

3. Залучення сонячних та вітрових електростанцій до покриття навантаження ОЕС України [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ua.energy/wpcontent/uploads/2018/04/Zaluchennya-VDE.pdf>

4. Червінський Л.С. Електротехнічні системи електроспоживання. /Червінський Л.С., Чміль А.І., Сторожук Л.О. і др./ частина 1. Навч посібник .-Київ. 2018.- 670с.

УДК 621.327.539

11. ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСАХ В АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ

*Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Дарміць С.М., студент магістратури;
Хрущ В.П. студент магістратури*

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

Визначення втрат енергії в електроприводі в перехідних режимах має важливе значення, бо у перехідних режимах струми в обмотках двигуна значно перевищують номінальні значення і спричиняють підвищення втрат енергії, суттєво впливаючи на нагрівання двигуна [1].

Якщо знехтувати постійними втратами, як незначними при перехідних процесах, то втрати енергії у перехідних режимах в асинхронному електроприводі при роботі без навантаження, коли $M_c=0$, складуть [1]:

$$\Delta A_{v0} = \frac{J\omega_0^2}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) (s_{поч}^2 - s_{кін}^2). \quad (1)$$

де J – зведений момент інерції електропривода, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с^{-1} ; R_1 – опір обмотки статора, Ом; R_2' – зведений до обмотки статора опір обмотки ротора, Ом; $s_{\text{поч}}$ – початкове ковзання; $s_{\text{кін}}$ – кінцеве ковзання.

Отже, втрати енергії в асинхронному електродвигуні при перехідних процесах без навантаження не залежать від форми механічної характеристики, тривалості перехідного процесу, а також напруги.

Для визначення втрат енергії в асинхронному електроприводі при наявності навантаження скористаємося формулою [2]:

$$\Delta A_{vc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[\int_0^{t_n} M_c (\omega_0 - \omega) dt + J \left(\omega_0 (\omega_{\text{кін}} - \omega_{\text{поч}}) + \frac{\omega_{\text{кін}}^2 - \omega_{\text{поч}}^2}{2} \right) \right], \quad (2)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини, Н·м, $\omega_{\text{кін}}$ – кінцеве значення кутової швидкості, с^{-1} ; $\omega_{\text{поч}}$ – початкове значення кутової швидкості, с^{-1} .

Якщо $M_c = \text{const}$, то втрати енергії при пуску двигуна при відхиленні напруги:

$$\Delta A_{nc} = J \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[\left(\frac{\omega_0^2}{2} - \frac{M_c^2}{2\beta_0^2 U_*^4} \right) + M_c \omega_0 t_n (U) - M_c \int_0^{t_n} \omega dt \right]. \quad (3)$$

Втрати енергії при пуску двигуна при несиметрії напруги визначаються за виразом:

$$\Delta A_{nc} = J \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[\left(\frac{\omega_0^2}{2} - \frac{M_c^2}{2\beta_{\text{днс}}^2} \right) + M_c \omega_0 t_n (U_a) - M_c \int_0^{t_n} \omega dt \right]. \quad (4)$$

де $\beta_{\text{днс}}$ – жорсткість механічної характеристики двигуна при несиметрії напруги, Н·м·с.

Отже, зниження і несиметрія напруги викликає зменшення моменту двигуна і, відповідно, зростання часу пуску, тому при зниженні і несиметрії напруги втрати енергії в асинхронному електроприводі зростають.

При відхиленні напруги втрати енергії при гальмуванні двигуна противмиканням описуються формулою:

$$\Delta A_{znc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[J \left(\frac{3}{2} \omega_0^2 - 2\omega_0 \frac{M_c}{\beta_0 U_*^2} + \frac{M_c^2}{2\beta_0^2 U_*^4} \right) - M_c \omega_0 t_z (U) - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right], \quad (5)$$

а при несиметрії напруги:

$$\Delta A_{znc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[J \left(\frac{3}{2} \omega_0^2 - 2\omega_0 \frac{M_c}{\beta_{\text{днс}}} + \frac{M_c^2}{2\beta_{\text{днс}}^2} \right) - M_c \omega_0 t_z (U_{nc}) - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right]. \quad (6)$$

При гальмуванні двигуна противмиканням зниження і несиметрія напруги викликають зменшення втрат енергії.

При динамічному гальмуванні втрати енергії в обмотках ротора визначаються залежністю [3]:

$$\Delta A_{\text{zdc}} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left(\frac{J \omega_c^2}{2} - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right). \quad (7)$$

При відхиленні напруги втрати енергії в обмотках ротора при динамічному гальмуванні двигуна описуються формулою:

$$\Delta A_{\text{zdc}} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left(\frac{J}{2} \left(\omega_0 - \frac{M_c}{\beta_0 U_*^2} \right)^2 - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right), \quad (8)$$

а при несиметрії напруги:

$$\Delta A_{\text{zdc}} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left(\frac{J}{2} \left(\omega_0 - \frac{M_c}{\beta_{\text{днс}}} \right)^2 - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right). \quad (9)$$

Аналіз формул (12) і (13) показує, що втрати енергії в обмотках ротора при динамічному гальмуванні при зниженні і несиметрії напруги зменшуються, а при їх підвищенні – зростають.

Висновки. Втрати енергії в асинхронному електродвигуні при перехідних процесах без навантаження не залежать від напруги.

За наявності навантаження зниження і несиметрія напруги викликають зростання втрат енергії при пуску і їх зменшення при гальмуванні противмиканням і динамічному гальмуванні.

Перелік джерел посилань

1. Електропривод і автоматизація/ [Синявський О. Ю., Савченко В. В., Козирський В. В. та ін.]; за ред. О. Ю. Синявського. К.: ФОП Ямчинський О. В., 2019. 619 с.
2. Основи електропривода / [Лавріненко Ю. М., Савченко П. І., Синявський О. Ю. та ін.]; за ред. Ю. М. Лавріненка. К.: Ліра-К, 2016. 524 с.
3. Ключев В.И. Теория электропривода М.: Энергоатомиздат, 1995. 560 с.

УДК 621.327.539

12. ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ПРИВОДНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРОБАРОК

*Синявський О.Ю., к.т.н., доцент; Гай З.В., студент магістратури;
Харченко М.В., студент магістратури*

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

Відхилення напруги в електромережі від нормованих значень призводить до економічних збитків [1], які мають дві складові: електромагнітну і технологічну. Електромагнітна складова визначається в основному втратою активної потужності і зміною терміну служби ізоляції електрообладнання. Технологічна складова збитків обумовлена впливом

якості електричної енергії на продуктивність технологічних установок та собівартість продукції, що випускається [2].

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 [3].

У результаті проведених проф. І.І. Ревенком експериментальних досліджень встановлено, що швидкість молотків є найсуттєвішим фактором подрібнення у молотковій дробарці [4]. Підвищення кутової швидкості дробильного ротора підвищує інтенсивність подрібнення внаслідок збільшення швидкості деформування і руйнування частинок перероблюваного матеріалу, які зі зростанням деформації поводять себе як більш крихкі тіла. Однак практичне застосування підвищення інтенсивності подрібнення за рахунок збільшення швидкості дробильного ротора обмежується пропускною здатністю встановлених решет.

Тому у дії кутової швидкості дробильного ротора на процес подрібнення можна виділити три характерні періоди [4]. У початковий період зростання швидкості обумовлює підвищення подрібнення, внаслідок чого знижується енергоємність процесу, а продуктивність зростає. У найвигідніший для робочого процесу період, який відповідає зміні швидкості у межах від мінімального значення енергоємності до моменту максимальної продуктивності дробарки, дробарка працює з високою продуктивністю, забезпечуючи добру якість подрібнення. Але на пропускну спроможність решіт починає впливати швидкість руху шару перероблюваного матеріалу поверхнею дробильної камери, що впливає на продуктивність і викликає зростання витрати енергії на подрібнення матеріалу. У третій, критичний період затрати енергії на подальше підвищення швидкості не призводять до збільшення продуктивності і достатнього зростання ступеня подрібнення, а викликають надлишкове перетирання продукту.

При відхиленні напруги закон зміни кутової швидкості дробарки запишеться так:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0)\omega_*^2}{\beta_0(\omega_0 - \omega_n\omega_*)}}. \quad (1)$$

Якщо знехтувати початковим моментом $M_0=0$, то

$$U_* = \sqrt{\frac{K_3\omega_*^2 s_n}{s}} = \frac{1-s}{1-s_n} \sqrt{\frac{K_3 s_n}{s}}, \quad (2)$$

де $U_* = U/U_n$ – напруга у відносних одиницях, K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна, $\omega_* = \omega/\omega_n$ – кутова швидкість у відносних одиницях, s_n – номінальне ковзання двигуна.

Оскільки відхилення напруги від номінального значення викликає зміну кутової швидкості дробарок, то змінюються їх продуктивність, питома витрата енергії і модуль помелу.

Лабораторні дослідження проводилися на експериментальній установці, виконаній на базі універсальної молоткової дробарки КДУ-2 [4] з переобладнанням, що дозволило в заданих межах змінювати досліджувані параметри. Як перероблюваний матеріал використовували сіно конюшини та люпину.

У результаті проведених досліджень встановлено, що продуктивність дробарки зменшується як при підвищенні, так і при зниженні напруги від номінального значення. Питома витрата енергії при зниженні напруги зменшується, але при цьому нелінійно зростає модуль помелу. При підвищенні напруги зростання питомої витрати енергії не призводить до збільшення продуктивності і ступеня подрібнення, а викликає лише надлишкове перетирання продукту.

На основі проведених досліджень встановлено, що при зниженні напруги на 20 % продуктивність дробарок зменшується на 2 % і збільшується модуль помелу. При цьому до 5 % зменшується питома витрата енергії.

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. Аванесов В.М., Садков Е.В. Анализ структуры потерь электрической энергии в электроустановках при отклонении напряжения от оптимального значения. Энергобезопасность в документах и фактах. 2005. №4. С. 19–21.

3. Перова М.Б. Качество сельского электроснабжения: комплексный подход. Вологда: Вологодский государственный технический университет, 1999. 72 с.

4. Ревенко И.И. Исследование влияния основных параметров молотковой дробилки на процесс измельчения стебельчатых материалов: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 410 «механизация сельскохозяйственного производства». К.: 1968. 17 с.

УДК 62 - 83 : 621. 313. 333

13. АСИНХРОННИЙ КОМПЕНСОВАНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

У техніці відомі електромашинні асинхронні перетворювачі частоти (АПЧ) змінного струму (зазвичай трифазні) з приводом на валу ротора від зовнішнього приводного двигуна, який обертається із заданою швидкістю.

До використання пропонується трифазний одномашинний, безконтактний АПЧ із подвійним внутрішнім ємнісним збудженням від ємностей C_{Δ} і C_K у вихідній додатковій обмотці автотрансформатора (АТ) та із зовнішньою ємністю C на виході АПЧ.

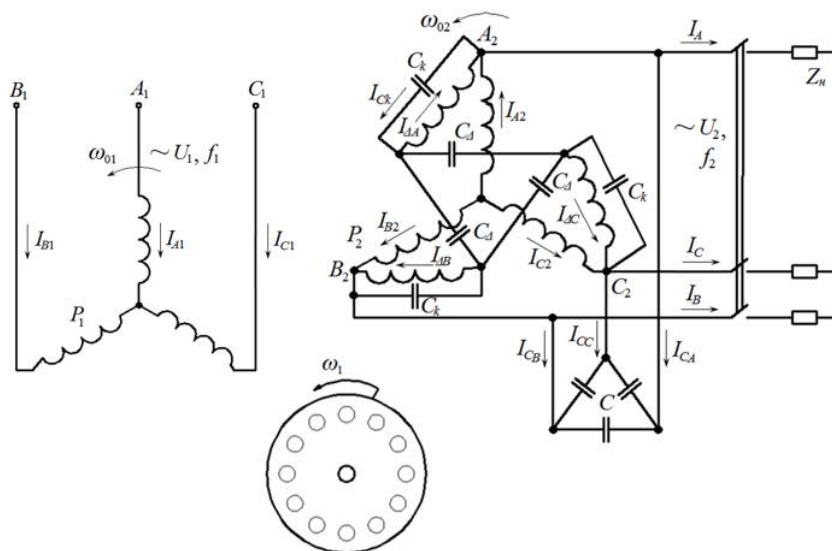


Рис. 1 – Принципова електрична схема асинхронного перетворювача частоти із внутрішньою ємнісною компенсацією реактивної потужності

Відмінну особливість у пропонованому одномашинному, безконтактному АПЧ має вихідна обмотка його статора із числом пар полюсів p_2 , яка виконана із двох однакових частин, зміщених між собою в пазах осердя на кут $\theta = \frac{90^\circ}{m} = 30^\circ$ при числі фаз $m = 3$, з'єднаних за схемою поворотного АТ і увімкнених на електричну ємність C_{Δ} . Одна із цих частин прийнята за основну, вихідну обмотку АПЧ із загальною вихідною напругою U_2 перетвореної частоти f_2 . Інша частина, як додаткова вихідна обмотка і вторинна обмотка АТ, зміщена в пазах відносно основної на кут $\theta = 30^\circ$ за напрямом обертання ротора. Додаткова обмотка з напругою $U_{\Delta} \approx U_2$ за схемою АТ зашунтована додатковою, відносно малою ємністю C_K . На виході АПЧ паралельно споживачу увімкнена батарея конденсаторів ємністю C , яка призначена для зовнішнього збудження АПЧ і компенсації реактивної потужності навантаження. Внутрішні ємності C_{Δ} і C_K забезпечують внутрішнє, ємнісне збудження АПЧ і його додаткове підмагнічування з ростом навантаження.

При обертанні ротора АПЧ із швидкістю ω_1 , в режимі двигуна у його феромагнітному тілі відбувається ємнісне самозбудження від залишкового магнетизму та ємнісних струмів вихідної обмотки, яке збільшує її магнітне поле до усталеного стану з числом пар полюсів p_2 при обертанні зі

швидкістю $\omega_{02} = \frac{\omega_1}{1-s_2}$, індукує у вихідній обмотці ЕРС частоти $f_2 = f_1 \frac{p_2 (1-s_1)}{p_1 (1-s_2)}$ при ковзанні $s_2 < 0$ генераторного режиму вхідної обмотки.

Додаткова обмотка у вторинному колі АТ послідовно з'єднана з ємністю C_Δ . Вторинну обмотку АТ шунтують додатковою ємністю C_K . Відповідно зростає і виробіток реактивної потужності послідовною у вторинному колі АТ ємністю C_Δ і ємністю C_K , яка шунтує додаткову обмотку. При відносно більшій напрузі $U_\Delta \approx U_2$ малої шунтуючої ємності C_K перевага у виробітку реактивної потужності з ростом навантаження АПЧ віддається їй, що запобігає розмагнічуванню АПЧ при навантаженні і зниженню його вихідної напруги і частоти. Подвійне внутрішнє збудження АПЧ забезпечує стабілізацію вихідної напруги і частоти при їх заданих допустимих відхиленнях не більше $\pm 5\%$ при зміні навантаження. Такий АПЧ здатний задовільно працювати навіть за динамічного накиду навантаження співставної із ним потужності.

Перелік джерел посилань

1. Чуєнко Р.М. Практикум з електричних машин: навчальний посібник / Р.М. Чуєнко. – К.: Видавництво «Компрінт», 2017. – 462 с.

УДК 621.362.1

14. ЗАСТОСУВАННЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ» МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ

Бунько В.Я.¹, к.т.н., доцент; Козирський В.В.², д.т.н., професор, директор Технопарку «Innovations and SMA technologies» компанії ALOTEK technology

¹Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани, Україна.

²ALOTEK technology, Польща.

Створення нових матеріалів і способів їх отримання завжди залишається однією з ключових наукових і прикладних задач, орієнтованих на розвиток сучасної техніки і технологій. Більшість металевих і неметалевих матеріалів, що традиційно застосовуються для виготовлення технічних та медичних виробів, мають або конструкційні, або функціональні властивості, що негативно впливає на їх широке використання. Представниками одночасно функціональних і конструкційних матеріалів є металеві сплави з термопружними мартенситними перетвореннями (ТМП) і зумовленими ними ефектами пам'яті форми (ЕПФ) [1].

Ефект пам'яті форми може бути заданий, наприклад, прутку спеціального металу за високої температури. Після охолодження пруток з

високотемпературного стану, названого аустенітним, переходить в охолоджений стан, названий мартенситним. Різниця цих двох станів полягає у відмінності кристалічних решіток матеріалу, при цьому обидва стани стабільні при відповідних температурах [2].

Ефект «пам'яті форми» притаманний сплавам на основі Ni-Ti, Pt-Ti, Pt-Ga, Pt-Al та ін.

Особливістю виконавчих елементів зі сплавів з пам'яттю є їх мініатюрність. Це зумовлено простотою механізму їх дії, а також тим, що елемент складається з одного сплаву. На роботу таких виконавчих механізмів не впливає середовище або атмосфера, а впливає лише температура. Отже, можлива робота цих елементів в таких середовищах, як вакуум або вода, при цьому немає потреби в герметизованому вузлі, як, наприклад, для забезпечення роботи в таких середовищах двигунів інших принципів дії [2].

Таким чином, матеріали з ефектом пам'яті форми можуть застосовуватися в теплових двигунах, що використовують різницю температур двох середовищ, наприклад - гарячої та холодної води.

Перелік джерел посилань

1. [https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11688/1/250\(1\).pdf](https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11688/1/250(1).pdf) (дата звернення 02.10.2023)

2. Філяшкін М.К. Мікроелектромеханічні системи: Навч. посібник. К.: НАУ, 2019. 276 с.

УДК 62 - 83 : 621. 313. 333

15. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПУСКУ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Для визначення впливу внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності на величину струмів обмотки статора та електромагнітний момент компенсованого асинхронного двигуна під час його пуску розроблено математичною моделлю [1, 2] в обчислювальному комплексі MATLAB – SIMULINK була створена віртуальна модель для дослідження компенсованих асинхронних двигунів (рис. 1). До складу моделі входять досліджуваний КАД (CAD), джерело змінної трифазної напруги (Voltage source), блок для задання механічного моменту на валу двигуна (Load Mechanical Torque), універсальний блок вимірювання параметрів двигуна та осцилографи.

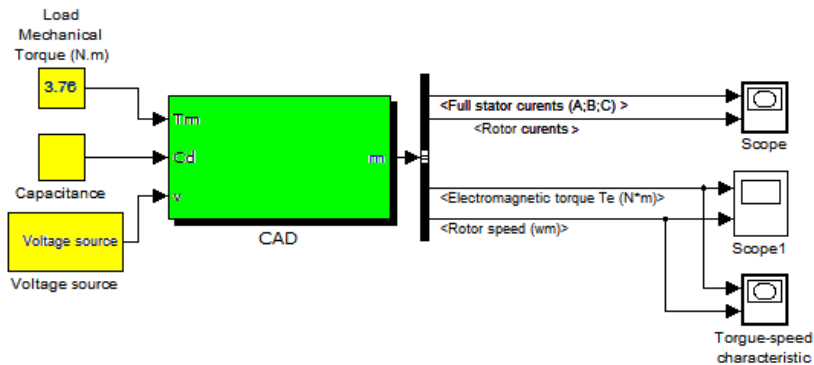


Рис. 1 – Віртуальна модель для дослідження перехідних процесів в КАД

Характер розрахункових осцилограм пуску компенсованого асинхронного двигуна (рис. 2) відповідає фізичним уявленням щодо динаміки пуску двигуна. Зокрема спостерігаються коливання струму статора, які після завершення розгону ротора закінчуються протіканням номінального струму. Спостерігаються також коливання електромагнітного моменту і частоти обертання ротора. Оскільки розглядається пуск КАД за номінального моменту опору на валу, то після завершення розгону електромагнітний момент також дорівнює номінальному.

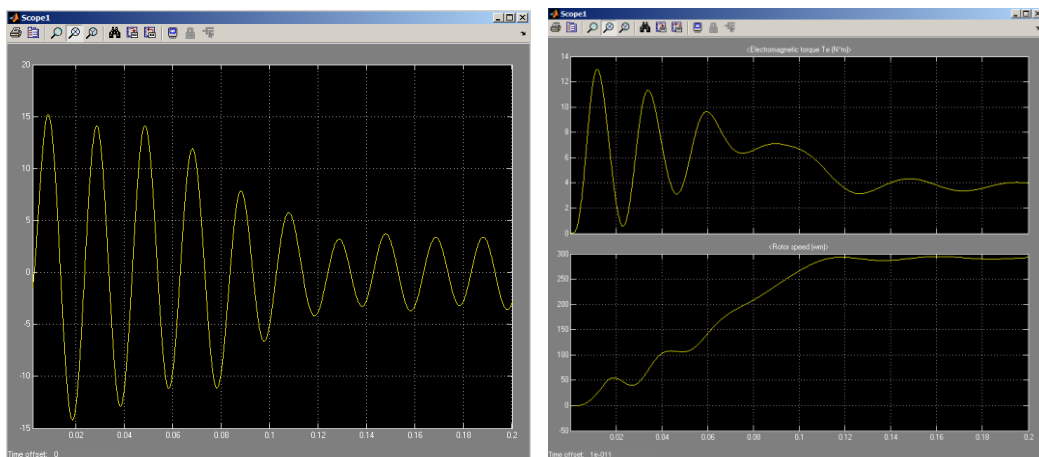


Рис. 4 – Осцилограма струму статора, електромагнітного моменту та частоти обертання КАД

Відношення амплітуди пускового струму до номінального складає $I_{1max}/I_{1y} = 15,2 / 3,4 = 4,47$, а пускового моменту $M_{max}/M_y = 13 / 3,76 = 3,45$. Наведені результати збігаються із розрахунковими значеннями даних відношень для струмів $I_{1max}/I_{1y} = 16,1 / 3,7 = 4,35$ та моментів $M_{max}/M_y = 12,8 / 3,54 = 3,61$.

Виконання компенсованого асинхронного двигуна за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності, не призводить до недопустимого збільшення пускового струму та електромагнітного моменту, величини яких призводили б до

зменшення експлуатаційного ресурсу КАД у порівнянні з аналогічним серійним асинхронним двигуном.

Перелік джерел посилань

1. Мишин В.И. Эффект внутренней емкостной компенсации реактивной мощности в асинхронных двигателях / Мишин В.И., Чуенко Р.Н., Гаврилюк В.В // Электротехника. – 2009. №8. – С. 30 – 36.

2. Методика розрахунку характеристик компенсованого асинхронного двигуна у несиметричних режимах / Чуенко Р.М., Гаврилюк В.В // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2011. – Вип. 166. – С. 261 -268.

УДК 62 - 83 : 621. 313. 333

16. ОДНОФАЗНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН ІЗ ВНУТРІШНЬОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Відомий трифазний асинхронний електродвигун [1, 2], принцип дії якого заснований на використанні обертового магнітного поля m -фазної (коли $m \geq 2$) системи струмів, є конструктивно простим, дешевим та надійним. Проте умови створення обертового магнітного поля обумовлюють низку недоліків такого двигуна, головним із яких є споживання ним двох видів електричних потужностей – активної та реактивної. Ще більш вагомими недоліками мають однофазні асинхронні двигуни, які за однофазного живлення створюють пульсуюче магнітне поле за нульового пускового моменту. Коефіцієнт корисної дії та коефіцієнт потужності однофазного асинхронного двигуна є ще нижчими, ніж у трифазного.

Метою досліджень є розробка засобів для покращання енергетичних показників однофазного конденсаторного асинхронного двигуна шляхом перетворення його на двофазний із використанням фазозсувного елемента у вигляді конденсатора електричної ємності. Загальна обмотка статора однофазного компенсованого асинхронного двигуна складається із двох окремих обмоток, які вмикаються за схемою поворотного АТ на електричну ємність. Поте на відміну від трифазного асинхронного двигуна, де величина кута просторового зміщення обмоток одна відносно одної становить 30° , в однофазному конденсаторному асинхронному двигуні 90° . При цьому відбувається подвоєння кількості фаз однофазного конденсаторного двигуна, чим забезпечується створення обертового магнітного поля та пускового моменту з його збільшенням від нуля до деякої величини M'_n (рис. 1, а), яка є більшою за величину пускового моменту базового двигуна, та можливістю

запуску однофазного компенсованого асинхронного двигуна за відносно малого навантаження (до 0,5 від номінального).

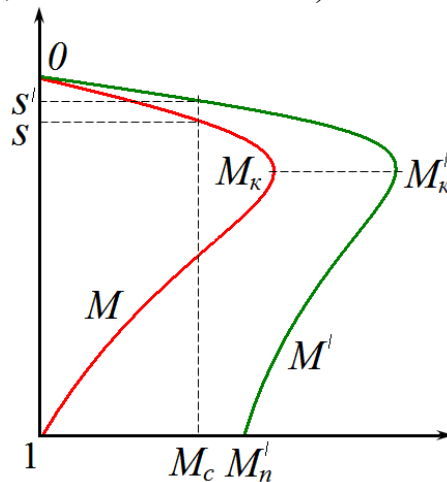


Рис. 1 – Механічні характеристики однофазного двигуна $M(s)$ і однофазного конденсаторного (компенсованого) двигуна ($M'(s')$) (а) та трифазного базового асинхронного двигуна $M(s)$ і КАД ($M'(s')$) (б)

Використання внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності в однофазному асинхронному двигуні дозволяє підвищити його енергетичну ефективність та покращити його пуско-регулювальні характеристики.

Перелік джерел посилань

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник /А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф В.И. Афонин, Е.А. Соболевская/ – М.: энергоиздат, 1982. – 504 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины / Вольдек А.И. – Л.: Энергия, 1976. – 782 с.
3. Компенсовані асинхронні машини: монографія / [В.І. Мішин, В.В. Каплун, Р.М. Чуєнко та ін.]. – К.: КНУТД, 2012. – 221 с.
4. Копылов И.П. Электрические машины / Копылов И.П. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с.
5. Мишин В. И. Эффект внутренней емкостной компенсации реактивной мощности в асинхронном электродвигателе / Мишин В. И., Чуєнко Р. Н., Гаврилюк В. В. // Электротехника. –М., – 2009. – №8. – С. 30–36.

УДК 631.171:621.311

17. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

*Окушко О.В., к.т.н., доцент; Артисюк М.П.; Степанюк М.А., магістри
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, України*

Сучасний електропривод, що реалізує процеси електромеханічного перетворення енергії, який в основному базується на використанні як

приводних пристроїв асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором, конструктивно не складний. Разом з тим, спостерігається порівняно високий відсоток виходу з ладу вказаних електродвигунів, що обумовлено різними чинниками. Одним із яких є відсутність або незадовільний рівень технічного сервісу електродвигунів. Це пов'язано з невисоким впровадженням нових методів періодичного діагностування, так і з відсутністю достовірної і простої методики оцінки економічної ефективності впровадження періодичного діагностування.

Діагностування технічного стану електроприводів, у тому числі й електродвигунів дозволить:

- своєчасно попередити виникнення аварійних ситуацій;
- суттєво зменшити витрати на проведення ремонтних робіт;
- оцінити дійсний стан електроустаткування та визначити запас його працездатності;
- підготувати до введення в роботу систем безперервної діагностування й визначити залишковий ресурс електроустаткування

Тестове діагностування електрообладнання – основний вид виявлення дефектів. Воно визначило сформовану структуру технічного обслуговування і ремонту за регламентом. Однак таке діагностування сприяє не тільки попередженню розвитку різних дефектів, але і їх появі нових. Наприклад, при проведенні планових ремонтів електричних машин, після повного збирання електродвигун піддається високовольтним випробуванням, які створюють на ізоляцію електричної машини згубний вплив, викликаючи появу в обмотці мікродефектів, що розвиваються у процесі роботи електродвигуна. Крім того, кожне розбирання та збирання електродвигуна збільшує різні мікродефекти. Так, наприклад, компанією Baker нещодавно була розроблена багатфункціональна система діагностики ізоляції електричних машин AWA IV, яка виконує неруйнівний тест ізоляції за допомогою високовольтного імпульсного випробування.

Отже, для переходу з обслуговування та ремонту за регламентом на ремонт і обслуговування по фактичному стану необхідний ретельний технічний сервіс електрообладнання, причому, щоб підготуватися до ремонту, бажано завчасно виявити усі дефекти, що впливають на ресурс, задовго до відмови.

Перелік джерел посилань

1. Закладний О.М. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів / О.М. Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний // Промелектро. – 2010 - №4. – с. 36 – 40.

2. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозйственном производстве / В.В. Овчаров. – К.: Из-во УСХА, 1990. – 168с.

3. Лут М.Т., Наливайко В.А., Радько І.П. Діагностування енергетичного

обладнання: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. – 590 с.

4. Лут М.Т., Радько І.П., Волошин С.М. Технології обслуговування та ремонту енергообладнання й засобів автоматизації / М.Т.Лут, І.П.Радько, С.М. Волошин. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 878 с.

УДК 62 - 83 : 621. 313. 333

18. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРІЙНОГО І КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Важливе практичне значення має розрахунок та аналіз механічних характеристик компенсованих асинхронних двигунів (КАД). Точність розрахунку механічної характеристики КАД багато в чому залежить від точності розрахунку струмів короткозамкненої обмотки ротора. На розподіл і величину струмів ротора суттєво впливає ефект витіснення вихрових струмів в масивних стрижнях ротора, який в різній мірі проявляється при різних ковзаннях ротора. В класичній теорії електричних машин дана задача розв'язується за допомогою колової схеми заміщення машини. Причому урахування ефекту витіснення виконується шляхом корегування параметрів обмотки ротора в залежності від величини ковзання за допомогою поправочних коефіцієнтів, які отримано при аналітичному розв'язанні окремої задачі про проникнення магнітного поля в один ізольований паз ротора з масивним електропровідним провідником.

Мета роботи здійснити порівняльний аналіз механічних характеристик серійного асинхронного двигуна (АД) та КАД.

Проведено порівняльний аналіз механічних характеристик серійного АД типу АИР71В2 та розробленого на його основі КАД. Характеристики обох двигунів розраховані польовим методом. Для розрахунку механічних характеристик використовувалася задана залежність струму в обмотці статора від ковзання. Дана залежність отримана попередніми розрахунками з використанням відомих значень параметрів і схеми заміщення короткозамкненого АД.

Результати порівняльного аналізу механічних характеристик серійного АИР71В2 і КАД зображено на рис. 1.

Механічна характеристика КАД має кращі показники ніж у серійного АИР71В2. На більшій частині характеристики крива КАД проходить вище за криву механічної характеристики АИР71В2. Зокрема, механічна характеристик КАД має вищий на 7% максимальний електромагнітний момент і вищий на 8% пусковий момент.

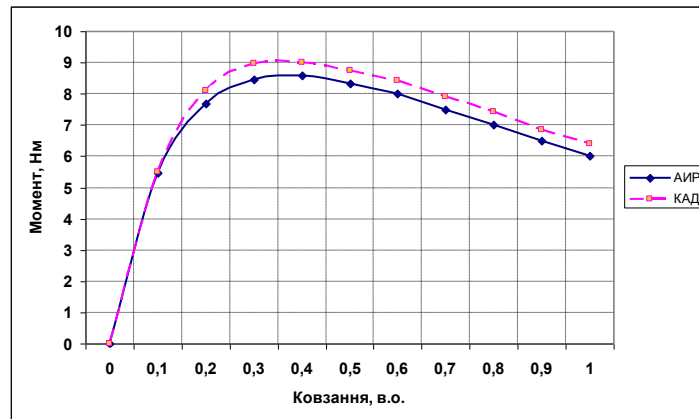


Рис. 1 – Механічні характеристики серійного АД та КАД

Висновки. КАД має більш синусоїдний розподіл магнітного поля в повітряному проміжку (більшу амплітуду першої гармоніки магнітної індукції) завдяки наявності дванадцятизонної структури обмотки статора КАД. Покращення форми магнітного поля спричиняє більш ефективне електромеханічне перетворення енергії в КАД у тому числі і при пуску. Це сприяє перш за все покращенню динамічних показників КАД: збільшення миттєвих значень електромагнітного моменту КАД на протязі пуску двигуна призводить до зменшення часу пуску КАД.

Перелік джерел посилань

1. Васьковський Ю.М. Польовий аналіз електричних машин / Васьковський Ю.М. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 192 с. – (Навчальний посібник).
2. Васьковський Ю.М. Математичне моделювання електромагнітного поля компенсованого асинхронного двигуна / Васьковський Ю.М., Чуєнко Р.М. // Електротехніка і електромеханіка. – 2012. №2. – 26-30.

УДК 621.314

19. ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНІКИ НА РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Васюк В. В.¹, к.т.н., доцент; Яцела С. В.², викладач II кваліфікаційної категорії

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

²*Прилуцький технічний фаховий коледж, м. Прилуки, Україна*

Експлуатаційні характеристики - це властивості, які описують процеси зміни параметрів об'єктів техніки під час їх експлуатації та необхідні операції, які слід виконувати для забезпечення правильної роботи об'єктів під час їх технічної експлуатації. До експлуатаційних характеристик техніки

включають: готовність до використання, надійність, експлуатаційна технологічність, можливість контролю, стандартизація та уніфікація, автономність, транспортабельність та здатність до базування, а також ергономічність. Показником готовності об'єкта до застосування є ймовірність його готовності до застосування в заданий момент часу:

$$P_{\Gamma} = P_{\text{рем}} \cdot P_{\text{пр}} \cdot P_{\text{рес}} \cdot P_{\text{підг}},$$

де $P_{\text{рем}}$ – ймовірність того, що на об'єкті до заданого моменту часу виконано усі ремонтні роботи; $P_{\text{пр}}$ – ймовірність, того що на об'єкті до заданого моменту часу виконано усі профілактичні роботи і усунуті усі виявлені несправності; $P_{\text{рес}}$ – ймовірність наявності у об'єкта ресурсу, на менш заданого; $P_{\text{підг}}$ – ймовірність того, що до заданого моменту часу об'єкт буде підготовлений до застосування.

Ймовірність наявності на об'єкті потрібного залишку ресурсу зад t визначається за формулою:

$$P_{\text{рес}}(t_{\text{зад}}) = \int_0^{t_{\text{зад}}} f(t_{\text{напр}}) dt_{\text{напр}},$$

де $f(t_{\text{напр}})$ – щільність розподілу напрацювання об'єкта; $t_{\text{зад}} = \Theta \cdot t_R, t_R$ – встановлений (призначений) ресурс об'єкта; Θ – припустимий запас (залишок) ресурсу об'єкта.

Ймовірність своєчасної підготовки об'єкта до застосування визначається за формулою:

$$P_{\text{підг}} = P_0(t_{\text{п}}) \cdot P_{\text{св}}(t_{\text{п}}) + [1 - P_0(t_{\text{п}})] P_{\text{в}}(t_{\text{п}}) \cdot P_{\text{св}}(t_{\text{п}}),$$

де $P_0(t_{\text{п}})$, $P_{\text{св}}(t_{\text{п}})$, $P_{\text{в}}(t_{\text{п}})$ – відповідно ймовірності безвідмовної роботи, своєчасної підготовки і відновлювання об'єкта за час підготовки $t_{\text{п}}$. [1, 2, 3].

Показники надійності об'єктів включають в себе характеристики їх безвідмовності (ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи) та довговічності (середній ресурс, гамма-відсотковий ресурс, середній термін служби, гамма-відсотковий термін служби), а також показники ремонтпридатності (ймовірність відновлення за певний час, інтенсивність відновлення, середній час відновлення) та збережуваності (середній термін збережування, гамма-відсотковий термін збережування). Показники експлуатаційної технологічності включають питому трудомісткість технічного обслуговування, питому вартість технічного обслуговування, ймовірність відновлення працездатного стану об'єкта за визначений час та середній час відновлення.

На практиці часто використовують декілька показників для оцінки ефективності техніки. Ця комплексна оцінка вимагає об'єднання кількох показників в один загальний показник або критерій. Наприклад, важливо "досягнути максимальний ефект при визначених витратах або мінімальних

витратах". Вирішення цього завдання полягає у визначенні вагових коефіцієнтів для кожного показника ефективності. Залежності [1, 2] відображають вплив експлуатаційних факторів на експлуатаційні характеристики техніки, а також вплив окремих показників експлуатаційних характеристик на ефективність використання техніки. На практиці часто ефективність техніки оцінюють за кількома показниками. Для комплексної оцінки ефективності потрібно штучно об'єднати декілька показників в один загальний показник (критерій). Наприклад, однією з конкретних задач є "досягнення максимального ефекту за заданих витрат або при мінімальних витратах". У цьому випадку оцінка практичної оптимальності об'єктів полягає в визначенні коефіцієнтів важливості (вагових коефіцієнтів) окремих показників ефективності. Практична оптимальність системи може бути визначена основним показником якості системи, який обирається враховуючи їх призначення. Оцінка практичної оптимальності систем може бути здійснена на основі основного показника якості системи, який вибирається залежно від їхнього призначення. Отже, оцінка впливу експлуатаційних характеристик техніки на ефективність її застосування відноситься до методів вирішення багатокритеріальних задач оптимізації. Вибір основного показника ефективності залежить від призначення об'єкта техніки, а концептуальна складова рішення визначається особливостями призначення цього об'єкта.

Перелік джерел посилань

1. Щепотьєв О. І. Надійність технічних систем і техногенні ризики / О. І. Щепотьєв, А. В. Жильцов. – К.: ЦП "Компринт", 2015. - 561 с.
2. Щепотьєв О. І. Експлуатаційна надійність техніки / О.І. Щепотьєв, А.В. Жильцов, В.В. Васюк – К.: ЦТІ «Аграр Медіа Груп» 2016. – 507 с
3. Щепотьєв О. І. Методи забезпечення достовірності наукових досліджень [Електронний ресурс] / О. І. Щепотьєв, А. В. Жильцов, В. В. Васюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. – 2013. – Вип. 184(1). – С. 201-208

УДК 620.179:621.373.5

20. ПАРАМЕТРИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Васюк В.В., к.т.н., доцент; Салюк Д.О., магістрант

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

Один із перспективних методів зменшення залишкових напружень включає в себе електропластичну деформацію. Цей метод застосовується при досягненні густини струму в металі понад 10^9 А/м² та накладанні стискаючих сил на рівні 20 кН. У таких умовах спостерігається ефект

електропластичності, що полягає у розслабленні напружено-деформованого стану металевих матеріалів.

Для проведення електродинамічної обробки рекомендується використовувати електромеханічний перетворювач індукційного типу. Цей перетворювач передає імпульс сили в метал за допомогою металевого електрода.

Мета цієї роботи полягає в розрахунках геометричних характеристик диску, необхідних для досягнення визначеної вище сили взаємодії струму в котушці та вихрових струмів, що вони викликають в масивному диску. Величина розрядного струму і його тривалість визначається електричними параметрами розрядного кола: активним опором, індуктивністю, ємністю та напругою. Сила електродинамічного притискання електрода до металеві поверхні залежить від величини розрядного струму, який у свою чергу залежить від відношення конструктивних розмірів елементів розрядного кола, таких як котушка індуктивності та масивний диск.

До геометричних параметрів котушки індуктивності відносяться: внутрішній діаметр, зовнішній діаметр, висота, кількість витків, коефіцієнт заповнення обмотки. Щодо диску, до його геометричних параметрів відносяться: внутрішній діаметр, зовнішній діаметр та товщина. Взаємозв'язок цих параметрів впливає на характер перехідного процесу в електричному колі та розподіл струмів. Обмеження на розміри котушки та диску визначаються габаритними характеристиками пристрою.

У роботах [1, 2, 3] була розроблена математична модель, що ґрунтується на редукції крайової задачі для рівнянь Максвелла до системи інтегральних рівнянь, які описують джерела магнітного поля, зокрема густину струмів у масивних тілах та густину простого шару електричних зарядів на границі масивних тіл. Ця модель була успішно використана у даній роботі для вирішення поставлених вище завдань.

На рис. 1 наведені криві рівних значень амплітуди електродинамічної сили (в кН), з якою масивний електропровідний диск відштовхується від котушки зі струмом в залежності від товщини диску (h) та його діаметра (d_2) для двох значень напруги на ємності – рис. 1 а при $U_c=500V$, рис. 1 б – $U_c=700V$. Розрахунок виконувався при наступних [1] параметрах електротехнічного комплексу для зниження залишкових напружень при застосуванні електродинамічної обробки

Аналіз залежностей, представлених на рисунках 1 а та 1 б, вказує на те, що електродинамічна сила залишається сталою після досягнення товщини диску більше 4 мм. Також нецільно збільшувати діаметр диску понад 100 мм. Отже, можна зробити висновок, що вибір діаметра диску, що перевищує розміри котушки, не призводить до збільшення електродинамічної сили.

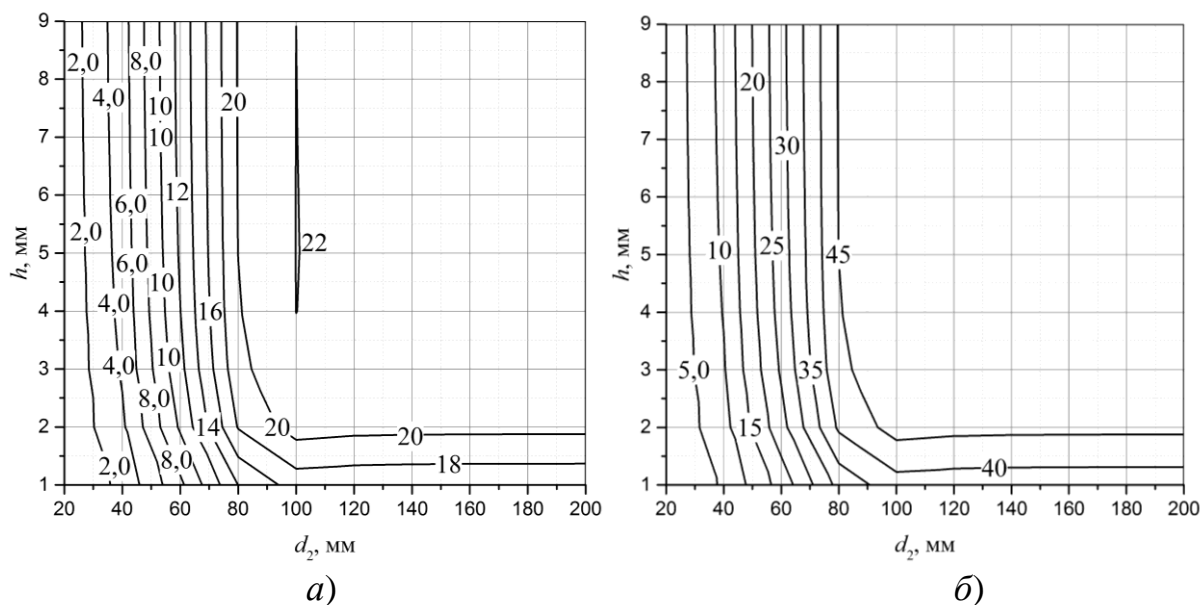


Рис. 1.

На основі математичного моделювання електрофізичних процесів у електромеханічному перетворювачі індукційного типу для електродинамічної обробки зварних з'єднань обґрунтовано оптимальні геометричні параметри масивного диску. Ці параметри сприяють створенню необхідних умов для зниження залишкових напружень у зварному шві.

Перелік джерел посилань

1. Кондратенко І.П. Математичне моделювання електрофізичних процесів в системах оперативного неруйнівного визначення залишкових напружень / І.П. Кондратенко, А.В. Жильцов, В.В. Васюк. // Технічна електродинаміка. – 2012. – №3. С. 21–22. Режим доступу до ресурсу: http://previous.techned.org.ua/2012_3/st8.pdf

2 Лобанов Л. М., Кондратенко І. П., Жильцов А. В., Карлов О. М., Пашин М. О., Васюк В. В., Ящук В. Я. Нестационарні електрофізичні процеси в системах зниження залишкових напружень зварних з'єднань // Технічна електродинаміка. 2016. № 6. С. 10–19. <https://doi.org/10.15407/techned2016.06.010>

3 Кондратенко І.П., Жильцов А.В., Пашин М.О., Васюк В.В. Вибір параметрів електромеханічного перетворювача індукційного типу для електродинамічної обробки зварних з'єднань // Технічна електродинаміка. 2017. № 5. С. 83–88 <http://doi.org/10.15407/techned2017.05.083>

УДК 631.15:33

21. РОЗРОБЛЕННЯ ВІБРОДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЗМІННОГО СТРУМУ

Васюк В. В., к.т.н., доцент; Антонюк Д. В., магістрант

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

Експлуатаційна надійність електричних машин змінного струму визначає ефективність їх використання та суттєво впливає на основні

економічні показники виробництва. Низька надійність електричних машин змінного струму, що часто спостерігається на практиці, призводить до значних витрат на непланові ремонти та непередбачені перерви в роботі обладнання. Сучасно у сільському господарстві особливу важливість має надійність електроприводів потужних дробарок, млинів, конвеєрів та вентиляторів. Це є невід'ємною складовою системи, яка забезпечує надійність електричних машин. Одним з ключових аспектів є кількісна оцінка надійності, яка здійснюється на основі інформації, що надходить в результаті спеціально організованих випробувань або під час експлуатації двигунів. Отже, головна мета даної роботи полягає у вирішенні завдань забезпечення надійності електричних машин змінного струму. Це є критично важливим як для електротехнічної промисловості, так і для сільського господарства загалом. Особлива увага приділяється забезпеченню працездатності електричних машин змінного струму, що використовуються у сільському господарстві, з використанням методів вібродіагностики.

Основні чинники, які впливають на працездатність асинхронних і синхронних двигунів, можна розподілити на дві основні групи: ті, що пов'язані з обмоткою, та ті, що відносяться до підшипників. У даній роботі зосереджено увагу на вивченні проблем, пов'язаних з діагностикою підшипникових вузлів і обертових механізмів.

Продовження експлуатаційного терміну електричних машин не вирішує основних завдань щодо забезпечення визначених показників ефективності. Зокрема, воно не дозволяє ефективно виявляти систематичні, стандартні (не випадкові) відмови та визначати їх причини. Для досягнення цих цілей важливо проводити діагностику та моніторинг електричних машин змінного струму. Це надасть можливість спрямовано збільшити вже встановлений термін служби та зберегти працездатність машин та їх окремих компонентів за граничних умов експлуатації. Одним з ефективних методів є вібродіагностика, оскільки вона дозволяє отримувати інформацію про технічний стан об'єкта та вживати необхідні заходи щодо усунення виявлених недоліків. Вібродіагностика дозволяє описувати об'єкт діагностики найменшою сукупністю параметрів стану, встановлювати кількісні зв'язки між параметрами стану та діагностичними показниками, виділяти найчутливіші діагностичні параметри, визначати межі зміни параметрів стану та діагностичних показників, а також встановлювати граничні значення діагностичних показників, які вказують на якісні зміни параметрів стану електричної машини. У таблиці 1 наведено результати вібродіагностики та способи усунення дефектів. Зазначено, що найбільша кількість дефектів пов'язана з пошкодженням підшипникових вузлів. Ефективні способи усунення несправностей в цьому випадку включають заміну підшипників, підшипникового вузла та у деяких випадках – електричної машини в цілому. Важливо враховувати, що ці заходи можуть

бути досить витратними, але своєчасна заміна дозволяє уникнути серйозних економічних збитків в разі аварійної зупинки обладнання.

Таблиця 1

Основні виявлені дефекти електричних машин змінного струму з допомогою вібродіагностики

№ п/п	Результати вібродіагностики	Способи усунення дефектів
1	Пошкодження підшипникових вузлів	Заміна підшипників або підшипникового вузла. Заміна електричної машини. Фіксація (стопоріння) підшипника
2	Дисбаланс	Балансування. Відновлення жорсткості. Підцентрування. Ревізія.
3	Розцентрування валів	Підцентрування.
4	Резонанс	Усунення дефектів опор. Заміна електричної машини. Посилення рами електричної машини.
5	Биття від приводу	Заміна або ревізія дефектного вузла.
6	Інші	Усунення дефекту (несправності)
7	Дефект монтажу	Усунення дефекту. новий монтаж
8	Радіальний прогин (вигин), вихід з ладу валу	Заміна валу

Вібродіагностика є ефективним методом для виявлення та моніторингу дефектів у електричних машинах. Цей підхід дозволяє вчасно виявляти та аналізувати розвиток дефектів, а також приймати рішення щодо обслуговування та ремонту обладнання, виходячи з критерію вібростійкості. У цьому контексті важливо зауважити, що чотири основні види дефектів – пошкодження підшипникових вузлів, дисбаланс, розцентрування валів та резонанс – складають понад 80% всіх дефектів, і їх належна увага має вирішальне значення для забезпечення працездатності електричних машин. Отже, вчасна та точна діагностика цих дефектів є ключовою для підтримання ефективності та надійності обладнання.

Перелік джерел посилань

1. Лут М.Т., Наливайко В.А., Радько І.П. Діагностування енергетичного обладнання: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Вид – во ТОВ «АграрМедіа Груп», 2014. – 590 с.

22. ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ

Васюк В. В., к.т.н., доцент; Бондарева П.Є., студентка ННІ ЕАЕ;

Бондарева Н.А., старший лаборант

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

Один з найважливіших видів контролю – допускний, полягає у встановленні співвідношень між значеннями параметру, що контролюється

та встановленими певним чином границями (допусками) на його відхилення. Так як вимірювальним пристроям властиві похибки, результати, вимірювань потребують кількісних характеристик, що відображають ступінь довіри до отриманих результатів.

Достовірність результатів контролю – це показник ступеня об’єктивного відображення результатами контролю дійсного технічного стану об’єкта контролю. Вона може бути уявлена у вигляді двох складових частин – методичної достовірності та інструментальної достовірності.

Достовірність контролю (діагностування) визначається наступним чином:

$$D_K = D_M \cdot D_{instr},$$

де D_M – методична достовірність контролю; D_{instr} – інструментальна достовірність контролю.

Методична достовірність визначається достовірністю алгоритму і достовірністю метода контролю.

Методична достовірність – складова достовірності контролю, яка визначається мінімальною сукупністю параметрів, які контролюються, методикою контролю та прийнятим сим в ній критеріями оцінки технічного стану об’єкта.

Величина методичної достовірності може бути визначена як відношення кількості інформації Jn_k , яка отримана в результаті обробки n_k ознак об’єкта, до апріорної ентропії об’єкта $H_o(N)$:

$$D_M = \frac{Jn_k}{H_o(N)} = \frac{H_o(N) - \prod_{i \in n_k} p_i \cdot H_o(N)}{H_o(N)}, \quad (1)$$

де $H_o(n_n) = - \prod_{i \in n_k} p_i \cdot \log_2 \prod_{i \in n_k} p_i - (1 - \prod_{i \in n_k} p_i) \log_2 (1 - \prod_{i \in n_k} p_i)$ – ентропія множини n_n ознак об’єкта, які не входять до складу n_n ознак; p_i – ймовірність отримання інформації об об’єкті при обробці інформації по i -ю ознаці; n_n – множина ознак об’єкта, за якими обробка інформації не здійснюється (інформація не відома); N – загальна кількість ознак.

Якщо $n = N$ то $D_M = 1,0$.

Інструментальна достовірність – складова достовірності результатів контролю, яка визначається ймовірнісними властивостями ознак об’єкта, видом алгоритму обробки ознак, точнісними характеристиками засобів вимірювання та ін.

При допусковому контролі «придатним» визначається об’єкт з параметрами, результати вимірювань яких знаходяться в межах заданих допущень, та «непридатним» – об’єкт з параметрами, результати вимірювання яких знаходяться не в межах.

Величина експлуатаційних меж встановлюється інструкцією з експлуатації чи іншими відповідними документами для тих параметрів об'єкта, які контролюються в умовах експлуатації. Межі – це встановлені досвідом або розрахунком границі для значень параметрів об'єкта, при яких він здатний виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники протягом необхідного часу при визначених умовах. При цьому допускається повна безвідмовність засобів контролю, а можливі результати контролю, обумовлені лише їх точнісними характеристиками і фактичним станом об'єкту контролю. У результаті здійснення контролю отримаємо або результат, який визначає об'єкт контролю придатним (результат контролю знаходиться в межах встановлених допусків) – випадок, або результат, який визначає об'єкт контролю непридатним (результат контролю знаходиться за межами встановлених допусків) – випадок. У силу властивих вимірювальним пристроям помилок вимірювання отримані результати не можуть розглядатися як абсолютні.

23. A STUDY OF ELECTROTHERMOMECHANICAL CONVERTER FOR TECHNOLOGICAL PURPOSES WITH NONLINEAR CHANGES IN THE LOADING AND COOLING MEDIUM

Mudryk K.¹, professor; Hutsol T.¹, professor; Zablodskiy N.², doctor of technical sciences, professor; Sorokin D.², PhD in technical sciences, associate professor; Usenko S.², PhD in technical sciences, associate professor

¹University of Agriculture in Krakow, Krakow, Poland

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Heavy temperature processes with high-temperature loads require optimisation of technological processes, ensuring high reliability and combining rotating parts of electric machines with actuators to achieve greater efficiency of electromechanical converters. The research aims to provide a theoretical justification and experimental confirmation of the effect of higher harmonics in the air gap under nonlinear changes in the temperature of the medium. The research is based on the basic principles of electrodynamics, heat and mass transfer, mathematical modelling by the finite element method, and experimental verification of multi-physical parameters. Based on the analysis of the differential equation for determining the increase in the surface temperature of a ferromagnetic rotor under conditions of nonlinear temperature changes in the environment surrounding the electromechanical converter, the regularities of the formation of the free and forced components of the instantaneous temperature values of the massive rotor are established. Depending on the mode of interaction between the load-cooling medium and the electromechanical part of the screw units, kinematic diagrams of single-mass and two-mass systems with variable or constant moments of inertia and stiffness were formed (Fig. 1).

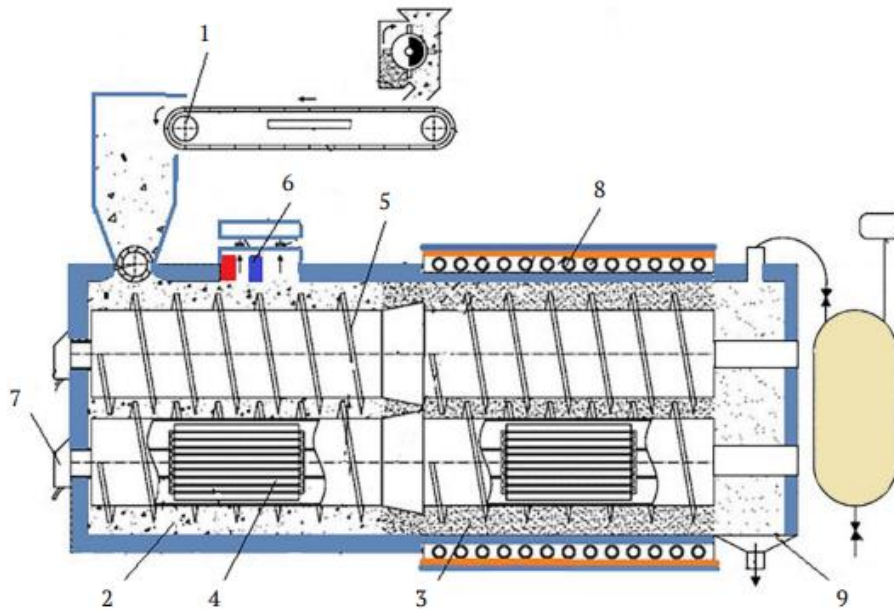


Fig 1. Design and technological scheme of a twin-screw electromechanical hydrolyser Note: 1 – loading device with magnetic and electrodynamic separators; 2, 3 – sealing and reaction working zones; 4 – cylindrical inductors of a rotating magnetic field; 5 – rotor screw; 6 – magnetic deaeration chamber for raw materials; 7 – power supply cable connection boxes; 8 – induction heating device with thermal insulation and electromagnetic shield; 9 – vacuum-pulse product unloading device

According to the size of the electromagnetic system of the experimental sample, a mathematical model for studying thermal and electromagnetic processes was built (Fig 2).

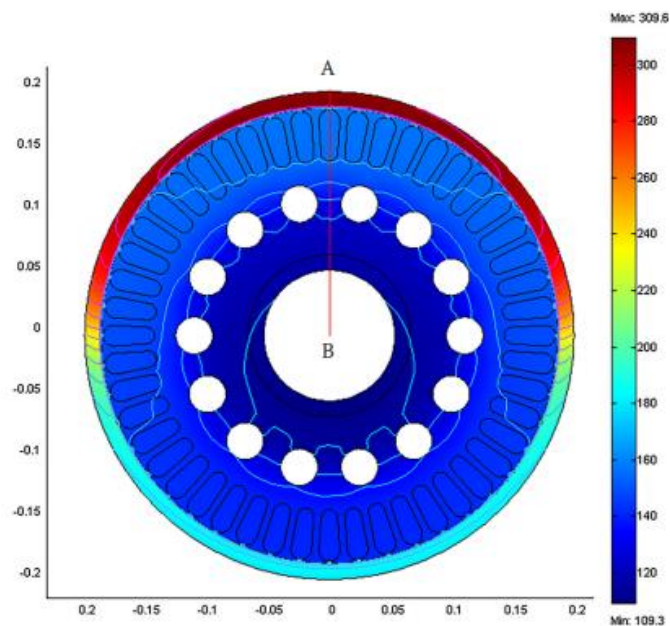


Fig. 2. Temperature distribution in the cross-section of an electric screw unit at a rotor speed of 10 rpm in the mode of gradual filling of the screw

The regularities of the spatial distribution of the temperature of the screw electromechanical unit are determined (Fig 3).

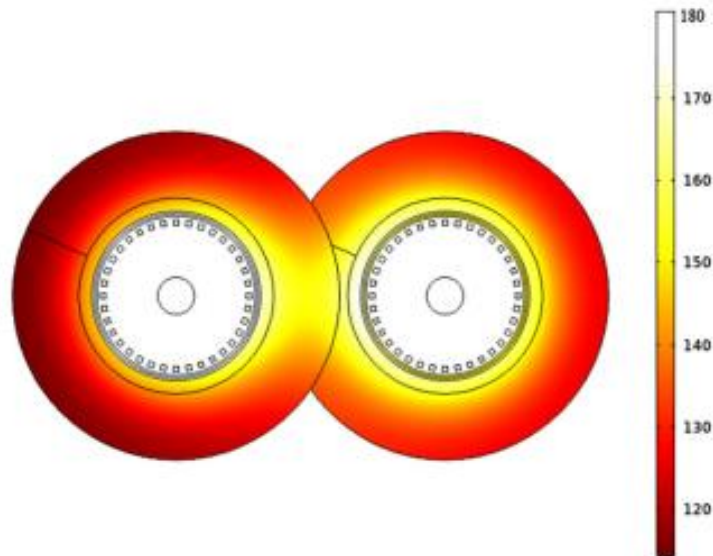


Fig. 3. Heating of electromagnetic parts of a twin-screw electromechanical hydrolyser

The spectra of higher harmonics of voltage and current in the frequency range from 0 to 50 kHz have been experimentally determined, which confirms the presence of the effect of generating higher harmonics when the temperature of the medium surrounding the rotor screw changes.

The detected harmonic spectrum affects both the formation of the dynamics of the rotating system and additional thermal power while increasing the overall efficiency of the screw electromechanical converter.

The practical value of the obtained results lies in the possibility of predicting the optimal indicators of interrelated electromagnetic and heat exchange processes in screw electromechanical converters for technological purposes

List of link sources

1. Mudryk, K., Hutsol, T., Zablodskiy, M., Sorokin, D., & Usenko, S. (2023). A study of electrothermomechanical converter for technological purposes with nonlinear changes in the loading and cooling medium. *Machinery & Energetics*, 14(2), 9-22. <https://doi.org/10.31548/machinery/2.2023.09>

24. THE SCREW-TYPE ELECTROTHERMOMECHANICAL CONVERTER AS A SOURCE OF MULTIPHYSICAL INFLUENCE ON THE TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT

Junge S.¹, doctor of technical sciences, professor; Zablodskiy N.², doctor of technical sciences, professor; Zaiets N.², doctor of technical sciences, professor; Chuenko R.², PhD in technical sciences, associate professor; Kovalchuk S.², postgraduate student

¹*Berlin University of Applied Sciences, Berlin, Germany*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

In ensuring the reliability of electromechanical converters in harsh conditions, the problem of increasing the energy efficiency of their application through structural, functional, and thermal integration with the technological environment is present.

Thus, the research aims to determine the conditions of the direct multiphysical impact of a screw-type electromechanical converter on the technological environment (Fig 1).

The method used is based on determining the list of features of screw-type electromechanical converters using the Comsol Multiphysics software, and a combination of three-dimensional and two-dimensional finite element models limited to the rotor with the inclusion of blades in the computational domain (Fig. 2).

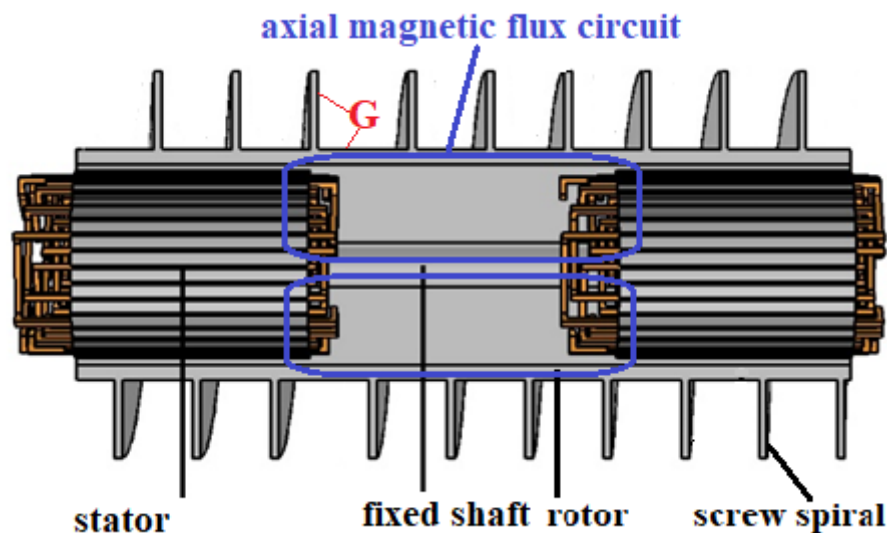


Figure 1. The SEMC (screw electromechanical converters) electromagnetic system

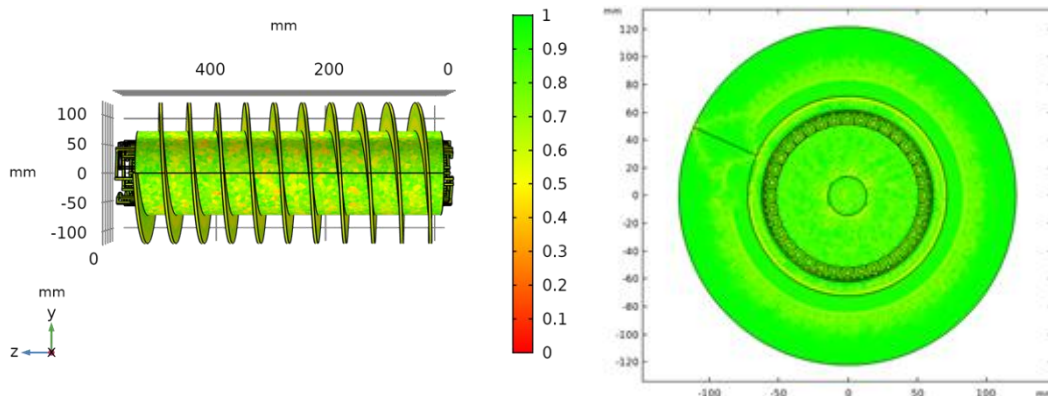


Fig. 2. Finite element mesh in the design domain

Two variants of forming an algorithm for the multiphysical impact on the technological environment were studied: local concentration of the impact in certain areas of the rotor and uniform distribution along the rotor surface of temperature, pressure, magnetic induction, and electric field strength. The regularities of the distribution of magnetic induction on the outer surface of the ferromagnetic rotor at different azimuthal locations of the frontal parts of adjacent stators have been established. The distribution of the normal component of the magnetic flux density at the contact with the process medium in the form of rutile product or ilmenite concentrate is determined (Fig. 3).

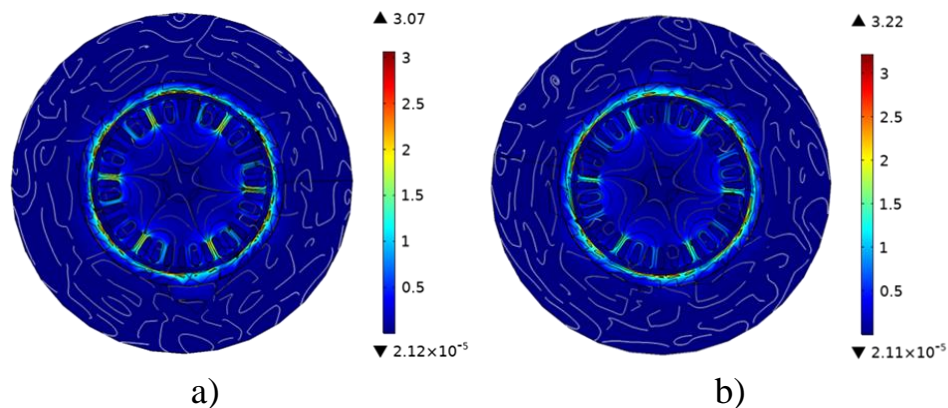


Fig. 3. Magnetic flux density during SEMC operation: a) - with rutile product; b) - with ilmenite concentrate

The consumed electric energy is distributed in the stator tooth zone and the zone of electromagnetic field penetration into the rotor Fig. 4.

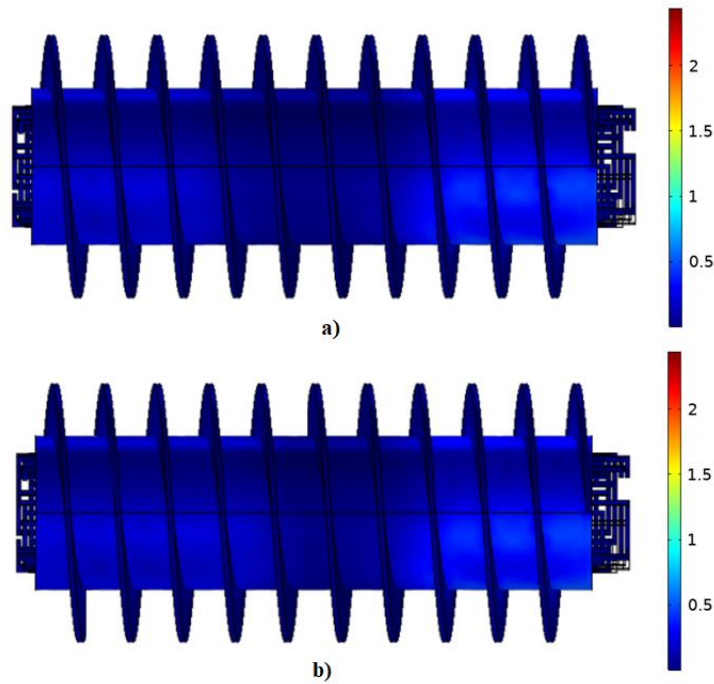


Fig. 4. Three-dimensional image of the magnetic field induction distribution on the rotor surface with different azimuthal arrangements of the stator frontal parts: a) – arbitrary azimuthal location of the frontal parts of adjacent stators; b) – magnetic fluxes of the frontal parts of adjacent stators coordinated in space and time

Eddy currents are concentrated at the penetration depth from the rotor's inner surface, with the penetration depth depending on the thermal state and sliding mode. The electric field intensity on the rotor's outer surface reaches 0.8 V/m in the areas opposite the stator crowns and depends on the current activity of the phases at a given moment. Controlling the thermal and speed regime of the rotor can be used to create conditions for bioenergy stimulation on its surface in places of contact with the medium or to support the process of electrode heating of the technological medium.

The adequacy of the mathematical models proposed for numerical modelling to the experimental data of the prototype of the screw electromechanical converter was confirmed, with deviations not exceeding 9.5%. The obtained results can be used to predict the optimal indicators of electromagnetic and heat transfer processes in screw electromechanical converters associated with the technological environment.

СЕКЦІЯ 6. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.515.1

1. КОНТАКТНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ В ТУРБОКОМПРЕСОРАХ

*Замицький О.В.¹, д.т.н., професор; Ільченко О.В.¹, асистент
¹Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна*

В енергетиці, а також в хімічній, металургійній, харчовій промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, мінеральних добрив широко поширення отримали апарати, в яких відбувається безпосередньо змішування газоподібного і рідкого теплоносіїв. Такі апарати отримали назву контактні теплообмінники.

Область застосування подібних апаратів досить широка: нагрівання, охолодження, зволоження, осушка газу, золо- і пиловловлювання, абсорбція окремих компонентів, ректифікація тощо.

Основними особливостями контактних теплообмінників є:

- процеси охолодження або нагрівання середовищ супроводжуються масообміном; при цьому тепло- і масообмін між теплоносіями здійснюється без розділяючої поверхні між ними;

- нагрів або охолодження середовища відбувається до заданої температурної межі, після досягнення якої встановлюється динамічний баланс;

- нормальна робота теплообмінника можлива у відносно вузькому діапазоні, що визначає параметри конструкції апарату, співвідношення витрат середовищ, їх взаємним напрямком, швидкостями, способами розподілу, уносом та іншими факторами.

До переваг контактних теплообмінників можна віднести простоту конструкції, інтенсивність тепло- і масообміну, розвинені поверхні контакту фази, що, в свою чергу, обумовлює малі габарити апаратів, більші об'ємні витрати оброблюваного газу, відсутність відкладень, зниження корозійно-ерозійного зносу та металосмістості, підвищення надійності та температури нагрівання теплоносіїв.

У якості недоліків контактних теплообмінників відзначити слід забруднення одного теплоносія іншим (що часто звужує області використання теплоносіїв), обмеженість граничної температури охолодження і нагріву середовищ, суттєві втрати температурного напору, складність організації рівномірного розподілу потоків.

За конструктивними ознаками контактні теплообмінники поділяють на порожнисті, з трубою Вентурі, занурювального горіння, тарілчасті,

барботажні, із зустрічними струменями, з нерухомою, рухомою і регулярною насадкою, із зовнішнім підведенням енергії.

Найбільш перспективним тепломасообмінним апаратом для охолодження турбокомпресорів є труба Вентурі – відцентровий сепаратор [1]. Такий апарат поєднує достатньо високу ефективність тепломасообміну і відносно невеликий гідравлічний опір.

Контактний охолоджувач повітря включає в себе змішувальний пристрій у вигляді труби Вентурі, сепаратор крапельної вологи і поплавковий регулятор рівня. Холодну воду подають в змішувальний пристрій, де вона розпорошується потоком нагрітого повітря та змішується з ним. В утвореній повітряно-водяній суміші відбувається інтенсивний тепломасообмін, при якому повітря охолоджується, а вода нагрівається. У сепараторі крапельна вода центробіжною силою відкидається до периферії і з частиною повітря поступає через кишню у вільний простір. Там швидкість повітря зменшуючись становиться нижче величини витання крапель, після цього воно зливається з головним потоком сухого охолодженого повітря. Вода, відокремлена в сепараторі, самопливом потрапляє у регулятор рівня, що забезпечує відведення її в градирню для охолодження з підтримкою гідравлічного затвора.

Перелік джерел посилань

1. Замицький О.В., Ільченко О.В. Дослідження сучасних методів охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах. Вісник Криворізького національного університету. Кривий Ріг, 2021. № 53. С.107–112.

УДК 620.697

2. НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ З МАЙЖЕ НУЛЬОВИМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ

Каплун В.В. д.т.н., професор; Антипов Є.О., Макаревич С.С., Шеліманова О.В. к.т.н., доценти

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

Необхідність використання відновлюваних джерел енергії та цифрових технологій у будівельному секторі декларується у відповідних Директивах та Регламентах ЄС [1]. Ці технології відіграють важливу роль у вирішенні питання подолання енергетичної кризи в Європі та у досягненні цільових показників скорочення викидів парникових газів (повної декарбонізації будівельного фонду до 2050 року). Особливої ваги набуває стратегія «зеленого переходу» в Україні [2] з огляду на необхідність здобуття дійсної енергетичної незалежності. Енергетичні трансформації одночасно стануть і значним викликом, і

можливістю співпраці України в рамках Енергетичного Співтовариства, з урахуванням стратегічного курсу до повноцінного членства нашої держави в Європейському Союзі.

З вересня 2023 року фахівці ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження долучились до проєкту «New Skills for Nearly Zero Energy Buildings» (Нові навички для будівель з майже нульовим енергоспоживанням) за програмою LIFE (підпрограма «Перехід до чистої енергії»)

Основна мета проєкту NS4nZEBs полягає в тому, щоб збільшити кількість кваліфікованих фахівців у сферах фотоелектричних, інтелектуальних електричних систем і систем тепlopостачання в будівлях на всіх рівнях їх розбудови, експлуатації та обслуговування.

Цієї мети буде досягнуто шляхом розробки нових та модернізації існуючих навчальних програм підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів для здобуття ними необхідних навичок успішного впровадження будівель (майже) з нульовим енергоспоживанням, Розширення масштабів реконструкції існуючих будівель, розгортання ефективних систем опалення та охолодження на основі відновлюваних джерел, зокрема теплових насосів, поступове виведення котлів на основі викопного палива – все це сприятиме поступовому усуненню залежності ЄС від імпорту викопного палива. відповідно до сигналів в рамках плану REPowerEU

Перелік джерел посилань

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. Проєкт Національного плану дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 року <https://vse.energy/news/pek-news/1948-npd-ve-30>

3. REPowerEU plan <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

УДК 532.516: 536.24

3. ДИНАМІКА ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ І ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ ВОЛОГО-ТЕПЛОВІЙ ОБРОБЦІ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

Сорокова Н.М.¹, д.т.н., с.н.с.; Дідур В.В.² д.т.н., професор; Variny M³, PhD, Associate professor.

¹ НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ

² Уманський національний університет садівництва, Україна, м. Умань

³ Slovak University of Technology, Slovakia, Bratislava.

Складовим процесом технології виробництва рослинної олії механічним способом є обсмажування подрібненого насіння олійних культур. Смаження

створює оптимальну структуру насіння для покращення якості олії і підвищення її виходу [1], та проходить в два етапи: нагрівання і зволоження подрібненого насіння вологою насиченою парою, подальше поступове підігрівання шляхом кондуктивного теплопідведення, при якому сировина (мятка) пропарюється і підсушується. При цьому слід жорстко дотримуватись температурно-вологісного режиму обробки. Режими жаріння визначаються закономірностями тепломасопереносу і фазових перетворень в дисперсному пористому шарі мятки. Дослідження динаміки цих процесів можливо методом математичного моделювання. Смаження здійснюється у багаточанних циліндричних жаровнях безперервного дії (Рис.1). Чани представляють турбінні мішалки з плоскими лопатками біля порожнистих днищ. В днища подається волога насичена пара та, конденсуючись на внутрішніх поверхнях, нагріває сировину.

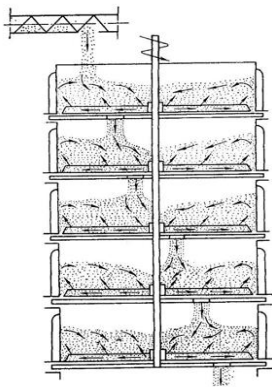


Рис 1. Схема жаровні

В першому чані мятка обробляється парою, а в решті чанів проходить процес жаріння. М'ятка являє собою дисперсну колоїдну капілярно-пористу систему, структура якої характеризується пористістю Π частинок подрібненого насіння і порозністю $\epsilon_{ш}$ шару, що частинки утворюють. Олійна сировина є термолабільним матеріалом, для якого важливо не допускати підвищення температури вище гранично допустимих для нього значень. Найбільш критичними в цьому відношенні є граничні поверхні, що контактують з джерелом теплової енергії.

В [2] було розроблено математичну модель і чисельний метод розрахунку динаміки жаріння олійної сировини для зазначеного типу жаровень (рис. 1). Вони дозволяють визначати зміну температури та об'ємних концентрацій кожного компонента в будь-якій точці дисперсного шару в довільний момент часу, а також тривалість процесу жаріння в кожному чані і загальний час обробки, в залежності від початкових параметрів і кінцевих, які слід досягнути. В даній роботі вирішена задача динаміки зволоження дисперсного шару подрібненого олійного насіння насиченою парою в першому чані жаровні. Математична модель дифузійно-фільтраційного тепломасопереносу включає рівняння енергії записане для системи в цілому, і рівняння масопереносу для рідини, пари і повітряної фази в дисперсному шарі з пористих частинок подрібненого насіння. При зволоженні шару парова фаза перетворюється на рідку, а при прожарюванні – рідка фаза перетворюється на парову. Це враховується знаком джерельного члена – інтенсивності фазових перетворень [3]. Теплофізичні характеристики дисперсного шару визначаються з урахуванням зміни температури і концентрацій компонентів зв'язаної речовини, а також Π і $\epsilon_{ш}$. Швидкість переміщення частинок матеріалу в чанах визначається кутовою швидкістю

мішалки і частотою її обертання, довжиною лопаток та маси рухомих частинок. Вона враховується ефективною швидкістю матеріалу відносно корпусу чанів шляхом визначення зміни товщини дисперсного шару м'ятки при обертанні мішалки та зміною порозності шару. Сформульовано граничні умови для розрахункової області та розроблено чисельний метод розрахунку, що базується на явній трьохшаровій перерахунковій схемі [4] М.І. Нікітенко. Адекватність отриманих результатів підтверджується співставленням з експериментальними даними. Дана математична модель у комплексі з розробленим чисельним методом її реалізації представляє універсальний метод дослідження динаміки тепломасопереносу і фазових перетворень, що протікають в багаточанних жаровнях циліндричної конфігурації при вологотепловій обробці подрібненого насіння різних олійних культур. Такі дослідження лежать в основі ефективної апаратної організації вологотеплової обробки олійної сировини у відповідності до розмірів і кількості чанів жаровні, та технологічного регламенту щодо температурних і вологісних показників, вони також ефективні на етапі проєктування жаровень різних продуктивностей [5].

Перелік джерел посилань

1. Didur, V.A.; Tkachenko, V.A. Technology of castor-oil plant seeds processing at small-capacity plants. Bulletin of the Ukrainian branch of the International Academy of Agrarian Education. Rel. 2. Melitopol: Copy Center "Document Service", 2014, 289, 21–36. <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/visnyk-uv-mizhnarodnoyi-akademiyi-aharnoyi-osvity-vypusk-2-2014-r..pdf>.
2. Сорокова Н.М., Дідур В.В. Математичне моделювання динаміки тепломасопереносу в процесі жаріння олійної сировини. Наукові праці. 2019. 83 (1), С. 141–146. DOI: 10.15673/swonaft.v83il.1432. ISSN 2073-8730.
3. Nikitenko, N.I. Investigation of dynamics of evaporation of condensed bodies on the basis of the law of spectral-radiation intensity of particles. Inzhenerno-Fizicheskii Zhurnal. 2002, 75(3), pp. 128–134.
4. Nikitenko, N.I., Snezhkin, Yu.F., Sorokovaya, N.N., Kolchik Yu.N. Molecular radiation theory and methods for calculating heat and mass transfer. Kyiv: Naukova Dumka, 2014. 744 с. <http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/12/nikitenko.pdf>.
5. Sorokova, N., Didur, V., Variny, M. Mathematical Modeling of Heat and Mass Transfer during Moisture–Heat Treatment of Castor Beans to Improve the Quality of Vegetable Oil. Agriculture 2022, 12, 1356. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091356>.

4. ОСНОВИ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ НУБІП УКРАЇНИ

***Радько І.П., кандидат технічних наук; Приходько В.О., студент
магістратури ННІ ЕАЕ***

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

Рівень скорочення споживання теплоти в системах опалення залежить від втрат теплоти через огорожувальні поверхні, які обумовлюються

теплофізичними характеристиками останніх, від типу та характеристик засобів обліку теплової енергії, а також від системи регулювання, за допомогою якої підтримуються оптимальні значення температури у приміщеннях протягом робочого дня і мінімально допустимі її значення у вечірні години, вночі та у вихідні дні.

Для досягнення поставленої мети необхідно зокрема виконати такі завдання:

- розробити проект підключення системи обліку та регулювання витрат теплоносія в теплову мережу;
- виконати техніко-економічний аналіз джерел теплової енергії систем опалення;
- науково обґрунтувати технологічні параметри, економічні критерії і елементну базу енергоощадної системи обліку та регулювання витрат теплоносія в теплових мережах

Система обліку та регулювання витрат теплоносія водопостачання навчального корпусу, реалізована в індивідуальному тепловому пункті, має забезпечувати регулювання витрат теплоносія залежно від температури навколишнього середовища та обмежувати тепло споживання в нічні години доби і вихідні (святкові) дні.

Під час проведення досліджень:

- розробити електричні схеми контролю та керування системою опалення і гарячого водопостачання навчального корпусу на базі теплолічильника SA-94 (SA-93XX) і контролера ТРМ-32, тепловодолічильника СВТУ-10М з вбудованим блоком МДМ/РЕГ та теплолічильника SA-94 (SA-93XX) і контролера КИАРМ;

- розробити 3 варіанти місцевого пульта керування для теплового пункту;

- провести лабораторні дослідження комп'ютеризованого приладового комплексу обліку та регулювання витрат теплоносія на базі теплолічильника SA-94 (SA-93XX) і контролера ТРМ-32 і пульта керування для теплового пункту на базі тепловодолічильника СВТУ-10М з вбудованим блоком МДМ/РЕГ;

Під час виконання роботи використати методи лабораторних досліджень електротехнічного обладнання – тестові перевірки засобів автоматичного регулювання та комутаційних і захисних апаратів. Експериментальні дослідження в лабораторних умовах проводити на комп'ютеризованому приладовому комплексі регулювання витрат теплоносія в системах опалення на базі контролера ТРМ-32Щ в поєднанні з персональною ЕОМ і програмним продуктом Owen Process Manager, а також на пульті керування тепловим пунктом з тепловодолічильником СВТУ-10М з вбудованим блоком МДМ/РЕГ при роботі його в комплексі з ПЕОМ. Встановлення засобів обліку та регулювання витрат теплової енергії, створення централізованої

інформаційно-вимірювальної системи з подальшою диспетчеризацією забезпечує можливість здійснювати оперативний моніторинг теплових потоків, що сприяє скороченню обсягів споживання теплової енергії в середньому на 30-35%.

Перелік джерел посилань

1. Звіт про науково-дослідну роботу: Розробка і впровадження автоматизованої системи обліку та регулювання витрат теплоносіїв у теплових мережах НАУ./ – К.: НАУ, 2004. –113с.
2. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
3. Лут М.Т., Міщенко А.В., Радько І.П. Рекомендації з підвищення якості енергозабезпечення, енергоощадності та енергоефективності в Національному аграрному університеті / – К.: НАУ, 2006. – 39с.
4. Рєпин С.Г., Н.К.Васильєв, Д.С.Рєпин. От проекта до паспорта узла учета тепловой энергии. <http://www.teplopunkt.ur.ru>
5. Руководство по проектированию тепловых пунктов /ВГНИПИИ Атомтеплоэлектропроект Минэнерго СССР, МНИИТЭП ГлавАПУ Мосгорисполкома, ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 72 с.
6. Руководство по эксплуатации «Измеритель-Регулятор Микропроцессорный ТРМ-32» – 65 с.
7. Руководство по эксплуатации «Универсальный таймер реального времени двухканальный УТ1 - РіС» – 35 с.
8. Тепловодосчетчик СВТУ-10М. Руководство по эксплуатации ШИМН.407251.003.РЭ. – СЕМПАЛ. КО.ЛТД, 2004 – 108 с.

УДК 621.8.036

5. ТОПЛОЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕКТОР УКРАЇНИ. Проблеми та ПРОПОЗИЦІЇ що до їх вирішення

Крючкова В. В., викладач; Толмачова К.С., студентка
Харківський фаховий коледж технологій та дизайну,
м. Харків, Україна.

Теплозабезпечення міст і населених пунктів України – одна із найважливіших галузей житлово-комунального господарства (ЖКГ). У результаті російської воєнної агресії галузь зазнала чималих матеріальних збитків. Окрім того, морально застарілими являються й наукова, технічна, фінансово-економічна, законодавчо-правова сфери, що забезпечують підтримку функціонування теплоенергетичний сектору. Тут тісно сплелися технологічні, економічні та соціальні проблеми. Так як для теплозабезпечення споживається близько 40% всього обсягу природного газу, який використовується в державі і переважно імпортувався з країни агресорки за все більш і більш високими цінами, то загострюється і проблема енергетичної (і, як наслідок, економічної, а значить і національної) безпеки України.

Системи централізованого теплопостачання забезпечують теплові потреби біля 55 % населення України, автономні і індивідуальні котли забезпечують близько 25 % населення, опалюються пічками – 20 %. В багатоквартирних будинках мешкають більш ніж 10 млн. сімей України. З них 58,5 % живуть в багатоквартирних будинках, збудованих у другій половині ХХ століття.

Споживання теплової енергії у житловому фонді міста значно вище за європейські показники. Погана теплоізоляція стін, даху, підлоги призводить до втрати до 50 % тепла. Основне та допоміжне обладнання значної кількості комунальних котелень вичерпало допустимі терміни експлуатації і суттєво перевищує 20 років. Всього експлуатується 32725 котлів, на твердому паливі – 9720 од., на рідкому паливі – 456 од., на газі – 22120 од., інше – 429 од. В цих котельнях часто експлуатуються малоефективні, морально та фізично зношені котли з низьким коефіцієнтом корисної дії (60-80 %), застарілою автоматикою і пальниковими пристроями, що обумовлює значні витрати палива (на 20 % вищі середнього світового рівня), неприпустимо високе забруднення навколишнього середовища.

Проблемою галузі є також невідповідний до вимог технічної експлуатації стан теплових мереж, їх низька надійність і незадовільна теплоізоляція, що обумовлює великі втрати тепла (в окремих випадках до 30 %), суттєві економічні збитки внаслідок частих аварій та значних обсягів ремонтних робіт. Близько 40 % центральних теплових пунктів (ЦТП), які обслуговують групи будинків, перебувають у вкрай зношеному та аварійному стані.

В цих умовах головною метою при розв'язанні проблем теплозабезпечення стає вибір дієвих заходів що до поліпшення існуючої ситуації в секторі, а саме:

1. Створити передумови для впровадження конкурентного ринку теплової енергії:

- забезпечити 100% облік теплової енергії на всьому ланцюжку від генерації до споживання;
- впровадити систему регулювання обсягів споживання теплової енергії на рівні будинків;
- визначити критерії для систем теплопостачання з розмежування діяльності з виробництва і транспортування теплової енергії, враховуючи інтереси споживачів (ціна) та скорочення обсягу первинної енергії в таких системах (енергоефективність, екологія);
- відкрити доступ нових учасників ринку до мереж теплопостачання.

2. Встановити мінімальний період перегляду ціни на основний вид палива (природний газ) для теплогенеруючих підприємств з метою забезпечення прогнозованості тарифної політики ТКЕ.

3. Запровадити механізм ціноутворення на теплову енергію, вироблену з альтернативних джерел енергії, через редукації.

4. Забезпечити відкритий доступ до детальної структури та обґрунтування статей витрат тарифів на теплопостачальників усіх рівнів.

5. Створити умови для стимулювання утилізації скидного тепла підприємств та розвитку об'єктів комбінованого виробництва (когенерації) теплової та електричної енергії, що використовують ВДЕ.

6. Стимулювати довгострокове планування схем теплопостачання населених пунктів.

Перелік джерел посилань

1. Кубатко, О.В. Теоретико-методологічні засади розвитку еколого-економічних систем в умовах флуктуацій [Текст]: дисертація ... д-ра екон. наук, спец.: 08.00.06 - економіка природокористування та охорони навколишнього середовища / О.В. Кубатко; наук. консультант Л.Г. Мельник. - Суми: Сумський державний університет, 2018. - 531 с. Режим доступу: essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/67373

2. Реформа енергетичного сектору [Інтернет ресурс]: URL: <https://rpr.org.ua/groups-rpr/10reforma-enerhetychnoho-sektora/>

УДК 620.91

6. ТЕХНОЛОГІЇ ГІБРИДНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ *Тесленко О.І.¹, к.т.н., ст. досл., провідн. наук. співр.; Овада Н.О.², бакалавр, магістрант*

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

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ, Україна.

Російська агресія в Україні, як ніколи, загострила проблему з підвищення ефективності, надійності та екологічності теплопостачання.

Відновлювана енергетика має величезне значення з огляду на подальший низьковуглецевий розвиток людства. Паливні копалини, що є основою виробництва енергії на початку 21 століття, при використанні мають негативний вплив на довкілля та обмежені запаси, які будуть вичерпані в найближчій перспективі. Сталий та впевнений розвиток людства є ідеальним напрямом, концепція якого передбачає таку збалансованість виробництва й споживання енергоносіїв у суспільстві, щоб не залежати від ресурсів, доступних лише тимчасово. Ці обставини важливі при становленні енергонезалежних територіальних громад в Україні

Сонячна енергія - це енергія, яка виробляється за допомогою конвертації сонячного випромінювання в електричну або теплову енергію та має свої переваги та недоліки, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Переваги	Недоліки
Відновлюваність та доступність: майже нескінченна енергія, яка доступна на всій території країни	Сезонність: співвідношення між зимовим та літнім добовим сонячним опроміненням складає 1/3
Екологічність: відсутні викиди парникових газів та забруднюючих речовин	Добова нерівномірність: вночі сонячне опромінення відсутнє
Універсальність: використання в різних сферах діяльності	Метеорологічна залежність: хмарність, дощі тощо
Економічність та стимулювання: наявність «зеленого» тарифу	Розсіяність: низька щільність сонячної радіації
Висока ефективність перетворення в теплову енергію	Низька ефективність перетворення в електричну енергію

Наведені недоліки щодо теплопостачання з використанням сонячних теплогенераторів можна подолати шляхом застосування гібридної котельні із використанням електричного теплогенератора (електрокотла або теплового насосу) та теплового акумулятора. Експлуатація такої гібридної котельні може бути в постійному (без теплоакумулятора) або періодичному (з теплоакумулятором) режимах. Температура зовнішнього повітря може змінюватись від - 30 °С до + 45 °С. Котельне обладнання відповідає вимогам чинним нормативним документам. Однак, електрокотли мають свої переваги та недоліки, які наведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Переваги	Недоліки
Цілодобова готовність	Залежність від електромережі
Високий коефіцієнт перетворення енергії (~96–98%)	Виникнення великого навантаження на електромережу в години максимального споживання
Компактність, доступність і розповсюдженість технології. Висока ступінь автоматизації. Простота монтажу та експлуатації.	Висока вартість електроенергії, але можливість купівлі на ринку електричну енергію за різну ціну вдень та вночі

Для прикладу розглянуто гібридну котельню української компанії ТОВ «Спецтехнологія груп», яка максимально використовує відновлювальну енергію сонячного опромінення. Модульна реалізація забезпечує компактність та дозволяє розміщати гібридну котельню окремо поряд з будівлею об'єкта критичної інфраструктури, наприклад, лікарнею. Основні параметри та особливості цієї гібридної котельні: вид теплоносія – вода; температура теплоносія, в режимі отримання гарячої води - до +65 °С;

максимальний робочий тиск теплоносія 0,3 МПа; теплова потужність не менше 980 ккал на 1 кВт електричної потужності; напруга мережі змінного струму - 220/380 В (+ - 5%); частота струму 50 Гц. Електрокотел використовується для забезпечення необхідної потужності котельні у ситуаціях, коли теплової потужності сонячних колекторів недостатньо, або коли ринкові ціни на електроенергію мінімальні внаслідок профіциту виробництва електроенергії в енергосистемі.

Такі гібридні котельні призначені для забезпечення гарячого водопостачання із застосуванням сонячних модулів промислових і житлових приміщень та можуть сприяти забезпеченню енергонезалежності громад із використанням чистої електроенергії від сонячних, вітрових та гідроелектростанцій, а також атомних електростанцій.

Висновки. підставою впровадження гібридної котельні є технології комбінованого гарячого водопостачання об'єктів з використанням відновлювальних джерел енергії. Електрокотли доповнюють сонячні колектори з акумулятором для надійного постачання гарячої води. Модульна реалізація забезпечує компактність та дозволяє розміщати обладнання окремо поряд з будівлею об'єкта критичної інфраструктури.

Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (грант №202/0129 конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди»).

СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

UDK 331.45

1. ENSURING THE SAFETY OF WORKERS IN THE WIND ENERGY SECTOR

*Tverdokhliebova N.Ye., PhD, Associate Professor
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
Kharkiv, Ukraine*

The existing wind turbine fleet is quite young, and manufacturers generally do not publish data on failures and malfunctions. However, it can be argued that the dangers of wind turbine operation are no less than in other more developed and studied industries [1].

Currently, European turbine manufacturers, developers, operators, trade associations and other stakeholders are developing a more unified approach and how best to address health and safety issues. This approach includes sharing incident data, discussing government proposals for changes to safety legislation and agreeing on consistent European safety training standards, promoting best practices and streamlining regulation, preparing training standards and safety rules, etc.

The largest offshore wind developers saw the need to come together and form a group that contains the vanguard of all offshore wind activity and development: G9 Offshore Wind and Safety Association. The primary goal of the G9 is to establish and maintain world-class safety and security in all of its offshore wind activities. Senior executives from G9 member companies have made commitments from their own company teams and met under the auspices of the G9 Council to actively lead the industry in finding solutions to the safety challenges associated with offshore wind projects to achieve this goal. The founding members of the G9 are Centrica, DONG Energy, E.ON, RWE Innogy, Scottish Power Renewables, SSE, Statkraft, Statoil and Vattenfall. A program aimed at reducing risks in the offshore wind industry was launched to further advance the goals of the G9 leadership. The G9 is working with the Energy Institute to implement this program. Three working groups have been established to develop good practice guides for offshore wind energy when working at heights and on ships.

Offshore wind farms are complex systems that require passenger and cargo, emergency rescue and sometimes medical support. In such cases, personnel are transported by ships and helicopters. There is a standard of the International Association of Oil and Gas Producers (OGP) that regulates industrial safety measures for the transportation of personnel to offshore oil and gas production platforms, which reduces the likelihood of emergencies during operations on drilling platforms. Ukraine currently has an insufficiently developed regulatory and

legal framework for the transportation of personnel to offshore facilities on the continental shelf.

Here are the main principles that guide the design of offshore stationary wind turbine platforms [2]:

- placement of equipment in independent areas according to its functional purpose. Equipment operating under high pressure should be sufficiently isolated from adjacent equipment;
- equipping the territory with barriers and fire breaks to minimize the use of active fire protection systems;
- creation of a temporary shelter where employees can take refuge from the fire for the time necessary to organize evacuation or emergency response. The temporary shelter should be designed to last for at least two hours;
- placement of the main and auxiliary equipment and other materials in such a way as to reduce the risk of fire hazards;
- availability of a ventilation system;
- placement in accessible places of working means for extinguishing and preventing fires and ignitions;
- availability of an automatic safety system, the main function of which is to timely detect fire hazards and prevent their development. The automatic safety system, if necessary, notifies the personnel, can perform an emergency shutdown of technological processes and activate the relevant fire protection systems (for example, fire extinguishing systems, opening emergency exits, activating emergency ventilation, etc.)

Promoting occupational safety is an integral part of ensuring the occupational safety of employees. After all, injuries and emergencies are often caused by employees themselves.

Well-developed workplace safety rules help to reduce risks and their impact on employees. It will also improve the professional skills of employees and increase labor productivity.

One of the main challenges is the need to introduce standards for the entire life cycle of wind turbines. The introduction of new technical safety measures in turbines will help ensure safety from the very beginning of the turbine life cycle.

List of sources of references

1. Tverdokhliebova N.Ye. Ways to improve the level of technogenic safety in Ukraine // *Science and Technology Today*. Kyiv., 2022. № 3 (3). P. 127–135.
2. Tverdokhliebova N.Ye., Yevtushenko N.S. Principles of ensuring technogenic safety in the field of wind energy. Problems of ensuring human security in the context of modern challenges: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference. Lutsk, 2023. 223 c. P. 94-96.

2. ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Крючкова В. В., викладач, Сябро Д.О. студент

Харківський фаховий коледж технологій та дизайну, м. Харків, Україна.

У 2014 році Україна підписала Угоду про асоціацію з Європейським Союзом з метою активізувати співробітництво між Україною та ЄС. У контексті даної Угоди, енергетичні питання відіграють важливу роль на шляху до інтеграції. Енергетичне співробітництво ставить на меті сприяти енергоефективності та енергозбереженню України, реформувати та удосконалити енергетичні ринки, зменшити викиди CO₂, а головне, інтегрувати український енергетичний сектор до європейської електроенергетичної мережі.

Енергетична стратегія передбачає установлення цілей енергетичного розвитку до 2020 та 2035 років. Ключовими завданнями стратегії є, перш за все, формування економічно стабільного та конкурентного середовища, підвищення рівня енергетичної безпеки, зменшення залежності від імпорту енергії, зокрема, природного газу. Загальним результатом реалізації Стратегії стане перетворення паливно-енергетичного комплексу країни з проблемного сектору, що потребує постійної державної підтримки, на сучасний, ефективний, конкурентоспроможний сектор національної економіки, здатний до сталого розвитку та конкуренції на європейському та світовому енергетичних ринках [1].

На даний час, Україна стикається з низкою проблем, пов'язаних з надмірним використанням дорогого імпортного палива, неефективних ринків та інфраструктури. Крім цього, руйнування енергетичних об'єктів в Україні, скорочення внутрішньої ресурсної бази, блокування енергопостачання з східного напрямку. Ці фактори створили нові загрози

Основним способом нейтралізації цих загроз є диверсифікація. Диверсифікація визначається як один з основних напрямів зменшення енергетичної залежності країни. Однак, диверсифікація не лише знижує політичні ризики, пов'язані з монопольним постачанням енергоносіїв, але й є потужним чинником зниження витрат на придбання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок конкуренції в бізнесі. Країни Європейського Союзу широко використовують кілька напрямків диверсифікації енергетичних матеріалів. Першим напрямом є масштабне використання рідкого газу. Другий напрямок диверсифікації включає зміни у структурі споживаних енергоресурсів, що дозволяє країні підвищити рівень енергетичної безпеки

шляхом зменшення імпорту енергоресурсів . В цьому відношенні Україна має високий потенціал біоенергетики. Зазначимо, що майбутнє біоенергетики визначається Національним планом дій з відновлюваних джерел енергії до 2020 року. Згідно з цим планом до 2020 року біоенергетика повинна досягти рівня заміни природного газу на 7,2 млрд. м³ на рік [2].

Орієнтація України на європейську інтеграцію передбачає також адаптацію вітчизняного законодавства у сфері енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії до законодавства Європейського Союзу. Такий підхід забезпечить міжнародну конкурентоспроможність української економіки, передумови членства в міжнародних організаціях, а також стимул для відновлення вітчизняної енергетики.

Енергоємність українського ВВП значно вища в порівнянні з економіками країн Європейського Союзу. Слід зазначити, що високий рівень енергоємності ВВП об'єктивно обумовлений високою часткою енергоємних галузей у структурі української економіки, таких як металургія, хімічна промисловість та видобуток корисних копалин. В той же час низька енергоефективність у секторах енергетичної трансформації та постачання, високі питомі витрати енергії на опалення та гаряче водопостачання для домогосподарств ускладнюють ситуацію.

Згідно з результатами дослідження, досягнення цілей Національної енергетичної стратегії щодо зниження енергоємності ВВП на 20% можливе завдяки поступовому скороченню загального обсягу первинних енергоносіїв більш ніж на 10% до 2020 року.

Україна залишається одним з найбільших споживачів електроенергії в Європі, навіть після економічного скорочення, спричиненого в основному конфліктом на сході країни. Загальна встановлена потужність країни становить 55,3(ГВт). Теплові електростанції все ще споживають переважну більшість загальної встановленої потужності (24,5 ГВт), потім атомні електростанції – (13,8 ГВт), частка споживання електроенергії встановленими потужностями ГЕС становить 5,9 ГВт.

Також, зауважимо, що у 2016 році в Україні активно продовжувалося реформування правового поля газового ринку, відповідно до зобов'язань в рамках Угоди про асоціацію та Закону України «Про ринок природного газу». Також, уряд України продовжує докладати зусиль для підвищення якості нафтопродуктів до рівня стандартів ЄС. З 1 січня 2016 року в Україні заборонено обіг автомобільних бензинів та дизельного палива екологічного класу Євро-3.

Використання атомної енергетики для задоволення потреб національної економіки та її стабільне функціонування є передумовою забезпечення належного рівня енергетичної безпеки та сталого розвитку України . Тому основні напрями реформування в ядерній галузі були спрямовані на підвищення енергетичної безпеки та незалежності від монопольного

постачання ядерного палива та обладнання, відповідно до досвіду країн ЄС. Крім того, Європейський Союз є найбільшим інвестором коштів у фонд побудови нового об'єкту «Укриття» над зруйнованим 4-м реактором Чорнобильської атомної електростанції.

У висновку можна сказати, що Україна повинна більше працювати над своєю власною енергетичною незалежністю. В даний час відсоток відновлюваних джерел енергії в Україні є одним з найнижчих у Європі. Енергетична інфраструктура України, зокрема електростанції, теплові електростанції та газопроводи, потребують реконструкції.

Однак, незважаючи на наявні проблеми у енергетичному секторі України, наша держава має потенціал для прискорення економічного зростання та підвищення енергетичної безпеки. Енергетична безпека, у свою чергу, є важливою складовою національної безпеки держави. Отже, український уряд впроваджує стратегічні реформи у сфері енергозабезпечення, зміцнює енергетичну безпеку завдяки реалізації енергетичної стратегії. Україна розширює співпрацю з країнами Європейського Союзу, що дає можливість забезпечити захист України, створити конкурентний ринок енергоресурсів та сталий соціально-економічний розвиток [3].

Висновок: Сьогодні інновації є шляхом до конкурентоспроможності та національного прогресу. Крім того, інновації важливі для вирішення глобальних проблем, таких як зміна клімату та сталий розвиток. Отож, Європейський Союз є сьогодні головним ініціатором формування та впровадження інноваційних стратегій сталого розвитку, не лише для країн-членів ЄС, а і для інших країн європейського континенту. Інноваційні стратегії націлені на такі пріоритети, як формування відкритої та конкурентоспроможної економіки, зниження викидів CO₂, стале управління природними ресурсами, ядерна безпека, розвиток системи безпечних технологій у енергетичному секторі, збільшення використання відновлюваних джерел енергії та чистої енергії.

Варто зауважити, що енергетика є основним напрямком співпраці Європейського Союзу зі своїми сусідами. Пріоритетом є регуляторні та ринкові реформи, сприяння енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії, розбудова взаємозв'язків між країнами, сприяння безпеці постачання енергії та підтримка найвищих стандартів ядерної безпеки. У 2017 році Україна досягла значного прогресу у сфері регуляторних реформ. Вона реформувала свою політику щодо ринку електроенергії та енергоефективності. Крім того, Україна продовжує створювати значний фонд для фінансування енергоефективності в житловому секторі, зокрема, за фінансової підтримки ЄС.

Перелік джерел посилань

1. Полные затраты на производство электроэнергии. – Булонь-Биянкур: Nuclear Energy Agency, 2018. – 215 с.
2. Верхоглядова Н.І. Послідовність забезпечення інноваційно-орієнтованого розвитку атомно-промислового комплексу на основі стратегічних детермінант / Н.І. Верхоглядова, С.А. Дробот // Бізнеснавігатор. – 2018. – Вип. 5. – С. 28–32
3. Holtec's Small Modular Reactor [Електронний ресурс] / Holtec International. – 2019. – Режим доступу: <https://holtecinternational.com/products-and-services/smr>.

УДК 631.24.243

3. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ В УКРАЇНІ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

Дитинюк А.С., студент магістратури ННІ ЕАЕ, Радько І.П., кандидат технічних наук

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

У часи економічної кризи та значного подорожчання енергоносіїв марнотратне енергоспоживання є завеликою розкішшю. Тому стає очевидним, що для подолання кризи в енергетичному секторі, для здобуття енергонезалежності країни необхідно виховувати сучасну енергоощадну культуру в усіх сферах життя. Ефективне використання енергоресурсів неможливе без дотримання певних стратегічних засад розвитку енергогосподарства

Питання енергозбереження та енергоефективності енергетичних ресурсів з кожним роком стає все більш актуальним і має стати протягом наступних декількох років невід’ємною складовою розвитку промисловості в Україні. Серед причин, які можна виділити це дефіцит та постійне зменшення природних ресурсів; висока енергоємність української економіки; поступове збільшення споживання та щорічне зростання цін на енергоресурси тощо. Незважаючи на цей незаперечний факт, обсяг впровадження енергоефективних заходів в промислових галузях України залишається недостатнім, а рівень споживання енергоресурсів перевищує відповідні показники розвинених країн. Враховуючи таку ситуацію постає необхідність пошуку різних шляхів зменшення споживання енергетичних ресурсів з метою підвищення енергоефективності при їх використанні.

Нехтування економічною доцільністю було однією з головних причин марнотратства у використанні енергоресурсів. Важливе значення у справі неефективного використання енергоресурсів належало і людському фактору. Основну негативну роль тут зіграли відчуженість людей від виконання ними своїх обов’язків, відсутність або мізерність економічного

стимулювання праці взагалі і винагород за прийняття і реалізацію більш економічних рішень.

Враховуючи це, зниження енергоємності економіки України, диверсифікація джерел і шляхів постачання енергоресурсів, нарощування вітчизняного виробництва сприятимуть підвищенню економічної, енергетичної та екологічної безпеки, що призведе до оптимізації енергетичного балансу та дозволить створити міцне підґрунтя для сталого енергетичного повоєнного майбутнього країни. Використання вітчизняних науково-технічних і технологічних досягнень із максимальним залученням місцевої складової також сприятимуть інноваційному розвитку економіки, підвищенню рівня зайнятості населення, зниженню залежності від імпорту ресурсів тощо.

Перелік посилань

1. Лут М.Т., Радько І.П., Волошин С.М. Сучасні проблеми енергозбереження. «ЦП «КОМПРИНТ». К. – 2020.

2. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В., Міщенко А.В., Антипов Є.О. Підвищення енергоефективності систем теплопостачання в навчальних закладах. Відроджувальна енергетика. К. 2019.

3. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В., Міщенко А.В., Антипов Є.О. Дослідження шляхів зменшення втрат теплоносіїв в НУБП України. Енергетика та автоматика. – 2019, №1. – С. 114 – 126

4. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В., Міщенко А.В., Антипов Є.О. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах в 2018 .Науковий вісник НУБП України. – 2018, № 283. – С. 275-280

УДК 65.011.1: 697.7:721.011.12

4. ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ У МІСТОБУДІВНІЙ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ ОДЕСИ

***Постернак І.М.¹, к.т.н., доцент; Постернак О.С.¹, Постернак С.О.²,
к.т.н., доцент***

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури

²ПП «Композит», м. Одеса.

Підвищення енергоефективності досягається переважно за рахунок організаційних змін у системі управління енергогосподарством підприємства або міста. Впровадивши систему енергоменеджменту, можна без великих фінансових втрат досягти значної економії енергії в 3...5% за 1...2 роки. Енергоменеджмент включає набір заходів, націлених на економію енергетичних ресурсів: моніторинг енергоспоживання, розробку енергетичних бюджетів, аналіз існуючих показників як основи складання

нових бюджетів, розробку енергетичної політики, планування нових енергозберігаючих заходів інше. [1].

Енергетична ефективність будівлі – властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу цієї будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування у приміщеннях такої будівлі за нормативно-допустимих (оптимальних) витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціювання повітря, нагрів води з урахуванням кліматичних умов [1].

Як можна підвищити енергоефективність у об'єктах культурної спадщини? В принципі, існує два різні підходи. Перший полягає в тому, щоб звести втрати теплової енергії до мінімуму, точніше кажучи до техніко-економічного оптимуму за рахунок використання теплоізоляції. Другий метод полягає у застосуванні енергетичних установок, що використовують сонячну енергію за рахунок технологічного дооснащення огорожувальних елементів будівлі. Обидва ці підходи є взаємовиключними. Також для досягнення енергетичного балансу можна використовувати творчий підхід, наприклад, для видобутку сонячної енергії можна задіяти всі доступні можливості.

Насправді сумарний обсяг всіх вжитих заходів визначається за результуючою витрати енергії, одержуваної від спалювання корисних копалин. Підвищені енергетичні втрати однієї частини будівлі за певних обставин можна компенсувати енергією, отриманої з альтернативних джерел. У цьому відношенні можливий збалансований розгляд питання, залежно від конкретних обставин, що призводять до певних рамкових передумов, які визначаються станом і цінністю кожного з архітектурно-конструктивних елементів об'єктів культурної спадщини.

Для розробки варіантів зниження енергоспоживання будівель необхідно описати як енергетичні, так і будівельно-технічні характеристики кожного архітектурно-конструктивного елемента:

- Які обсяги енергії кожен конкретний архітектурно-конструктивний елемент будівлі історичного налаштування втрачає або навпаки, додатково виробляє на підставі таких характеристик, як опір теплопередачі, орієнтація за сторонами світу.

- Яка площа від кожної поверхні є доступною для використання під отримання енергії з відновлюваних джерел? Яка довжина конструктивних підключень, яку необхідно передбачити?

- У якому стані знаходиться архітектурно-конструктивний елемент будівлі історичної забудови, який його технічний стан та наскільки високо оцінюється термін його служби? Які існують аспекти, що мають пріоритет перед іншими та говорять на користь збереження цього елемента (наприклад, закон про охорону культурної спадщини)?

• Якого покращення можна досягти завдяки тому чи іншому заходу? Наскільки високі інвестиційні витрати на це?

• Які існують компенсаційні можливості та у чому вони полягають? Іншими словами, чи не буде раціональніше залишити елемент будівлі, що погано піддається модернізації (наприклад, зовнішню стіну, яку складно забезпечити теплоізоляцією), «як є», а натомість як компенсацію модернізувати інший елемент – наприклад, дах чи вікна, зробивши це на максимально високому технічному рівні.

Як одна з перспективних форм інтеграції виступають у містобудівній структурі різні комплекси. У процесі формування планів розвитку великих міст дедалі частіше складається ситуація, коли підвищення ефективності використовуваних фінансових, матеріальних і трудових ресурсів потрібна не просто концентрація зусиль, а й нові прогресивні форми організації будівельного виробництва [2,3]. Нами пропонується створити корпоративні комплекси, що мають різні масштаби, цілі, структуру (у містобудівній реконструкції – Корпоративні науково-технічні комплекси містобудівної енергореконструкції "КНТК МЕРек").

Перелік джерел посилань

1. Асоціація енергоаудиторів. – Режим доступу: <http://aea.org.ua/energy-management/>
2. І. Постернак, С. Постернак, О. Постернак. Збереження об'єктів культурної спадщини на території центрального історичного ареалу міста Одеси. *Культура та інформаційне суспільство XXI століття*: матеріали Міжнародної науково-теоретичної конференції, м. Харків, 20-21 квітня 2023 р.; Харківська державна академія культури. Харків: ХДАК, 2023. С. 93–95.
3. Posternak Iryna, Posternak Serhii, Posternak Oleksii. Assessment of the quality of management of the reconstruction of an immovable object of historical development of the city. *Economics and region: printed scientific publication National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*. 2022. Vol. 4 (87). Odesa: Publishing House Helvetica, P. 195–202. URL: <http://journals.nupp.edu.ua/eir/article/view/2799/2207> DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4\(87\).2799](https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4(87).2799)

УДК 650:621.3::502/504

5. СТАЛИЙ РОЗВИТОК В РОЗУМІННІ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ

Приходько А.Ю., студент

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

На сьогодні передовою темою дослідження є розуміння взаємодії Індустрії 4.0 і сталого розвитку, і те як може це все сприяти енергетичній стійкості. Велика кількість вчених вже почали декілька років тому досліджувати цей взаємозв'язок. Так, наприклад, С. Г. Азеведо, S. Aheleroff, G. Beier, ML Di Silvestre, О. Фішер, X. Gan та інші приділили увагу сталому

розвитку стійкості промисловості через енергозбереження та систематизацію викидів, цифровізації в енергетичних структурах [1].

Близько 80% світового виробництва енергії залежить від викопного палива, що залишає жакхливий вплив на навколишнє середовище. Очікується, що четверта промислова революція, яку зазвичай називають Індустрія 4.0, і цифрова трансформація ділового світу запропонують величезні можливості для енергетичної стійкості. Індустрія 4.0 стосується оцифрування та інтеграції промислових ланцюжків створення вартості в їх повному обсязі. Поява сучасних цифрових технологій, таких як промисловий Інтернет речей (IIoT), Інтернет людей (IoP), Інтернет послуг (IoS) і кіберфізичні виробничі системи (CPS) [2], а також вертикальна інтеграція інтелектуальних виробничих систем і горизонтальна інтеграція учасників ланцюга створення вартості (наприклад, ділових партнерів і клієнтів) породила нове покоління бізнес-моделей і глобальних мереж створення цінності.

«Промисловість 4.0» сприяє енергетичній стійкості за допомогою дуже складного механізму, який включає десять взаємопов'язаних функцій. Всупереч загальній думці, ефективність виробництва, яку пропонує цифровізація промисловості, не є безпосереднім і найважливішим результатом енергоефективності цифрової промислової трансформації. Індустрія 4.0 в першу чергу сприяє енергетичній стійкості, дозволяючи енергетичній галузі змінити свій робочий ландшафт і використовувати більш досконале, інтелектуальне та складне обладнання для виробництва та розподілу енергії [3]. Цифровізація сектора попиту на енергію, цифровізація обробної промисловості та впровадження розумніших і екологічніших продуктів є одними з основних можливостей Індустрії 4.0 для енергетичної стійкості [4].

Отже, «Промисловість 4.0» сприяє енергетичній сталості за допомогою різних функцій і як кожна функція розміщується в структурній моделі на основі її рушійної сили та залежності.

Перелік джерел посилань

1. S. Aheleroff. Інтелектуальні пристрої з підтримкою IoT в індустрії 4.0: практичне дослідження. 2020.
2. Горецький Д., Шмітт М., Лоскілл М., Зюльке Д. Взаємодія людини і машини в епоху промисловості 4.0. В: Збірник наукових праць. 2014
3. IL Yen, S. Zhang, F. Bastani, Y. Zhang, Структура для моніторингу та діагностики виробничих систем на основі Інтернету речей. 2020.
4. S. Singaravel та ін. Архітектури та методи нейронної мережі глибокого навчання: використання моделей на основі компонентів у прогнозуванні енергоспоживання при проектуванні будівель. інж. Інформатика. 2018.

6. ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Луценко Є.М., студент магістратури

Криворізький національний університет, м.Кривий Ріг, Україна

Робота енергетичної галузі висуває підвищені вимоги до систем обліку ЕЕ: рівня їх автоматизації, точності, надійності. Основна мета удосконалення системи обліку - створення можливості отримання достовірного балансу вироблення, передачі, розподілення та споживання потужності та ЕЕ як на окремому промисловому підприємстві, так і в державі в цілому. До недавнього часу статті балансу складалися на основі даних, що отримувалися з допомогою індукційних лічильників енергії, встановлених на підстанціях споживачів. Такий баланс суттєво спотворений внаслідок похибок вимірювання приладами обліку на різних рівнях системи електропостачання. А найбільшу похибку в таких системах обліку вносить несинхронність зняття показників з лічильників.

Підвищення точності вимірювань систем обліку ЕЕ можна досягти тільки шляхом пропорційного підвищення точності вимірів на всіх рівнях системи [1, 2].

До недавнього часу в Україні не було створено підприємств з виробництва потрібного спектру вимірювальної техніки та засобів збирання, передавання і обробки інформації. Була також відсутня нормативна база та не було створено концепції зазначених приладів. Сьогодні багато підприємств нашої країни та зарубіжні фірми пропонують пристрої та інформаційно-вимірювальні прилади систем різного типу та рівню точності.

Так як вартість ЕЕ залежить не лише від витрат на її вироблення та передачу, а також від моменту споживання, тобто попиту (наприклад: від пори року, дня тижня та години доби), від заявленої потужності та від часу споживання електричної потужності, то слід зазначити, що собівартість ЕЕ відрізняється відповідно до кожної пори року. Вийти на дійсну ціну ЕЕ та оптимізувати її виробництво, постачання і споживання дозволяє перехід на тарифи реального часу. Такий перехід є можливим лише за умов вдосконалення системи обліку.

Значною мірою ефективність переходу на тарифи реального часу залежить насамперед від дотримання визначених умов, а саме: повинна діяти система комерційного обліку та контролю споживання ЕЕ, яка працює в реальному масштабі часу. Також між учасниками енергоринку необхідно провести автоматизацію взаєморозрахунків.

Ефективність інформаційно-вимірювальної техніки, що застосовується в системі обліку визначається основними показниками, які характеризують

достовірність та точність поданої вимірювальної інформації. Відповідно до об'єкта, який розглядається та на додаток до класичного підходу процес збирання достовірної інформації необхідно автоматизувати, щоб забезпечити такм чином одночасність отримання вимірювальної інформації, що має суттєвий вплив на кінцевий результат вимірювання [2].

Визначення зазначених показників в системі обліку ЕЕ обумовлюється принципами організації таких вимірювань, а також якістю всієї системи обліку і зв'язку. Слід вважати однією з цілей вдосконалення системи обліку ЕЕ створення умов щодо забезпечення найбільш достовірного балансу вироблення, передавання, розподілення і споживання потужності або ЕЕ в межах усієї держави.

Статті зазначеного балансу на сьогодні складаються на основі даних обліку ЕЕ, що мають суттєві викривлення через різні похибки у процесі вимірювання приладами обліку, які застосовані на різних рівнях усієї системи електропостачання та обумовлені несинхронністю зчитування отриманої з лічильників інформації. Ці обставини, надалі, змушують рахувати усі небаланси, які виникають, до втрат ЕЕ. Таким чином в існуючих мережах нема можливості об'єктивно оцінити рівень технічних втрат ЕЕ.

На даному етапі розвитку техніки для вирішення питання з обліку ЕЕ є можливість застосувати систему автоматичного контролю електроспоживання.

Перелік джерел посилань

1. Бохонко І. В. Особливості формування ринку електроенергії України на конкурентних засадах / І. В. Бохонко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2015. - №3. – С. 33-37

2. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку. – НКРЕ, 2000.

УДК 005.336.1:658.26 (477)

7. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*Радько І.П., кандидат технічних наук; Микуля В.В., студент
магістратури ННІ ЕАЕ*

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

Енергетична криза 70-х років минулого століття з різким подорожчанням нафти і спадом економіки призвела до усвідомлення необхідності проведення цілеспрямованої державної політики в галузі енергозбереження в багатьох країнах світу. Виникла необхідність у

досягненні високих і надійних показників енергопостачання, розробленні заходів щодо скорочення залежності країн-імпортерів від імпортованої нафти, створенні законодавчо-правової бази енергозбереження.

У науковій літературі немає єдиної думки щодо визначення поняття «енергозбереження», тому доцільно проаналізувати наявні підходи до його тлумачення.

Так, у Законі України «Про енергозбереження» зазначається, що енергозбереження - це «діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання й економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів» [4].

Деякі автори вважають, що енергозбереження - це «процес, у ході якого скорочується потреба в енергетичних ресурсах на одиницю кінцевого корисного ефекту від їхнього використання».

Ряд вчених зазначають, що «енергозбереження - це процес раціонального використання енергетичних ресурсів і залучення в господарський обіг відновлюваних джерел енергії для забезпечення енергоефективності економічного розвитку і поліпшення соціальної ситуації в країні, а також збереження екосистеми й непоновлюваних джерел енергії для майбутніх поколінь» [9].

Енергозбереження - це «комплекс організаційних, наукових, економічних, екологічних і технологічних дій, спрямованих на раціональне та безпечне використання енергетичних і природних ресурсів у національному господарстві для скорочення витрат під час виробництва продукції, надання послуг і задля досягнення кінцевих корисних соціально-економічних ефектів від їх використання».

Аналіз наукових досліджень свідчить про те, що існують різні підходи до визначення цього поняття:

- енергозбереження як діяльність;
- енергозбереження як складова частина управління;
- енергозбереження як процес;
- енергозбереження як результат.

Узагальнюючи наведені визначення, можна зробити висновок, що, незважаючи на різні підходи, більшість дослідників прямо чи опосередковано ототожнює поняття «енергозбереження» з підвищенням енергоефективності, що є можливим лише в разі організації на кожному підприємстві ефективної енергозберігаючої діяльності.

Енергозберігаюча діяльність на промислових підприємствах здійснюється в межах енергозберігаючої політики. Проведення енергозберігаючої політики повинно ґрунтуватися на результатах економіко-енергетичного обстеження всіх виробничих і невиробничих ланок. Нині

основним фактором формування енергоефективності промислових підприємств є створення ефективно діючої системи менеджменту з енергозбереження. Ця система повинна мати в собі технічний та організаційно-економічний складники. Технічний складник ґрунтується на підвищенні ефективності виробництва та зниженні енергоємності продукції за рахунок упровадження заходів з енергозбереження, альтернативних джерел енергопостачання, новітніх технологій виробництва, скорочення втрат енергоресурсів, заміщення енергоносіїв. Організаційно-економічний складник ґрунтується на формуванні на підприємстві служби енергоменеджменту, діяльність якої спрямована на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів і базується на отриманні енерготехнологічної інформації за допомогою обліку, на проведенні типового енерготехно-логічного вимірювання та перевірки й аналізу ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та впровадженні енергозберігаючих заходів [3].

Перелік джерел посилань

- 1.Афанасьев М.В. Стратегія підвищення енергоефективності промисловості регіону: теоретико-методичні аспекти формування : [монографія] / М.В. Афанасьев, Т.І. Салашенко. - Харків : ХНЕУ, 2014. - 284 с.
- 2.Гаприндашвілі Б.В. Енергозбереження як чинник підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств І Б.В. Гаприндашвілі // Бізнесінформ - 2014. - № 8. - С. 213-217.
- 3.Севастьянов Р.В. Проблеми та перспективи енергозбереження на промислових підприємствах І Р.В. Севастьянов // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: зб. наук, праць. - Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2013. - Вип. 1. - Т. 2. - С. 107-110.
- 4.Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/74/94>.
- 5.Тимофеев В.Н. Энергоменеджмент и энергосбережения - общность и отличия / В.Н. Тимофеев, И.А. Немировский II Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2007. - № 5. - С. 32-37.
- 6.Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Загальні вимоги: ДСТ4472:2008 - К.: Держспоживстандарт України, 2006. - 20 с.
7. Енергетична стратегія України до 2030 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : www.aes-ukraine.com/documents/5390.html - 48к.
8. Лут М.Т.,Радько І.П. Волошин С.М. Сучасні проблеми енергозбереження. «ЦП «КОМПРИНТ». К. – 2020. – 36,2 у.д.а.
9. Радько І.П.Наливайко В.А.Окушко В.О Енергоефективність –один з головних чинників конкурентоспроможності університету.Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Д.Моторного . Матеріали 3ї Всеукраїнської НПК пам'яті В.В.Овчарова. 2021

8. ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ПОЛІТИКИ

*Радько І.П., кандидат технічних наук; Фіськович А.В, студент
магістратури ННІ ЕАЕ*

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

Економічну ефективність виробництва продукції впливають ріст цін на енергоносії, що призводить до збільшення витрат на виробництво, раціональне використання енергоресурсів і використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії, які сприяють зменшенню витрат на виробництво продукції та кількості платежів за викиди в атмосферу. Це дає змогу збільшити об'єми виробництва, підвищити якість продукції та її конкурентоздатність і зменшити енергоємність.

До основних принципів енергоощадної політики можна віднести:

1. Принцип пріоритету мети енергосистеми Метою функціонування енергосистеми є виробництво продукції (надання послуг) із мінімальними питомими енерговитратам

2. Принцип повноти забезпечення потреб в енергоресурсах Виробництво повинно бути забезпечене енергоресурсами в таких обсягах, за яких енергетичний чинник щонайменше лімітує обсяги виробництва. Компенсувати нестачу прямої енергії можна за рахунок частково минулих її витрат в інших галузях, продукція яких споживається в процесі виробництва

3. Принцип максимізації енергетичної ефективності виробництва Планування структури виробництва продукції має здійснюватися з урахуванням питомих енерговитрат. Зменшити енергомісткість виробництва можна за рахунок структурних зрушень, спрямованих на оптимізацію обсягів виробництва продукції за критерієм енергетичної ефективності

4. Принцип ефективності розподілу енергоресурсів Енергоресурси, які є в недостатній кількості, повинні бути розподілені за альтернативними напрямками так, щоб показник вартості приросту виробництва продукції під час використання останньої одиниці енергоресурсів за кожним із напрямів був однаковим

5. Принцип зацікавленості товаровиробників Оцінка результатів діяльності суб'єктів господарювання, система стимулювання працівників повинні враховувати наслідки енергоспоживання, рівень енергоємності виробництва продукції

6. Принцип адекватності чинників виробництва та енергозбереження
Полягає у відповідності техніки, технології та управління виробництвом вимогам підвищення енергетичної ефективності технологічних процесів

7. Принцип системності показників енергетичної ефективності. Означає застосування системи показників ефективності у використанні енергоресурсів та можливості їх визначення на основі чинної системи обліку та звітності підприємства

На економічну ефективність виробництва продукції впливають ріст цін на енергоносії, що призводить до збільшення витрат на виробництво, раціональне використання енергоресурсів і використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії, які сприяють зменшенню витрат на виробництво продукції та кількості платежів за викиди в атмосферу. Це дає змогу збільшити об'єми виробництва, підвищити якість продукції та її конкурентоздатність і зменшити енергоємність.

Таким чином, бачимо, що такі поняття, як «енергозбереження» і «енергоефективність» є взаємозв'язаними, оскільки здебільшого енергозбереження є головним чинником підвищення рівня ефективності використання ПЕР. Поняття енергоефективності є дещо ширшим та містить не лише напрями безпосереднього енергозбереження, а й непрямі, заходи, які призводять до зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Відповідно до Закону України «Про енергозбереження», енергоефективні продукція, технологія, обладнання - це продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками [4].

Енергоефективність - це характеристика устаткування, технології, виробництва або системи у цілому, що свідчить про ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту. Енергоефективність оцінюється як кількісними показниками (кількість використаної енергії у розрахунку на одиницю кінцевого продукту), так і якісними (низька, висока) [13].

– збільшення продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов'язані зі способом використання енергії;

– встановлення квот на викиди, що дає змогу знизити залежність від цін на енергоносії, зменшити ризики компанії, що, своєю чергою, підвищує вартість підприємства;

– скорочення викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан, а з ним - імідж підприємства.

Перелік джерел посилань

1.Севастьянов Р.В. Проблеми та перспективи енергозбереження на промислових підприємствах І Р.В. Севастьянов // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: зб. наук, праць. - Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2013. - Вип. 1. - Т. 2. - С. 107-110.

2.Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/74/94>.

3.Тимофеев В.Н. Энергоменеджмент и энергосбережения - общность и отличия / В.Н. Тимофеев, И.А. Немировский II Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2007. - № 5. - С. 32-37.

4.Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Загальні вимоги: ДСТ4472:2008 - К.: Держспоживстандарт України, 2006. - 20 с.

5. Енергетична стратегія України до 2030 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : www.aes-ukraine.com/documents/5390.html - 48к.

6. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко В.О. Енергоефективність –один з головних чинників конкурентоспроможності університету.Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Д.Моторного . Матеріали 3ї Всеукраїнської НПК пам'яті В.В.Овчарова. 2021

7. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В., Міщенко А.В., Антипов Є.О. Дослідження шляхів зменшення втрат теплоносіїв в НУБП України. Енергетика та автоматика. – 2019.-№1. – С. 114-126

8. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В. Енергозбереження як метод підвищення енергоефективності споживання енергоресурсів .Міжнародний електронний науково-практичний журнал «WayScience».17.08.2020.Дніпро. стр. 381-382.

УДК 631.171:621.311

9. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

*Окушко О.В., к.т.н., доцент; Петренко О.В.; Похила Т.М., магістри
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, України*

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 енергетичної 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. Праховник А.В. Автоматизация управления электропотреблением / А.В. Праховник – К.: Вища школа, 1986. – 76 с.
2. Буйний. Р.О. Використання інформації від АСКОЕ та нейронних мереж для розрахунку недовідпуску електричної енергії споживачам / Р.О. Буйний, В.В. Зорін, В.В. Козирський // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2009. – № 2. – С. 82 – 86
3. Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю.С. Железко. – М.: НЦ ЭНАС. – 2002. – 280 с.
4. Находов В.Ф. Удосконалення діючої системи нормалізації енергоспоживання на основі контролю і планування витрат електричної енергії/ В.Ф. Находов, О.В. Бориченко, О.В. Тишко // «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро : інформ. зб. – 2010. – № 3. – С. 51 – 58. 126

УДК 621.87

10. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНИХ МАШИН

Неженцев О.Б., к.т.н., доцент

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

м. Київ, Україна.

Завдання зниження енергоспоживання вантажопідіймальних машин є дуже актуальним оскільки вони є одними з найменш ефективних за енергоспоживанням машинами та мають дуже низькі коефіцієнти корисної дії. Високе споживання енергії більшістю вітчизняних вантажопідіймальних

кранів є наслідком незадовільного технічного стану останніх та несучасними системами керування крановими механізмами.

В даний час, з об'єктивних причин воєнного стану, темпи оновлення парку вантажопідіймальних кранів значно нижче темпів зростання числа машин з простроченими нормативними термінами експлуатації. До закінчення воєнного стану в Україні зазначена проблема буде загострюватися. Наразі понад 90% вантажопідіймальних кранів виробили нормативний ресурс.

Удосконалено систему моніторингу енергоспоживання вантажопідіймальних машин з урахуванням нормативних вимог безпечної експлуатації. Досліджено функціональний зв'язок між втратами енергії при експлуатації вантажопідіймальних кранів з їх технічним станом. Оскільки впродовж експлуатації кранів істотно змінюються: товщини реборд і ободів ходових коліс, гальмівних накладок, гальмівних шківів, канатних блоків, барабанів, підшипників і інших вузлів тертя в кранових механізмах, опір ізоляції і стан обмоток електродвигунів і релейно-контакторної апаратури, котушок електромагнітних штовхачів, в'язкість робочої рідини в електрогідроштовхачах і редукторах і т.д. Це впливає на величину втрат енергії та в цілому - на енергоспоживання машин.

Розроблено математичні моделі вантажопідіймальних кранів, які враховують перехідні процеси в кранових електроприводах, коливання металоконструкції, розгойдування вантажу та являють собою сукупність нелінійних диференціальних рівнянь [1, 2]. Для вирішення останніх розроблено пакет комп'ютерних прикладних програм [3, 4], що використовує чисельні методи і реалізує різні процеси розгону і гальмування механізмів пересування кранів, підйому та опускання вантажів (в тому числі: багатоступінчастий пуск по нелінійним механічним характеристикам, пуск при частотному регулюванні, гальмування противмиканням, електродинамічне гальмування, гальмування колодковим гальмом і ін.).

Проведені дослідження енергетичних показників кранових електроприводів, динамічних навантажень на елементи приводів і металоконструкцію вантажопідійомних машин, за результатами досліджень встановлено ступінь впливу різних факторів на втрати енергії і енергоспоживання вантажопідіймальних кранів. Отримано залежності енергоспоживання електроприводу механізму підйому від висоти, на яку піднімають вантаж; моменту інерції ротора двигуна, муфт і гальмівного шківа, розташованих на швидкохідному валу. Досліджено залежності енергоспоживання електроприводу механізму пересування крана від тривалості та швидкості пересування крана, маси металоконструкції і вантажу, стану підкранових колій, кутів установки ходових коліс, одночасності спрацьовування гальм роздільного приводу.

За допомогою теорії планування експерименту побудовано поліноміальні залежності між величинами енергоспоживання та параметрами, які характеризують технічний стан вантажопідіймальних кранів,. За результатами багатofакторного аналізу визначено шляхи зниження втрат енергії кранів [1, 5]. Удосконалено концепцію створення засобів контролю енергоспоживання, втрат енергії і інших параметрів вантажопідіймальних кранів [6]. З метою накопичення, обробки та аналізу результатів моніторингу вантажопідіймальних кранів і довідково-статистичної інформації розроблено автоматизований програмний комплекс [7].

Моніторинг енергоспоживання вантажопідіймальних машин на підприємствах доцільно здійснювати в період проведення повного або часткового технічного огляду за правилами будови та безпечної експлуатації.

Перелік джерел посилань

1. Неженцев о.б. Зниження динамічних навантажень при гальмуванні мостового крана шляхом оптимізації механічної характеристики електроприводу // вісник національного технічного університету україни «київський політехнічний інститут». Серія машинобудування. – київ, 2015, вип. №3(75). – с. 151 – 158.

2. Неженцев а.б., аветисян с.м., зябров д.а. Моделирование потерь энергии при работе механизма подъема крана // вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, №7(77), частина 2. – луганськ: вид-во сну ім. В. Даля, 2004. – с. 117-123.

3. Аветисян с.м., неженцев а.б. Программное обеспечение для исследования переходных процессов грузоподъемных кранов (часть 1: при работе механизмов передвижения) // підйомно-транспортна техніка, № 4(8). - дніпропетровськ, 2003. – с. 33-48.

4. Аветисян с.м., неженцев а.б. Программное обеспечение для исследования переходных процессов грузоподъемных кранов (часть 2: при работе механизмов подъема грузов // підйомно-транспортна техніка, № 1(9). - дніпропетровськ, 2004. – с. 83-95.

5. Неженцев а.б. Исследование влияния скорости передвижения грузоподъемного крана на энергопотребление и динамические нагрузки // техніка та технологія виконання будівельних, колійних та перевантажувальних робіт на транспорті. Сб. Наук. Праць української державної академії залізничного транспорту. Вип. №58. – харків, 2004. – с. 35-42.

6. Неженцев а.б. Концепция мониторинга энергопотребления грузоподъемных машин // [електронний ресурс] наукові вісті далівського університету, №7, 2012 р. Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nvdu/2012-7/12nabegm.pdf>.

7. Неженцев о.б., аветисян с.м. Програмне забезпечення для обробки інформації про технічний стан вантажопідійомних кранів // priority directions of science development. Abstracts of the 1st international scientific and practical conference. (october 28-29, 2019) spc «sci-conf.com.ua», lviv, ukraine. 2019. Pp. 117-122.

СЕКЦІЯ 8. ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

УДК 378.17

1. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ МОЛОДОГО ПОКОЛІННЯ

Окушко О.В.¹, к.т.н., доцент; Ковтун П.М.², старший викладач

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

*²Немішаєвського агротехнічного коледжу,
с.м.т. Немішаєво, Київська обл., Україна*

Головна цінність суспільства – життя і здоров'я людини. В умовах ускладнення життя, між особистісних зв'язків і стосунків державний курс освітньої політики в Україні передбачає пропаганду здорового способу життя, виховання здорового молодого покоління, якому жити і працювати в новій державі.

Основними причинами негативних змін у здоров'ї нації є погіршення економічної ситуації, низький рівень державного медичного обслуговування, несприятливі умови, соціальна напруженість. Україна підтримала Конвенцію ООН про постійний розвиток людства. Головне – це безпека кожної людини, рівень якої залежить від стану навколишнього середовища, державної системи підтримки безпеки людства та індивідуальної захищеності.

Багато студентів вищих навчальних закладів зневажають таким найважливішим аспектом як здоровий спосіб життя.

Здоров'я – безцінне надбання не тільки кожної людину, але й усього суспільства. При зустрічах, розлуках із близькими і дорогими людьми ми бажаємо їм доброго та міцного здоров'я тому, що це – основна умова і запорука повноцінному та щасливому життю. Здоров'я допомагає у навчанні виконувати поставлені плани, успішно вирішувати основні життєві завдання, долати труднощі, а за необхідності, то й значні перевантаження. Добре здоров'я, що розумно зберігається і зміцнюється самою людиною, забезпечує їй довге і активне життя.

Охорона власного здоров'я – це безпосередній обов'язок кожного, він не має права перекладати її на оточуючих. Адже нерідко буває і так, що людей неправильним способом життя, шкідливими звичками, переїданням уже до 20 – 30 років доводить себе до катастрофічного стану і лише тоді згадує про медицину.

Здоров'я – це перша і найважливіша потреба людини, що визначає здатність її до праці, що і забезпечує гармонійний розвиток особистості.

Воно є найважливішою передумовою до пізнання навколишнього світу, до самоствердження і щастя людини. Активне довге життя – це важливий доданок людського фактора.

Здорова і духовно розвинута людина щаслива – вона відмінно себе почуває, одержує задоволення від своєї роботи, прагне до самовдосконалення, досягаючи нев'янучої молодості духу і внутрішньої краси.

Цілісність людської особистості проявляється, насамперед, у взаємозв'язку і взаємодії психічних і фізичних сил організму. Активна і здорова людина надовго зберігає молодість, продовжуючи творчу діяльність, не дозволяючи "душі лінуватися".

Здоровий спосіб життя студентів вищих навчальних закладів містить у собі наступні основні елементи: плідна праця та її раціональний режим і відпочинок, викорінювання шкідливих звичок, оптимальний руховий режим, особиста гігієна, загартовування, раціональне харчування тощо.

Плідна праця – важливий елемент здорового способу життя. На здоров'я людини впливають біологічні і соціальні фактори, головним з яких є праця.

Раціональний режим праці і відпочинку – необхідний елемент здорового способу життя. При правильному і строго дотримуваному режимі виробляється чіткий і необхідний ритм функціонування організму, що створює оптимальні умови для роботи та відпочинку і тим самим сприяє зміцненню здоров'я, поліпшенню працездатності і підвищенню продуктивності праці.

Наступною ланкою здорового способу життя студентів є викорінювання шкідливих звичок (паління, алкоголь, наркотики тощо). Ці порушники здоров'я є причиною багатьох захворювань, різко скорочують тривалість життя, знижують працездатність, згубно відбиваються на здоров'ї підростаючого покоління і на здоров'ї майбутніх дітей.

Якою би досконалою не була б медицина, вона не може позбавити кожного від усіх хвороб. Людина – сам творець свого здоров'я, за яке потрібно боротися. З раннього віку необхідно вести активний спосіб життя, гартуватися, займатися фізкультурою і спортом, дотримувати правил особистої гігієни, домагатися справжньої гармонії здоров'я.

Перелік джерел посилань

1. Охорона здоров'я в Україні: проблеми та перспективи / Заг. ред. д-ра. мед. наук, проф. В.М.Пономаренка. – Тернопіль: Укрмедкнига. – 1999. – 72. с.
2. Сущенко Л.П. Соціальні технології культивування здорового способу життя людини/ Запоріз. держ. ун-т. – Запоріжжя, 1999. – 308 с.
3. Молодь України: стан, проблеми, шляхи розв'язання: Зб. наук. публ. Укр. НДІ проблеми молоді за підсумками наукових програм і проектів 1996 р. – К.: АТ Видавництво "Столиця", 1997 – Вип. 6

2. ВПЛИВ ПЕРФЕКЦІОНІЗМУ ТА ПРОКРАСТИНАЦІЇ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Мейш Ю.А., д.н.н., професор

*Національний університет біоресурсів та природокористування
України, Київ, Україна*

Час – один із ключових ресурсів, який є цінним для кожної людини у динамічному світі. У ХХІ столітті для суспільства характерний надзвичайно швидкий темп життя, про що свідчить динаміка зміни розвитку технологій, модних тенденцій, культурних цінностей, вимог сучасного суспільства та інших сфер життя. Навколишнє середовище швидко змінюється, вимагаючи від студентів постійно бути в курсі подій та адаптуватися до змін. Поява Інтернету змінила світ, надавши людям доступ до будь-якої інформації та можливість працювати та спілкуватися в режимі онлайн з людьми з усього світу. Перелічені фактори викликають навантаження і можуть впливати на емоційно-психічну активність студента, призводячи до прокрастинації, що виявляється у відкладанні справ на невизначений термін [1]. Отже, має місце нераціональне використання часу, що призводить до зниження ефективності навчання студента. Проблема прокрастинації стає серйозною та розширюється у сфері технічної освіти у зв'язку із зростанням вимог до ефективності та продуктивності роботи студентів. Прокрастинація серед студентів найбільш поширена під час написання курсових робіт (46%), потім щотижневих читань (30%) і підготовки до контрольних (28%). Аспіранти більше відкладають щотижневє читання (60%), потім написання курсових робіт (42%) і підготовку до контрольних робіт (39%).

Вплив перфекціонізму на діяльність студента може бути як позитивним, так і негативним [1]. Студенти з перфекціоністськими рисами зазвичай мають високі стандарти якості та працюють наполегливо, щоб досягти своїх цілей. У таких студентів переважає позитивний перфекціонізм (екстрапсихічний), що сприяє досягненню успіху і підвищенню самооцінки. Перфекціонізм може мати негативний вплив на психологічний стан людини та її життєдіяльність (інтрапсихічний аспект) [1]. Часто перфекціоністи мають надмірні очікування щодо своєї продуктивності та досягнень, що може призвести до почуття розчарування в собі та власних здібностях. Вони можуть багато часу витратити на завершення завдання, намагаючись досягнути недосяжних цілей, що може викликати виснаження та втому. Стосунки з оточення погіршуються, так як багато хто не оцінить проробленої роботи, адже ідеально – не завжди найкраще.

Студенти можуть відкладати завдання, на виконання яких потрібно виділити багато часу, через нестачу часу і надмірне перенавантаження. Це може бути пов'язано із зайнятістю на роботі (так як у сучасних умовах багато студентів починають працювати уже з 1-2 курсу), особистими обов'язками або здоров'ям. У таких випадках вони можуть відчувати стрес і перенапруження, що може сприяти прокрастинації. Коли студентам не вистачає часу на виконання завдань, вони можуть бути більш схильні до відволікань і витратити більше часу на соціальні мережі або інші розваги під час робочого дня, замість того, щоб сконцентруватися на завданні. Студенти можуть відкладати такі завдання, бо бояться неприємних наслідків, які можуть виникнути під час або їх виконання. Також студенти можуть відкладати спілкування з колегами, які ведуть себе пасивно або негативно, відкладати вирішення конфліктів з ними. Вони сподіваються, що проблема вирішиться без їхнього втручання. У результаті стикаємося з ситуацією де завдання виконує 2-3 людини з 5, виникає перенавантаження і тривожність, знижується якість усієї роботи. Колективна відповідальність може мати негативний вплив на навчання студентів, так як призводить до розмиття самого поняття відповідальності та неясності в тому, хто насправді є відповідальним за певні результати. У разі розподілу може знижуватися рівень мотивації, оскільки кожен член групи сподівається, що інші виконають роботу і від нього самого вимагатиметься менше зусиль.

Важливу роль відіграють особисті негативні емоції, зокрема страх і тривога. Студенти можуть боятися зробити щось неправильно і отримати критику, або боятися нести відповідальність за свої невдачі. У такому випадку, студенти можуть відкладати завдання до того моменту, коли їхні емоції стануть менш інтенсивними або моменту, коли вони отримають достатньо часу для підготовки і виконання завдання.

Якщо студент постійно думає про свої дедлайни під час відпочинку, то це може відволікати його від відпочинку і призвести до прокрастинації [2]. Відпочинок повинен бути часом відновлення сил після навчання. Коли студент постійно думає про навчання, то він не може належним чином відпочити, що може призвести до виснаження і зниження продуктивності роботи. У результаті ми маємо ситуацію, де студент не може ні продуктивно навчатися, ні відпочивати. Думка оточуючих може також впливати на самооцінку студента та його внутрішню мотивацію, що впливає на показники його роботи та результати. Довготривала прокрастинація може призвести до демотивації студента, оскільки вона може порушити його робочий ритм і підірвати впевненість в своїх здібностях. За для запобігання цьому, освітянам потрібно забезпечити належну організацію навчального процесу, регулярно взаємодіяти з та допомагати студентам в управлінні своїм часом та ресурсами [2].

Можна стверджувати, що перфекціонізм та прокрастинація є взаємопов'язаними факторами, які впливають на продуктивність роботи студентів.

Перелік джерел посилань

1. Чалдині Р. Психологія впливу/ пер. з англ. Коваль Н., Зорницький А. Харків: КСД 2022. С. 274-328

2. Лугова В. М. Прокрастинація: основні причини, наслідки та шляхи подолання. Переяслав- Хмельницький, 2018. – Вип. 4(36), Ч. 2 – С. 59-65.

УДК 378.147:51

3. ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Силенок Г.А., к.пед.н., доцент

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

Інтелект є одним із найдорожчих ресурсів. Обдаровані вчені та фахівці спроможні принести надзвичайну користь конкретним компаніям, країнам і людській цивілізації. В Економічному енциклопедичному словнику [1] інтелект нації визначається як сукупність здібностей і творчих обдарувань людей, їх освітньо-кваліфікаційний рівень, на основі яких формується здатність народу засвоювати нові знання та використовувати їх для розвитку науки та культури, промисловості та сільського господарства, створення і впровадження нової техніки, застосування прогресивних форм організації виробництва і праці тощо.

Інтелектуальний розвиток людини продовжується протягом усього її життя. Щоб підготувати майбутнього фахівця-енергетика до інтелектуальної діяльності необхідно створити умови для цілеспрямованого тренування мислення, для усвідомлення сильних і слабких його сторін, розвитку інтелектуальних умінь. Найбільш сприятливі умови для розвитку інтелекту створюються у процесі навчання. Під час вивчення вищої математики формується математичний стиль мислення – системність і логічність міркувань, робота з абстрактними поняттями і точне використання символічної мови, строгість і послідовність у виконанні дій, що суттєво впливає на розвиток інтелекту і є основою дивергентного мислення, необхідного для творчої діяльності.

У процесі навчання студентів математичних дисциплін слід базуватись на відомих психолого-педагогічних положеннях про те, що: здібності проявляються і формуються в процесі діяльності; інтелектуальний розвиток особистості не відбувається за пасивного спостереження нею навчального

процесу; основним стимулом для розвитку інтелектуальних умінь є інтерес до вивчення навчальної дисципліни.

Мета вивчення математичних дисциплін в університеті полягає не лише в озброєнні студентів знаннями та вміннями. Головне – це навчити майбутніх енергетиків самостійно та творчо мислити. Математика є елементом загальної культури, має велике освітнє, практичне та розвивальне значення, і одночасно вона є інструментом для здійснення професійної діяльності. Активізація та розвиток мислення є необхідною умовою успішного засвоєння студентами математичних знань, вироблення умінь та навичок у процесі розв'язування як теоретичних, так і прикладних задач. Напружена розумова робота над розв'язуванням математичних задач має велику користь для інтелектуального розвитку. Прийоми інтелектуальної діяльності формуються та розвиваються значно швидше в умовах цілеспрямованої та активної пошукової роботи (аналіз навчального та пізнавального матеріалу, порівняння статистичних відомостей, виведення формул, складання умов до прикладних задач тощо), ніж в умовах пасивного сприйняття навчальних відомостей та стандартного їх відтворення.

На процес навчання математики студентів впливає низка зовнішніх та внутрішніх обставин і умов здійснення навчально-виховного процесу в університеті. До них відносимо: модернізацію змісту навчального матеріалу, використання сучасних форм, методів та інноваційних засобів навчання, підвищення мотивації та інтересу до навчання, урахування пізнавальних потреб і можливостей молоді, забезпечення спрямованості на майбутню професійну діяльність, організація свідомої самостійної роботи студентів та забезпечення систематичного контролю і самоконтролю.

Враховуючи існуючі методологічні підходи до організації навчання, дидактичні принципи та закономірності навчання, визначено такі педагогічні умови ефективного розвитку інтелектуальних умінь студентів-аграріїв у процесі навчання математичних дисциплін [2]: 1) нарощування у студентів інтелектуальних умінь відповідно до складових їх структури: від сприймання й осмислення відомостей через трансформацію знань і компетентностей до набуття та реалізації творчих умінь; 2) дотримання кожного з етапів формування основних способів інтелектуальної діяльності: від діагностики наявного рівня інтелектуальних умінь через мотивацію, рефлексію і набуття досвіду до застосування інтелектуальних умінь до розв'язування математичних задач, перенесення набутих інтелектуальних умінь на процес виконання іншої пізнавальної та фахової діяльності.

У процесі вивчення математичних дисциплін майбутніми енергетиками необхідно використовувати задачі та вправи, що сприяють поступовому нарощуванню інтелектуальних умінь відповідно до складових їх структури. Спочатку мають переважати математичні задачі та вправи, розв'язування яких спрямоване на розвиток умінь аналізувати та виділяти головне, потім –

порівнювати, визначати та пояснювати поняття тощо. Забезпечення нарощування інтелектуальних умінь студентів відповідно до складових їх структури за допомогою розв'язування задач, що поступово ускладнюються, сприяє якісному засвоєнню математики і підготовці фахівців-енергетиків до інтелектуальної діяльності в майбутньому.

Перелік джерел посилань

1. Економічний енциклопедичний словник: у 2 т. / С. В. Мочерний, Я. С. Ларіна, О. А. Устенко, С. І. Юрій / за ред. С. В. Мочерного. – Львів : Світ, 2006. – Т. 2. – 568 с.
2. Силенок Г. А. Структура інтелектуальних умінь і шляхи їх розвитку у студентів-аграріїв під час навчання математики / Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: наук. Журнал – Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – № 2 (56). – С. 398–405.

4. DEFINITIONS OF CONTROL TESTS KNOWLEDGE

Berdsman D., Ph.D, prof.

RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)

Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany

The widespread adoption of testing in high school practices is redefining the concept of testing. Currently, the understanding and acceptance of academic testing are ambiguous and can generally be categorized into three levels.

The first level of understanding describes a test as a collection of questions with, in some cases, added choices. At this level, a test is often perceived as a puzzle or something similar.

The second level reflects an understanding of the primary components of the concept of educational testing but takes into account the creation of test procedures and their implementation. However, this level often neglects methods for processing and analyzing the test results, which can reduce the effectiveness of the measurement method and potentially lead to inaccuracies. The third level represents a correct understanding of the educational content of testing, considering the characteristics of tests, their potential, and the limitations of their use. To gain a proper understanding of the essence of educational testing, it is essential to provide a detailed and integrated definition that reflects its key features. Educational testing is an integrative category that defines various forms of assessing educational achievements suitable for specific conditions and questions that aid in determining the proper assimilation of educational material and the process of direct control and more. This accounts for the variety of pedagogical tests available today. The author provides a comprehensive definition of pedagogical testing, highlighting the most essential features that distinguish this method of assessing students' educational achievements from others.

Knowledge control through objective testing is defined as a system of parallel tasks of increasing complexity and a specific format that allows responses based on

a high degree of reliability and validity to objectively measure and evaluate the structure of students' knowledge in specific subjects.

For a clearer understanding of educational testing, individual components of this definition are isolated, offering definitive and related interpretations. The systemic nature of educational testing, defining it as a systematic approach, means that the test comprises specific tasks that share inherent properties. The specificity of test formats lies in the fact that tasks are formulated not in the traditional form of questions or problems but as statements, where responses can be either true or false. Traditional questions, on the other hand, do not present true or false options (truth and falsity categories are solely based on the response).

The specificity of test means includes control of material that corresponds to the content of the discipline or the content area of the test. Additionally, if the content area involves multiple parallel paradigms (which can occur due to changes in the relevant area of expertise), the paradigms adopted during test preparation must always be clearly defined.

The increasing complexity of tests is evident in the organization and presentation of tasks to students. Validity is a comprehensive description of the test's ability to measure accurately, which is why a test is designed in the first place. Reliability characterizes the stability of test results obtained using an appropriate test. In terms of educational measurement, two fundamental aspects are knowledge and its structure. These aspects are evaluated by recording assessments related to knowledge and ignorance of all components of the content area, which includes all elements of the educational material tested. To ensure objectivity in assessing all components, uniform rules for processing results and subtotals must be established.

Knowledge is determined by analyzing each student's responses to all the test tasks. The structure of knowledge is assessed by examining the sequence of right and wrong answers to tasks of increasing difficulty.

It is crucial to recognize that educational testing is not a one-size-fits-all solution. The implementation of this methodology should be based on relevant information, taking into account the advantages and disadvantages of selected assessment methods for evaluating students educational achievements.

УДК 378.001.89

5. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ НАУКОВИХ ТА НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ

Васюк В. В., к.т.н., доцент

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

Сучасна тенденція полягає в формулюванні та впровадженні ефективних шляхів та напрямів розвитку підготовки наукових і науково-педагогічних

кадрів. Можна виділити основні характеристики підготовки кадрів у сучасних умовах: освіта є важливою складовою соціальної реальності, яка відзначається масовістю та постійними змінами. Конкуренція в освітній галузі є активною. Зміна спрямованості підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів обумовлена необхідністю виховання сучасного покоління фахівців з відповідною підготовкою, інноваційним мисленням та сучасними методами вирішення проблем. Це є загальною метою розвитку сучасної освіти. Стратегічний акцент у розвитку підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів у світі наразі спрямований на розвиток національної моделі освіти та перехід від концепції "Освіта для всіх" до підходу "Освіта для кожного" [1].

Якщо розглядати освіту як важливу соціальну систему, яка сприяє всебічному розвитку людських ресурсів, то вона грає надзвичайно важливу роль у суспільстві. Освіта сприяє розвитку інтелекту, творчості та практичних навичок людини, її участі у соціальних, економічних і культурних відносинах, що необхідні для впровадження інновацій у повсякденне життя. Також важливими аспектами є розвиток відносин між людиною та природним середовищем, визначення внеску до культурного відтворення продуктивності та суспільства, а також вплив постійного прогресу та підтримання відповідності людини сучасним вимогам [2].

Важливими факторами сучасності, які впливають на підготовку наукових і науково-педагогічних кадрів, є наступні: зміна уявлень про статус науки та освіти; розвиток дистанційних технологій, що дають можливість навчатися багатьом людям незалежно від роботи та місця проживання; зміна циклів технологічних процесів, що вимагає перепідготовки протягом терміну роботи. Основними шляхами та напрямками підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів є орієнтація на конкретну людину, її подальший розвиток, самоосвіта та предметні знання. Майбутні вчителі повинні бути виховані на високому рівні національної самосвідомості, гуманізму, толерантності та міжкультурної комунікації. У вихованні та підготовці відбувається поступовий перехід від концепції функціонального навчання спеціалістів до концепції розвитку особистості. Така орієнтація передбачає персоналізований характер навчання.

Для досягнення цієї мети важливо враховувати здібності кожної особистості та сприяти її саморозвитку. Пріоритетними є професійний та особистісний розвиток, а також самовдосконалення майбутніх учителів. Сучасний рівень освіти вимагає перегляду змісту навчання на всіх рівнях, впровадження інноваційних освітніх технологій та ефективних методів навчання. Важливим завданням є виховання у учнів бажання вчитися та самовдосконалюватися. Головна мета, яка стоїть перед школами та навчальними закладами, полягає в підвищенні якості знань учнів і майбутніх учителів. Незалежно від спеціальності, гуманізація вищої освіти повинна

залишатися основною ціллю всієї освітньої системи. У ХХІ столітті вища освіта не повинна обмежуватися вузьким шляхом спеціалізації. Основною метою є розвиток культури особистості, гуманітарні основи, етика та цінності, які дозволяють розширити горизонти розуміння спеціаліста в складному та швидкозмінному світі, щоб адаптуватися до викликів часу. Тенденція підвищення статусу вчителя підкреслює відповідність практичності та духовних вимог особистості сучасного вчителя.

Система неперервної освіти функціонує на основі змінної структури педагогічної освіти, принципами якої є безперервність, багаторівневність, гнучкість і варіативність. Освіта університетського типу пов'язана з впровадженням нових моделей підготовки вчителів.

У сучасній науковій літературі під педагогічною освітою розуміють процес формування педагогічних кадрів для навчально-виховних закладів, а також сукупність теоретичних, педагогічних, професійних знань і практичних педагогічних умінь, які дозволяють здобути педагогічну освіту для виховання.

Безперервність освіти вважається передумовою безперервного підвищення професіоналізму педагогів. Майбутні вчителі повинні зосередитися не лише на отриманні певних знань, умінь і навичок, а й на формуванні педагогічного мислення та розвитку професійної рефлексії як основи здатності оволодівати, інтегрувати та застосовувати нові знання та навички.

Враховуючи зазначене, необхідно активно модернізувати сферу підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів. Людський капітал сучасної педагогічної освіти визначає економічний рівень і конкурентоспроможність країни на світовій арені.

Перелік джерел посилань

1. Вавіліна, Н. І. Підготовка наукових кадрів як основа формування інтелектуального капіталу країни / Н.І. Вавіліна // Наука, технології, інновації. – 2019. – № 4 (12). – С. 16-27.
2. Ясницька Н. Особливості підготовки науково-педагогічних кадрів у ВНЗ України / Н. Ясницька // Актуальні проблеми державного управління. – 2014. – Вип. 4. – С. 185-189
3. Різник В. В. Національні особливості та закордонна практика підготовки наукових та науково-педагогічних кадрів / В. В. Різник, Н. А. Різник // Молодий вчений. – 2017. – № 10. – С. 525-529

Наукове видання

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

Матеріали
X Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 19 жовтня 2023 р.

Відповідальний за видання
Окушко О.В.

Технічний редактор Сорокін Д.С.

Комп'ютерне складання та верстання Васюк В.В., Ликтей В.В.