

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ



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

Матеріали
IX Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 19-22 травня 2020 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, 19-22 of May, 2020

Київ 2020

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
IX Міжнародної науково-технічної конференції

м. Київ, 19-22 травня 2020 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, 19-22 of May, 2020

Київ 2020

УДК 621+536

Голова організаційного комітету конференції

Козирський В.В., директор ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України

Співголова організаційного комітету конференції

Жильцов А.В., завідувач кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., професор

Відповідальний секретар оргкомітету

Мірських Г.О., к.т.н., доцент, Україна

Секретарі оргкомітету конференції

Сорокін Д.С., к.т.н., старший викладач, Україна

Васюк В.В., к.т.н., старший викладач, Україна

Ликтей В.В., асистент, Україна

Члени організаційного комітету

Лисиченко М.Л., д.т.н., професор, Україна;

Кондратенко І.П., д.т.н., член - кореспондент НАН України, Україна;

Яцкевич Юрій (Yatskevych Yu.), PhD, професор, Канада;

Chochowski Andrzej, prof. dr. hab. inz, SGGW w Warszawie, Polska;

Głowacki Szymon, dr. hab. inz, SGGW w Warszawie, Polska.

Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта): Матеріали наук.-техн конф., м. Київ 19-22 травня.

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 ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА	13
1. РЕАЛІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ	13
<i>Березюк А. О.</i>	
2. APPLICATION OF INDUCTION HEAT GENERATOR FOR HEATING OF HEAT CARRIERS.....	14
<i>Bereziuk A.</i>	
3. DEVELOPMENT OF A CLOSED HEATING SYSTEM FOR A PRODUCTION PREMISES	15
<i>Bereziuk A.</i>	
4. NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF INDUCTION HEATING OF A BEAM OF FERROMAGNETIC PIPES.....	17
<i>Bereziuk A.</i>	
5. РОЗРОБКА АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ АКСІАЛЬНИХ ДИСКОВИХ ДВИГУНІВ	19
<i>Березюк А. О., Крищук Р. С.</i>	
6. РОЗРАХУНОК ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В БАГАТОШАРОВИХ МАСИВНИХ ВИТКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРИСТРОЇВ.....	20
<i>Березюк А. О.</i>	
7. RESEARCH OF ADEQUACY OF THE ANALYTICAL METHOD OF CALCULATION OF ACCIDENTIAL DISCONTINUED MOTORS.....	22
<i>Bereziuk A., Kryshchuk R.</i>	
8. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС З ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ПЕРД ПРОКАТОМ	24
<i>Березюк А. О.</i>	
СЕКЦІЯ 2. ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ. ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	26
1. ВПЛИВ УМОВ СИНТЕЗУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЛЮМІНОФОРУ $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}$	26
<i>Чорній В. П., Бойко В. В., Неділько С. Г., Тереміленко К. В. Слободяник М. С.</i>	
2. КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 0,38 КВ З НЕСИМЕТРИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ	28
<i>Омельчук А. О., Кайденко Ю. В.</i>	
3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАХИСНИХ АПАРАТІВ В МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ ДО 1000 В	30
<i>Радько І. П., Наливайко В. А., Окушко О. В.</i>	

4. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ	32
<i>Савчук О. В.</i>	
5. ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ В МАСЛОНАПОВНЕНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ.....	33
<i>Радько І. П., Наливайко В. А., Окушко О. В.</i>	
6. СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ СПОЖИВЧОЇ КТП 10/0,4 КВ.....	34
<i>Лут М. Т., Волошин С. М.</i>	
7. СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	36
<i>Волошин С. М., Тарасюк О. І.</i>	
8. ДОСЛІДЖЕННЯ КОМУТАЦІЙНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	37
<i>Радько І. П., Наливайко В. А.</i>	
9. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	39
<i>Гай О. В., Гусятинський Д. О.</i>	
10. АКУСТОЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ ЗВОРОТНИХ ХВИЛЬ ЛЕМБА В ПЛАСТИНАХ ГЕРМАНАТУ ВІСМУТУ	41
<i>Льїн П. П.</i>	
11. РОЗРОБКА МОДЕЛІ СОНЯЧНОГО ТРЕКЕРА.....	42
<i>Боярчук В. М., Сиротюк В. М., Кузьмінський Р. Д., Сиротюк С. В. Гальчак В. П., Баранович С. М., Янковська К. С., Фтома О. В. Chochowski A., Obstawski P., Aleksiejuk J., Awtoniuk M.</i>	
12. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТЕПЛОВОГО НАКОПИЧУВАЧА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У МЕРЕЖАХ SMART-GRID	44
<i>Козирський В. В., Нікіфоров А. П., Петренко А. В., Парубов А. Н.</i>	
13. ОПТИМІЗАЦІЯ СТАНУ ЕКОНОМІК НОВОГО ТИПУ	46
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ СТРУКТУРНО-ІНФОРМАЦІЙНИМ МЕТОДОМ.....	46
<i>Нікіфоров А. П., Подлужна Н. О.</i>	
14. АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШ ВАЖКИХ УМОВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ВИРОБІТКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ.....	50
<i>Мартинюк Л. В.</i>	
15. СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НА ГЕНЕРАЦІЮ ВИЩИХ ГАРМОНІК В МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ.....	51
<i>Лисиченко Р.М., Черемісін М.М.</i>	

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

1. РОЗРОБЛЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ	54
<i>Лисенко В. П., Якименко І. Ю.</i>	
2. АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ЕНТОМОФАГІВ	56
<i>Лисенко В. П., Чернова І. С.</i>	
3. ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНИТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ	58
<i>Лисенко В. П., Лендел Т. І.</i>	
4. APPLYING OF METHOD OF EQUALITIES MEETING IN THE AUTOMATED DIRECT CURRENT DRIVE	60
<i>Romasevych Y. O., Loveikin V. S., Liashko A. P.</i>	
5. АВТОМАТИЗАЦІЯ АГРОБІОЛГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ МІКРОСТРУКТУРИ РОСЛИННОГО ОБ'ЄКТА.....	62
<i>Никифорова Л. Є.</i>	
6. ОПТИМІЗАЦІЯ МАЛОЧУТЛИВИХ ПРИСКОРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ РАДІАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ..	64
<i>Панталієнко Л. А.</i>	
7. ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ І БЕЗПЕКИ АПАРАТУРНО-ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ	65
<i>Мірських Г. О.</i>	
8. ВРАХУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОПЕРАТИВНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЯХ, ВИКОНАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	67
<i>Мірських Г. О.</i>	
9. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ «СТАБІЛЬНОСТІ-ПЛАСТИЧНОСТІ» ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	67
<i>Мірських Г. О.</i>	
10. НЕЧІТКІСТЬ ЯК РОЗВИНЕННЯ Й АЛЬТЕРНАТИВА ЙМОВІРНОСТІ	68
<i>Мірських Г. О.</i>	
11. ДИНАМІЧНИЙ ТАРИФ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ – ФУНДАМЕНТАЛЬНА ОСНОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ MICROGRID СИСТЕМ	70
<i>Козирський В. В., Козирська Т. О.</i>	
12. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	72
<i>Заєць Н. А.</i>	

13. ЗМЕНШЕННЯ СПОТВОРЕНЬ СИНУСОЇДАЛЬНОЇ НАПРУГИ ВИЩИМИ ГАРМОНІКАМИ.....	74
<i>Гладкий А. М.</i>	
14. ІДЕНТИФІКАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З МЕТОЮ ЕКОНОМІЇ ВИТРАТ	75
<i>Степахно І. В.</i>	
15. МІКРОМЕРЕЖІ, АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СВІТОВОГО ДОСВІДУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ.....	76
<i>Козирський В. В., Волошин С. О.</i>	
16. РЕКУРЕНТНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ.....	78
<i>Лисенко В. П., Гачковська М. А., Поліщук Д. В.</i>	
17. ОПТИМІЗАЦІЯ ЗА ШВИДКОДІЄЮ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЗАСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ SMART-ТЕХНОЛОГІЙ	80
<i>Коваль В. В., Зінько П. М., Лавінський Д. С., Кальян Д. О., Осінський О. Л., Самойленко В. В.</i>	
18. ВИКОРИСТАННЯ ШТАТНОГО ЕКСПОНОМЕТРУ ФОТОКАМЕРИ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН	82
<i>Юхименко А. С., Комарчук Д. С.</i>	
19. ALGORITHMS OF OPTIMAL DISCRETE FILTRATION IN STOCHASTICAL DYNAMIC SYSTEMS.....	83
<i>Shurub Yu. V., Dudnyk A. O.</i>	
20. КАЛІБРУВАННЯ СЕНСОРУ ЗОБРАЖЕННЯ БПЛА ПРИ НЕСТАБІЛЬНОМУ ОСВІТЛЕННЮ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗЕРНОВИХ НАСАДЖЕНЬ.....	85
<i>Юхименко А. С., Опришко О. О.</i>	
21. ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	86
<i>Лисенко В. П., Решетюк В. М.</i>	
22. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ МЕТАНОГЕНЕЗУ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ ЗІ СТИМУЛЮЮЧИМИ БРОДІННЯ ДОМІШКАМИ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ.....	87
<i>Шворов С. А., Мірошник В. О., Давиденко Т. С.</i>	
23. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕНІ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ	88
<i>Удовенко О. О.</i>	
24. ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ.....	90
<i>Жильцов А. В., Васюк В. В.</i>	

25. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОТОКАМИ ТЕПЛИЧНИХ КОМБІНАТІВ	91
<i>Болбот І. М., Болбот А. І.</i>	
26. СИНТЕЗ НЕЧІТКОГО ПІД-РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НЕЗАЛЕЖНОГО ЗБУДЖЕННЯ.....	93
<i>Цигульов І. Т.</i>	
СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ	96
1. РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ВІДХОДІВ	96
<i>Чміль А. І., Олійник Ю. О.</i>	
2. ВПЛИВ ФОТОАКТИВОВАНОГО ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ НА ТЕПЛИЧНІ РОСЛИНИ.....	97
<i>Книжка Т. С.</i>	
3. THE RESULTS OF THE EFFECT OF PRESOWING TREATMENT OF GRAIN CROPS BY DIFFERENT PARTS OF THE SPECTRUM OF OPTICAL RADIATION ON PLANT GROWTH	98
<i>Chervinsky L., Storozhuk L., Pashkovska N.</i>	
4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БІОГАЗОВОГО РЕАКТОРА З ЗАГЛИБНОЮ КОМБІНОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ПЕРЕМІШУВАННЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ПІДГРІВУ	99
<i>Заблодський М. М., Сподоба М. О.</i>	
5. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБОТАХ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	101
<i>Окушко О. В., Ковтун П. М.</i>	
6. ОЗОНАТОР ДЛЯ ДОМАШНЬОГО КОНСЕРВУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	102
<i>Піддубний В. О., Андрієнко В. І.</i>	
7. ОЧИСНИК МОЛОКА З ТЕХНОЛОГІЄЮ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ	103
<i>Жила В. І., Лисиченко М. Л.</i>	
8. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ В КОРОЗИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	105
<i>Коробський В. В., Клепач М. Ю.</i>	
9. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БІОСТИМУЛЯЦІЯ ПУХО-ПР'ЯНОЇ СИРОВИНИ У ДВОШНЕКОВОМУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОМУ ГІДРОЛІЗЕРІ	107
<i>Заблодський М. М., Ковальчук С. І.</i>	

10. ЕКОЛОГІЧНО - БЕЗПЕЧНІ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	108
<i>Коробський В. В.</i>	
11. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ РЕЧОВИНИ В СИСТЕМІ «ЖИВИЛЬНИЙ РОЗЧИН - РОСЛИНА»	110
<i>Сухін В. В., Панкова О. В., Лисиченко М. Л.</i>	
12. ЕЛЕКТРОЛІЗНЕ ПРОДУКУВАННЯ ДЕЗИНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ	112
<i>Штепа В. М., Машуніна А. О., Вороніч О. В., Шикунець О. Б.</i>	
13. ЕНЕРГООЩАДНІ РЕЖИМИ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ	114
<i>Котов Б. І., Панцир Ю. І., Герасимчук І. Д.</i>	
14. ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПТАШНИКОМ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНОЇ ТЕПЛОТИ З ЕЛЕКТРООЧИСТКОЮ ПОВІТРЯ	115
<i>Грищенко В. О.</i>	
15. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУБСТРАТУ НА ОСНОВІ ЕКСКРЕМЕНТІВ ТВАРИН ПРИ МЕТАНОГЕНЕЗІ ПОД ДІЄЮ МАГНІТНОГО ПОЛЯ	117
<i>Заблудський М. М., Жильцов А. В., Pugalendhi S., Subramanian P.</i>	
16. ELECTROSTATIC ADSORPTION PROPERTIES OF FOAM POLYSTYRENE FILTER, NANO COMPOSITES OF THE MULTIWALLED CARBON NANOTUBES AND POLYETHYLENE, POLYVINYL CHLORIDE	119
<i>Onanko Y. A., Ilyin P. P., Charnyi D. V., Onanko A. P., Kulish M. P., Dmytrenko O. P., Pinchuk-Rugal .T. M.</i>	
17. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ЗЕРНА ПРИ ІЧ-ЕНЕРГОПІДВОДІ	121
<i>Калініченко Р. А.</i>	
18. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА УЛЬТРАФІОЛЕТОВА УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ МОЛОДНЯКУ ТВАРИН.....	123
<i>Семенов О.О., Лисиченко М.Л.</i>	
19. МОДЕЛЮВАННЯ ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ В ПРОЦЕСІ СУШКИ ТИРСИ.....	125
<i>Середин М. Ю., Лисиченко М. Л.</i>	
СЕКЦІЯ 5. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ 127	
1. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В НУБІП УКРАЇНИ	127
<i>Радько І. П., Наливайко В. А., Окушко О. В., Міщенко А. В., Антипов Є. О.</i>	

2. ТРИФАЗНА ШАБЛОННА ОДНОШАРОВА ОБМОТКА КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.....	129
<i>Заблудський М. М., Чуєнко Р. М.</i>	
3. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.....	130
<i>Чуєнко Р. М.</i>	
4. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ОБМОТКИ СТАТОРА КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.....	132
<i>Чуєнко Р. М.</i>	
5. МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ MATLAB SIMULINK	133
<i>Чуєнко Р. М.</i>	
6. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ СТРІЧКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА.....	135
<i>Савченко В. В., Синявський, О. Ю.</i>	
7. ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНІКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ	137
<i>Васюк В. В.,</i>	
8. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОСЛІДНИХ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ	138
<i>Коробський В. В., Мрачковський А. М.</i>	
СЕКЦІЯ 6. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА	141
1. РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ КАЛОРИМЕТРІЇ	141
<i>Грабарчук А. Б., Василенков В. Є.</i>	
2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВИЗНАЧЕННЮ КАЛОРІЙНОСТІ ЯЧМІННОЇ ДЕРТІ.....	142
<i>Грабарчук А. Б., Василенков В. Є.</i>	
3. ОЦІНКА КОРОЗІЇ МЕТАЛУ У ПУДЗЕМНИХ УМОВАХ.....	143
<i>Кравчук Є. В., Василенков В. Є.</i>	
4. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ	144
<i>Кльоц О. А., Василенков В. Є.</i>	
5. ЗАХИСТ ТРУБОПРОВІДІВ ВІД КОРОЗІЇ В ҐРУНТІ.....	145
<i>Кльоц О. А., Василенков В. Є.</i>	
6. ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВИЛУЧЕННЯ CO ₂ . 146	
<i>Потапова Є. О., Черниш Є. Ю., Батальцев Є. В., Пляцук Л. Д.</i>	
7. ЧИСЕЛЬНЕ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛОКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛАХ З НАНОЧАСТИНКАМИ ПРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ	148
<i>Горобець В. Г., Антипов Є. О.</i>	

8. ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ГІДРОДИНАМІКУ І ТЕПЛООБМІН КОМПАКТНИХ ПУЧКІВ ТРУБ МАЛОГО ДІАМЕТРУ	150
<i>Горобець В. Г., Троханяк В. І., Богдан Ю. О.</i>	
9. NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESSES OF THE PREPARATION OF LIQUID GRAIN FEED WITH THE USE OF ROTOR-PULSATION TECHNOLOGIES	151
<i>Gorobets V. G., , Trokanyak V. I., Serdyuk A. M.</i>	
10. MODELING OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN THE CHANNELS OF A NEW CONSTRUCTION WIND TURBINES	152
<i>Gorobets V. G., Masyuk M. Yu.</i>	
СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ	154
1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕДУРИ КОМПЛЕКСНОГО ЕНЕРГОАУДИТУ У СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	154
<i>Мошноріз М. М., Постернак В. А.</i>	
2. УМОВИ ДОЦІЛЬНОСТІ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ	156
<i>Мірських Г. О.</i>	
3. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	157
<i>Радько І. П., Наливайко В. А. Окушко О. В., Міщенко А. В., Антипов Є. О.</i>	
4. ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА З УРАХУВАННЯМ ОБ'ЄМУ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ	158
<i>Мірських Г. О.</i>	
5. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ПЕРСПЕКТИВИ	160
<i>Соломко Н. О., Залозний Р. В.</i>	
6. ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ, ВКЛЮЧЕНИХ У СКЛАДНІ СИСТЕМИ	162
<i>Мірських Г. О.</i>	
7. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЕЛЬ З ВРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ КОМФОРТУ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	163
<i>Дешко В. І., Білоус І. Ю., Буяк Н. А.</i>	
СЕКЦІЯ 8. ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ	165
1. THE ROLE OF THE HIGHER SCHOOL IN THE AWARENESS OF PROFESSIONALS, LOGIC AND FALSE CONCEPT OF OVERVIEW OF THEIR APPLICATIONS IN PRACTICAL ACTIVITIES	165
<i>Berdsman D.</i>	

2. ON EFFICIENCY OF ASSESSMENT COMMUNICATIVE LANGUAGE TESTS FOR TECHNICAL UNIVERSITY.....	166
<i>Voronova Y.</i>	
3. PROBABILITY, LOGIC AND FLAGS AS TOOLS ENGINEERING ..	167
<i>Nielsen N.</i>	
4. ВИХОВАННЯ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ У СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ ЯК ПЕРЕДУМОВА МАЙБУТНЬОГО НАЦІЇ	169
<i>Окушко О. В., Ковтун П. М.</i>	
5. РОЗРІЗНЕНІСТЬ ЦІЛЕЙ НАВЧАННЯ І НАБУТТЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ	171
<i>Мірських Г. О.</i>	
6. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ» СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ.....	172
<i>Паньків Г. В.</i>	
7. ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ	173
<i>Паньків Г. В.</i>	
8. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ КАРАНТИНУ	174
<i>Піддубний В. О.</i>	
9. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ПИТАНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	176
<i>Батечко Н. Г. Шеліманова О. В., Шостак С. В.</i>	
10. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ».....	177
<i>Фокіна Т. О., Єфімов Г. П., Бондаренко Н. І.</i>	
12. INTEGRATION OF LOGIC AND PROBABILITY CONCEPTS AS AN OBJECTIVE NEED OF PRACTICE	180
<i>Aigner P.</i>	
13. SPECIALTY POLYMORPHISM AND SOCIO-PSYCHOLOGICAL PROPERTIES OF THE SPECIALIST	182
<i>Sidorov S. A.</i>	
14. ВИЩА ОСВІТА ЯК ПОСЛУГА З БОКУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ	183
<i>Мірських Г. О.</i>	
15. КУРСОВЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ СПОСОБІВ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ.....	184
<i>Дронь В. В., Циганок О. М., Іващенко О. С.</i>	

СЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА

РЕАЛІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ

Березюк А. О., к.т.н., доцент

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

Різноманіття областей застосування технологічного обладнання індукційного нагріву [2] обумовлює, звичайно, не тільки варіативність їх конструктивної реалізації, але й варіативність схем структури електроживлення індуктора, від якої багато в чому залежить ефективність функціонування індукційного обладнання.

Вибір схеми структури електроживлення індуктора [1] залежить, перш за все, від потужності обладнання та можливостей джерела електроживлення. При цьому означена структура електроживлення має забезпечувати узгодження параметрів навантаження (індукційного нагрівача) з параметрами джерела електроживлення.

За умови застосування джерела електроживлення промислової частоти на сьогодні широко застосовується структура, схема якої наведена на рис. 1

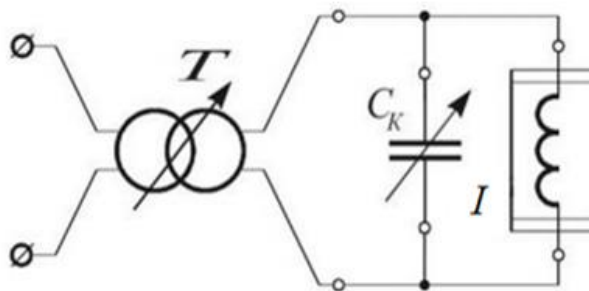


Рис. 1. Схема електроживлення однофазного індукційного нагрівача з регульованим трансформатором

В наведеній на рис. 1 схемі паралельно індуктору I включений компенсуючий конденсатор (точніше батарея конденсаторів) C_k . При цьому передбачена можливість зміни ємності конденсатора.

Індуктор і конденсатор утворюють коливальний контур підключений до мережі живлення через трансформатор T , конструктивна реалізація якого збезпечує можливість ступінчастого регулювання вторинної напруги.

Індукційний нагрівач в наведеній схемі є однофазним навантаженням для мережі електроживлення.

Регульований трансформатор в розгляданій електричній схемі можна замінити нерегульованим, але за таких умов для регулювання напруги на індукторі має бути встановлений спеціальний пристрій, реалізований,

наприклад, у вигляді тиристорного регулятора *BP* (рис. 2).

На практиці для узгодження індуктора і джерела електроживлення часто застосовують структуру, побудовану за концепцією автотрансформатора (автотрансформаторну схему).

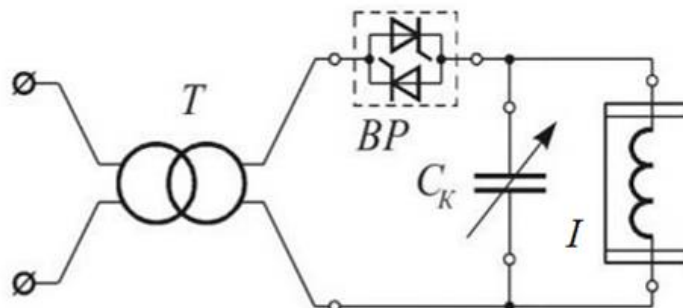


Рис. 2. Схема електроживлення однофазного індукційного нагрівача з тиристорним регулятором

В схемі електроживлення з індуктором автотрансформаторного типу напруга джерела електроживлення надходить лише на частину витків обмотки індуктора *I*, а компенсуючий конденсатор (блок конденсаторів) підключається до виводів «повної» обмотки. За такої схеми резонансна напруга на індукторі і на конденсаторі буде, звичайно, більша, ніж напруга джерела живлення.

Література

1. Рей Л.Кук. Согласование с нагрузкой в современных системах индукционного нагрева / Рей Л. Кук, Дон Л. Лавлесс, В.И. Руднев // Силовая электроника. – 2007. – №2. – С. 1–4.
2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники, т.1.- Л.: Энергоиздат, 1981. - 418 с.

APPLICATION OF INDUCTION HEAT GENERATOR FOR HEATING OF HEAT CARRIERS

Bereziuk A., PhD

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

Today, in the economic and fuel-energy crisis, economic preconditions are being created for the use of electricity as the main source of heat instead of natural gas or other mineral fuels. One of the ways to convert electricity into heat in industrial and domestic heating systems is induction heating. In heating systems of heat carriers the branched surface of heat exchange is important. The branched surface of heat exchange can be realized in the cylindrical inductor with loading in the form of a bunch of pipes through which the heat carrier passes (Fig. 1.)

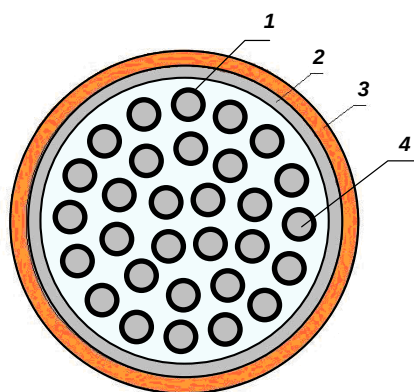


Fig. 1. Cylindrical inductor with a load in the form of a bundle of pipes:
1 - inductor loading; 2 - thermal insulation; 3 - inductor; 4 - coolant.

Such heating systems can be used in small private households, for example, in closed heating systems [1]. Most often, a closed heating system consists of a boiler, radiators, recirculation pump, expansion tank, piping system.

Instead of a conventional boiler that burns mineral fuel, it is advisable to install an induction heat generator, which has a number of advantages:

- Fire and explosion safety;
- High reliability;
- High degree of readiness;
- The heating process is environmentally friendly.
- High efficiency.

References

1. Подольцев А. Д. Многомасштабное моделирование в электротехнике / А. Д. Подольцев, И. Н. Кучерявая – К.: Ин-т. электродинамики НАН Украины, 2011. – 255 с

DEVELOPMENT OF A CLOSED HEATING SYSTEM FOR A PRODUCTION PREMISES

Bereziuk A., PhD

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

The principle of operation of the proposed installation is based on induction heating of a system of metal pipes using an inductor connected directly to the AC mains with a voltage of 380 V, a frequency of 50 Hz. The heated pipes (heat exchanger) are placed inside the insulating cylinder on which the inductor is wound. The cylinder is made of electrical insulating material. When using a three-phase voltage source of industrial frequency, the device consists of three induction units, each of which is included in the phase voltage.

Heat exchange between the heated pipes and the coolant can be carried out on both the outer and inner surfaces of the pipes. The number of pipes and their

diameter is chosen for reasons of providing the required heat transfer area and turbulent flow of the coolant.

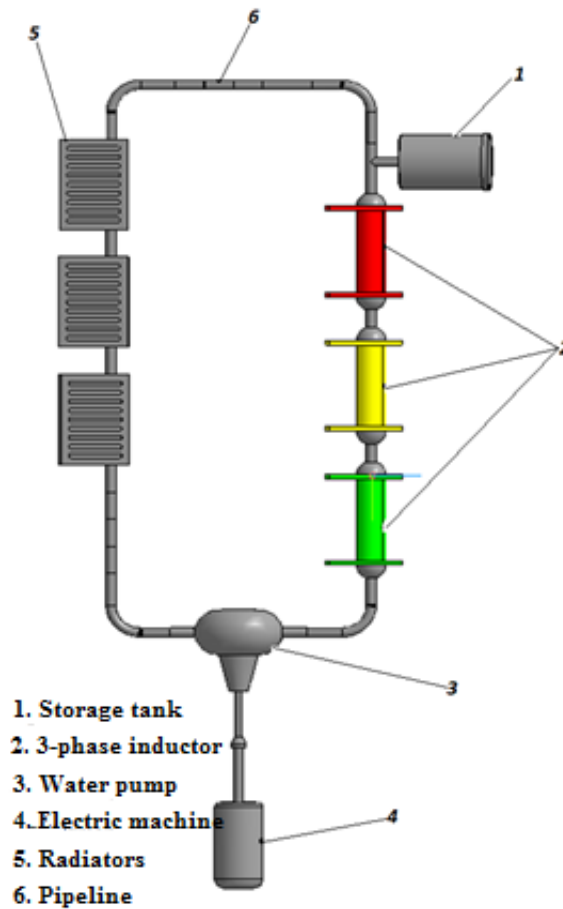


Fig. 1. Closed heating system

The heating temperature of the coolant can be regulated both by changing the flow mode of the coolant and by changing the power of the inductor. Changing the power of the inductor is performed, in the simplest case, by switching the number of turns of the inductor, or by adjusting the voltage. Coordination of inductor power, flow rate and coolant temperature is achieved by choosing the length of the pipe system (installation dimensions) and the allowable heating temperature of metal pipes. The maximum allowable temperature of the pipes should not exceed the temperature of the magnetic transformations for the selected pipe material.

A very important indicator of an induction heat generator is the lack of removal of electric potential and, moreover, eliminates the possibility of its occurrence, this is due to the fact that the induced currents in the pipes are closed to themselves within the electromagnetic field distribution. This makes the use of the installation safe both in high humidity and in explosive operating conditions.

A distinctive feature of the proposed equipment is the exclusion of the heat transfer process by thermal conductivity. The heat flux density is directly supplied to the heat exchange surfaces by an electromagnetic field that is 10⁴ times higher

than the possible achievable heat flux density during heat transfer by thermal conductivity, especially in the presence of insulating gaps present in TEN heaters or boilers, such as TOK-1, TOB-2. The latter uses directly the thermal energy of the combustion products of natural gas and heat transfer is carried out either by mixing the combustion products with recirculated air in TOK-1, or thermal conductivity in TOB-2. In both cases, the installations contain significant masses of ceramic lining, which makes them inertial, they require special maintenance and high capital costs.

References

1. Rudnev V., Loveless D., Cook R., Black M. Handbook of induction heating. - Marcel Dekker. Inc., 2003.
2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники, т.1.- Л.: Энергоиздат, 1981. - 418 с.

NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF INDUCTION HEATING OF A BEAM OF FERROMAGNETIC PIPES

Bereziuk A., PhD

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

The branched surface of the heat exchanger is important for efficient heating of the intermediate media. The branched heat exchange surface can be realized in a cylindrical inductor with a load in the form of a bundle of pipes, along which passes (flows) the material (coolant), which is heated (Fig. 1). The necessary parameters and heating mode can be provided by optimizing the geometric dimensions of the inductor and cylindrical loading elements, as well as setting the required speed (performance) of the material along the inductor channel.

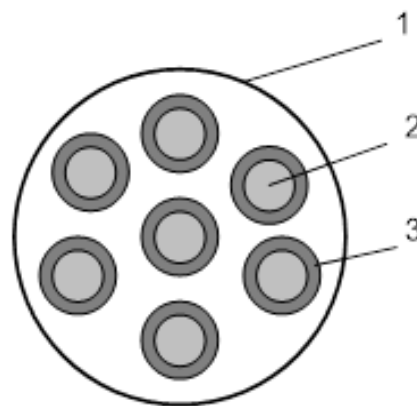


Fig. 1. Cylindrical inductor with loading in the form of multi-pipe system:
1 - inductor; 2 - heated material; 3 - inductor loading

The electromagnetic calculation of inductors with a load in the form of a ferromagnetic multi-tube system can be realized on the basis of the method

presented in [1], where the electromagnetic field of a cylindrical inductor was calculated on the basis of Maxwell's system of equations:

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j} \quad \operatorname{div} \mathbf{B} = 0 \quad \operatorname{rot} \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t, \quad (1)$$

taking into account the material equations:

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}, \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}, \quad (2)$$

where $\mathbf{B}$, $\mathbf{H}$, $\mathbf{E}$, $\mathbf{j}$ are the vectors of magnetic induction, magnetic and electric field strength, current density; σ , μ - specific electrical conductivity and magnetic permeability of the pipe material.

The solution of the electromagnetic problem, which reduces to the modified Bessel equation, for the azimuthal component of the vector magnetic potential allows us to find the distribution of the current density in the tube:

$$j_{\varphi} = -\sigma i \omega A_{\varphi}, \quad (3)$$

As an example, the problem of induction heating of a ferromagnetic tube, which is placed in a cylindrical inductor with an inner diameter, is considered $d_{ind}=0,2 \text{ м}$ and long winding $a=0.6 \text{ м}$.

The problem was solved by a numerical method in the Comsol software environment (Fig. 2).

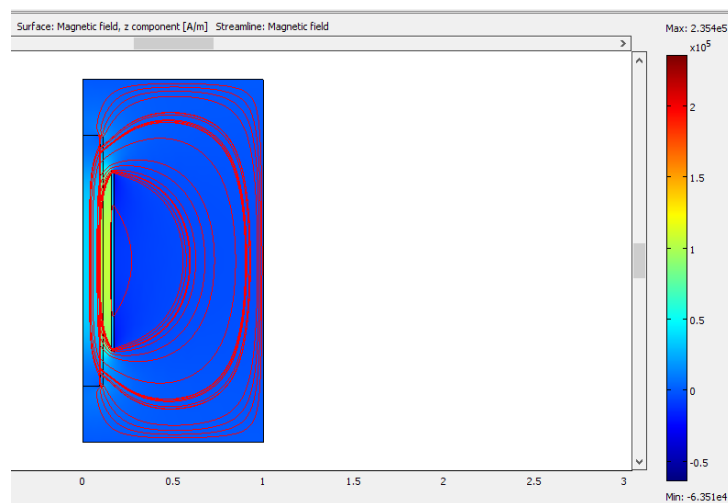


Fig. 2. Solving the electromagnetic problem in the Comsol software environment

The calculation was performed for one pipe with the subsequent extension of the solution to the pipe bundle.

References

1. Подольцев А. Д. Многомасштабное моделирование в электротехнике / А. Д. Подольцев, И. Н. Кучерявая – К.: Ин-т. электродинамики НАН Украины, 2011. – 255 с
2. Березюк А. О. Енергетичні характеристики і електричні параметри індукторів для нагріву пучка ферромагнітних труб / А. О. Березюк, І. П. Кондратенко, А. П. Ращепкін // Вісник Кременчуцького державного університету ім. Михайла Остроградського. – 2010. – Вип. 3 (62). Ч. 2. – С. 56 – 60.

РОЗРОБКА АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ АКСІАЛЬНИХ ДИСКОВИХ ДВИГУНІВ

Березюк А. О.¹, к.т.н., доцент; Крищук Р. С.², к.т.н.

¹Інститут електродинаміки НАН України,

м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ, Україна

Двигуни з аксіальним магнітним потоком мають переваги, порівняно з двигунами з радіальним потоком: краще охолодження роторів; можливість на один вал встановити декілька дискових роторів і статорів; невелику аксіальну відстань; можливість регулювання повітряного проміжку.

На даний час аксіальні електромагнітні перетворювачі енергії набувають поширення в генераторних автономних джерелах електроенергії і в електротранспорті. В основному – це аксіальні двигуни з постійними магнітами. Відомо, що асинхронні аксіальні дискові двигуни встановлюють на електромобілі [1, 4]. Масивні дискові ротори, а також масивні ротори з кліткою для асинхронних двигунів мають простішу конструкцію і дешевші, порівняно з роторами з постійними магнітами. Простий для виготовлення аксіальний асинхронний двигун має суцільний дисковий ротор з феромагнітного матеріалу з немагнітним електропровідним покриттям. Тобто з біметалевим масивним ротором. Покриття виконується з кольорового металу, наприклад з міді.

Для дослідження енергетичних характеристик аксіальних асинхронних двигунів з біметалевими роторами доцільно використовувати комп'ютерні програми розрахунку електромагнітних полів.

Існують аналітичні методи розрахунку електромагнітних полів [2, 3]. В основі будь-якого аналітичного методу лежить математична модель електромагнітного пристрою. Математична модель відрізняється від реального електромагнітного пристрою і вносить деяку похибку в результати розрахунку. Досліджуваний аксіальний асинхронний двигун представлено на рис. 1.

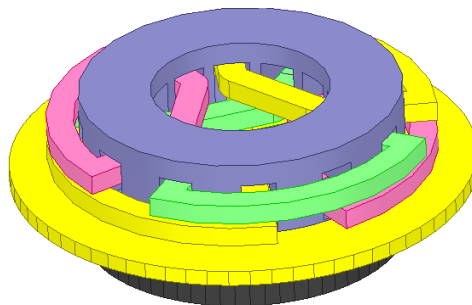


Рис.1. 3-D модель аксіального асинхронного двигуна
Метод розроблено на основі рівнянь Максвелла

$$\operatorname{rot}\mathbf{H}=\mathbf{j}, \quad \operatorname{rot}\mathbf{E}=-j\omega\sigma\mathbf{B}, \quad \operatorname{div}\mathbf{B}=0, \quad (1)$$

і матеріальних рівнянь

$$\mathbf{B}=\mu\mathbf{H}, \quad \mathbf{j}=\sigma(\mathbf{E}+\mathbf{v}\times\mathbf{B}), \quad (2)$$

де векторні величини $\mathbf{H}$, $\mathbf{E}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{j}$ – відповідно напруженість магнітного й електричного полів, індукція магнітного поля й густина струму, μ – магнітна проникність, σ – електрична провідність, $\mathbf{v}$ – лінійна швидкість. В аналітичному методі розрахунку використовується циліндрична система координат. ρ, φ, z . Схематично зображено $\frac{1}{4}$ частину математичної моделі двигуна з одним статором і одним дисковим біметалевим ротором. Така модель може бути використана для розрахунку двигуна з двома статорами й одним ротором між статорами, а також з двома роторами й одним статором між роторами.

Література

1. Володькин И.С., Цыбин С.А., Усов Н.В. Техничко-экономическое обоснование создания автомобиля на электротяге с использованием мотор-колеса по типу Колеса-Дуюнова // Электронный научно-практический журнал «Молодежный научный вестник». – июль 2016.
2. Карлов О.М., Кондратенко І.П., Кришук Р.С., Ращепкін А.П., Енергетичні показники торцевих дугостаторних асинхронних двигунів з біметалевими дисковими роторами // Праці Інст-ту електродинаміки НАН України: 36 наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ. – 2017. – Вип. 48. – С. 76–82.
3. M. Mirzaei, M. Mirsalim, and S. E. Abdollahi Analytical modeling of axial air gap solid rotor induction machines using a quasi-three-dimensional method // IEEE Transactions on Magnetics. – July 2007. – Vol. 43. – No. 7. – P. 3237–3242.
4. Rodger D., Coles P.C., Allen N., Lai H.C., Leonard P.J. and Roberts P. 3D finite element model of a disc induction machine // Proceedings of the IEE 8th international conference on electrical machines and drives. – 1997. – Vol. 444. – Pp. 148-149.

РОЗРАХУНОК ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В БАГАТОШАРОВИХ МАСИВНИХ ВИТКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРИСТРОЇВ

Березюк А. О., к.т.н., доцент

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

Ефективність роботи електромагнітних пристроїв, в основному, визначається величиною їх коефіцієнта корисної дії (ККД). ККД таких пристроїв визначається їх електрофізичними властивостями і геометричними параметрами індукуючого проводу, а саме: довжиною, числом шарів намотки, кількістю витків у кожному шарі, зазором (відстанню) між витками, конфігурацією індукуючого проводу. ККД розраховується як відношення корисної до повної потужності, яка складається з корисної потужності та потужності втрат в обмотках (основних і додаткових).

Відомо, що в багатошарових обмотках електромагнітних пристроїв окремі шари піддаються дії різного за величиною електромагнітного поля,

що призводить до збільшення електричних втрат у внутрішніх шарах обмотки (за рахунок виникнення в них вихрових струмів та деяких інших ефектів) [1]. Тому, до визначення додаткових втрат потужності, як в окремих витках, так і в обмотці в цілому, необхідно підходити з урахуванням особливостей розподілу електромагнітного поля в оточуючому середовищі і, зв'язно, конструктивних особливостей обмотки.

Для обчислення додаткових втрат потужності в обмотці можна застосувати чисельний метод скінченних елементів (МСЕ), який враховує особливості просторового розподілу електромагнітного поля навколо витків обмотки.

Виконаємо моделювання електро-магнітного поля для такої системи при збереженні рівномірного розподілу електро-магнітного поля. Моделювання здійснюється в програмному середовищі Comsol.

Розв'язання такої задачі можна звести до знаходження втрат потужності в одиничному витку та подальшим поширенням розв'язку на інші витки відповідних зон (шарів обмотки). Таким чином, виокремивши в кожному шарі одиничний виток (рис. 1) з відповідними електрофізичними властивостями під дією поперечної (ρ) та повздовжньої (z) складових напруженості магнітного поля в кожному шарі обмотки за допомогою засобів інтегрування за радіусом в вісесиметричній постановці (вбудованих у пакеті Comsol), можна знайти втрати потужності в кожному окремому витку.

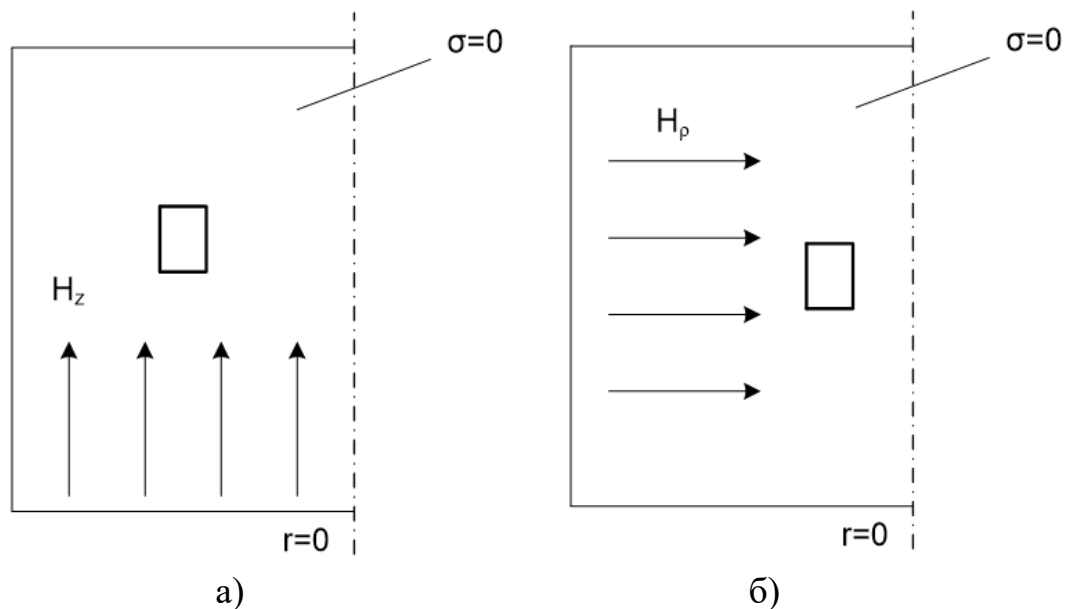


Рис. 1. Виділення одиничного витка в сторонньому магнітному полі:
а) при дії на виток ρ -складової напруженості магнітного поля; б) при дії на виток z -складової напруженості магнітного поля

Таким чином, запропонований підхід дозволяє визначити додаткові втрати потужності в окремих групах провідників та в багатошаровій обмотці

в цілому, і тим самим підвищити точність розрахунку багатошарових електромагнітних систем.

Література

1. Установки индукционного нагрева: [учеб. пособие для вузов; под ред. А.Е.Слухоцкого] / А.Е. Слухоцкий, В.С. Немков, Н.А. Павлов, А.Б. Бамунэр . – Л.: Энергоиздат, 1981. – 328 с.

RESEARCH OF ADEQUACY OF THE ANALYTICAL METHOD OF CALCULATION OF ACCIDENTIAL DISCONTINUED MOTORS

Bereziuk A.¹, PhD; Kryshchuk R.², PhD.

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

²*The Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

In [1] an analytical method for calculating the energy indices of axial asynchronous motors with disk massive bimetallic rotors is presented, taking into account the thickness of the boundary effect, taking into account the linear speed of the rotors. Taking into account the thickness of the boundary effect allows taking into account the effect of displacement of the current in the rotor, the unevenness of the intensity of the magnetic field by the thickness of the nonmagnetic gap. An analytical method [1] has developed sufficiently to calculate axial disk engines using it, since it allows one to calculate the energy indices of the engine and the magnetic forces in the air gap both at a given voltage supply and at a given current, taking into account the scattering of the windings of the stators. The method allows to calculate both for closed windings, and for ductile engine windings.

In articles [3, 4] are the results of an experimental study of the mechanical characteristics of the engine (Fig. 1, a, curve 5).

In fig. 1, a, curve 4 shows the mechanical characteristics of the engine obtained by the analytical method of calculation [2]. The method is based on Maxwell's equations

$$\operatorname{rot}\mathbf{H}=\mathbf{j}, \operatorname{rot}\mathbf{E}=-j\omega\sigma\mathbf{B}, \operatorname{div}\mathbf{B}=0, \quad (1)$$

and material equations

$$\mathbf{B}=\mu\mathbf{H}, \mathbf{j}=\sigma(\mathbf{E}+\mathbf{v}\times\mathbf{B}), \quad (2)$$

where the vector values $\mathbf{H}$, $\mathbf{E}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{j}$ – are respectively the magnetic and electric field strengths, the magnetic field inductance and the current density, μ – magnetic permeability, σ – electrical conductivity, $\mathbf{v}$ – linear velocity.

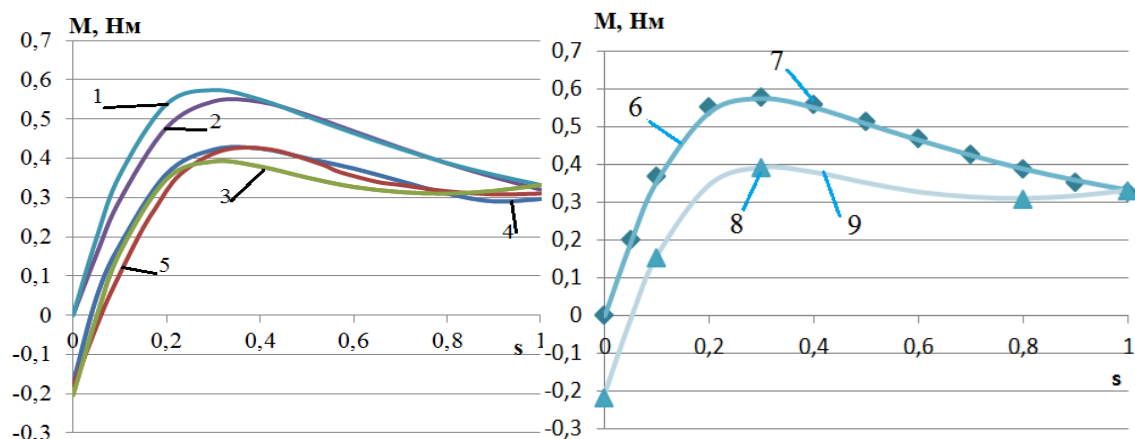


Fig. 1. The mechanical characteristics of the engine

On all external boundaries in the model (Fig. 2), the boundary conditions for zero tangential components of the magnetic field strength are adopted. At the internal boundaries - the boundary condition of the equality of the tangential components of the magnetic field strength. In addition, on the upper outer boundary (Fig. 3, a), the tangential components of the magnetic field strength are equal to the current in the locations of the grooves and on the ground of the frontal parts of the magnetic circuit:

$$H_{\rho}(\rho, \varphi) = -i_{\varphi}(\rho, \varphi), \quad H_{\varphi}(\rho, \varphi) = i_{\rho}(\rho, \varphi), \quad (3)$$

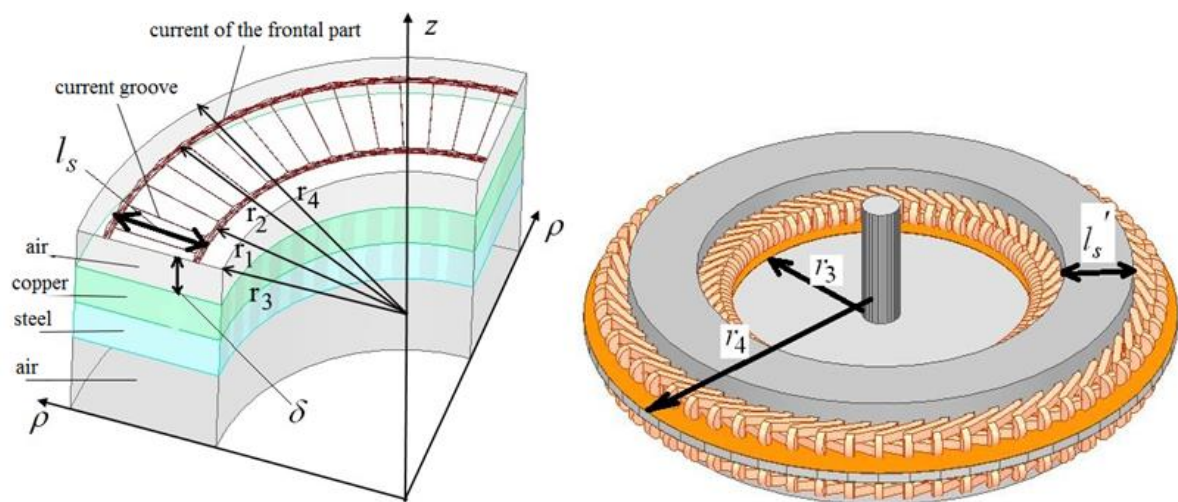


Fig. 2. External boundaries in the model

References

1. Володькин И.С., Цыбин С.А., Усов Н.В. Техничко-економическое обоснование создания автомобиля на электротяге с использованием мотор-колеса по типу Колеса-Дуюнова // Электронный научно-практический журнал «Молодежный научный вестник». – июль 2016.
2. Карлов О.М., Кондратенко І.П., Кришук Р.С., Ращепкін А.П., Енергетичні показники торцевих дугостаторних асинхронних двигунів з біметалевими дисковими

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС З ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ПЕРД ПРОКАТОМ

Березюк А. О., к.т.н., доцент

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

Загальний вигляд методичного індукційного нагрівача середньої частоти [1] для нагріву заготовок показаний на рис. 1. Заготовки 1 надходять на вихідну позицію перед входом в індуктор 2. Транспорт, який переміщується за допомогою приводу з притискними роликami 3, вводить холодну заготовку в індуктор.

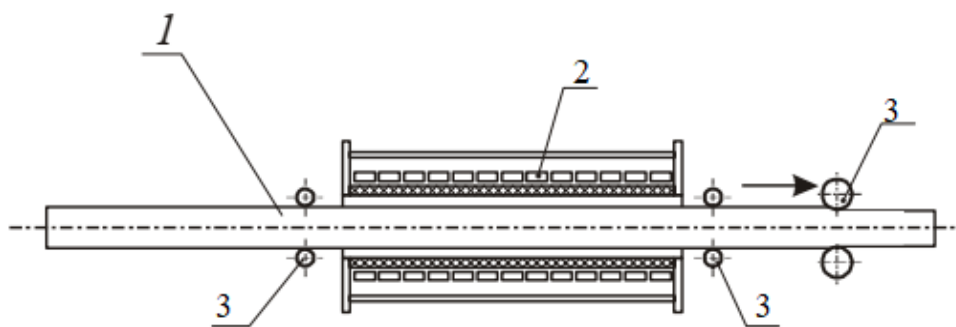


Рис. 1. Схема індукційного нагрівача неперервної дії

Нагрівання чорнових труб для проведення технологічного процесу прокатки здійснюється «в один етап». При цьому нагрів здійснюється в індукційній прохідній печі (температури до 800 °С). У цьому випадку тепло виділяється всередині самої труби і втрати теплової енергії в навколишнє середовище значно менші. У разі, якщо температура нагріву сталевих труб перевищує точку Кюрі, (для сталі ця точка приблизно дорівнює 770°С) ефективність нагрівання підвищується ще більше, оскільки матеріал труби втрачає магнітні властивості і глибина проникнення електромагнітного поля в метал збільшується.

Необхідно також зазначити, що температурний режим можна змінювати, змінюючи потужність індукторів, або додаючи нові секції індукторів.

Запропонована установка індукційного нагріву труб складається з чотирьох однакових секцій. Нагрівання труби в кожному індукторі (секції) здійснюється поступово, це пов'язане з тим, що різке підвищення температури нагрівання в одному індукторі може призвести до локальних деформацій труби. Крім того при одномоментному сильному нагріванні

розподіл температури по перерізу труби виявляється не рівномірним, що також може привести до деформації труби.

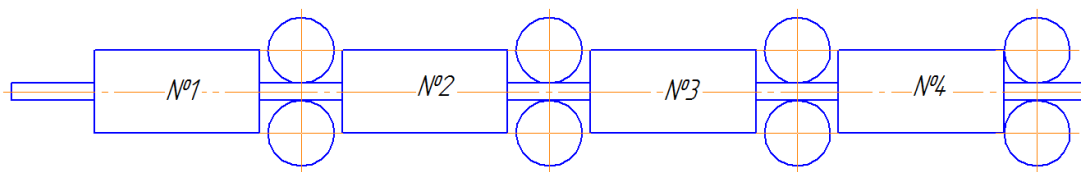


Рис. 2. Структурна схема установки

Індуктори живляться від мережі з частотою 500 Гц і забезпечують нагрівання труби до температури, необхідної за умовами технологічного процесу.

Для дослідження установки індукційного нагріву розроблена поєднана електромагнітно-теплова модель індуктора спільно з тілом, що нагрівається.

На першому етапі моделювання побудуємо модель однофазного циліндричного індуктора з завантаженням у вигляді феромагнітної труби, яка рухається у внутрішньому просторі індуктора (Рис. 2.). По мірі проходження труби вздовж індуктора, за рахунок теплової дії вихрових струмів, вона нагрівається до необхідної температури.

Чисельний розв'язок реалізовано в розрахунковому середовищі Comsol методом скінченних елементів. Розрахункова модель була побудована за допомогою модуля AC/DC Module в розділі Quasi-Static, Magnetic в підрозділі Azimuthal Induction Currents, Vector Potential з урахуванням гармонічного аналізу – Time-harmonic analysis.

На етапі побудови розрахункової моделі необхідно задати геометричні параметри та електро-фізичні властивості кожної з областей.

Розрахункова модель складалась з чотирьох однакових індукторів (секцій) довжиною 1500 мм кожен із завантаженням у вигляді циліндричної феромагнітної заготовки діаметром 300 мм, що рухається вздовж каналу індуктора зі швидкістю 0,01 м/с

Література

1. Rudnev V. Handbook of induction heating / V. Rudnev, D. Loveless, R. Cook, M. Black. – Marcel Dekker. Inc., 2003.
2. Березюк А.О. Визначення геометричних параметрів розрахункової моделі циліндричного індуктора для нагріву феромагнітних труб / А.О. Березюк, І.П. Кондратенко // Наук. вісн. НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК» – К., 2012. – № 174. – Ч.1. – С. 125–130.

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

УДК 535.372

ВПЛИВ УМОВ СИНТЕЗУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЛЮМІНОФОРУ $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}$

**Чорний В. П.^{1,2}, к.ф.-м.н.; Бойко В. В.¹, к.ф.-м.н., доцент; Неділько С. Г.^{1,2},
д.ф.-м.н., старший науковий співробітник; Тереміленко К. В.², к.х.н.,
доцент; Слободяник М. С.², д.х.н., професор.**

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

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

Оксидні матеріали вважаються одними з найбільш перспективних люмінофорів для застосування в світлодіодах, дисплеях, люмінесцентних лампах та як маркерів для біомедичних цілей [1]. Це пов'язано з їх привабливими фізико-хімічними властивостями, такими як, висока стійкість до високих температур, вологості та радіації, низька токсичність, гарні механічні та оптичні характеристики. Стосовно фотолюмінесцентних властивостей можна зазначити, що оксидні матеріали мають власне поглинання (тобто таке, що притаманне матеріалу без домішок) в широких межах від вакуумного ультрафіолету до видимого діапазону, однак власна ФЛ (не пов'язана із активаторними домішками), зазвичай, є широкосмуговою та низької інтенсивності [2]. Люмінесцентні властивості оксидних матеріалів можна поліпшити введенням до їх структури іонів рідкісноземельних елементів (РЗЕ) або перехідних металів.

Стосовно застосування оксидних матеріалів в світлодіодах білого свічення, то наразі основні зусилля спрямовані на пошук ефективних червоних люмінофорів. Це пов'язано з тим, що в комерційних світлодіодах застосовуються такі люмінофори, як $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (жовтий) та $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ (червоний). Недоліком першого є невисокий індекс передачі кольору, а другого – низька інтенсивність фотолюмінесценції (ФЛ), якщо порівнювати із синіми та жовтими люмінофорами. Таким чином, пошук матеріалів з інтенсивною червоною фотолюмінесценцією для створення покриттів білих світлодіодів є актуальною задачею сучасного матеріалознавства.

Серед люмінесцентних оксидних матеріалів особливе місце займають молібдати, завдяки наявності у них широких смуг поглинання світла в ультрафіолетовій та синій спектральних областях, які пов'язані з аніонними групами $(\text{MoO}_4)^{2-}$. Найбільш дослідженими, з погляду оптичних

властивостей, є молібдати зі структурою шееліту, зокрема, CaMoO_4 . Широка смуга власної фотолюмінесценції CaMoO_4 має максимум при ≈ 510 нм і є досить інтенсивною при кімнатній температурі [3]. Леговані іонами Eu^{3+} зразки молібдату кальцію виявляють інтенсивну червону фотолюмінесценцію [4]. При цьому, зразки, отримані різними синтетичними методами, можуть виявляти різні оптичні характеристики, зокрема, через різний розмір частинок, що кристалізуються.

В цій роботі вивчається вплив умов синтезу на люмінесцентні властивості зразків CaMoO_4 , легованих 5 мол. % Eu . Структурні особливості зразків досліджувались методом порошкової рентгенографії з використанням дифрактометра SHIMADZU XRD-6000. Люмінесцентні характеристики було одержано з використанням подвійного монохроматора ДФС-12. Як джерело збудження при записі спектрів фотолюмінесценції використовувалися лазери з діодною накачкою ($\lambda_{\text{випр}} = 473$ та 405 нм, відповідно). Спектри збудження фотолюмінесценції записано з використанням ксенонової лампи ДКсЭЛ-1000 та монохроматора ДМР-4.

Синтез зразків проведено методом співосадження із нітратних розчинів та твердофазним спіканням з карбонатів CaCO_3 . З'ясовано, що кристалізація зразків відбувається в структурі шееліту. Для обох випадків збудження ФЛ (405 та 473 нм) інтенсивність ФЛ зразків, одержаних методом співосадження, є більш ніж в тричі вищою, ніж для зразків, одержаних твердофазним методом. Незважаючи на те, що структура кристалічної решітки молібдату кальцію є досить симетричною, гетеровалентне заміщення катіонів Ca^{2+} іонами Eu^{3+} призводить до деформації найближчого кисневого оточення та виникнення вакансій в катіонній підрешітці. Різна кількість кисневих вакансій пояснює різницю в інтенсивності ФЛ зразків, одержаних різними методами. Аналіз результатів показав, що основну роль в формуванні спектра ФЛ сполуки $\text{CaMoO}_4:5\%\text{Eu}$ відіграє надчутливий перехід $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_2$ в іонах європію. Розраховані координати колірності для зразків, одержаних методом співосадження, становлять: $x = 0,514$; $y = 0,468$ для $\lambda_{36} = 405$ нм та $x = 0,610$; $y = 0,384$ для $\lambda_{36} = 473$ нм. Значення координат колірності для молібдату кальцію, синтезованого методом співосадження ($\lambda_{36} = 473$ нм), вказують на можливість створення на його основі червоного люмінофора.

Література

1. Balachandran G. Extraction of rare earths for advanced applications //Treatise on Process Metallurgy. – Elsevier, 2014. – P. 1291-1340.
2. Electronic structures and origin of intrinsic luminescence in Bi-containing oxide crystals BiPO_4 , $\text{K}_3\text{Bi}_5(\text{PO}_4)_6$, $\text{K}_2\text{Bi}(\text{PO}_4)(\text{MoO}_4)$, $\text{K}_2\text{Bi}(\text{PO}_4)(\text{WO}_4)$ and $\text{K}_5\text{Bi}(\text{MoO}_4)_4$ / Yu. A. Hizhnyi, S. G. Nedilko, V. P. Chornii [et al.] // Journal of Alloys and Compounds. – 2014. – Vol. 614. – P. 420-435.
3. High pressure luminescence spectra of $\text{CaMoO}_4: \text{Ln}^{3+}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Tb}$) / S. Mahlik, M. Behrendt, M. Grinberg, [et al.] //Journal of Physics: Condensed Matter. – 2013. – Vol. 25. – №. 10. – art № 105502.

4. Red emission enhancement from $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}^{3+}$ by co-doping of Bi^{3+} for near UV/blue LED pumped white pcLEDs: Energy transfer studies / R. Wangkhem, T. Yaba, N. Shanta Singh, R. S Ningthoujam // Journal of Applied Physics. – 2018. – Vol. 123. – art №. 124303.

УДК 631.311

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 0,38 КВ З НЕСИМЕТРИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Омельчук А. О., к.т.н., доцент; Кайденко Ю. В., магістр

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

З метою підвищення якості і економічності роботи електричних мереж напругою до 1000 В з розосередженими споживачами, зокрема і реактивної електроенергії, в умовах несиметричних режимів навантаження таких мереж проведено дослідження їх режимів роботи застосовуючи метод оптимізації параметрів і режимів роботи регульованої конденсаторної установки (КУ) за мінімумом струму зворотної послідовності.

Проаналізовані причини і наслідки несиметричного навантаження в електричній мережі 0,38 кВ.

Несиметричні струми навантаження, що протікають по елементах системи електропостачання, викликають в них несиметричні падіння напруги і, як наслідок, з'являється несиметрична система напруг.

У випадку наявності струмів зворотної і нульової послідовності збільшуються сумарні струми в окремих елементах мережі, що призводить до збільшення сумарних втрат потужності (енергії) і може бути неприпустимо з точки зору нагрівання.

Конденсаторні установки в цьому випадку посилюють вже існуючу несиметрію, бо генерація реактивної потужності в мережу в фазі з найменшою напругою буде меншою ніж в інших фазах.

Слід підкреслити що струм прямої послідовності не залежить від розподілу конденсаторів між фазами, а струм зворотної послідовності залежить.

Погіршення режиму напруги при несиметричному режимі істотно погіршує умови роботи як самих електроприймачів, так і всіх елементів мережі, що веде до зниження надійності та економічності роботи електрообладнання і системи електропостачання в цілому. Степінь несиметрії навантаження визначається струмом зворотної послідовності I_{n2} .

Зменшення несиметрії навантаження і напруг можна досягти шляхом вмикання в мережу джерела струму зворотної послідовності. При складанні цього струму з струмом навантаження I_{n2} , модуль сумарного струму повинен зменшуватись до такого значення, при якому величини коефіцієнта зворотної

послідовності напруг K_{2U} будуть не більші допустимих [1]. В якості такого джерела струму зворотної послідовності I_{K2} доцільно використати КУ в несиметричному режимі їх роботи. Це дозволить, крім зниження втрат електроенергії шляхом зменшення перетоків реактивної енергії, отримати додатковий економічний ефект від зменшення рівнів несиметрії в таких мережах шляхом оптимального перерозподілу параметрів КУ між фазами мережі.

Оскільки в трифазних мережах напругою до 1000 В конденсатори включають переважно за схемою “трикутник” (рис. 1), то струм зворотної послідовності КУ буде рівний

$$\underline{I}_{K2} = \frac{1}{3} \cdot (\underline{I}_{K_a} + a^2 \cdot \underline{I}_{K_b} + a \cdot \underline{I}_{K_c}), \quad (1)$$

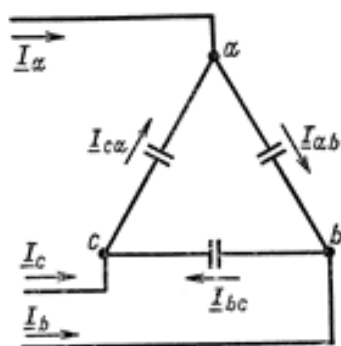


Рис. 1. Струми конденсаторної установки

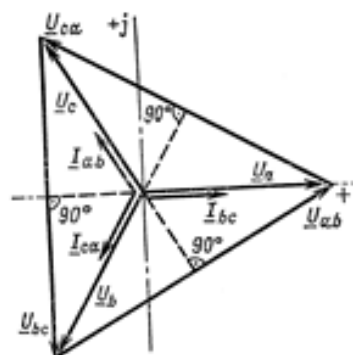


Рис. 2. Векторна діаграма напруг і струмів конденсаторної установки

З урахуванням співвідношень згідно рис. 1 та співвідношень згідно рис. 2 вираз (1) матиме вигляд

$$\underline{I}_{K2} = -\frac{j}{\sqrt{3}} \cdot (a^2 \cdot \underline{I}_{ab} + \underline{I}_{bc} + a \cdot \underline{I}_{ca}), \quad (2)$$

Змінюючи струми в гілках КУ шляхом перемикавання конденсаторних батарей з однієї гілки в іншу забезпечується симетруюча дія на електричну мережу, а також забезпечується незмінна номінальна компенсуюча здатність КУ, оскільки вона не залежить від характеру розподілу батарей між фазами мережі. Очікуваний при цьому економічний ефект буде максимальним при умові, коли вектор струму зворотної послідовності КУ I_{K2} буде протилежно напрямленим вектору струму зворотної послідовності навантаження I_{N2} .

З урахуванням вищесказаного, визначимо модуль струму зворотної послідовності КУ I_{K2}

$$I_{K2} = \frac{Q_{K_{екв}}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot K_{\beta}} \cdot \quad (3)$$

де $Q_{\kappa_{екв}} = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca}$; Q_{ab} , Q_{bc} , Q_{ca} – потужності батарей КУ у відповідних гілках схеми «трикутник» (рис.1), кВАр; $U_{ном}$ – номінальна напруга мережі, кВ; K_{β} – аргумент струму несиметрії, котрий залежить від співвідношення фазних навантажень.

Література

1. Белаш И.П. О компенсационном методе симметрирования режима трехфазной четырехпроводной сети // Известия ВУЗов «Энергетика», 1975, №4. –с.120-123.

2. Гамазин С. И., Петрович В. А., Никифорова В. Н. Определение фактического вклада потребителя в искажение параметров качества электрической энергии//Промышленная энергетика, 2003, №1. – с. 32.

УДК 621.3:620.96

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАХИСНИХ АПАРАТІВ В МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

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

Окушко О. В., к.т.н., доцент

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

Захисні електричні апарати в мережах до 1000 В не передбачають встановлення затримки часу вимикання при аварійних ситуаціях, що не дозволяє організувати селективний захист. Це призводить до того, що при виникненні аварійної ситуації відключається не тільки аварійна лінія, але і сусідні лінії, оскільки при цьому спрацьовує груповий захисний апарат.

Автоматичні вимикачі найчастіше використовуються для захисту від коротких замикань. Вони виготовляються з характеристиками «В», «С» та «D». Автоматичні вимикачі з характеристикою «В», які мають нерегульовану кратність відсічки $(3-5)I_{ном}$, призначені для захисту електричних освітлювальних мереж. Для захисту мереж та обладнання з електродвигунами застосовують автоматичні вимикачі з характеристикою «С» з кратністю відсічки $(7-10)I_{ном}$. Для електричних мереж, які містять електроприводи з великими інерційними масами та характеризуються затяжним пуском, промисловість випускає автоматичні вимикачі з характеристикою «D» (кратність відсічки $(10-20)I_{ном}$). Всі вимикачі мають однаковий час вимикання, що не дозволяє організувати селективний захист за часом вимикання.

На стадії проектування важливо знати достовірні значення струмів коротких замикань. Складність розрахунків полягає в тому, що не завжди є достовірні дані про характеристики мережі 0,4 кВ, до якої має бути приєднаний новий енергетичний об'єкт. У разі захисту мереж

автоматичними вимикачами, які мають лише електромагнітний розчіплювач (відсічку), провідність вказаних провідників має забезпечувати струм не нижче уставки струму миттєвого спрацювання, помноженої на коефіцієнт запасу (1,4). Автоматичні вимикачі з номінальним струмом до 300 А загальнопромислового виконання при виникненні коротких замикань спрацьовують за однаковий час (0,05 с), оскільки не мають регульованої вставки часу спрацювання. Відсутність селективності захисту призводить до порушення роботи технологічного обладнання при виникненні коротких замикань.

Для усунення вказаного недоліку пропонується частину мережі 0,4 кВ розглядати як активний чотириполюсник. Для подальших розрахунків необхідно знати напругу на зажимах чотириполюсника та внутрішній повний опір. Ці характеристики можна отримати при експериментальному вимірювання струмів однофазного короткого замикання. Перевірка кола «фаза-нуль» в електроустановках до 1 кВ з глухим заземленням нейтралі регламентована чинними Правилами улаштування електроустановок [1] у складі приймально-здавальних випробувань.

Струм однофазного короткого замикання визначається за наближеною формулою:

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{U_{4p}}{z_{4p} + z_n}, \quad (1)$$

де U_{4p} – значення напруги в місці приєднання, В; z_4 – виміряне значення повного опору петлі «Фаза-нуль» в місці приєднання (внутрішній опір чотириполюсника), Ом; z_n – розрахункове значення комплексу опору петлі фазний провід - нульовий провід, Ом.

Вимірювання значення повного опору петлі «фаза-нуль» рекомендується за допомогою вимірювача ЦК 0220, який визначає активну і реактивну складові повного електричного опору кола «фаза-нуль» та кут зсуву фаз між напругою і струмом. Оскільки даний вимірювач використовує достатньо малий обмежувальний опір, то вимірювання проводяться в максимально наближеному до режиму реального короткого замикання.

Розрахункове значення опору петлі «фаза – нуль» визначається як сума наступних опорів:

$$z_{\Pi} = \sqrt{(\sum R_{\Pi})^2 + (\sum X_{\Pi})^2}, \quad (2)$$

де $\sum R_{\Pi}$ – сума активних опорів окремих елементів петлі, Ом; $\sum X_{\Pi}$ – сума реактивних опорів окремих елементів петлі, Ом;

Таким чином, поєднавши експериментальні та розрахункові дані можна визначити очікувані струми коротких замикань з найменшою похибкою. При використанні даної методики можна підібрати автоматичні вимикачі з різною кратністю відсічки таким чином, щоб при виникненні локальних

коротких замикань спрацьовував тільки один груповий автоматичний вимикач.

Література

1. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля. – 2017. – 617 с.
2. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Міненерговугілля. – 2014. – 199 с.

УДК 621.311

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

Савчук О. В., к.т.н., старший викладач

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

На сьогоднішній день існує велика кількість методів для моделювання систем оптимального та енергозберігаючого управління складними технологічними комплексами і процесів, що відбуваються в них. Вибір тих чи інших методів залежить від ступеня інформативності поведінки системи управління та залежить від її складності. Відомо, що традиційним є підхід, що полягає в поданні системи у вигляді диференціальних рівнянь, але часто при дослідженні складних систем управління не представляється можливим побудувати достовірну математичну модель через велику невизначеність взаємодій елементів системи.

При прийнятті рішень в таких складних системах підходи імітаційного моделювання, орієнтовані на використання кількісних об'єктивних оцінок, і методи традиційної теорії прийняття рішень, що спирається на методи вибору кращої альтернативи з множини чітко сформульованих альтернатив, виявляються недостатніми.

Отже, аналіз існуючих підходів до моделювання систем оптимального енергозберігаючого управління наочно демонструє необхідність розробки особливої методології моделювання. Для таких цілей запропоновано когнітивний підхід, який дозволяє аналізувати слабоструктуровані проблеми, які зазвичай виникають при функціонуванні різногалузевих складних технологічних комплексах. Когнітивний підхід дозволяє виявити взаємозв'язок усіх елементів системи оптимального енергозберігаючого управління в складних технологічних комплексах, на основі математичного апарату інтелектуальних систем забезпечити аналіз та прийняття рішень в непередбачуваних ситуаціях враховуючи експертні оцінки у вигляді когнітивної моделі.

Література

1. Радько І.П. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах / І.П. Радько, В.А. Наливайко, О.В. Окушко, А.В. Міщенко, Є.О. Антипов // Науковий вісник НУБіП України. – 2018. – №283. – С.275-280.

2. Савчук О.В. Дослідження можливостей використання нейронних мереж в системі підтримки прийняття рішень/ О.В. Савчук, А.П. Ладанюк, // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №4/4 (74). – С. 15-19.

УДК 338.32

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ В МАСЛОНАПОВНЕНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

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

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

Силові масло наповнені трансформатори напругою 10/0,4 кВ в електричних мережах мають термін експлуатації 30-50 років завдяки простоті конструкції та високій надійності в роботі. Але ця особливість має і іншу негативну сторону.

Втрати в трансформаторах складають до 40% від усіх втрат в розподільчих мережах. Затрати на покриття втрат в трансформаторах несуть їх власники. Величина активних (ΔW_p) та реактивних (ΔW_Q) втрат визначається відповідно до затвердженої методики [1], а саме:

$$\Delta W_p = 3 \cdot \dot{I}^2 \cdot R_T \cdot k_\phi^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + P_{HX} \cdot T_H \text{ (кВт·год)}, \quad (1)$$

$$\Delta W_Q = 3 \cdot \dot{I}^2 \cdot X_T \cdot k_\phi^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + Q_{HX} \cdot T_H \text{ (кВар·год)}, \quad (2)$$

де $\dot{I}$ – середнє протягом розрахункового періоду діюче значення сили струму трансформатора, А; k_ϕ^2 – коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора; R_T – активний опір трансформатора, Ом; T_p – час роботи трансформатора під навантаженням, годин; T_H – час знаходження трансформатора під напругою, годин; P_{HX} – втрати неробочого ходу трансформатора, кВт; Q_{HX} – реактивна потужність втрат неробочого ходу трансформатора, кВА; X_T – реактивний опір трансформатора, Ом.

Суттєвим недоліком цієї методики є то, що в розрахунках приймаються середні значення втрат неробочого ходу, без врахувань особливостей конкретного трансформатора. Хоча відомо, що на ринку появились нові партії трансформаторів із значно меншими каталожними втратами.

Нами досліджувались втрати в трансформаторах різних років випусків. Визначення фактичних втрат в трансформаторах входить в перелік

нормованих періодичних випробувань, які здійснюються вимірними електроработаторіями.

Таблиця 1.

Залежність величини постійних активних втрат трансформаторів ТМ 160/10 від терміну експлуатації

Рік випуску	До 10 років	10-20 років	21-30 років	31-40 років	більше 40 років
Каталожне значення втрат, Вт	565	565	565	950	1200
Фактичні значення втрат, Вт	600	760	940	1230	1450
Відносне збільшення втрат, %	0	26,7	44,7	105	141,7

Дослідженнями встановлено стійке зростання фактичних втрат із збільшенням терміну роботи трансформаторів. Це пояснюється як еволюцією властивостей електротехнічних сталей, так і погіршенням стану магнітопроводів в процесі експлуатації (корозія магнітопроводів, недосконалість технології ремонту, та ін.).

Застосування фактичних даних при розрахунках втрат безумовно збільшить мотивацію власників щодо заміни старих трансформаторів на нові з покращеними електромагнітними властивостями. За нашими оцінками оновлення парку силових трансформаторів є економічно обґрунтованим. При цьому термін окупності не перевищує 8-10 років.

Література

1. Методичні рекомендації визначення технологічних втрат електроенергії в трансформаторах і лініях електропередавання. Затв. 21.06.2013, №399, Міністерство енергетики та вугільної промисловості України.

УДК 621.316.92

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ СПОЖИВЧОЇ КТП 10/0,4 КВ

*Лут М. Т., к.т.н., професор; Волошин С. М., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Фахівцями кафедри електропостачання НУБіП України розроблена система моніторингу стану КТП-10/0,4 кВ. Даний апаратно-програмний комплекс (рис. 1) забезпечує реалізацію наступних функцій: контроль фазних та лінійних напруг (6 датчиків напруги); контроль струмів у фазах (3 датчики струму підключені через ТС); контроль температури силового

трансформатора (датчик температури); управління вуличним освітленням (датчик освітленості з двома комутуючими реле по 10А); архівація даних на карту пам'яті; передача інформації через безпроводну мережу (GPRS модем).

Використання системи моніторингу стану КТП дозволяє отримувати в режимі реального часу інформацію про завантаженість підстанції, аналізувати стан навантаження по фазах, контролювати температурний режим силового трансформатора, проводити аналіз процесу передавання електроенергії.

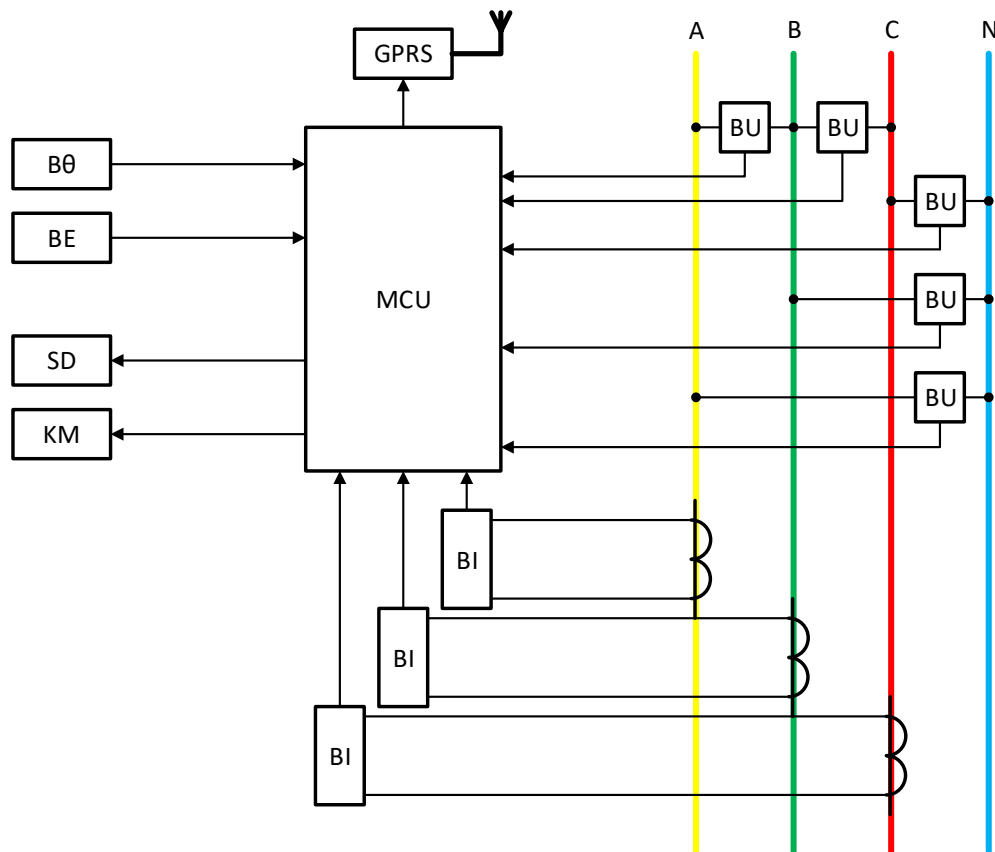


Рис. 1. Структурна схема системи дистанційного моніторингу параметрів КТП 10/0,4 кВ:

Систему можна вважати кроком на шляху реалізації концепції інтелектуальних мереж, що передбачають впровадження розумних приладів обліку електроенергії.

Література

1. Гельман Г.А. Руководство по устройству электроустановок. Schneider Electric – М.: ЗАО "Шнейдер Электрик", 2007. – 395 с.
2. Маліновський А.А. Контроль та планування енерговикористання: Посібник для слухачів навчальних курсів з енергетичного менеджменту. – Львів.: НУ "Львів. політехніка". – 2001. – 55 с.

**СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАНИХ
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Волошин С. М., к.т.н., доцент; Тарасюк О. І., аспірант

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

Міжнародне енергетичне агентство попереджає, що розвиток відновлюваних джерел стає все більш складним і стикається з проблемами – особливо у макроекономічній площині. Інвестиції і економічне зростання в галузі відновлюваних джерел енергії прискорюються на ринках країн, що розвиваються. У таких країнах відновлювані джерела енергії допомагають задовольняти попит на електроенергію, який швидко зростає, а також слугують вирішенню питань диверсифікації поставок енергії.

Водночас, досить великі обсяги інвестицій в проєкти відновлюваної енергетики, вимагають ґрунтовного підходу до їх реалізації. Зокрема, що стосується очікуваної продуктивності систем відновлюваної енергетики.

Запропонована система визначення потенціалу відновлюваних джерел енергії (рис. 1) дозволяє проводити вимірювання рівня сонячного випромінювання та вітрової активності, що є необхідним для визначення місця спорудження вітросонячних електростанцій.

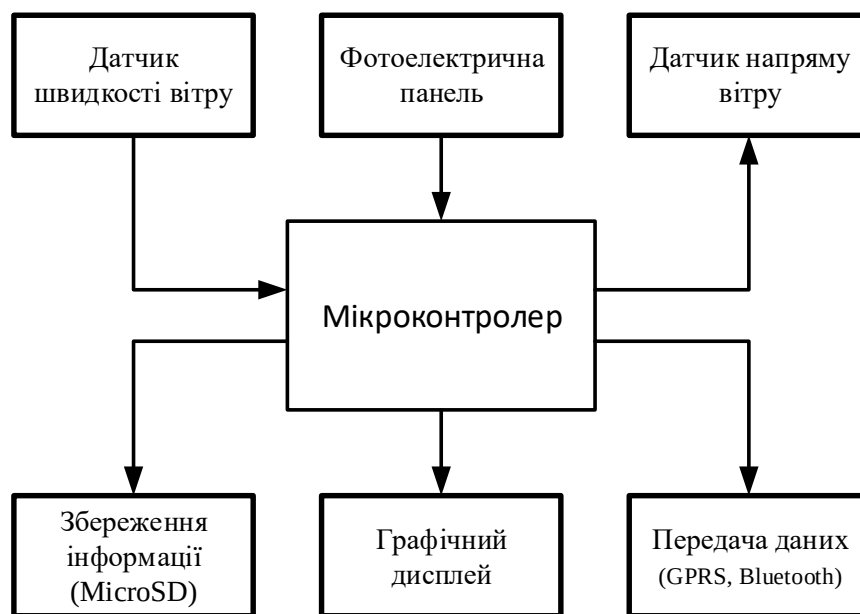


Рис. 1. Структурна схема пристрою для моніторингу потенціалу відновлюваних джерел енергії

Література

1. Tracking SDG7: The Energy Progress Report (2019). Режим доступу: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Tracking-SDG7-The-Energy-Progress-Report-2019>

УДК 338.32

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМУТАЦІЙНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

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

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

Електричні апарати є невід’ємною складовою всіх технологічних машин в аграрному виробництві. Срібло або спечені композиційні матеріали на його основі використовуються як контактні матеріали завдяки високій електроерозійній стійкості та здатності протидіяти окисленню в середовищі агресивних газів та парів тваринницьких приміщень. Значна частина благородних матеріалів безповоротно втрачається внаслідок впливу електродугової ерозії, величина якої визначається за формулою [1]:

$$\Delta M = 10^{-9} \cdot k_e \cdot I_k^2 \cdot n. \quad (1)$$

де: ΔM – маса металу, яка зруйнована електродуговою ерозією, гр.; k_e – коефіцієнт ерозії, який враховує властивості контактного матеріалу; I_k – величина струму комутації, А; n – кількість комутаційних циклів.

Параметри електричного кола (сила струму комутації, напруга та $\cos(\varphi)$) є головними факторами, які визначають тип матеріалу, масу та геометричні розміри контакту. Відповідно до цього маса контактів в різних апаратах коливається від декількох міліграм в слаботочних реле до десятків грам в сильноточних апаратах. Кожний комутаційний апарат розрахований на певне граничне число комутацій, яке називається електричною зносостійкістю. Однак, як показали проведені нами дослідження, в комутаційних електричних апаратах технологічних машин сільськогосподарського призначення вона в декілька раз більша технологічно обґрунтованої.

Нами досліджувалась частота комутацій низьковольтних комутаційних апаратів, які призначені для управління різним технологічним обладнанням агропромислового виробництва. Спостереження проводились в різних регіонах України. В загальному обстежено близько 1000 апаратів. Результати спостережень утворюють дискретний варіаційний ряд. Числові значення зібраних експериментальних даних оброблялись методами математичної статистики. Прийнята гіпотеза про відповідність спостережень обчислених по розподілу Грама-Шарльє прийнята з ймовірністю 0,9.

Теоретичний розподіл розрахований за допомогою середовища прикладних програм пакету "MathCad".

Результати досліджень щодо частоти комутацій з розрахунку та 20 річний термін експлуатації приведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Розподіл технологічно обґрунтованої електричної зносостійкості контактів електричних апаратів

Кількість циклів комутації, тис. цикл.	До 10	21-30	31-40	41-50	більше 50
Кількість апаратів	122	197	347	231	103
Відносна кількість апаратів, %	12,2	19,7	34,7	23,1	10,3

Результати досліджень підтверджують гіпотезу про те, що для більшості електричних апаратів, які використовуються в агропромисловому виробництві, достатньо 50 тисяч циклів електричної зносостійкості на 20-ти річний період експлуатації. Такі контакти можуть виготовлятися шляхом електроіскрового або газоплазмового напилення порошковими композиційними матеріалами з наперед заданими властивостями на контакт-деталі електричних апаратів [2]. Обидва методи є достатньо продуктивними та екологічно безпечними.

На сьогодні відомі українські виробники, наприклад ТОВ «Промфактор», випускають електромагнітні контактори серії ПММ з класами електрозносостійкості від 0,3 до 3 млн. циклів і автоматичні вимикачі серії АВ2000 із зносостійкістю 20-100 тис. циклів [3]. Застосування контактних вузлів із завищеною зносостійкістю в аграрному виробництві призводить до недовикористання електричної зносостійкості, тому в більшості випадків в електричних апаратах, які вийшли з ладу, залишається значна частина срібно-вмістких матеріалів, збір і регенерація яких практично не організовані. Тому існує можливість досягти значної економії срібла за рахунок розширення асортименту апаратів, які будуть відрізнятися по класу електрозносостійкості в сторону її обґрунтованого зменшення в порівнянні з існуючими апаратами.

Крім того, в багатьох технологічних машинах можна в повній мірі без погіршення параметрів захисту використовувати автоматичні вимикачі з незалежними розчіплювачами та розчіплювачами мінімальної напруги замість електромагнітних пускачів. Блокування від неправильної послідовності вмикання, нульовий та захист від втрати фази можуть бути

забезпечені наявністю в автоматичних вимикачах розчіплювачів мінімальної напруги. Автоматичні вимикачі в цьому випадку повністю забезпечують ресурс по зносостійкості і при цьому досягається економія 9 пар срібновмістких контактів досить високої зносостійкості.

Література

1. Клименко Б.В. Электричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс. – Харків: ТОЧКА, 2012. – 336 с.
2. Медзинський Б., Войтас П., Козловський А., Восік Д., Гродзинський А., Хабрич М., Гречанюк М.І. Експлуатаційні характеристики шаруватого контактного матеріалу Cu—Mo в повітряних АС низковольтних контакторах.// Электричні контакти і електроди. Збірник наукових публікацій №12. К.: ІПМ АН України.- 2014 р., с.257-262.
3. Магнітні пускачі ПММ. Каталог продукції ТОВ «Промфактор» // <http://promfactor.com/uploads/images/Catalog/UA/PMU-UA.pdf>.

УДК 631.31

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Гай О. В., к.т.н., доцент; Гусятинський Д. О., студент

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

На практиці доволі часто постає питання аналізу надійності діючих електричних мереж та пошук раціональних методів її коректування. Проаналізувавши кількість відключень Новомосковського РЕМу Дніпрообленерго та визначивши показники SAIDI і SAIFI виділили ділянки електричних мереж, які вносять максимальний вплив на результуючі показники надійності структури в цілому і характеризуються негативними показниками SAIDI та SAIFI – це «ВЛ-10кВ Л-56 ПС Песчанка», «ВЛ-10кВ Л-26 ПС Голубовка», «ВЛ-10кВ Л-67 ПС Хуторская», «ВЛ-10кВ Л-66 ПС Губиниха». Після детального аналізу, було встановлено, що показники SAIDI та SAIFI «ВЛ-10кВ Л-26 ПС Голубовка» критичні ($SAIDI = \frac{90 \cdot 3180}{951} = 300,9$

хв, $SAIFI = \frac{90}{951} = 0,09$), то першочергові зміни запропоновано до впровадження саме на цьому структурному об'єкті. Кількість трансформаторних підстанцій на даній лінії становить 32. Протяжність даної лінії складає 23,64 км.

Для підвищення надійності цієї лінії проведено її реконструкцію, а саме заміну неізолюваних проводів на СІП і встановлення реклоузерів.

Визначено місця для оптимального встановлення реклоузерів з метою підвищення надійності електропостачання споживачів. Для пошуку оптимальної кількості та місць встановлення реклоузерів, використано

прикладний програмний продукт ОптиумПСЛ.exe (розроблений в середовищі Delphi 6.0). Схема досліджуваної мережі 10 кВ представлена на рис. 1.

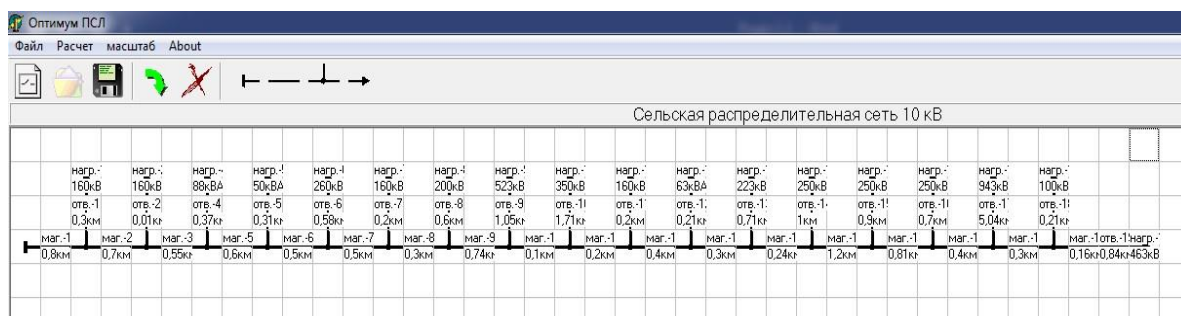


Рис. 1. Схема досліджуваної мережі 10 кВ.

Після складання схеми, приступаємо до моделювання її роботи, для цього натискаємо в панелі основного меню на кнопку “Расчет”. Результати розрахунку виводяться у форму, зображену на рис. 2.

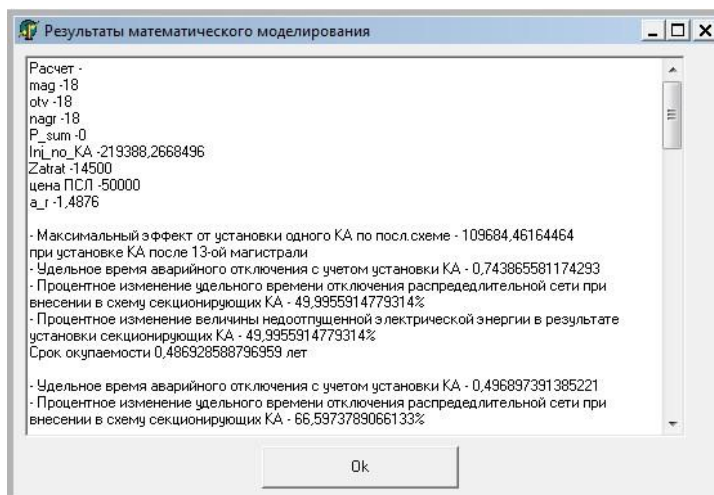


Рис. 2. Результат математичного моделювання мережі 10 кВ.

Таблица 1

Результаты математического моделирования

Елемент	Питомий час аварійного відключення з урахуванням установки КА	Процентне зміна питомої часу відключення розподільної мережі при внесенні в схему секціонування КА	Процентне зміна величини не довідпущеної електричної енергії в результаті установки секціонуючих КА	Максимальний ефект від установки трьох КА	Термін окупності, років
СП	1,42	75,3%	75,3 %	644770,7	0,24
АС	0,36	75,3%	75,3%	165372,5	1,03

Результатом розрахунку поставленого завдання за допомогою програми ОптиумПСЛ.exe є висновок про можливість установки трьох реклоузерів. Максимальний ефект від установки трьох реклоузерів після 9, 13 і 17 магістралі. Термін окупності 1,03 років.

Література

1. Постанова НКРЕ №232 від 17.02.2011 Про затвердження форм звітності №17-НКРЕ (квартальна) “Звіт щодо показників надійності електропостачання” та №18-НКРЕ (квартальна) “Звіт щодо комерційної якості надання послуг” та інструкцій щодо їх заповнення.

2. Козирський В.В. Методи та моделі розрахунку надійності систем електропостачання: монографія/ В.В. Козирський, О.В. Гай .- К. : Гнозис, 2013. - 563 с.: іл.221.

УДК 534.2

АКУСТОЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ ЗВОРОТНИХ ХВИЛЬ ЛЕМБА В ПЛАСТИНАХ ГЕРМАНАТУ ВІСМУТУ

Ільїн П. П., к.фіз.-мат.н., доцент

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

Зворотні пружні хвилі мають протилежно спрямовані фазову та групову швидкості. Вони мають перспективи для застосування в акустоелектроніці та дефектоскопії. Взаємодія пружних хвиль з носіями електричного заряду спричиняє акустоелектричний струм, в якому напрям руху заряджених частинок визначається напрямом фазової швидкості хвилі. Зворотні хвилі мають спрямовувати заряджені частинки до джерела хвиль [1], а звичайні хвилі – від джерела. Безпосередньо у п’єзоелектричних напівпровідниках акустоелектричний струм зворотних хвиль не спостерігався.

Германат вісмуту $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ був обраний для досліджень акустоелектричного струму, оскільки він є фоточутливим напівпровідником і одночасно п’єзоелектричним матеріалом. У цьому матеріалі раніше спостерігалися зворотні хвилі Лемба.

Дослідження проводилися у монокристалічних пластинах, орієнтованих у площині (110) при поширенні пружних хвиль Лемба у напрямі [001]. Довжина пластин 30 мм, ширина 12 мм, товщина 0,50 мм та 0,32 мм. Під впливом світла матеріал мав електронний тип провідності. Збудження пружних хвиль здійснювалося п’єзокерамічним перетворювачем. Така методика забезпечувала електричне відокремлення кола збудження пружних хвиль та кола вимірювання акустоелектричного струму. Вимірювання проводилися поблизу критичної частоти $f_c = 5,25 \text{ МГц}$ моди s_1 Лемба.

Акустострум відповідав тестовим випробуванням: зникав при вимиканні освітлення; квадратично залежав від амплітуди високочастотної напруги на

перетворювач; змінював знак при зміні полярності підключення вимірювальних електродів.

Було виявлено, що в області частот $5,05 < f < 5,19 \text{ МГц}$, де існує зворотна хвиля, знак акустоструму відповідав руху електронів провідності до джерела пружних хвиль. При більших частотах електрони рухалися від джерела під впливом звичайних хвиль. Результати цього експерименту якісно узгоджуються з передбаченнями теорії.

Література

1. Бурлий, П.В. Пьезоэлектрическое взаимодействие обратных волн с носителями заряда [Текст] / П. В. Бурлий, П. П. Ильин, И. Я. Кучеров // Журнал технической физики.- 1985.-Т.55, вып.10.-С. 2059-2061.

УДК 690.9.004.18

РОЗРОБКА МОДЕЛІ СОНЯЧНОГО ТРЕКЕРА

**Боярчук В. М.¹, к.т.н., професор; Сиротюк В. М.¹, к.т.н., професор;
Кузьмінський Р. Д.¹, д.т.н., професор; Сиротюк С. В.¹, к.т.н., доцент;
Гальчак В. П.¹, к.т.н., доцент; Баранович С. М.¹, к.т.н., в.о. доцента;
Янковська К. С.¹, к.е.н., ст. викладач; Фтома О. В.¹, ст. викладач;
Chochowski A.², dr hab. inż., prof.; Obstawski P.², dr hab. inż.; Aleksiejuk J.²,
dr inż.; Awtoniuk M.², dr inż.**

*Львівський національний аграрний університет,
м. Львів, Україна*

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
Warszawa, Polska*

Розробка конструкції сонячного трекера та його моделі є одним із завдань при виконанні міжнародного науково-дослідного проекту "Теоретичне, комп'ютерне та натурне дослідження двовісної мікроконтролерної слідкуючої за сонцем фотоелектричної системи з плоскими концентраторами".

Для автоматичної орієнтації сонячних панелей на Сонце була спроектована і змодельована в графічному середовищі опорна конструкція сонячного трекера рис. 1, яка складається з профільних труб з алюмінієвого сплаву різних розмірів склеєних між собою. 3D модель опорної конструкції дозволила дослідити параметри її міцності у віртуальному середовищі та виготовити дослідний взірець.

Для визначення надійності клеєних з'єднань, проведено силове статичне експериментальне дослідження з використанням установки МУП-20. В експерименті використано взірці з алюмінієвого сплаву з'єднані склеюванням клеєм марки Dipur 2c4 виробництва фірми Polichem System,

Польща, які забезпечили визначення нормальних і тангенціальних напружень.

Результати руйнування взірця за напруженнями розтягу склали $\sigma_p = 28 \text{ Н/мм}^2$, а за напруженнями зрізу склали $\tau_{зр} = 12,1 \text{ Н/мм}^2$, що є співмірно з необхідною міцністю з'єднань в конструкції.

Для аналізу міцності розробленої металоконструкції застосовано алгоритм міцнісного розрахунку металоконструкції в системі Компас-3D з використанням прикладної бібліотеки APM FEM: Аналіз міцності на ПК.

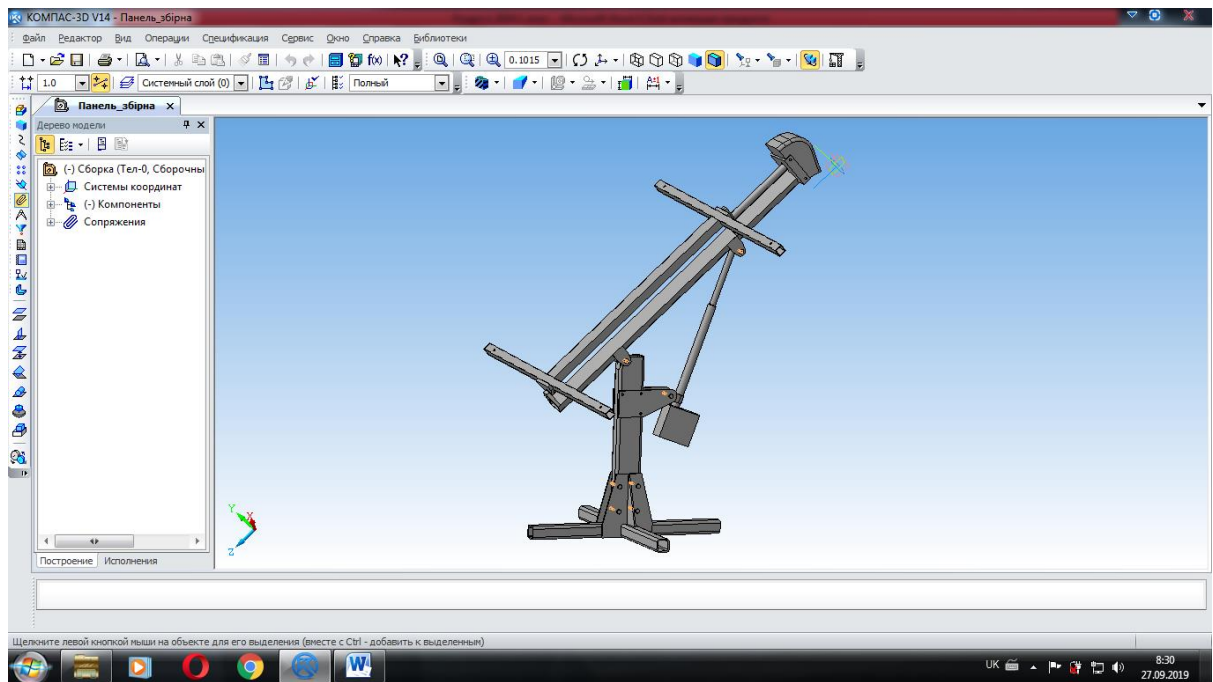


Рис. 1. Комп'ютерна твердотіла модель сонячного трекера

Змодельовано зусилля, яке відповідає навантаженням на які розраховується досліджувана конструкція сонячного трекера. Методом аналізу конструкції визначено і встановлено поверхні, які будуть передавати навантаження від дії ваги елементів та зовнішніх факторів до конструктивних елементів.

Задано поверхні, які контактують між собою. Проведено генерацію КЕ сітки (розбивка на n -у кількість елементарних частинок). За допомогою ПК проведено необхідні розрахунки на міцність. В карті результатів вибрано пропонований вивід розрахованих даних, зокрема, напруження в металоконструкції від заданого навантаження. Шляхом аналізу отриманої карти результатів (рис. 2), визначено найбільше напруження яке може виникнути в металоконструкції.

Аналіз отриманої карти результатів напружень металоконструкції дозволяє стверджувати, що напруження в ній знаходяться в межах допустимих для заданих умов шквального вітру. Тобто, розроблена

конструкція сонячного трекера відповідає вимогам щодо міцності елементів та їх клейових з'єднань.

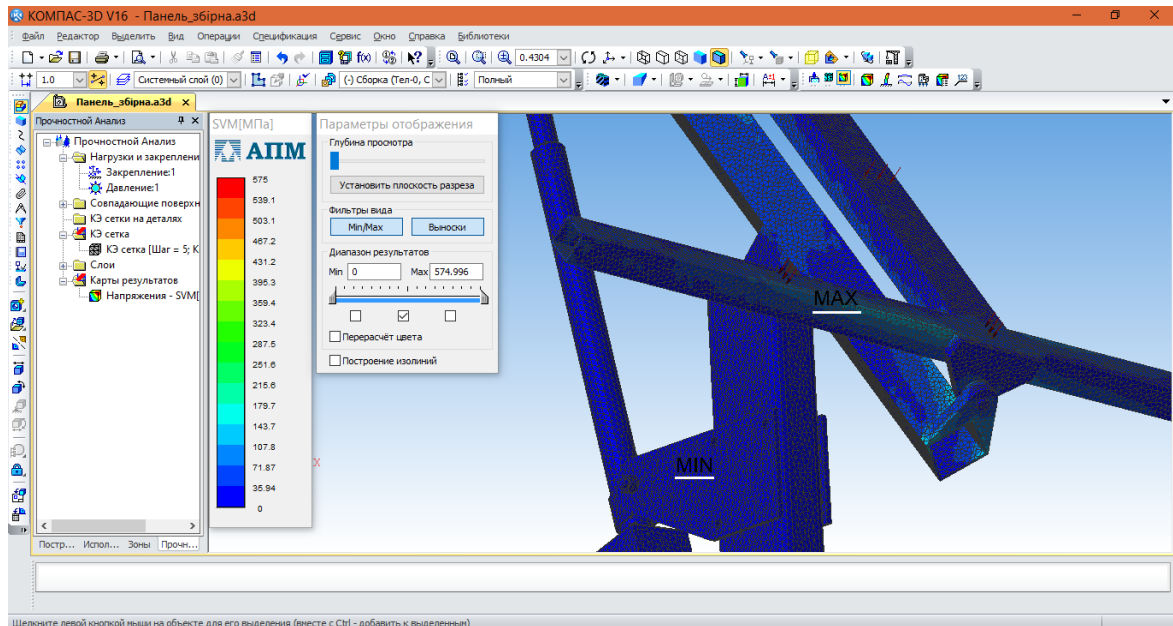


Рис. 2. Карта результатів напружень конструкції трекера

УДК 621.313.32

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТЕПЛОВОГО НАКОПИЧУВАЧА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У МЕРЕЖАХ SMART-GRID

Козирський В. В., д.т.н., проф.; Нікіфоров А. П., д.т.н., доц.;

Петренко А. В., к.т.н., доц.; Парубов А. Н.

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

Актуальність. Основою концепції «Smart-Grid» є накопичувач *В* електроенергії (рис. 1). Розробляється конструкція накопичувача потужністю 50 кВт – 5 МВт, що працює в режимі джерела безперервного живлення із задіянням додаткових носіїв енергії (теплової, сонячної) [1]. Цикл перетворення «Тепло – Електроенергія» відбувається на основі ланцюжка «Тепловий носій із фазовими переходами – Двигун Гінеля із використанням матеріалу із пам'яттю форми зі зміщеним центром обертання – Механічне обертання – Електрогенератор Трегуба – Джерело із електронним внутрішнім опором». Робота двигуна Гінеля полягає у тому, що в робочому колесі відбувається подовження та скорочення спіралей з матеріалу із ефектом пам'яті форми в залежності від різниці температур гарячого та холодного середовищ [2].

Постановка задачі. Стоїть завдання моделювання роботи накопичувача *В* у складі системи автоматичної стабілізації нормального режиму роботи (АСНОР) при циклах накопичення в добовому циклі енергосистеми.

Рішення задачі. Для вирішення задачі синтезується в САПР модель накопичувача B , алгоритми *Термінал-диспетчера* роботи в ділянці ZN , та формувачі kN створення аварійних ситуацій SN . Модель працює в наступних режимах (рис. 2) – 1) Забезпечення власних потреб технологічних установок X ; 2) Врахування аварійних ситуацій при втраті зовнішнього і внутрішнього джерел G електроенергії; 3) Перерозподіл накопиченої енергії в добовому циклі; 4) Формування команд «*Покупка – продаж*» електроенергії.

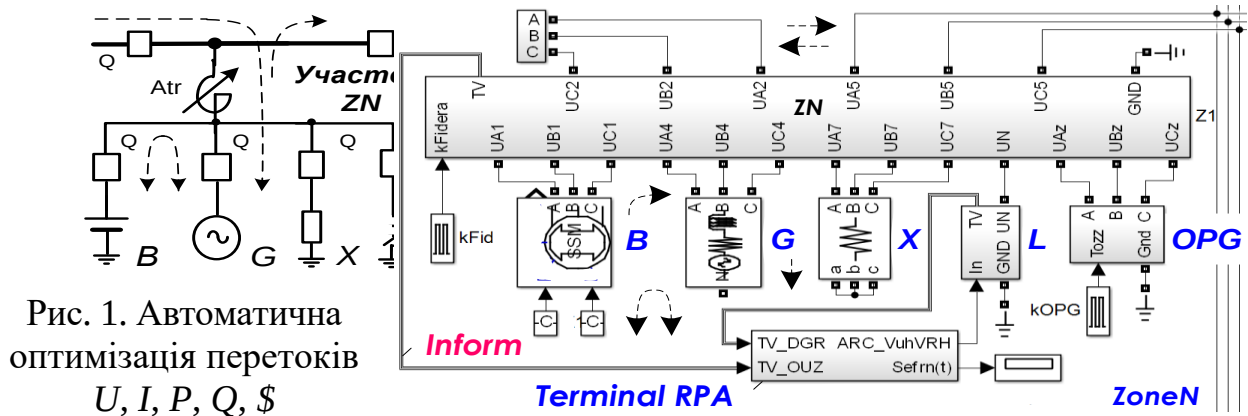


Рис. 2. Схема ділянки мережі ZN із накопичувачем

Моделювання роботи схеми накопичувача. Загальна модель в САПР (рис. 2) включає моделі різних фізичних процесів, їх взаємозв'язків та способів перетворення енергії. Тому загальна модель розбивається на окремі частини із послідовним їх уточненням, деталізацією, вдосконаленням. На входи моделей подаються реальні сигнали ситуацій SN добового циклу навантаження. Сигнали є огибаючими амплітуд напруги на ділянці ZN підключення накопичувача B . Фіксуються реєстратором аварійних процесів, вбудованим у конструкцію диспетчера B . Задіюються сигнали інших реєстраторів із різних точок підключення, із різних мереж для формування навчальної та контролюючої вибірок сигналів SN .

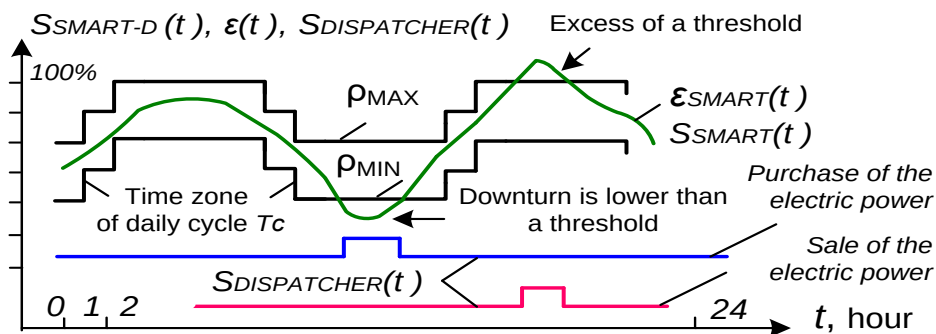


Рис. 3. Спосіб формування команд «*Купівля-продаж*» електроенергії

Етапи моделювання – 1) *Початковий етап*. Спільна модель мережі із моделлю машини в якості генератора на виході накопичувача B електроенергії та керованою частиною навантаження X . Задіюються формувачі сигналів перемикання оперативних режимів kN роботи мережі та аварійних подій SN ; 2) *Етап синтезу алгоритмів*. Результати моделювання у вигляді аварійних файлів із результуючими сигналами команд «Купівлі–продажу» електроенергії, взаємодії генеруючої частини мережі, визначення необхідних залишкових ресурсів B для стандартних та аварійних SN , формування профілів переваги на добу вперед, сезонних, формування команд усунення конфліктних SN ; 3) *Етапи вдосконалення*. Елементи загальної моделі будуть підпорядковані заміні елементів накопичувача B на якісні моделі опису їх фізичних процесів і уточненням результатів впливу на аварійні SN .

Література

1. Любименко О.М., Нікіфоров А.П., Мітін В. І., Яценко І. Підземні накопичувачі сонячного тепла / Збірник доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно інтегровані технології / ДВНЗ «ДонНТУ, – С. 255–256, м. Покровськ, 2017 р., Україна.

https://tak.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/ТАК_2017.pdf.

2. Козирський В.В., Нікіфоров А.П., Петренко А.В., Парубов А.Н. Накопичувач електроенергії на основі теплових процесів із можливістю утилізації тепла / Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті професора В.М. Синькова «Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК» (ПРЕАП-2019), Національний університет біоресурсів і природокористування України, – С. 40–42, м. Київ, 2019 р., Україна. <https://nubip.edu.ua/node/69610>, 10.13140/RG.2.2.35030.19528.

УДК 621.313.32

ОПТИМІЗАЦІЯ СТАНУ ЕКОНОМІК НОВОГО ТИПУ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ СТРУКТУРНО-ІНФОРМАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Нікіфоров А. П.¹, д.т.н., доц.; Подлужна Н. О.², д.е.н., доц.

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

²*Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна*

Актуальність. Економічні чинники, які мають збурюючий характер, все більш впливають на внутрішню побудову електроенергетиці та режими роботи енергоджерел.

Запропоновано моделі зміни постіндустріальних стадій розвитку економіки при формуванні команд «Купівля–Продаж» в алгоритмах систем автоматичного управління технологічними процесами в електроенергетиці згідно концепціям «Смарт-грид», «Аутсорсинг послуг».

Постановка задачі. Перехід до найбільш прогресивної стадії розвитку постіндустріальної економіки відбувається при підвищенні ефективності та оптимальності економічних процесів порівняно із попередніми стадіями. Покладається [1], що модель економіки GES_{ECONOM} є об'єктом управління і контролю (ОСР) у системі стабілізації нормального режиму роботи (АСНОР).

Для критерію ефективності [1], підраховується максимально досяжний варіант показників моделей, що забезпечує перехід до найбільш прогресивної стадії розвитку економіки, наприклад, в координатах «За–Проти» (рис. 1), і виконується відносне порівняння показників моделей $f(GES_{ECONOM}N-1) < f(GES_{ECONOM}N)$ (рис. 2). Для критерію оптимальності [2], оцінюються показники моделі $f(GES_{ECONOM}) \rightarrow MAX$ (рис. 4), як цільової функції при наявності ряду обмежень зон дій параметрів і їх значень (рис. 2–3).

Для визначення суттєвих інформаційних складових і обмежень будується модель економіки GES_{ECONOM} [1] в Матлаб згідно рис. 1. Смисловий сигнал $S(t) = 3a(t) - Проти(t)$ формується S-детектором. Сигнал $S(t)$ оцінює реакцію структури GES_{ECONOM} на входні смислові ситуації SN. Моделюються ситуації SN при ударних кризових SN в економіці. Порівнюються параметри перехідного процесу (ПП) — амплітуда і тривалість першої, другої напівхвилі, коефіцієнт загасання напівхвиль.

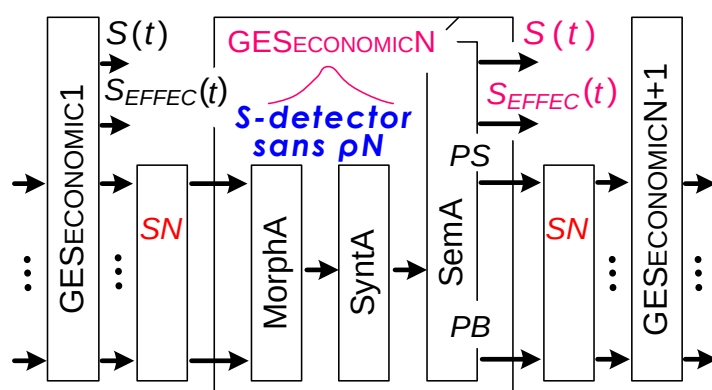


Рис. 1. Схема GES_{ECONOM} із контрольними точками

$$\left\{ \begin{array}{l} f(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J 1_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^J x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, I \\ \sum_{i=1}^I x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, J \\ x_{ij} \geq 0. \end{array} \right.$$

Рис. 2. Математична модель GES_{ECONOM} у символічному вигляді

Для порівняння ПП реальної економіки із модельною приймається реакція реальної економіки як реакція «чорного ящика» на ударну дію. Наприклад, відомі показники економічних криз 1998, 2008, 2014, 2020 років. ПП можуть відслідковуватися по ряду сигналів вхідних координат, наприклад, вартість енергоносіїв, вартість кредитів, курс валют і ін. Ці сигнали ОСР відомі (або їх можливо відновити за історичними даними) можуть бути основою для порівняння показників моделей GES_{ECONOM} в тимчасових зонах їх ударних впливів.

Згідно SI-методу розпізнавання динамічних процесів на структуру схеми GES_{ECONOM} діють динамічні і послідовні кроки переходів із одних внутрішніх смислових станів в інші [1]. Структурні інформаційні складові в GES_{ECONOM} крім їх структурних взаємодій мають динамічні властивості, що задають наявність інерційні рухи в ОСР. GES_{ECONOM} є багатопараметричною моделлю із переліком x — координат, l — обмежень, дискретними параметрами оптимуму по кожній вхідній координаті ситуації SN і загальним дискретним оптимумом по всіх координатах (рис. 2–4). Стоїть завдання виявити наявність елементів граматики $G_{ECONOM}=(TS,NTS,PS,PB,KS,KB,S)$, їх взаємозв'язків в схемі GES_{ECONOM} для автоматів розпізнавання морфологічний, синтаксичний, семантичний MorphA–SyntA–SemA згідно рис. 1 на основі аналізу реальних сигналів координат ПП при ударних кризових впливах на економіку (рис. 1).

Кожен автомат MorphA–SemA описується своєю схемою GES. Отже, постає завдання скласти моделі $GES_{ECONOM}N$ на основі відомих і виявлених взаємозв'язків при реальних ударних впливах відносно сучасної стадії розвитку економіки. Потім відновлення таких же взаємозв'язків по відомостям в історичних фактах для GES_{ECONOM} попередніх стадій. Мета — побудувати моделі $GES_{ECONOM}N+1$ майбутніх стадій. Запропонувати шляхи подальшої

оптимізації елементів схем GES_{ECONOM} , граматиці G_{ECONOM} на ударні впливи для підвищення максимально досяжних характеристик (рис. 3–4).

Рішення завдання. Для оцінки можливості інтерпретації таких складових та якісних показників кожного елемента схеми $GES_{ECONOM}N$ для опису її невідомого елемента порівнюються із аналогічними елементами інших GES_{ECONOM} . Це дозволить побудувати перше наближення моделей економік. Потім, ці привнесені характеристики елементарних складових із інших економік, по мірі дослідження при моделюванні будуть замінені власними складовими тільки цієї економіки. Виконується порівняльний аналіз за сигналами ПП як реакція на уточнюючі зміни, що вносяться до моделей економік у вигляді взаємозв'язків, величин коефіцієнтів, правил PS , PB в граматиці G_{ECONOM} . Другим кроком є порівняльний аналіз ПП на ситуації SN із ударними впливами. Моделювання може виконуватися відразу для ряду економік (рис. 1).

Моделювання роботи схеми GES_{ECONOM} . Кожна стадія розвитку економіки має свою резонансну криву оптимальності (рис. 4). Інструментом контролю є смисловий сигнал $S(t)=3a(t)-Проту(t)$ на виході S-фільтра (рис. 1). Сигнал $S(t)$ дозволяє відстежити траєкторію руху системи АСНОМ [1–2] на ударну дію і параметри досягнення максимуму для кожної стадії розвитку економік для досягнення максимальних показників для порівняння. В динаміці розвитку крива проходить початкову положу ділянку із малим збільшенням ефективності, потім максимальний приріст ефективності,

досягнення плато максимуму, потім спад ефективності. Порівнюючи максимальні значення показників кривої для кожної стадії економіки можна відстежувати адекватність розроблених моделей стадій економік, внесених змін при вдосконаленні моделей. І як наслідок оцінюються характеристики прогнозованих стадій майбутніх економік.

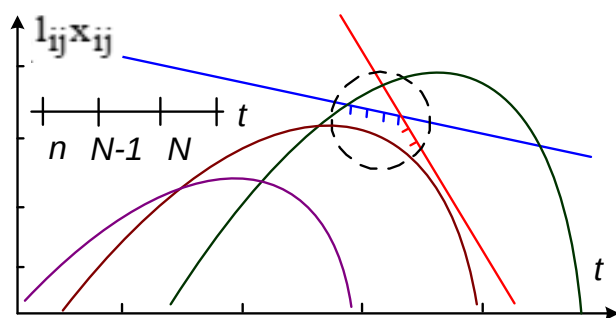


Рис. 3. Графік ліній інформаційних складових моделі GES_{ECONOM} , та зона загальної оптимальності при лінійних обмеженнях зон дії складових

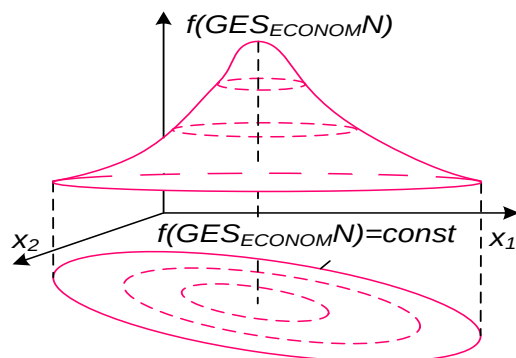


Рис. 4. Графік ліній екстремальної моделі GES_{ECONOM} при загальній оптимальності

Висновки. Запропоновано рішення задачі, щодо розробці структури нових стадій розвитку економіки як еволюційне дерево. Розробляється загальна модель для застосування в якості шаблону економік по історичній інформації суспільства і роботи технологічних систем. Контроль формування інформаційних потоків в моделі економік здійснюється S-фільтром і смисловим сигналом $S(t)$.

Література

1. Нікіфоров А.П., Подлужна Н.О. Застосування структурно-інформаційного методу в електроенергетиці при переході до економіки знань / Збірник матеріалів V Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяченої пам'яті професора В.М. Синькова «Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК» (ПРЕАП-2019), Національний університет біоресурсів і природокористування України. – С. 35–37, м. Київ, 2019 р., Україна. DOI:10.13140/RG.2.2.35030.19528, https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u94/zbirnik_preap_2019.pdf.
2. Никифоров А.П. Оптимизация систем управления в смарт-грид энергосетях на основе обобщения информационных потоков / А. П. Никифоров. // Сборник научных работ института электродинамики. Научно-произв. Журнал «Техническая электродинамика» НАН Украины и Матер. 14 науч.-техн. конфер. «Проблемы современной электротехники ПСЕ-2016». – 2016. – №5. – С. 64–66. ISSN 1607-7970, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191825673>.

АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШ ВАЖКИХ УМОВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ВИРОБІТКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ

Мартинюк Л. В., асистент

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

Відомим фактом є те, що сонячні електростанції характеризуються різко змінним режимом роботи, а рівень генерації СЕС суттєво залежить від сонячної активності, яка в свою чергу пов'язана із порою року та часом доби.

Аналізуючи вже існуючий досвід експлуатації сонячних електростанцій в ОЕС України відомо, що проміжок часу у якому найбільш ефективно працюють фотогальванічні елементи електростанції знаходиться в межах між 9:00 та 17:00 в літній період та 11:00 та 15:00 в зимовий період, тобто у денний провал навантажень (рис.1.)

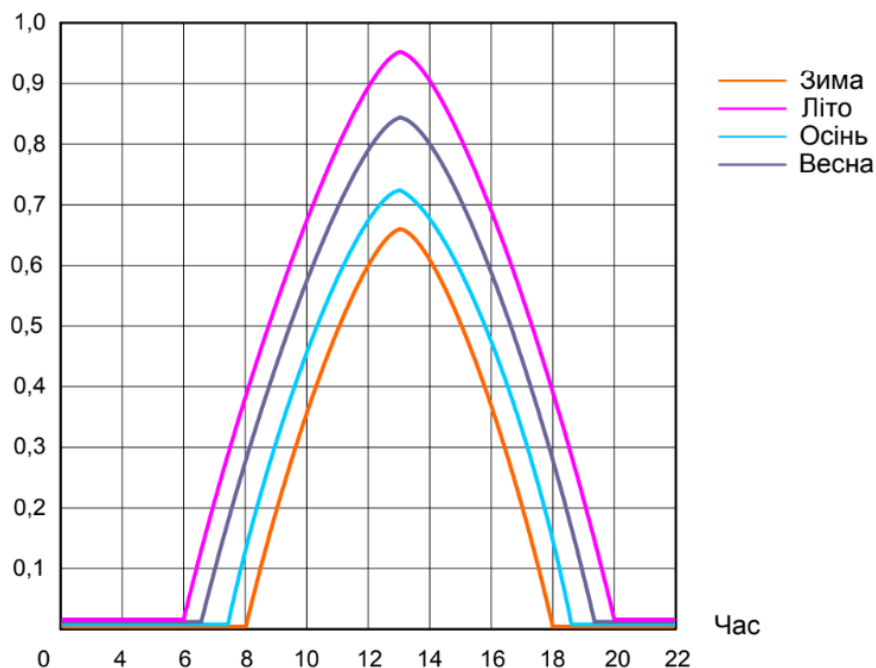


Рис. 1. Добовий графік видачі потужності СЕС

Для визначення коефіцієнтів нерівномірності було проаналізовано форми добового графіку споживання активної потужності для доби максимального попиту.

Дані щодо денного провалу навантаження знайдено шляхом суміщення значень навантаження добових графіків споживання для літа та зими та знаходження коефіцієнтів денного провалу і сонячної активності (рис. 2).

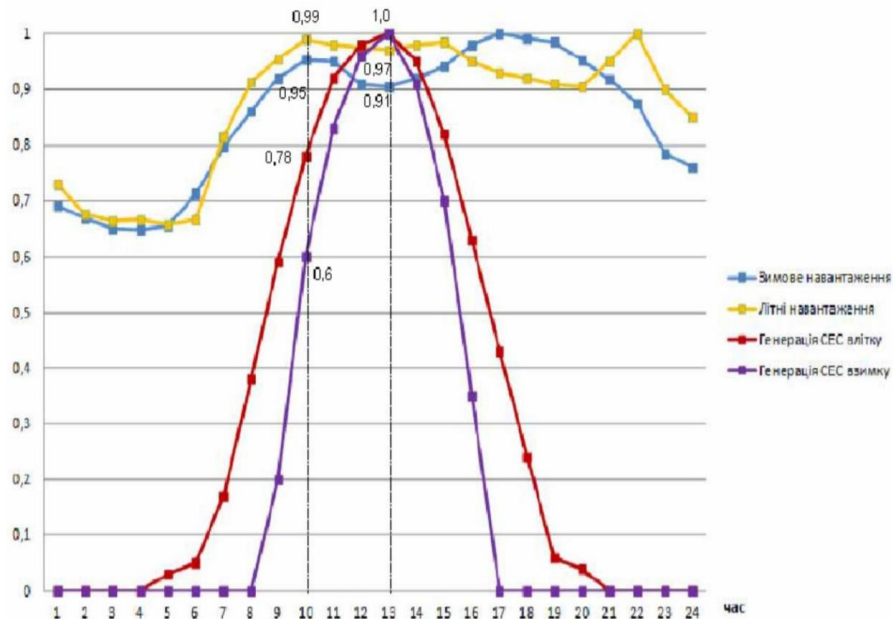


Рис. 2. Розрахунок коефіцієнту денного провалу навантаження для періоду зими та літа 2019 року

Загалом обидва графіка характеризуються рівномірним денним навантаженням, без вираженого денного провалу. Таким чином, є підстави вважати що найважчим режимом роботи електричної мережі є літній денний провал навантажень при максимальній генерації СЕС.

Література

1. А. Акулинин, В. Смыков. Оценка возможностей солнечной энергетики на основе точных наземных измерений солнечной радиации.
2. Гладь І.В. Вплив сонячних електростанцій на низьковольтні розподільні мережі/ І.В. Гладь, Я.В. Бацала // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017. № 3. – С. 119-123.
3. ДСТУ 8635:2016 "Геліоенергетика. Площадки для фотоелектричних станцій. Приєднання станцій до електроенергетичної системи" (Київ, ДП "УкрНДНЦ", 2017);
4. СОУ-Н МЕН 40.1-00100227-68:2012 "Стійкість енергосистем. Керівні вказівки." (Київ.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2012.).

УДК 621.311

СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НА ГЕНЕРАЦІЮ ВИЩИХ ГАРМОНІК В МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ

Лисиченко Р.М. інж.; Черемісін М.М. к.т.н., професор

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка,
м. Харків, Україна*

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Електрична енергія використовується в усіх сферах життєдіяльності людини і має

стратегічне значення, однак останнім часом суттєво збільшилась кількість електротехнічного обладнання побудованого на напівпровідникових елементах, які в більшості мають нелінійні вольт-амперні характеристики, що призводить до генерації вищих гармонік в мережі та пошкодження форми синусоїди [1]. Наявність вищих гармонік в мережі призводить до: збільшення втрат потужності в електричних машинах, трансформаторах, мережі; скорочення строку служби ізоляції; зниження надійності роботи пристроїв автоматики, телемеханіки, мікропроцесорної техніки [2]. Крім того, постійно спостерігається тенденція щодо застосування частотно-регульованого електроприводу невеликої одиничної потужності (1,5-15,0 *кВт*) в технологічних установках харчових, переробних та сільськогосподарських виробництв. Однак, малопотужних електроприводів в одній потоковій лінії може бути від 10 до 30 *шт*, а інколи і більше, і як показує аналіз реальних виробництв згладжу вальні фільтри для вказаних установок не застосовуються [3].

З іншого боку, необхідно враховувати, що при несиметричних режимах призводить до збільшенню струму в нейтралі, а в деяких випадках її відгорання. Особливо у разі значної реактивної потужності, яка пов'язана з невідповідністю струму і напруги синусоїдальній формі що з математичної точки зору трактується, як поява вищих гармонік на окремих частотах і обумовлено режимами роботи нелінійних елементів [4].

Мета дослідження. Розробити стенд для визначення впливу частотно-регульованого електроприводу на генерацію вищих в мережі живлення.

Основні матеріали досліджень. Стенд побудований на основі багатофункціонального вимірювача параметрів мережі типу *Power Logic PM810*, який забезпечує середньоквадратичне вимірювання вищих гармонік майже до 64. Прилад підключено всередині стенду за допомогою 4-х провідної схеми а дисплей закріплено на зовнішній панелі (рис.1).

Завдяки застосуванню програмного забезпечення *Power View* з встановленим аналізатором можна збирати дані вимірювань по кожній фазі окремо і передавати дані на комп'ютер для подальшого аналізу. Крім того, можливо переглядати дані в режимі реального часу або виводити їх в хронологічному порядку у вигляді таблиць *Microsoft Excel*, ін.

Експериментальні дослідження проводились в лабораторії «Автоматизованого електроприводу» кафедри автоматизованих електромеханічних систем із максимальним навантаженням близько 50 *кВт* частотно-регульованих електроприводів сільськогосподарських робочих машин. Отримані дані виводились на екран комп'ютера та аналізувались при зміні навантаження в межах 1,5-25 *кВт* (рис.2).

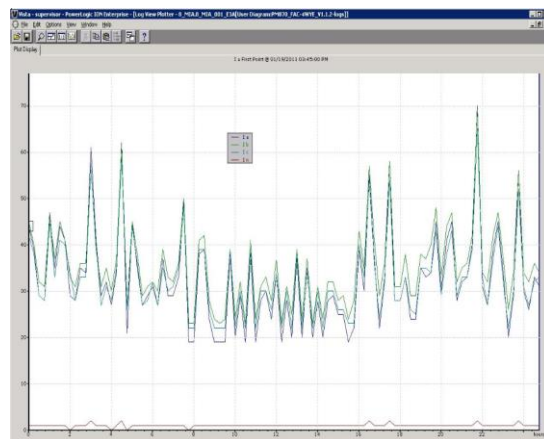


Рис.1. Загальний вигляд стенду Рис.2. Отримувані графіки вимірювань

Висновок. Розроблений стенд на базі багато-функціонального вимірювача параметрів мережі типу *Power Logic PM810* дозволяє отримувати параметри мережі в реальному часі і одночасно накопичувати бази даних для їх подальшого аналізу, зокрема і генерацію вищих гармонік частотно-регульованого електроприводу в електричну мережу.

Література

1. Жежеленко И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
2. Уваров О.В. Вищі гармоніки в сучасних системах електроживлення / О.В. Уваров, П.И. Савченко // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Технічні науки – Х.: ХНТУСГ, 2010. – С.52-56.
3. Ягуп В.Г. Применение оптимизационных методов для решения задач улучшения показателей электрических систем / В.Г. Ягуп, Е.В. Ягуп – Х.:ХНУГХ, 2017. – 170 с.
4. Регульований електропривод / За ред. І.М. Голодного – К.: ТОВ «ЦП Компрінт», 2015. – 509 с.

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

УДК: 621.3: 658.2

РОЗРОБЛЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Лисенко В. П., д.т.н., проф.; Якименко І. Ю., аспіранка

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

Теплиця, як об'єкт регулювання, є багатовимірною зі складними внутрішніми зв'язками. Кожний етап вирощування овочевої продукції в спорудах захищеного ґрунту характеризується певними технологічними особливостями, для врахування котрих затрачаються значні обсяги енергії. Оскільки існують складності опису виробничих процесів класичними методами, постає задача пошуку нових підходів. Суть одного з таких полягає у використанні нейромережевого прогнозування [1]. Запропонований підхід дає необхідні можливості практичного застосування результатів для прогнозу подальшої поведінки об'єкта та формуванні в подальшому енергоефективних стратегій керування тепличним комплексом.

Синтез та дослідження нейромереж проводимо, використовуючи програмний пакет Neural Time Series MatLab [2]. У якості критерію зупинки навчання вибираємо мінімізацію середньоквадратичної помилки навчання [3]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}},$$

де y_i – фактичне значення вихідного параметра, $\hat{y}_i$ – розрахункове значення параметра, отримане за розрахунком за моделлю, $i = 1 \dots 2$ вихідний параметр, N – кількість циклів навчання.

Вхідними параметрами НМ є: значення зовнішньої температури $T_{\text{зов.}}, ^\circ\text{C}$; поглинуте теплицею сонячне випромінювання $S_{\text{п}}, \text{Вт}$; відносна вологість в приміщенні теплиці $f_{\text{внутр.}}, \%$; температура повітря в середині теплиці $T_{\text{внутр.}}, ^\circ\text{C}$; рівень вуглекислоти в теплиці C, ppm ; температура теплоносія в трьох контурах опалення $T_{\text{к1}}, T_{\text{к2}}, T_{\text{к3}}, ^\circ\text{C}$ відповідно. Вихідними параметрами є витрата газу $Q_{\text{газ}}, \text{м}^3$ та електроенергії $Q_{\text{ел.ен.}}, \text{Вт/год}$. Дискретність зняття даних – щогодини.

Ключовою задачею є отримання значень енергозатрат (електроенергії та теплової енергії) на виконання конкретного технологічного процесу. Для

уникнення «перенавчання» нейромережі вибірка ділиться на: навчальні дані, контрольні дані та тестові дані.

Для визначення ступеня достовірності результатів використовуємо тестовий масив даних. Виконуємо перевірку співпадіння прогнозованих даних з реальними значеннями енерговитрат на виробництві (табл.1). Для оцінки достовірності результатів роботи нейромережі використовуємо методи регресійного аналізу, отриманими при порівнянні еталонних значень зі значеннями на виході мережі.

Таблиця 1.

Фрагмент вибірки даних прогнозованих даних з реальними значеннями

Фактичні значення		Прогонозовані значення	
Витрата газу, м ³	Витрата електроенергії, Вт/год	Витрата газу, м ³	Витрата електроенергії, Вт/год
624	3120	624,624	3123,12
860	4300	864,3	4321,5
220	1100	220,22	1101,1

Оцінку розробленої моделі прогнозування витрат енергоресурсів здійснено на основі критеріїв: детермінації R^2 , кореляції R , середньоквадратичної похибки σ , Фішера F та Стюдента t (табл.2).

Таблиця 2.

Критерії адекватності математичної моделі

Вибірка	Критерії				
	R^2	R^2_k	σ	F	t
Витрата газу, м ³	0,99	0,903	0,00138	9,39	0,973
Витрата електроенергії, Вт/год	0,99	0,904	0,00137	9,39	0,965

Отже, згідно табл.1, коефіцієнти кореляції та детермінації знаходяться в межах 90%, що свідчить про тісноту зв'язків між величинами. Похибка вимірювань незначна – 0,0013. Критерій Стюдента вказує на значущість коефіцієнтів кореляції, що свідчить про адекватність нейромережевої моделі прогнозування енерговитрат, що дозволяє використання моделі для прогнозування майбутніх значень та розробки енергоефективних стратегій керування температурно-вологісним режимом.

Література

1. Лисенко В.П., Дудник А.О., Якименко І. Ю. Особливості побудови нейронечіткої системи керування енерговитратами у теплицях // Енергетика і автоматика - К.:НУБіП. – 2017. - Вип. 4 – С. 61-69.

2. Лисенко В.П., Штепа В.М., Заєць Н.А. Системи штучного інтелекту. Нейронні мережі. – К.: НУБіП України, 2010. – 54 с.

3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

УДК 681.516.75: 004.8: 519.8: 632.08

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ЕНТОМОФАГІВ

Лисенко В. П.¹, д.т.н., професор; Чернова І. С.², с.н.с.

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

*²Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН,
Одеська обл., Україна*

Розроблено інтелектуальну систему керування виробництвом ентомофагів, структура якої є дворівневою комп'ютерно-інтегрованою [1], та загальний алгоритм її функціонування. Нижній рівень системи реалізовано автоматичною підсистемою керування в режимі реального часу абіотичними параметрами постадійного розвитку комах на основі SCADA програми та вимірника-регулятора з позиційним алгоритмом функціонування; критерієм ефективності на ньому визначено мінімізацію помилки регулювання температурою повітря боксу для вирощування ентомокультур; верхній рівень - інтелектуальною підсистемою підтримки прийняття рішень, що містить інтерфейс користувача MATLAB, базу знань і базу даних, модуль логічного висновку; критерієм ефективності на ньому визначено максимізацію прибутку виробництва [1].

Загальний алгоритм функціонування системи містить контроль абіотичних і технологічних параметрів техноценозу, збурень, кількості та якості ентомологічної продукції, загальних витрат на інокуляцію поживного середовища яйцями комах-хазяїна; розрахунок доходу, загальних витрат електроенергії, прибутку виробництва та комплексних показників якості продукції; розробку гібридної підсистеми керування температурою повітря боксу; виведення інформації про параметри, що забезпечують: максимізацію прибутку виробництва за умови мінімізації загальних витрат електроенергії; підвищення точності підтримання температури повітря боксу; максимальну наближеність коефіцієнтів стабільності гомеостазу за біологічними показниками якості ентомокультур до 100 %, мінімізацію коефіцієнтів варіації показників якості, максимальну наближеність бажаності комплексного показника якості до оцінки «дуже добра» [1-4].

Основні етапи алгоритму складаються з: 1) контролю: температури та відносної вологості повітря боксу, температури поживного середовища комах-хазяїна, температури повітря навколишнього середовища та

зовнішнього приміщення (що межує з боксом), виду поживного середовища, його загальних витрат та витрат на інокуляцію поживного середовища яйцями комах-хазяїна, кількості та якості ентомологічної продукції; 2) розрахунку доходу, загальних витрат електроенергії та прибутку виробництва; 3) перевірки ступеню досягнення критерію максимізації прибутку виробництва за умови мінімізації загальних витрат електроенергії; при виконанні відбувається виведення інформації про оптимальні параметри енергоефективного вирощування ентомофагів; за умови невиконання – зміна керуючої дії (абіотичних і технологічних параметрів виробництва із врахуванням збурень); 4) виведення інформації про параметри техноценозу, що забезпечують максимізацію коефіцієнтів стабільності гомеостазу [2] та мінімізацію коефіцієнтів варіації показників якості [3]; 5) регресійного аналізу залежності показників якості продукції від параметрів техноценозу та виведення інформації щодо провідних факторів впливу на якість за стандартизованими коефіцієнтами регресії [5]; 6) нечіткої оцінки бажаності комплексних показників якості за допомогою функції Харрінгтона [4]; 7) перевірки ступеню наближеності бажаності комплексних показників до оцінки «дуже добра»; при виконанні умови відбувається виведення інформації про оптимальні параметри виробництва ентомофагів, за умови невиконання – зміна керуючої дії; 8) розробки гібридної підсистеми керування температурою повітря боксу; при цьому точність керування залежить від сформованої навчальної вибірки та збурень, що діють у конкретний час [1]; 9) випробувань гібридної підсистеми та перевірки ступеню досягнення критерію мінімізації похибки регулювання температури повітря боксу; при виконанні відбувається виведення інформації про оптимальні параметри виробництва ентомофагів, за умови невиконання – повторне формування вибірки для навчання гібридної мережі.

Використання інтелектуальної системи керування дозволяє формувати керуючі впливи на процеси розвитку ентомокультур та реалізувати стратегії керування прибутком виробництва, мінімізуючи енерговитрати в умовах невизначеності.

Література

1. Лисенко В. П. Методологічні основи побудови інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофагів. / В. П. Лисенко, І. С. Чернова. — К. : Вісник аграрної науки, 2020, № 1. — С. 60-67.
2. Антонов А. Р. Системная оценка нарушений гомеостаза при критических состояниях. / А. Р. Антонов. — Новосибирск: НГМУ. Современные проблемы науки и образования, 2009, № 6. — С. 8.
3. Ильенкова С. Д. Управление качеством. / С. Д. Ильенкова, Н. Д. Ильенкова, С. Ю. Ягудин и др. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 198 с.
4. Лисенко В. П. Алгоритм оптимізації виробництва ентомофагів за критерієм якості. / В. П. Лисенко, І. С. Чернова. — К. : Вісник аграрної науки, 2017, № 7. — С. 48-53.

5. Бараз В. Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel. / В. Р. Бараз. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. — 102 с.

УДК 681.5

ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ

Лисенко В. П. д.т.н., професор; Лендел Т. І. к.т.н., доцент

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

Світ розвивається за рахунок передових технологій. До таких належить і автоматизація. Досить сказати, що за прогнозами світових аналітиків у найближче десятиліття світовий валовий продукт збільшиться на 10 трл. доларів і в основному за рахунок так званого Інтернету Речей (передбачає підключення розосереджених у просторі різноманітних об'єктів до глобальної Інтернет мережі та взаємодії їх між собою, у тому числі на основі інтелектуальних алгоритмів та без участі людини).

Мета роботи: розробити алгоритм та програмне забезпечення для дистанційного вимірювання параметрів мікроклімату із використанням Ethernet станції (далі станція). Можливостями станції передбачено дистанційне вимірювання температури (Т) та вологості (φ) повітря через запит з персонального комп'ютера на її ІР-адресу. Загальний алгоритм означеного показано на рис. 1.

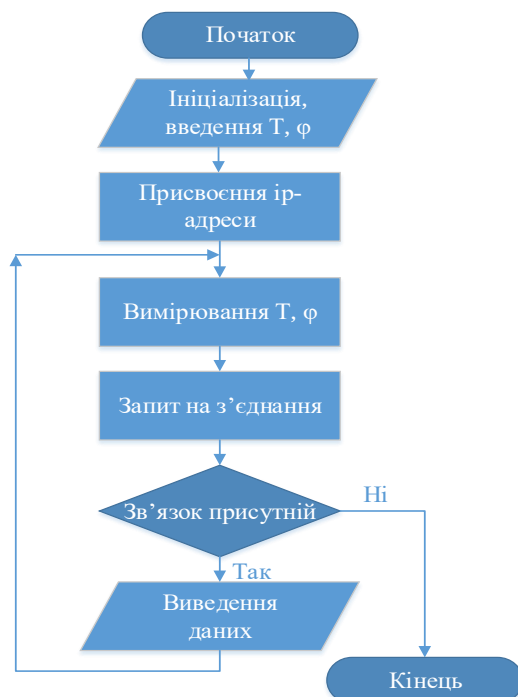


Рис. 1 Загальний алгоритм дистанційного вимірювання Т та φ

Апаратна реалізація такої задачі на основі комплексу технічних засобів Arduino в режимі реального часу показана на рис.2. В якості приймача інформації можливе також використання смартфона, що стає особливо зручним для експлуатаційного персоналу (на рис.3 подана інформація про Т та ф в теплиці, що зчитується з екрана смартфона).

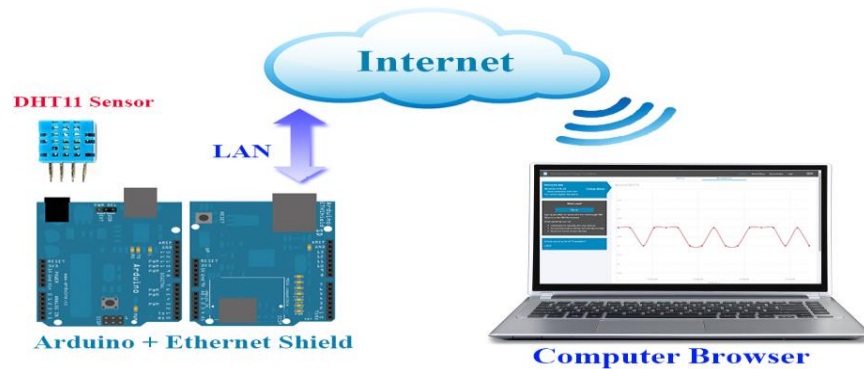


Рис. 2 Схема обміну даними мобільної станції з користувачем

Результат вирішення означеної задачі представлено на рис. 3.

Програмна реалізація для дистанційного передавання інформації виконана в програмному середовищі в середовищі Arduino IDE.



Рис. 3 Знімок екрану смартфона з отриманими вимірними параметрами

Висновок: реалізовано алгоритм дистанційного вимірювання технологічних параметрів у спорудах закритого ґрунту на основі використання програмного забезпечення, технічних засобів Arduino та глобальної Інтернет мережі.

Література

1. Наконечний А. Й. Інтернет речей і сучасні технології / А. Й. Наконечний, З. Є. Верес // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Автоматика, вимірювання та керування. – 2016. – № 852. – С. 3–9.
2. Verma, S., Kawamoto, Y., Fadlullah, Z. M., Nishiyama, H., & Kato, N. (2017). A survey on network methodologies for real-time analytics of massive IoT data and open research issues. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(3), 1457-1477.

APPLYING OF METHOD OF EQUALITIES MEETING IN THE AUTOMATED DIRECT CURRENT DRIVE

Romasevych Y. O., D.T.S., Assist. Prof.; Loveikin V. S., D.T.S., Prof.;

Liashko A. P., Ph.D.

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

In many practical cases, a process of automatic control is constrained by the different functions of the system's phase coordinates. For example, one of a possible constrain, that might be used to control the actuators of mobile robots, is the amount of energy consumed by the actuator during its start-up mode. It can be obtained as a definite integral of the nonlinear phase coordinate function of the system (power).

One of the possible methods to take into account constrain is to inject an additional phase coordinate, the difference between the current amount of consumed energy and its set amount. Since the phase coordinates are different in physical content and magnitude, the next step is to normalize the components of the phase-vector. It is usually performed by dividing them by their set values (set-points). In this case, the phase coordinates are dimensionless.

For the considered case of the DC motor, which is as an actuator of the mechanism of a robot's movement, its mathematical model may be written as follows:

$$U = \dot{x}A_1 + \ddot{x}A_2 + \dddot{x}A_3, \quad (1)$$

where A_1, A_2, A_3 – coefficients, which may be expressed through the system's parameters.

For the system we have developed a controller, which minimized the following criterion:

$$CC = t_p \cdot \delta + \max(P) \rightarrow \min, \quad (2)$$

where δ – weight coefficient, which reflects the influence of settling time; P – the current power of the drive; t_p – settling time. Additionally, the automated system is constrained by the requirement of zero-overshoot.

The proposed model of the controller is as follows:

$$U = K_p \frac{v - \dot{x}}{v} + T_i^{-1} \int_0^t \frac{v - \dot{x}}{v} dt + K_{p,E} E_{sp}^{-1} \left(E_{sp} - \int_0^{t_p} IU dt \right) + (T_{i,E} E_{sp})^{-1} \int_0^t (E_{sp} - \int_0^{t_p} IU dt) dt, \quad (3)$$

where K_p, T_i – proportional and integral gains of the controller by the relative error of the speed; $K_{p,E}, T_{i,E}$ – proportional and integral gains of the controller by the relative error of the consumed energy of the drive during its start-up; v – set-point of the speed; I – current strength; U – power supply voltage; E_{sp} – set-point of the consumed energy during start-up mode.

Controller (3) is a superposition of the PI-controllers, which act by deviations of the speed and the consumed energy.

In order to find optimal values of the gains K_p , T_i , $K_{p,E}$, $T_{i,E}$ ME-PSO [1] has been applied. Numerical values of the used parameters correspond to the DC drive П71, set-points are $v=2,65$ m/s and $E_{sp}=11000$ J.

As a result of the carried out calculation we have obtained the following values of the gains: $K_p=0,3929$; $T_i=0,0042$; $K_{p,E}=0,3608$; $T_{i,E}=0,9360$.

In order to estimate the results the plots have been built (fig. 1) (set-points are denoted with dashed lines). It is clear, that the set-points are meet at the end of the start-up mode (fig. 1) by the speed and by the consumed energy.

One may observe from fig. 1 (b), that the maximum value of the power is 8694 W. It means that the controlled process can be implemented by means of power electronics. The value of the maximum current does not overshoot 74,2 A. It supports the previous conclusion.

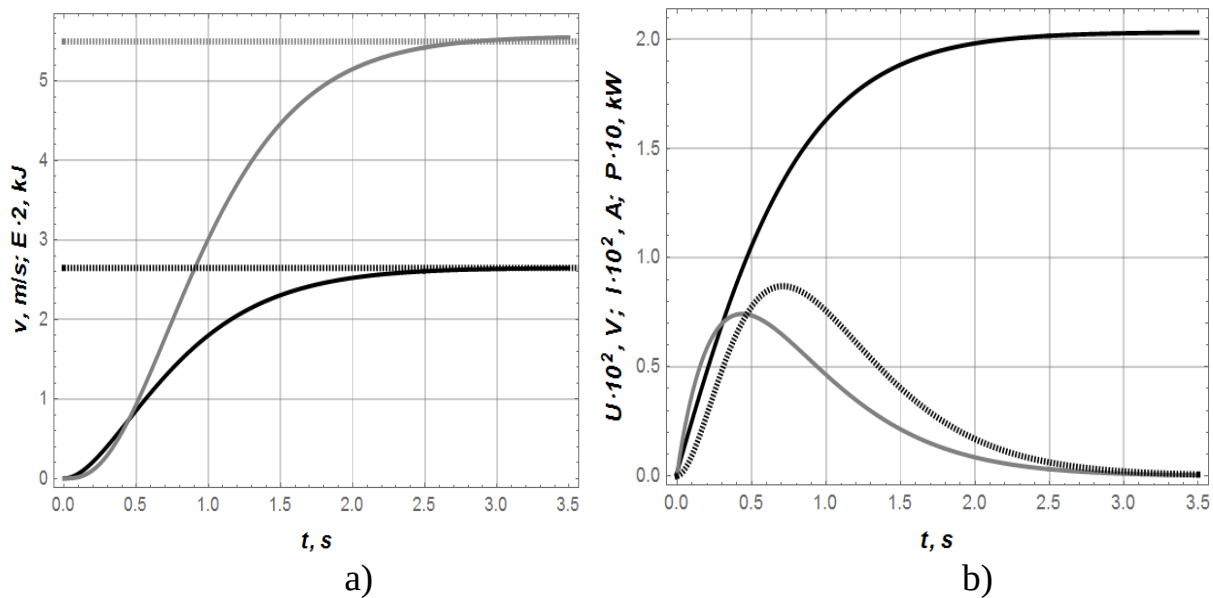


Fig. 1. Plots of the dynamic and electric characteristics of the system during control: a) the speed of the robot platform (black line) and consumed energy (gray line); b) power supply voltage (black line), current strength (gray line) and power of the drive (black dashed line)

Reference

1. Romasevych, Yu., & Loveikin, V. (2018). A novel multi-epoch particle swarm optimization technique, *Cybernetics and Information Technologies*, 18(3), 62-74. doi: 10.2478/cait-2018-0039

АВТОМАТИЗАЦІЯ АГРОБІОЛІГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ МІКРОСТРУКТУРИ РОСЛИННОГО ОБ'ЄКТА

Никифорова Л. Є., д.т.н., професор

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

Актуальною проблемою в агробіології є адекватна діагностика функціонального стану рослин [1]. Найбільший інтерес представляють не руйнівні оптичні методи, що базуються на використанні властивостей лазерного випромінювання. Одним з напрямків сучасної оптики, що бурхливо розвиваються, є біооптика, зокрема, оптика рослинних середовищ [1, 2]. Найбільш поширеними сучасними оптичними методами контролю стану рослинних об'єктів, є метод зворотного розсіювання, метод комбінаційного розсіювання, абсорбційний метод і флуоресцентний аналіз [1-4].

Метою досліджень було обґрунтування особливостей використання лазерного випромінювання для визначення якості рослинної тканини з інтерпретацією результатів на базі застосування комп'ютерно - інтергованих технологій.

В основу технічних засобів для експериментальних досліджень покладено методологію, що використовує високу статистичну впорядкованість лазерного випромінювання і оригінальну оптичну схему поляризаційного інтерферометру, яка дозволяє зафіксувати ступінь просторової когерентності розсіяного, рослинною тканиною, лазерного пучка. Кількісна оцінка мікроструктури об'єкта стає можливою завдяки, відомому у кореляційній оптиці, зв'язку статистичних властивостей когерентного випромінювання і просторової топології елементів середовища, що розсіює світло.

Інтенсивність випромінювання, після взаємодії з рослинною тканиною, носить інформаційний характер у зв'язку із тим, що має добру кореляцію спектральних коефіцієнтів відбиття із змістом в них хлорофілу. В якості джерела когерентного випромінювання обрано напівпровідниковий лазер, що генерує когерентне випромінювання з довжиною хвилі 650...660 нм, потужність 0,5-5 мВт. Таке джерело дозволяє оцінити концентрацію хлорофілу в тканині по ступеню поглинання випромінювання.

Для практичної оцінки просторової когерентності й інтенсивності світлорозсіювання використовувалася експериментальна конструкція лазерного аналізатора мікроструктури (ЛІАМ), що включає двох координатний стілець - держак об'єкту, систему лазерного зондування зразку, світлосильний інтерферометр зрушення, CCD-камеру, персональний

комп'ютер, спеціалізовану програму для обробки інтерферограм. Оптична схема приладу оптимізована для виміру цілих листів або плодів. На рис. 1 представлена функціональна схема приладу.

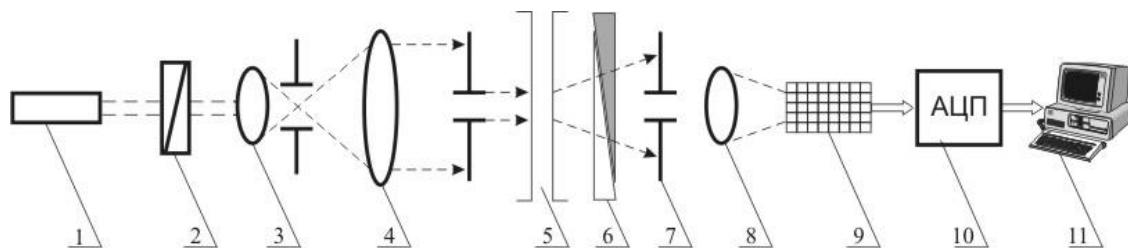


Рис. 1. Функціональна схема оптико-електронного пристрою приладу.

1 – джерело когерентного випромінювання; 2 – поляроїд; 3 – телескопічна система з фур'є - фільтром; 4 – обмежуюча діафрагма; 5 – тримач рослинної тканини; 6 – світлосильний інтерферометр зсуву; 7 – щілинна діафрагма; 8 – погоджувальна лінза; 9 – ПЗС - матриця; 10 – інтерфейс RS 485; 11 – ЕОМ.

В якості фотоприймача використовується аналогова чорно-біла ПЗС - матриця. Відеосигнал камери через карту вводу подається в ЕОМ для наступної обробки. Програмне забезпечення здійснює керування частотою вибірки відеоряду, обробку даних і побудову графіків зміни когерентності в режимі реального часу.

Результати вимірів зберігаються в графічній і в табличній формі. Для зменшення впливу паразитної спекл-картини й нелінійності фотоприймача розроблений оригінальний метод фільтрації спекл-шуму й розрахунку контрасту інтерференційної картини з використанням алгоритму відносного калібрування профілю яскравості відеосигналу. [10] Це дозволяє проводити вимірювання зразків різної оптичної щільності й знизити вимоги до динамічного діапазону виміру інтенсивності

Література

1. Non-destructive optical detection of leaf senescence and fruit ripening Текст. / M.N. Merzlyak, A.A. Gitelson, O.B. Chivkunova, V.Y. Rakitin // *Physiol Plant*, 1999.- № 106. -P. 135-141.
2. Laser-induced chlorophyll fluorescence spectra of mung plants growing under nickel stress / R. Gopal, K. B. Mishra, M. Zeeshan, S. M. Prasad, M. M. Joshi // *Current Science*. - 2002. - V. 83. - № 7. - P. 880-884.
3. Козодеров В.В. Особенности реализации моделей оценки фитомассы растительности по наблюдениям из космоса / В.В. Козодеров // *Исследование Земли из космоса*. - 2006. - № 2. - 79-88.
4. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab / Р. Гонсалес, Р. Вуде, С. Элдинс. - М. : Техносфера, 2006. - 616 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ МАЛОЧУТЛИВИХ ПРИСКОРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ РАДІАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ

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

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

При розв'язанні ряду прикладних задач, зв'язаних з оптимальним керуванням [1], часто необхідно ще на етапі моделювання враховувати вимоги до чутливості по відношенню до змінювання параметрів. Такі постановки слугують важливою складовою комплексу задач проектування малочутливих (нечутливих) систем автоматичного керування [1,2].

Розглянуто задачі структурно-параметричної оптимізації руху заряджених частинок з урахуванням радіальних коливань

$$\frac{d\gamma}{d\xi} = \alpha(\xi)\cos\varphi, \quad \frac{d\varphi}{d\xi} = \frac{2\pi\gamma}{\sqrt{\gamma^2 - 1}},$$
$$\frac{d^2r}{d\xi^2} = \frac{\gamma}{\gamma^2 - 1} \left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{d\alpha}{d\xi} r - \alpha(\xi) \frac{dr}{d\xi} \right) \cos\varphi, \quad \xi \in [0, T], \quad (1)$$

для випадку релейного керування

$$\alpha(\xi) \in \Omega_\alpha = \{ \alpha(\xi) : 0 \leq \alpha(\xi) \leq c, \quad \xi \in [0, T] \}, \quad (2)$$

що характеризується точками перемкнення $0 \leq t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_N \leq T$.

Задачу фокусування частинок за енергією, просторовою координатою та її швидкістю зведено до задач про оптимальний вибір точок перемкнення. Для її чисельного розв'язання запропоновано ітеративну процедуру градієнтного спуску. При цьому область початкових умов за фазовими координатами частинок попередньо подано у дискретному вигляді, а градієнт функції цілі за точками перемкнення визначено за допомогою функцій чутливості, що характеризують величину швидкості змінювання збуреного руху відносно розрахункового значення вектора параметрів.

Для урахування вимог на функції чутливості у вигляді лінійних обмежень застосовано алгоритми практичної стійкості [2] у просторі цих функцій. З цією метою на кожній ітерації градієнтного спуску множину початкових умов для функцій чутливості задано структурно.

При такому підході розрахунок оптимальних параметрів керування здійснюється з урахуванням можливих відхилень розрахункових траєкторій на реальних режимах, а визначення функцій чутливості в процесі оптимізації дає можливість реалізувати в подальшому інші постановки задач, зв'язані з проектуванням малочутливих систем керування (гарантованої чутливості, розрахунку допусків на параметри).

Література

1. Гаращенко Ф.Г. Прикладні задачі теорії стійкості / Ф.Г. Гаращенко, В.В. Пічкур. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. – 125 с.
2. Панталієнко Л.А. Недиференційовні задачі оптимізації чутливості динамічних систем / Л.А. Панталієнко // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2015. – Вип. 224. – С. 239–243.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ І БЕЗПЕКИ АПАРАТУРНО-ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Основні принципи оцінювання безвідмовності та безпеки функціонування технічних об'єктів (ТО) мають чимало загальних рис, але й багато в чому відрізняються. Особливо це стосується об'єктів, які визначаються як апаратурно-програмні комплекси (АПК), тобто об'єкти функціонування яких напряму пов'язане з якістю відповідного програмного забезпечення (ПЗ). Адже сучасні парадигми побудови ПЗ передбачають наявність модулів, до яких програма в процесі функціонування «звертається» багаторазово. Причому це відбувається в різні моменти часу, при обробленні даних, що надходять від різних складових. Мета даної роботи провести аналіз загальних принципів оцінювання безвідмовності та безпеки складових та АПК в цілому, виявити загальне та відрізнене у відповідних алгоритмах оцінювання показників вказаних категорій та запропонувати до використання алгоритми, які б надавали можливість узагальнити основні етапи відповідних обчислень.

Основним поняттям теорії надійності є *відмова*, а отже всі розрахунки, пов'язані з визначенням безвідмовності починаються з усвідомлення понять працездатного і непрацездатного станів. При цьому обчислення безвідмовності ТО нерідко здійснюється (принаймні на рівні складових) без урахування його структурних особливостей, що приводить до найпростішої каскадної моделі включення окремих елементів. Такий підхід можна вважати прийнятним виключно для структурно-простих ТО, і не може бути застосований до АПК, адже наявність ПЗ «автоматично переводить» ТО до класу структурно-складних, а тим більше для АПК, при аналізі яких доводиться враховувати логіку зв'язків не тільки окремих складових, але й логіку побудови ПЗ, що виключає можливість зведення задачі обчислення безвідмовності (як і інших показників надійності) до аналізу каскадної моделі [1]. Більше того, проявлення помилки в ПЗ може призвести до ситуації, яка подібна одночасній відмові декількох складових з мало прогнозованими наслідками. Основним поняттям теорії безпеки є поняття *аварійної ситуації*, а отже аналіз ТО щодо його стійкості до деградації

починається з усвідомлення сутності поняття аварійного стану, при ідентифікації якого об'єкт аналізується з точки зору можливості відмови *будь-якої складової* (незалежно від того чи відмовили на даний момент інші складові) на шляху до повної деградації цього об'єкта [2]. Це в багатьох випадках може в більшій або меншій мірі співпадати з результатом проявлення помилки у ПЗ. За вказаних умов найбільшу інформацію можна отримати на підставі не стільки прямих розрахунків безвідмовності АПК, скільки на підставі розроблення відповідних сценаріїв його функціонування під час переходу від одного стану до іншого. Розроблені сценарії відображаються відповідною моделлю АПК, якою враховуються як матеріальні, так і віртуальні (реалізовані відповідним ПЗ) зв'язки окремих складових. Звичайно, отриману модель не можна звести до каскадної. На підставі розробленої моделі будується логічна функція, що описує той чи інший стан АПК в залежності від конкретного сценарію. Вказана логічна функція стає основою реалізації алгоритму обчислення безвідмовності АПК, розроблення алгоритму процесу діагностування з метою встановлення місця відмови, а також основою встановлення ознак переходу АПК до аварійного стану, який можна ідентифікувати на підставі відповідних алгоритмів [2]. Встановивши відповідні ознаки, які сприяють ініціюванню аварійної ситуації, розробляється сценарій можливого розвинення аварії всередині АПК, що є наслідком виникнення вказаних ознак. При цьому особлива увага приділяється ПЗ (звичайно за його наявності у ТО), властивості якого можуть як сприяти розвиненню аварійної ситуації (при відсутності відповідних вимог до цього ПЗ), так і «париувати» її (за умови розроблення ПЗ з урахуванням наявності інформації щодо відповідних сценаріїв). Отриманий сценарій розвинення аварії в АПК має вигляд «дерева подій», циклу, відповідної мережі тощо й являє собою логічну схему зв'язків окремих складових, яка відображає як саме розвивається аварія, які складові вона охоплює, яке обладнання зачіпатиме і т.п.

Після розроблення сценаріїв щодо розвинення виявлених (звичайно, бажано всіх можливих) аварійних ситуацій (і побудови відповідних логічних функцій) здійснюються оцінки ймовірності реалізації цих сценаріїв (кожного окремо і всієї сукупності в цілому). При цьому на практиці нерідко можуть виникати ситуації, за яких обчислення вказаних оцінок викликає суттєві труднощі, або взагалі з тих чи інших причин неможливе. За таких умов слід перейти до виявлення складової АПК, яка є найбільш значима з огляду на реалізацію відповідного сценарію. Це в більшості випадків дає можливість суттєво знизити ймовірність реалізації відповідного сценарію за рахунок підвищення безвідмовності цієї складової або за рахунок прискіпливішої уваги до ПЗ, яке забезпечує відповідним чином організоване управління вказаною і пов'язаними з нею складовими.

ВРАХУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОПЕРАТИВНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЯХ, ВИКОНАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Складність побудови штучної нейронної мережі, яка дозволяє реалізувати процес підучування на підставі результатів оперативного спостереження за об'єктом дослідження полягає в необхідності забезпечити високий рівень пластичності такої мережі. При цьому зазвичай висувається вимога, згідно якої стабільність вказаної нейронної мережі не може бути суттєво знижена. Запропонована структура штучної нейронної мережі, яка дозволяє реалізувати процес підучування за результатами додаткової інформації, отриманої. Така штучна нейронна мережа може бути подана у двох варіантах, які різняться порядком оброблення інформації консервативними блоками (наперед навченими нейронними мережами, або математичними алгоритмами, що безпосередньо обчислюють необхідні вихідні дані) й заздалегідь не навченими фрагментами. Перший варіант відображає послідовну архітектуру нейронної мережі. При цьому вхідний вектор даних обробляється консервативними блоками, вихідна інформація яких є вхідною для окремих фрагментів нейронної мережі, які саме і виконують функцію підучування всієї структури й безпосередньо пов'язані з її виходами. Другий варіант відображає паралельну архітектуру. При цьому вхідний вектор даних одночасно подається на консервативні блоки й фрагменти, що виконують функцію підучування. За такої архітектури виходи консервативних блоків і фрагментів підучування можна підсумовувати з визначеними ваговими коефіцієнтами, що дозволяє регулювати ступінь впливу результатів роботи консервативних блоків на кінцевий результат.

Дослідження показали ефективність використання запропонованих нейронних мереж при розв'язанні задач проектування та визначення технічного стану різних за призначенням технічних систем.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ «СТАБІЛЬНОСТІ-ПЛАСТИЧНОСТІ» ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Для розв'язання задачі «стабільності-пластичності» штучних нейронних мереж запропонована архітектура, яка містить консервативні блоки. Ці блоки являють собою наперед навчені нейронні мережі або блоки, що реалізують

безпосереднє обчислення необхідних вихідних даних за деяким визначеним алгоритмом.

Загальний принцип побудови штучних нейронних мереж з консервативними блоками полягає в реалізації архітектури, в якій генеральна нейронна мережа складається з окремих компонентів (складових) різного рівня інтеграції. При цьому використовуються окремі блоки (складові високого рівня інтеграції), що відповідають деяким заздалегідь навченими нейронним мережам, характеристики яких залишаються незмінними як в процесі навчання генеральної мережі, так і в процесі функціонування всієї структури. Як складові низького рівня інтеграції при реалізації цього методу використовуються елементарні компоненти нейронних мереж (нейрони з відповідними синаптичними зв'язками). Звичайно, об'єднання вказаних «готових» блоків може бути здійснено і компонентами, які реалізують безпосередні розрахунки за відповідними формулами чи алгоритмами.

Отже, відповідно до цього методу розширення можливостей генеральної штучної нейронної мережі та спрощення процесів її навчання і функціонування досягається за рахунок використання «готових» (повністю сформованих та навчених) складових – консервативних блоків, а додаткові її можливості щодо розв'язання конкретної задачі реалізуються об'єднанням таких складових, для чого можуть використовуватися як методи технології нейронних мереж, так і інші математичні методи.

Зазначимо, що використання у складі штучних нейронних мереж «готових» блоків на сьогодні слід вважати одним з найефективніших методів розв'язання актуальної для практичного використання технології ШНМ задачі стабільності – пластичності.

НЕЧІТКІСТЬ ЯК РОЗВИНЕННЯ Й АЛЬТЕРНАТИВА ЙМОВІРНОСТІ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Теорія ймовірностей спрямована на вирішення задач, в яких досліджувана подія описується неточною інформацією. При цьому для коректного застосування цієї теорії на практиці необхідно, щоб частота реалізації досліджуваної події мала тенденцію до усталеності при збільшенні кількості спостережень, тобто має спостерігатися статистична усталеність. Якщо вказана усталеність спостерігається, то відповідне граничне значення V є випадковою величиною, яка характеризує міру неточності інформації щодо досліджуваної події. Однак якщо вказаної усталеності не спостерігається, то V , не можна вважати мірою неточності вказаної інформації, а отже, для проведення досліджень теорія ймовірностей (як і методи математичної

статистики) не може бути застосована. В той же час, відомо, що джерелом неточності інформації є не тільки її ймовірнісний характер, але й її нечіткість. Саме для врахування неточності, пов'язаної з нечіткістю і була запропонована теорія нечітких множин (теорія нечіткості). «Взаємовідношення» понять ймовірності і нечіткості, найпростіше усвідомити, спираючись на поняття міри множини, яка, власне, й покладена в основу сучасної теорії ймовірностей, і багато в чому визначає характер теорії нечіткості.

Як відомо, характерною рисою теорії ймовірностей є те, що аналізовані в рамках цієї теорії об'єкти утворюють множину S одиничної міри $P(S) = 1$. Така міра в математиці, як відомо, зветься *ймовірнісною мірою*. Однак, існують, і залишились поза увагою теорії ймовірностей, інші множини об'єктів, міра яких не є одиничною. Зокрема, відомі множини об'єктів, для яких міра може бути більшою або меншою за одиницю. Саме такі множини й становлять предмет теорії нечітких множин. Вказані міри розглядаються як *міра можливостей* ($P(S) > 1$) і *міра необхідностей* ($N(S) < 1$). Цілком зрозуміло, що, одночасно розглядаючи всі три міри (P , P , N) ми виходимо за рамки суттєвих обмежень теорії ймовірностей, охоплюємо весь простір об'єктів, інформація про які за тих чи інших умов може надаватися в неповному, неточному і нечисловому виглядах.

Відомо, що наявність статистичної усталеності результатів спостережень, пов'язаних із встановленням частоти реалізації відповідної події серед сукупності подій визначеного класу, рідко можна гарантувати, і практично не можна перевірити. Тим не менш, незважаючи на вказані методологічні труднощі, на сьогодні для інтерпретації результатів подібних спостережень фахівці з різних областей знань переважно застосовують добре розроблені і широковідомі методи теорії ймовірностей. Багато в чому такій ситуації сприяє існуюча на сьогодні система підготовки фахівців відповідних (переважно інженерних) спеціальностей, в якій надто мало уваги приділяється (а часто взагалі не приділяється) теорії нечітких множин, але передбачається детальне вивчення ймовірнісних методів та заснованих на цих методах практичних обчислень, часто без прискіпливого аналізу границь їх застосування. З цього приводу доречно пригадати слова засновника теорії нечіткості Л. Заде: *«Якщо для досягнення мети Ви маєте в руках тільки молоток, то все навкруги Ви сприйматимете як гвіздки»*.

Існує суттєве розрізнення між теорією ймовірностей і теорією нечіткості щодо вимог, пов'язаних з точністю первинних даних, а також із точністю отриманих на підставі цих даних висновків. Теорія ймовірностей за визначенням пристосована для оброблення великих масивів даних, на підставі яких саме й здійснюються відповідні висновки. Теорія нечітких множин пристосована до «роботи» з суттєво меншим об'ємом даних, допускаючи як їх неповноту і неточність, так і нечисловий характер

(причому одночасно, в рамках дослідження одного об'єкта). Вказане розрізнення призводить до більшої усталеності результатів, отриманих на підставі теорії нечіткості у тих випадках, коли для оцінки того, що відбувається, є замало даних. Це в багатьох випадках стає головним фактором щодо вибору саме алгоритмів нечіткості, як інструменту розв'язання практичних задач.

УДК 631.311

ДИНАМІЧНИЙ ТАРИФ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ – ФУНДАМЕНТАЛЬНА ОСНОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ MICROGRID СИСТЕМ

*Козирський В. В., д.т.н., професор; Козирська Т. О., аспірант,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Світова трансформація в енергетичній галузі набуває глобального характеру, що призведе до суттєвих змін у сфері електроенергетики та енергоефективності. І це в першу чергу здійснюється за рахунок інноваційно-інвестиційного розвитку енергетики та формування передумов для переходу до «нової енергетики».

Крім того, формується нова концепція інтелектуальних енергетичних систем (ІЕС), яка є наслідком технологічного розвитку, і створюється на цей час як інформаційна енергетика, а в подальшому реформується в універсальну (нову) енергетику. Основна особливість формування ІЕС (концепція Smart Grid) полягає у створенні інтегрованої системи, що має єдину мережеву інфраструктуру, яка технологічно та інформаційно пов'язує всі джерела енергії і всіх споживачів[8].

В Україні також відбувається перезавантаження енергетичної галузі і найбільш перспективною концепцією розвитку системи вважається напрям Smart Grid технологій, а для віддалених територій, наприклад, сільських регіонів – створення систем MicroGrid [1]. У світі уже здійснено ряд пілотних проектів подібних систем [2-6].

MicroGrid система – локальна електроенергетична система, що містить два або більше, однорідних або різнорідних джерел електроенергії, засоби акумулювання енергії, елементи транспортування, розподілення електроенергії та комутації, споживачі електроенергії, системи отримання, передачі і аналізу інформації. Система розглядається як єдиний інтегрований та контрольований блок підсистем «генерації-акумулювання - транспортування-розподілення-споживання» електроенергії з інтелектуальною системою керування. MicroGrid система може працювати

автономно і як інтегрована підсистема в централізованій електроенергетичній системі.

Динамічний тариф (ДТ) - це інтегральний показник поточної вартості електроенергії на вводі споживача, який формується на основі реальної собівартості електроенергії з джерел в MicroGrid системі (див. рис. 1), вартості втрат електроенергії при транспортуванні, податків, планованого прибутку та ряду функціональних коефіцієнтів, що обумовлюють управління балансом генерації і споживання електроенергії, вплив споживачів і системи MicroGrid на якість електроенергії.

У процесі функціонування системи MicroGrid протягом доби змінюється електричне навантаження споживачів і по мірі зміни навантажень у вузлах буде відбуватись кероване вмикання частини реклоузерів, а іншої частини вимикання – конфігурація схеми буде оптимізуватись за критерієм мінімальних сумарних втрат потужності у системі MicroGrid - SDP_{min} . Таким чином, схема транспортування електроенергії від СЕС може змінюватись і споживач протягом доби може отримувати електроенергію від різних джерел.

Функціонал визначення динамічного тарифу на вводі споживача електроенергії:

$T_d(C_i, K_i) = (T_1(C_1) + T_2(C_2) + T_3(C_3) + T_4(C_4) - T_5(C_5)) \cdot K_1(S) \cdot K_2(I_1) \cdot K_3(I_2)$,
де складові тарифу на електроенергію: $T_1(C_1)$ – залежність тарифу для конкретного споживача від собівартості виробленої електроенергії; $T_2(C_2)$ – залежність тарифу від вартості втрат електроенергії на транспортування; $T_3(C_3)$ – залежність тарифу від величини податків; $T_4(C_4)$ – складова, що визначається планованим прибутком системи MicroGrid; $T_5(C_5)$ – складова, що визначається продажем електроенергії до централізованої системи електропостачання за «зеленим тарифом»; $K_1(S)$ – коефіцієнт, що враховує управління балансом генерації і споживання електроенергії; $K_2(I_1)$ – коефіцієнт, що враховує негативний вплив споживача на якість електроенергії; $K_3(I_2)$ – коефіцієнт, що враховує негативний вплив системи MicroGrid на якість електроенергії.

Висновки.

1. Найбільш перспективною концепцією розвитку систем енергозабезпечення людства вважається напрям Smart Grid технологій, а для віддалених територій, наприклад, сільських регіонів – створення систем MicroGrid.

2. Сучасні технічні засоби дозволяють створити систему онлайн обліку вартості електроенергії на вводі до споживача (в реальному часі), що потребує вирішення ряду економічних задач.

3. Введення поняття динамічний тариф - інтегрального показника поточної вартості електроенергії на вводі споживача обумовить зниження

втрат електроенергії на її транспортування, що суттєво вплине на вартість спожитої електроенергії для споживача.

Література

1. Introduction to Microgrids - What is a Microgrid. ABB, - <https://new.abb.com/distributed-energy-microgrids/introduction-to-microgrids>.
2. Міжнародне енергетичне агентство, – <http://www.iea.org/>.
3. Європейська Комісія, – <http://ec.europa.eu/>.
4. Бондаренко С. А., Зеркіна О. О. Smart Grid як основа інноваційних перетворень на ринку електричної енергії. БІЗНЕСІНФОРМ № 4, 2019. С.105-111.
5. Особливості впровадження технологій smart grid в електроенергетичну галузь України. М. М. Черемісін, В. В. Черкашина, С. А. Попадченко. Scientific Journal «ScienceRise», №4/2(9). 2015. С.27-31.
6. SMART GRID технології в системах енергоживлення: монографія/ В. В. Козирський, О. В. Гай. - Київ : Компрінт, 2015. - 336 с.
7. ЗАКОН України про добровільне об'єднання територіальних громад (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 13, ст.91).
8. Кулик М.М., Горбулін В.П., Кириленко О.В. Концептуальні підходи до розвитку енергетики України (аналітичні матеріали) / Інститут загальної енергетики НАН України, 2017. – 78 с.

УДК 62-503.56:621.3:004.896

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Заєць Н. А., доктор технічних наук, доцент

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

Найважливішим процесом, що зв'язує всі основні функції управління складними електротехнічними комплексами харчових виробництв, є розробка управлінських рішень, оскільки саме швидкість прийняття рішень визначає ефективність роботи комплексу. Наявні системи управління не забезпечують швидкого комплексного реагування на оперативні зміни ситуаційної поведінки досліджуваного об'єкта, які залежать від багатьох факторів технологічного та організаційного характеру. Для прийняття рішень в умовах дефіциту точної кількісної інформації експерти і аналітики змушені виходити з власного досвіду та інтуїції. Логіку розвитку подій на багатофакторному полі визначити вкрай важко. Для цього необхідно використовувати комп'ютерні засоби когнітивного моделювання ситуацій [1].

Найбільш ефективним інструментом для вирішення задач дослідження ЕТК й отримання прогнозів його поведінки за різних керуючих впливів є нечіткі когнітивні карти (НKK). Під час розробки структури НKK електротехнічного комплексу харчових виробництв виходимо з того, що досліджуваний об'єкт є складною організаційно-технічною системою, яка складається з кортежу[2]:

$$\langle D(t), X(t), Y(t), E(t), t \rangle, \quad (1)$$

де D – дії підприємства; X – вплив факторів зовнішнього середовища; Y – вихідні показники роботи; E – множина концептів та взаємозв'язків між ними; t – час функціонування.

Задача НКК – визначення ефективних стратегій та сценаріїв функціонування заданого електротехнічного комплексу харчових виробництв. Відповідна структура нечіткої когнітивної карти розроблялася, виходячи з експериментальних досліджень і об'єктно-орієнтованого аналізу електротехнічного комплексу харчових виробництв. Виходячи з технологічних особливостей досліджуваного об'єкта, задається інтервал, через який виконується сценарне планування. Модель електротехнічного комплексу харчових виробництв представлено у вигляді відповідного орграфа (нечіткої когнітивної карти), яка приведена на рисунку 1 та ілюструє множину зв'язків і характер взаємодії факторів.

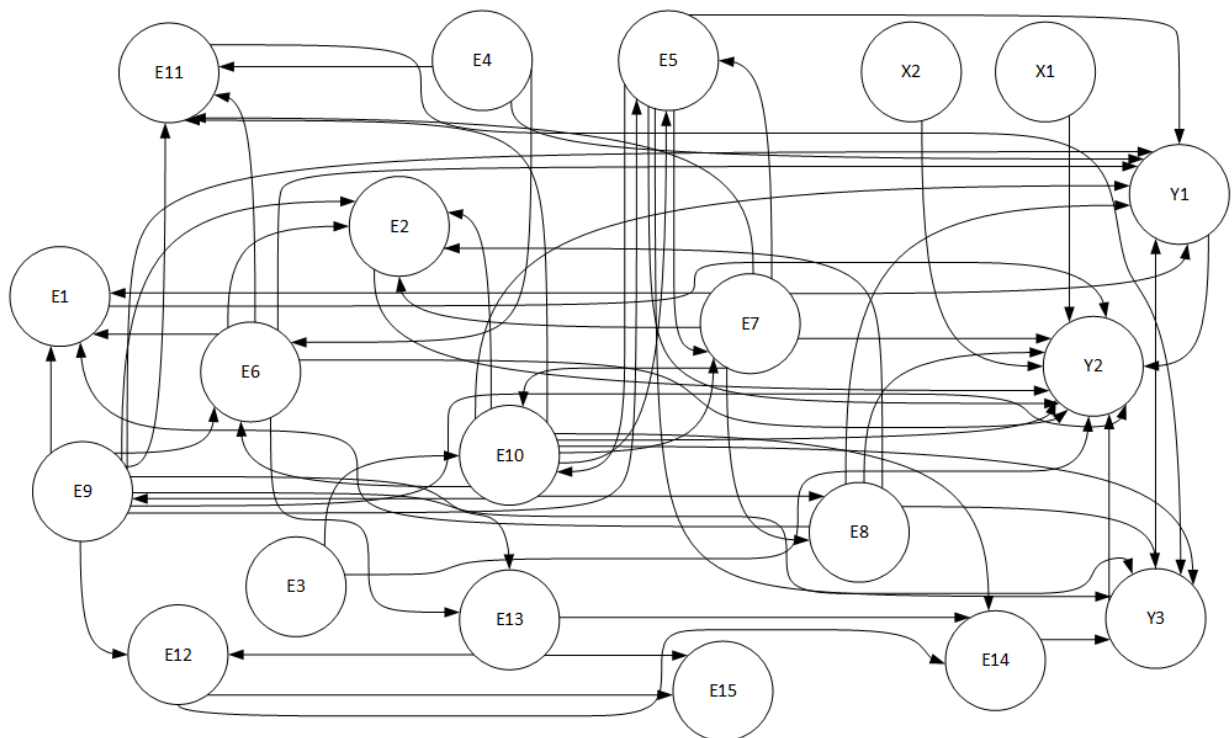


Рис. 1. Модель ЕТК харчових виробництв у вигляді нечіткої когнітивної карти

Експертно обрано такі елементи матриці взаємовпливу НКК:

1. Проміжні концепти: E1 – Витрати газу; E2 – Витрати електроенергії; E3 – Якість електроенергії; E4 – Тиск газу в трубопроводі на вході в-ва; E5 – Час роботи технологічних ліній; E6 – Відхилення параметрів технологічного процесу; E7 – Об'єм продукту, що надходить на переробку; E8 – Степінь використання обладнання; E9 – Час простою технологічного обладнання; E10

– Відмова електротехнічного обладнання; E11 – Об’єм браку під час запуску та виробничого браку; E12 – Якість води на вході очисних споруд; E13 – Залпові викиди продукту / стічних вод; E14 – Якість очистки стічних вод; E15 – Застосування електродіалізної очистки.

2. Вхідні дії: X1 – Вартість газу; X2 – Вартість електроенергії.

3. Вихідні дії: Y1 – Продуктивність (кількість продукції, виробленої за одиницю часу); Y2 – Енергоефективність (зменшення енергоємності виробництва продукції); Y3 – Ефективність використання обладнання.

Отже, для визначення ефективних стратегій та сценаріїв функціонування електротехнічного комплексу харчових виробництв і отримання прогнозів його поведінки за різних керуючих впливів, створено узагальнену структуру нечіткої когнітивної карти.

Література

1. Carvalho J. P. Rule-based fuzzy cognitive maps and fuzzy cognitive maps – a comparative study. In Proceedings of the 18th International Conference of the North American Fuzzy Information. 1999. P. 115–119.

2. Заєць Н. А., Штепа В. М. Використання когнітивного моделювання при управлінні біотехнологічними об’єктами харчових виробництв. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика. 2018. № 283. С. 29–39.

УДК 621.3.01

ЗМЕНШЕННЯ СПОТВОРЕНЬ СИНУСОЇДАЛЬНОЇ НАПРУГИ ВИЩИМИ ГАРМОНІКАМИ

Гладкий А. М., к.ф.-м.н., с.н.с., доцент

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

Спотворення синусоїдальної форми напруги вищими гармоніками, основним джерелом яких є потужні промислові споживачі, сучасні інформаційні системи, освітлювальна техніка та ін. пристрої з нелінійними вольт-амперними характеристиками, негативно впливають на якість електричної енергії. Зменшення несинусоїдальності напруги живлення і шкідливого впливу вищих гармонік на споживачів є актуальною технічною задачею. Традиційним способом зменшення спотворень форми напруги є зниження рівнів гармонік різними фільтруючими пристроями [2].

В [1] розроблено спосіб зменшення несинусоїдальності форми напруги шляхом управління розподілом початкових фаз вищих гармонік та отримано амплітудно-фазові співвідношення, які дозволяють мінімізувати спотворення амплітуди і фази напруги, спричинені другою або третьою гармоніками.

В роботі розглядається напруга $u(t)$, в спектрі якої наявна вища гармоніка n -го порядку з рівнем K_n :

$$u(t) = \sin(\omega t + \varphi_1) + K_n \sin[n(\omega t + \varphi_1) + \varphi_n],$$

де t – час; ω – частота; φ_1, φ_n – початкові фази; $n = 2, 3, \dots$, – номер; $K_n = U_n/U_1$ – коефіцієнт; U_1, U_n – амплітуди першої та n -ї гармоніки відповідно.

Записано систему рівнянь та встановлено амплітудно-фазові співвідношення, при яких спотворення амплітуди напруги $u(t)$, спричинені гармонікою n -го порядку, відсутні.

Отримано залежності для розрахунку значень початкової фази φ_n гармоніки будь-якого n -го порядку з рівнем K_n , які забезпечують нульове відхилення амплітуди напруги $u(t)$.

Управління фазою n -ї гармоніки φ_n за цими залежностями дозволяє мінімізувати спотворення форми напруги $u(t)$, обумовлені n -ю гармонікою.

Література

1. Гладкий А.М. Дослідження динаміки процесу спотворення синусоїдальної напруги вищими гармоніками / А.М. Гладкий // Науковий вісник НУБіП України, серія "Техніка та енергетика АПК". - 2018. - Вип. 283. - С.167-174.

2. Саєнко Ю.Л. Зниження рівнів гармонійних спотворень в електричних мережах з джерелами інтергармонік / Ю.Л.Саєнко, Т.К.Бараненко, Є.В. Бараненко // Електрифікація транспорту. – 2012. – No 3. – С. 78–83.

УДК 330.4+519.22

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З МЕТОЮ ЕКОНОМІЇ ВИТРАТ

Степахно І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

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

За допомогою математико-статистичних методів дослідження проводиться обробка великих масивів інформації та встановлюються причинні залежності. Використання статистичних методик сприяє також формуванню здатності читати звіти про статистичні дослідження у галузі енергетики та економіки, навчає техніці аналізу отриманих даних. У роботі застосовано метод багатовимірного статистичного аналізу, розглянуто визначення ідентифікації математико-статистичної моделі та розраховані коефіцієнти впливу параметрів моделі на потрібні значення економічних характеристик складної системи. Основним інструментом обробки вхідної інформації є апарат теорії випадкових матриць. Побудова математичних моделей в сучасних умовах при застосуванні дуже великої кількості параметрів потребують розробки таких підходів, у яких можливо врахувати всі необхідні ситуації, не втрачаючи важливої вхідної інформації.

Розробка статистичних методів дуже часто потребує отримання об'єктивної інформації для вибору способу прогнозування та оцінювання ситуації. Ставиться задача: показати переваги застосування деяких

ймовірносних підходів на прикладах складної економічної системи. Теоретико-ймовірносний підхід до рішення прикладних задач, в яких кількість параметрів велика, розглядався, наприклад, у працях [1-2]. Збудований апарат в теорії випадкових матриць апробовано на безрозмірних вхідних даних і дослідження проводилися на прикладах складних математичних моделей.

Для більш точної ідентифікації запропонованої математико-статистичної моделі необхідно зібрати всю інформацію в різні моменти та записати її у відповідну матрицю. Цю інформацію потрібно враховувати постійно.

Література

1. Гирко В.Л., Степахно І.В. G-оценка сингулярных собственных чисел матриц // Докл. АН УССР. – 1990. – №8, серия А. – С. 14–17.
2. Girkо, V.L. Theory of stochastic canonical equations. Kluwer Publishers (Netherlands), v. I, v. II, 2001. – 316с.

УДК 621.316

МІКРОМЕРЕЖІ, АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СВІТОВОГО ДОСВІДУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Козирський В. В. д.т.н., проф.; Волошин С. О., аспірант

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

В умовах значного зростання кількості та потужності ВДЕ, передумовою якого є «зелений тариф», існує значна кількість проблем з балансування енергосистеми, прогнозування виробництва та споживання, безперебійності електропостачання та підтримки показників якості електричної енергії.

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, оприлюднює загальноукраїнські та статистичні дані європейських інституцій з метою надання споживачам ключової інформації про споживання ними енергоресурсів [3], де, зазначено, що індекс середньої тривалості перерв в електропостачанні в системі (SAIDI) перевищує європейський показник у 5-6 разів (Рис. 1).

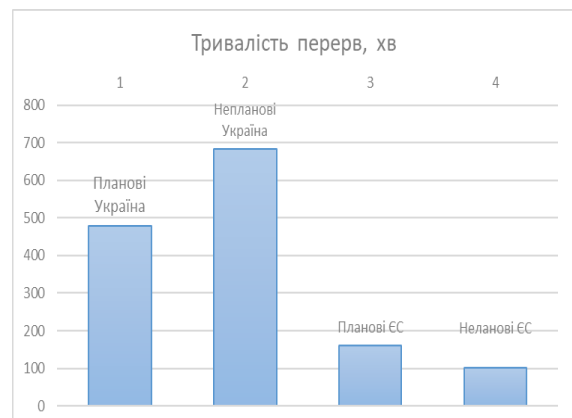


Рис. 1. Порівняння показників SAIDI в Україні та країнах ЄС

Споживачі електроенергії в населених пунктах характеризуються значною розосередженістю по території та мають нелінійні навантаження, що зумовлює певні особливості електропостачання. Саме тому однією з актуальних задач є створення мікромереж з розосередженими джерелами енергії [1], що не тільки дасть змогу забезпечити населений пункт надійним електропостачанням та якісною електроенергією, а й може бути додатковим джерелом прибутку для населення. Microgrid Institute надає визначення: мікромережа — це мала енергосистема, що здатна балансувати постачання та джерела споживання з метою підтримки стабільних напруг в межах визначеної території. Для того, щоб адаптувати мікромережі, потрібно забезпечити оптимальне керування параметрами нормальних режимів їх роботи. Для цього є актуальним використання SmartGrid технологій [2]. Ефективність роботи SmartGrid технологій в задачах оптимального керування параметрами нормальних режимів мікромереж визначається адекватністю алгоритмів і методів, які закладені в їх роботу. Метою є вирішення ряду завдань: провести аналіз проблем і передумов для того чи іншого сценарію розвитку мікромереж у світі, виявити відмінності в стратегічних підходах (табл.1) і зробити відповідні висновки.

Таблиця 1.

Порівняння основних функцій традиційних мереж та мікромереж

Електромережі	Мікромережі
Одностороннє живлення	2-х і більше стороннє живлення
Централізована генерація	Розподілена генерація
Реагування на аварію засобів автоматики вимикає всю лінію	В основному сіткова структура, аварія призводить лише до відключення окремого елемента системи
Робота обладнання до відмови	Реагування в темпі процесу
Ручне відновлення роботи	Самомоніторинг системи і самодіагностика
Схильність системних аварій	Автоматичне відновлення «самовідновлювальні мережі»
Ручне і фіксоване виділення ліній	Адаптивна захист і автоматика ділення мережі «Адаптивне виділення»
Перевірка обладнання здійснюється локально (на місці)	Віддалений моніторинг обладнання
Обмежений контроль перетоків	Віддалене у правління перетоками
Недоступна або неактуальна (застаріла) інформація про ціну електричної енергії для споживача	Ціна в реальному часі

Отже, мікромережі мають перспективну концепцію розвитку систем енергопостачання населених пунктів, районів, окремих груп споживачів, що розосереджені по значній території й можуть мати нелінійне виробництво та споживання. Сучасні технічні засоби дають змогу створити автоматичну, інтелектуальну систему моніторингу, прогнозування, захисту й управління сітчастою мережею, також окремим перспективним питанням є облік електричної енергії з формуванням ціни у реальному часі, що суттєво може вплинути на ефективне використання електричної енергії.

Література

1. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу / Козирський В. В., Каплун В. В., Волошин С. М. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
2. Аналіз зарубіжної практики впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами в електроенергетиці [Електронний ресурс] // ВП НТЦЕ ДП «НЕК «Укренерго». – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/2.-SMART-GRID.pdf>.
3. Загальноукраїнська інформація та статистична інформація європейських інституцій, Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. [Електронний ресурс] / – К.: НКРЕКП, – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua/?id=50941>.

УДК: 519.7

РЕКУРЕНТНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ

Лисенко В. П., д.т.н., проф.; Гачковська М. А., к.т.н., ст. викладач;

Поліщук Д. В., аспірант

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

Підтримка технологічних параметрів складних об'єктів керування на оптимальних значеннях в умовах, які характеризуються віддаленістю від стану термодинамічної рівноваги і утворенням дисипативних просторово-часових структур, є актуальною проблемою на сучасному етапі розвитку систем автоматизації тепличного комплексу [1].

Дослідження такої складної системи із використанням методу рекурентного аналізу можна проводити навіть у випадку врахування лише однієї змінної координати, виходячи із теореми Такенса про те, що за дією окремих змінних в складних системах, можна визначити динаміку всієї системи в цілому [2,3]. Розглянуто на прикладі витрати газу в тепличному комплексі, рис. 1.

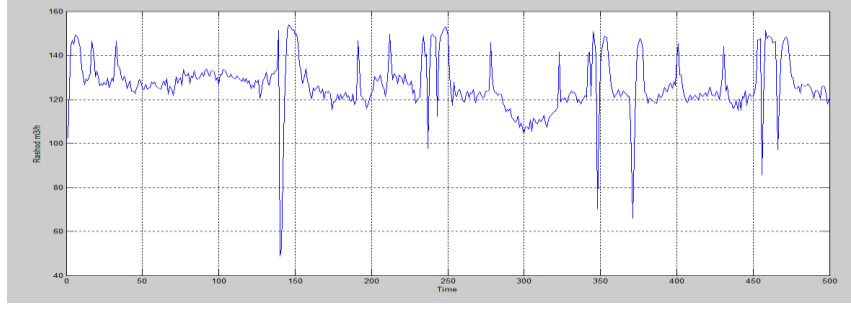


Рис 1. Часовий ряд витрати газу в тепличному комплексі

Еквівалентна фазова траєкторія, що зберігає структуру оригінальної фазової траєкторії, може бути відновлена через одну спостережувану змінну, а саме через її часовий ряд. Нехай ця змінна буде, що вкладена в псевдофазовий простір сталої розмірності:

$$\begin{cases} x_1^m = (x_1, x_2, \dots, x_m) \\ x_2^m = (x_2, x_3, \dots, x_{m+1}) \\ \dots \\ x_{N-m}^m = (x_{N-m}, x_{N-(m+1)}, \dots, x_N) \end{cases} \quad (1)$$

Було запропоновано метод відображення m – мірної фазової траєкторії стану системи процесу, за яким ведеться спостереження. Для дослідження було обрано часовий ряд технологічних параметрів на двохмірну квадратичну подвійну матрицю розміром $N \times N$, при якому N – відповідає повторенню стану при деякому часі в деякий інший час, а дві координати осі є осями часу. Графічне представлення такого процесу, рис. 2, називають рекурентною діаграмою і є проекцією m - мірного псевдофазового простору на площину. Рекурентні діаграми – ефективний комплексний метод дослідження складних динамічних систем за часовими рядами змінних.

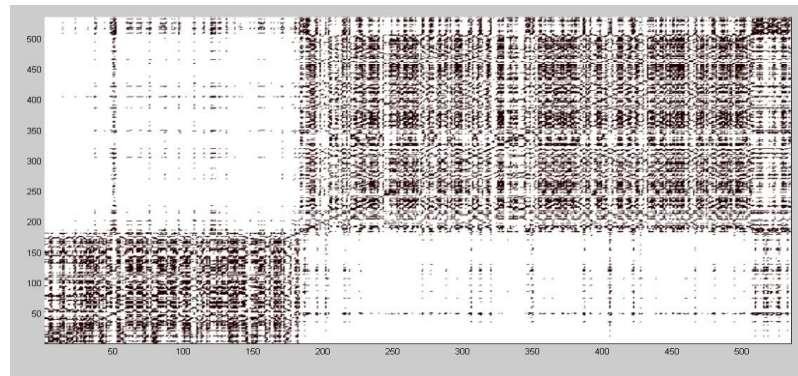


Рис.2. Відображення рекурентної діаграми витрати газу

Рекурентна діаграма описується таким чином:

$$R_{i,j}^{m,\varepsilon} = \Theta(\varepsilon_i - \|x_i - x_j\|), \quad (2)$$

де $\{x_i\} = [x_1, x_2, \dots, x_N] \in R^m$; $i, j=1, 2, \dots, N$; N – кількість спостережуваних станів досліджуваного процесу; ε_i – розмір околу точки x_i в момент i ; $\|x_i - x_j\|$ – відстань між точками; $\Theta(\bullet)$ - функція Хевісайда.

Рекурентні діаграми дозволяють здійснити візуальний аналіз траєкторії у фазовому просторі високої розмірності.

В результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що характер процесів, які відбуваються на тепличному комплексі, обумовлений переміжністю поведінки, а також підкоряються законам теорії динамічного хаосу.

Хаотична поведінка технологічних об'єктів досліджувалась методами нелінійної динаміки, що дозволило встановити якісні та кількісні оцінки детермінованого хаосу, що дає можливість розробки ефективних систем синергетичного керування. Встановлено, що даний об'єкт є суттєво нестационарним, тому для ефективного керування необхідно використовувати адаптивні алгоритми, в яких за допомогою методів нелінійної динаміки ідентифікуються критичні змінювання.

Література

1. Лисенко В.П. Особливості побудови нейро-нечіткої системи керування енерговитратами у теплицях // В.П.Лисенко, А.О. Дудник, І.Ю. Якименко. // Енергетика і автоматика. - 2017. - № 3. - С. 60-69.
2. Kyshenko, V., Ladanyuk, A., Sych, M., Shkolna, O. (2016) Non-linear recurrent analysis of the behavior of a complex technological object [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies]. Vol. 4, 2(82), 59–65.
3. Vladymyrskyy, E., Ysmaylov, B. (2011). Synerhetycheskye methods haotycheskymy control systems. ELM Baku, 240.

УДК 621.396.688

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗА ШВИДКОДІЄЮ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЗАСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ SMART-ТЕХНОЛОГІЙ

**Коваль В. В.¹, д.т.н., професор; Зінько П. М.², к.ф-м.н., доцент;
Лавінський Д. С.¹, завідувач лабораторіями кафедри; Кальян Д. О.¹,
аспірант; Осінський О. Л.³, аспірант; Самойленко В. В.¹, студент**

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

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

³Національна академія наук України, м. Київ, Україна.

Організаційно-технічні заходи направлені на підвищення енергоефективності інтелектуальних електроенергетичних систем, які

побудовані на основі концептуальної моделі SMART Grid, потребують розробки сучасних методів і технічних способів апаратного контролю показників якості електроенергії (EQI) [1, 2]. Векторні вимірювань параметрів обладнання енергосистем, які використовуються для контролю показників якості електроенергії, повинні бути забезпечені високонадійними засобами синхронізації часу, задачею яких є формування міток часу з точністю ± 1 мкс [3, 4]. У разі використання для зазначеної задачі синхронізуючих сигналів інших держав (наприклад, від супутникових навігаційних систем GPS або ГЛОНАСС) виникають ризики щодо втрати достовірності результатів векторних вимірювань у реальному часі.

Метою досліджень є оптимізація за швидкодією пристрою контролю інтелектуальної комп'ютерно-інтегрованої системи діагностики показників якості засобів синхронізації часу інтегрованої мережі електропостачання SMART-технологій.

Інтелектуальна комп'ютерно-інтегрована система діагностики забезпечує можливість формувати дані про результати вимірів показників якості без безпосередньої участі людини, тобто в автоматичному режимі та передавати їх, використовуючи засоби інфокомунікаційних систем, в центр керування. За рахунок введення особливої підсистеми прийняття рішень та використання пристроїв оперативного контролю, реалізованих на базі цифрових блоків вимірювачів часових параметрів синхросигналів (ВЧПС), підвищується надійність діагностики засобів синхронізації часу мережі електропостачання SMART-технологій.

В якості формувача опорного сигналу ВЧПС використовується система фазового автопідстроювання частоти (СФАПЧ) генератора. Для оптимізації СФАПЧ розроблена її математична модель, в якій враховано керуючі дії з періодичностями, що обумовлені видом дискримінаційної характеристики фазового дискримінатора (ФД). Проведено аналітичні дослідження та синтезована ієрархічна структура оптимальної за швидкодією СФАПЧ. Структура СФАПЧ містить адаптивний цифровий ФД [5] та регулятор другого рівня, що забезпечує оптимальний режим керування.

Використання адаптивного цифрового ФД в СФАПЧ дає змогу керувати формою характеристики ФД, тобто забезпечує адаптацію структури системи, на тривалість перехідного процесу в залежності від величини і знаку фазової похибки системи. В свою чергу, канал керування адаптивним цифровим ФД забезпечує найшвидший перехід системи і, як наслідок, в системі реалізується оптимальне за швидкодією керування.

Виконано імітаційне моделювання оптимальної за швидкодією СФАПЧ з використанням програми Simulink пакету MATLAB, результати якого підтвердили отримані теоретичні положення. Практична реалізація оптимальної за швидкодією СФАПЧ виконана на базі програмованої логічної

інтегральної мікросхеми Cyclone IV з застосуванням програмного забезпечення Quartus Prime v19.1 Lite Edition.

Техніко-економічний аналіз оптимального за швидкістю пристрою контролю показників якості засобів синхронізації часу підтверджує його конкурентоспроможність із кращими світовими аналогами.

Література

1. Домбровський З.І., Саченко А.О., Журавська І.М., Домбровський М.З., Гладій Г.М., Мусієнко М.П., Крайник Я.М., Брежнев Є.В., Колісник М.О. Інтернет Речей для розумної енергетичної мережі. Тренінги / За ред. Є.В. Брежнєва – МОН України, Тернопільський національний економічний університет, Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2019. – 141 с.

2. Faheem M.S., Shah B.H., Butt R.A., Raza B., Anwar M., Ashraf M.W., Ngadi M.A., Gungor V.C. (2018) Smart grid communication and information technologies in the perspective of Industry 4.0: Opportunities and challenges. Computer Science Review. August 2018. – pp.1-30.

3. Ingram D.M., et al. Performance Analysis of PTP Components for IEC 61850 Process Bus Applications, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol.62, No. 4, April 2013, pp.710–719.

4. V.V. Koval, V.P. Lysenko, D.O. Kalkan, M.V. Golovnya, O.V. Samkov, O.M. Piskun, M.S. Medina, I.Y. Shkliarevskiy. Infocommunication System for the National Time Scale Transmitting through the Integrated Power Networks of SMART Technologies / International Scientific-Practical Conference «Problems of Infocommunications. Science and Technology» (PICS&T-2018). 9 - 12 October 2018: Kharkiv National University of Radio Electronics / Conference Proceedings. – p.p.89-94.

5. Патент на винахід №113473 Україна. Н 03 D 13/00, Н 03 D 3/04 (2006.1) Адаптивний цифровий фазовий дискримінатор. / Коваль В.В., Кальян Д.О., Коваль В.В. (Україна) - заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України. - Опубл. Бюл. №2, 25.01.2017.

УДК 529:631

ВИКОРИСТАННЯ ШТАТНОГО ЕКСПОНОМЕТРУ ФОТОКАМЕРИ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Юхименко А. С., студент; Комарчук Д. С., к.т.н., доцент

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

Використання БПЛА для дистанційного моніторингу стану живлення рослин довела свою актуальність на сьогоднішній день. Окрім переваг використання безпілотників, є і суттєві недоліки, які варто враховувати при використанні даного способу моніторингу. Головним недоліком є те, що результати досліджень залежать від погодних умов, під якими розуміють хмарну погоду. При сонячній погоді не виникає ніяких проблем, то хмарна значно впливає на результати, та термін їхнього отримання. Якщо раніше

доводилося чекати сонячних днів чи повністю хмарних, а це було недоцільно коли рослини в певних фазах вегетації, де кожна хвилина важлива, то зараз розглядаються способи вирішення даної проблеми. Використання штатного експонетру - один із варіантів.

При використанні штатного експонетру для калібрування щодо освітлення варто використовувати сенсорне обладнання з лінійною залежністю. Це дозволяє обчислювати значення інтенсивності складових кольору, яке відповідало б величині LV , використовуючи значення, що отримали при відсутності чи наявності хмар. Якщо використовується обладнання з лінійною залежністю, інтенсивність складових кольору обчислюється за формулою (1):

$$Rlv2 = a + b \cdot (LV1 - (LV20 - LV10)), \quad (1)$$

де: $Rlv2$ – інтенсивність складової кольору за величини $LV2$; a , b – коефіцієнти апроксимації для лінійного рівняння; $LV10$, $LV20$ – величини Light Value, зафіксовані за різної освітленості, за умови відсутності корекції експозиції ($ev=0$).

Отже, залежність інтенсивності складових кольору від величини LV визначається будовою світлочутливого елементу.

Література

1. Аэров ИМ. Оптические свойства верхней и нижней стороны листьев // Физиология и биохимия культ. растений. - 1969. - 1, № 2. - С. 191-196.
2. V.Lysenko, O.Opryshko, D.Komarchyk, N.Pasichnyk. Drones camera calibration for the leaf research. Науковий вісник НУБіП. 2016. №252. С.61-65

ALGORITHMS OF OPTIMAL DISCRETE FILTRATION IN STOCHASTICAL DYNAMIC SYSTEMS

Shurub Yu. V.¹, PhD, docent; Dudnyk A. O.², PhD, docent

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

²Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

Consider a dynamic system A, the state of which is an n - dimensional random process with discrete time $X(k)$, where $k=0, 1, \dots, N$ (Fig.1).

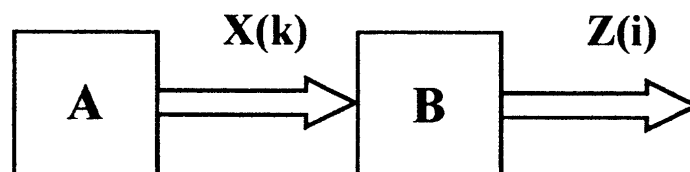


Fig. 1. Block diagram of dynamic system A and measuring system B with state vectors $X(k)$ and measurement $Z(i)$

It is necessary to determine the value of $X(k)$ for a given k , if $X(k)$ is not directly observable, and only $Z(i)$ is observed using the measuring system B. $Z(i)$ – m - dimensional random process with discrete time, where $i=0,1,...m$. It is necessary that the losses from the incorrect estimate of $X(k)$ were minimal [1].

The algorithm for determining the current optimal estimate by Kalman is written in the form of a recurrent ratio:

$$\hat{X}(k+1,k+1) = \Phi(k+1,k)\hat{X}(k,k) + K(k+1)[Z(k+1) - H'(k+1)\Phi(k+1,k)\hat{X}(k,k)] \quad (1)$$

where $k = 0,1, \dots, N$, and $X(0,0) = 0$; $K(k+1)$ – matrix of size $N \times M$, that is determined by the following relations

$$K(k+1) = P(k+1,k)H'(k+1) \cdot [H(k+1)P(k,k)H'(k+1) + R(k+1)]^{-1} \quad (2)$$

$$P(k+1,k) = \Phi(k+1,k)P(k,k)\Phi'(k+1,k) + \Gamma(k+1,k)Q(k)\Gamma'(k+1,k) \quad (3)$$

$$P(k+1,k+1) = [1 - K(k+1)H(k+1)]P(k+1,k) \quad (4)$$

where the mark ' means the transportation of the matrix; $R(k)$, $Q(k)$ – variances of random processes according to the measurement $v(k)$ and disturbances $\omega(k)$; $P(k,k)$ – variances of random processes $X(k)$.

A feature of the Kalman filter is its recurrent form. Therefore, the measurements are processed upon receipt and do not require their storage in memory. The information interaction of the filter blocks is easy to understand according to the block diagram (Fig. 2), which corresponds to equation (1).

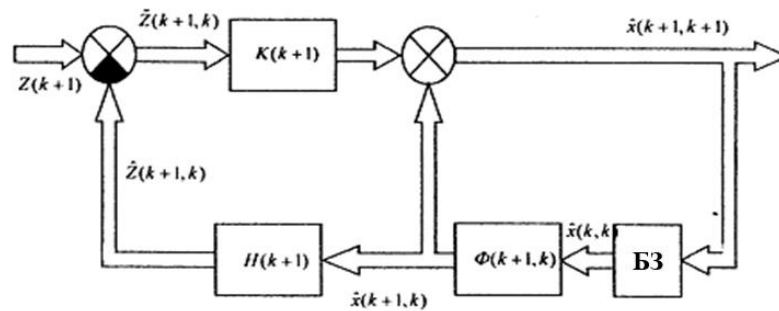


Fig. 2. Block diagram of the Kalman filter

Suppose that $\hat{X}(k,k)$ is determined for the time moment k and $\hat{X}(k+1,k+1)$ must be determined by measured the $Z(k+1)$.

First, the one step forward prediction is estimated by multiplying the transportation matrix of states $\Phi(k+1,k)$ on the previous value of the assessment $X(k,k)$ and obtaining the expected value $X(k+1,k)$. This is a dynamic extrapolation of the preliminary estimate. When $X(k+1,k)$ is multiplying on $H(k+1)$, the intended measurement $\tilde{Z}(k+1,k)$ is obtained. If this value is subtracting from the next measurement $Z(k+1)$, an estimate of inconsistency between the intended value of the measurement $\tilde{Z}(k+1,k)$ and the measurement itself $\tilde{Z}(k+1,k)$ is obtained. This inconsistency is multiplied by a filter transfer matrix or the Kalman

transfer matrix $\mathbf{K}(k+1)$ and the result is added to the predicted value of the estimate $\hat{\mathbf{X}}(k+1,k)$, which is next assessment $\hat{\mathbf{X}}(k+1,k+1)$.

The calculation of the filter transfer matrix $\mathbf{K}(k+1)$ is carried out in the following sequence:

1. When $\mathbf{P}(k,k)$ and $\mathbf{Q}(k)$ are known, $\mathbf{R}(k)$ – the predicted value of the variance $\mathbf{P}(k+1,k)$ of the estimate $\hat{\mathbf{X}}(k+1,k)$ is determined by formula (3).
2. The Kalman transfer matrix $\mathbf{K}(k+1)$ is determined by formula (2).
3. The accuracy $\hat{\mathbf{X}}(k+1,k+1)$ is evaluated by determining the variance of the estimate $\mathbf{P}(k+1,k+1)$ by formula (4).

An estimate corresponding to the minimum variance is considered optimal. In practice, during the calculations, the optimal estimate should be considered, according to which the correlation matrix of errors $\mathbf{P}(k+1,k+1)$ remains unchanged. Therefore, measurements and calculations according to items 1–3 should be performed until the estimation variance $\mathbf{P}(k+1,k+1)$ remains constant.

References

1. O. Kiselychnyk & M. Bodson, “Nonsensor Control of Centrifugal Water Pump with Asynchronous Electric-Drive Motor based on Extended Kalman Filter,” Russian Electrical Engineering, vol. 82, no. 2, pp. 69–75, 2011.

УДК62-529:631.8.022.3

КАЛІБРУВАННЯ СЕНСОРУ ЗОБРАЖЕННЯ БПЛА ПРИ НЕСТАБІЛЬНОМУ ОСВІТЛЕННЮ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗЕРНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Юхименко А. С., студент; Опришко О. О., к.т.н., доцент

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

Не малу роль при прогнозуванні врожаю відіграє дистанційний моніторинг стану живлення рослини. Він допомагає не тільки спрогнозувати врожай, а й значно зекономити кошти на раціональному внесенні добрив.

При дистанційному моніторингу стану живлення рослин, не малу роль відіграють погодні умови, адже джерелом потрібної інформації виступає значення інтенсивності складових кольору рослини, які в свою чергу залежать від рівня освітлення. Якщо при використанні наземного обладнання є змога використовувати експонетр, тоді хмарність не грає важливої ролі, то при використанні БПЛА немає можливостей користуватися даним приладом. Існуючими способами калібрування освітлення користуватись не завжди зручно, адже використовувати додатковий сенсор, який розміщується у верхній частині БПЛА, варто лише за рівномірної хмарності. Застосування спеціальних оптичних шаблонів також недоцільне при хмарній погоді, а також такий спосіб фінансово затратний, що робить його незручним у

масовому використанні. Запропоновано використовувати для калібрування по освітленню службові мета дані.

Кількість світла, яка потрапляє у світлочутливу матрицю можна корегувати за допомогою експозиції та діафрагми. Експозицію корегують за допомогою величини EV , а діафрагму - величиною LV , яку обчислюють за приведеною формулою:

$$LV = \log_2 \left(\frac{n^2}{t} \right), \quad (1)$$

де: n – діафрагма; t – тривалість експозиції, с.

Залежність інтенсивності складових кольору від величини має лінійний характер $ICQ = a + b \cdot LV$. Щоб досягти таких результатів, діапазон корекції експозиції повинен бути в межах $-1...+1$ EV . Таким чином можливо здійснити коригування щодо освітлення.

Література

1. V.Lysenko, O.Opryshko, D.Komarchyk, N.Pasichnyk. Drones camera calibration for the leaf research. Науковий вісник НУБіП. 2016. №252. С.61-65;

УДК 631.171:681.518

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Лисенко В. П., д.т.н., проф.; Решетюк В. М., к.т.н., доц.

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

Електротехнічні комплекси (ЕК) на птахофабриках і тепличних комбінатах, реалізують відповідні стратегії керування, які в умовах невпинного зростання цін на енергоносії є неефективними. Це зумовлене тим, що вони (стратегії керування) реалізують традиційні режими стабілізації, спрямовані на забезпечення максимальної продуктивності біологічних об'єктів, що в умовах дешевої енергетики є виправданим. Хоча при цьому не враховуються динамічні особливості природних збурень (температура для пташників, тваринницьких приміщень; температура та інтенсивність сонячної радіації для теплиць), стани біологічного наповнення біотехнічного об'єкта, що суттєво впливає на продуктивність біологічних об'єктів.

Підтвердили неефективність використання зазначених стратегій керування на птахофабриках і дослідження, які показали, що питомі енерговитрати для окремих температурних зон менші, порівняно з енерговитратами для комфортної зони птиці [1]. Окрім того, сучасні пташники, як технологічні об'єкти, не спроможні забезпечити перебування

біологічної складової в комфортній зоні, що відтворює статична характеристика пташника [2].

Суттєво на ефективність функціонування систем автоматизації впливають стани, в яких перебувають біотехнічні об'єкти. Оцінка характеристик таких станів дає можливість для максимізації прибутку виробництва формувати ефективні стратегії керування ЕК.

Література

1. Лисенко В. П. Економічний критерій вибору стратегії керування біотехнологічними об'єктами / В. П. Лисенко // Біоресурси і природокористування. – 2014. – Т. 6, № 3–4. – С. 174–179.

2. Лисенко В. П. Природні збурення біотехнічних об'єктів, їх моделювання та прогнозування / В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, В. М. Решетюк, В. М. Штепа, Н. А. Заєць, В. Л. Щербатюк, А. О. Дудник. – К. : НУБіП України, 2014. – 112 с.

УДК 681.51

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ МЕТАНОГЕНЕЗУ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ ЗІ СТИМУЛЮЮЧИМИ БРОДІННЯ ДОМІШКАМИ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Шворов С. А., д.т.н., професор; Мірошник В. О., к.т.н., доцент;

Давиденко Т. С., аспірант

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

Сучасне птахівництво потребує інноваційних підходів до утилізації відходів виробництва через впровадження технологій, які мінімізують екологічні ризики і є економічно рентабельними [1, 2]. Аналіз існуючих біогазових технологій показує [3], що відходи птахофабрик доцільно утилізувати з використанням анаеробної ферментації в біогазових установках з отриманням теплової та електричної енергії, а також високоякісних добрив. Проте, в сучасній літературі недостатньо повно розкриті шляхи підвищення ефективності мікробіологічного розкладання органічних сполук в анаеробних умовах під дією домішок, стимулюючих процес утворення біогазу.

Метою дослідження є обґрунтування вимог до системи керування процесом метаногенезу пташиного посліду зі стимулюючими бродіння домішками в біогазових установках. Для досягнення поставленої мети розроблена математична модель метаногенезу пташиного посліду з додаванням свинячого гною та гною ВРХ, а також відходів олійного і цукрового виробництва та інших домішок, що стимулюють процес бродіння. Математичне моделювання виходу біогазу здійснюється в інтерактивному графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, інтегрованому в пакет прикладних програм для числового аналізу MATLAB.

На основі отриманих результатів математичного моделювання і експериментальних даних забезпечується обґрунтування параметрів обладнання для приготування і дозування різних видів косубстратів, а також вимог до системи керування процесом метаногенезу пташиного посліду шляхом розробки класифікатора оптимальних обсягів домішок, що інтенсифікують процес бродіння в біогазових установках.

Література

1. Гольшєв, Д. И. Утилизация жидкого помета / Д. И. Гольшєв // Птицеводство. – 1974. – №7. – С. 35-37.
2. Лысенко, В. П. Переработка помета в фермерских животноводческих хозяйствах / В. П. Лысенко, А. П. Агеичкин, О. Н. Титов // Тваринництво сьогодні. – 2014. – № 7. – С. 70-76.
3. Сидоренко, О. Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства / О.Д. Сидоренко, Е. В. Черданцев. – М.: МСХА, 2001. – 76 с.

УДК 681.516.75: 64.054

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕНІ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ

Удовенко О. О. к.т.н., доцент

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

Інтернет речей описує зростаючий ринок цифрових технологій, пов'язаних з Інтернетом та дозволяють поліпшити життя кожної людини на нашій планеті. У зв'язку з експоненціальним зростанням кількості інтернет речей можливо тільки гадати, скільки і які типи робочих місць він створить. Розумні пристрої дуже активно використовуються в сільському господарстві як у фермерстві, так і у сфері розведення тварин. Серед найкращих IoT-пристроїв у цій сфері можна відзначити дрони та різноманітні інструменти для перевірки складу ґрунту, прогнозу кліматичних змін, для перевірки стану здоров'я у домашніх тварин та відстеження місцеположення хворих тварин. У сфері промисловості використовується навіть спеціальний термін – промисловий інтернет речей або ж IIoT. Прикладами застосування IoT в промисловості, є різноманітні сенсори, програмні системи та аналіз великих даних для розробки футуристичних дизайнів та точних підрахунків. Розумні машини здатні покращити продуктивність та виправляють людські помилки, які пов'язані із контролем якості та екологічністю. Це у свою чергу потребує кваліфікованих фахівців у галузі Інтернеті речей.

При підготовці фахівців можливо використання як реальних моделей так і за допомогою сучасних інструментів моделювання мереж. Одним з таких є багатофункціональна програма моделювання мереж - Cisco Packet Tracer, яка дозволяє студентам експериментувати з поведінкою мережі і оцінювати

можливі сценарії. Будучи невід'ємною частиною комплексного середовища навчання мережевої академії, Packet Tracer надає функції моделювання, візуалізації, авторської розробки, атестації та спільної співпраці, а також полегшує викладання і вивчення складних технологічних принципів.

Packet Tracer доповнює фізичне обладнання класу, дозволяючи студентам створювати мережі з практично необмеженою кількістю пристроїв, підтримуючи накопичення практичного досвіду, розвиток навичок щодо усунення несправностей. Packet Tracer дозволяє викладачам легко описати і показати складні технічні принципи і проекти мережевих систем.

Даний програмний продукт включає декілька мов програмування для реалізації функцій Інтернету речей у тому числі Blockly та Python.

Крім того програмні продукти Cisco надають інтерактивну середу для доступу до апаратних і програмних ресурсів, наприклад таких як Raspberry Pi. Дозволяють створювати та модулювати топологію багатьох IoT об'єктів. Однією з найцікавіших моделей є топологія розумний будинок. На рис. 1 зображено один з варіантів топології розумного будинку. Вона дозволяє налагоджувати мережу, виконувати програмування окремих мікропроцесорних систем, моделювати включення та виключення виконавчих механізмів, спрацювання та показання давачів різноманітних величин.

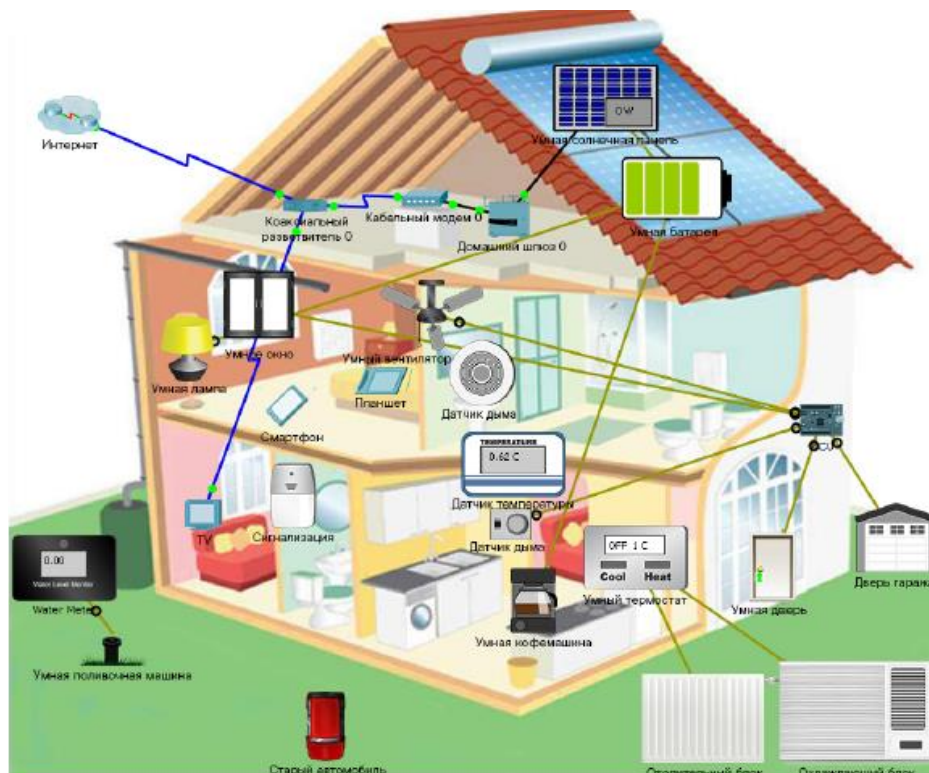


Рис. 1. Топология модели «Розумний будинок»

Література

1. www.cisco.com
2. Удовенко О. Навчальна модель системи розумний будинок на базі одноплатного міні-комп'ютера RASPBERRY PI -3В+. V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ПРЕАП-2019»
3. Удовенко О.А. Комплексный подход к повышению эффективности модернизации электроприводов. Разработка рудных месторождений 2007.-№91 .-С.151-155

ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

Жильцов А. В., д.т.н., проф; Васюк В. В., к.т.н., ст. викл.

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

Задачі розподілу пов'язані з *розподілом* ресурсів по роботах, які необхідно виконати. Задачі такого типу виникають тоді, коли наявних ресурсів недостатньо для виконання кожної роботи найбільш ефективним чином. Наприклад, необхідно розподілити обмежену ємкість пам'яті накопичувача інформації за всіма етапами руху транспортного засобу, коли наявний час запису інформації T накопичувача інформації менший, ніж тривалість руху транспортного засобу t .

Тому метою рішення задач такого типу є знаходження такого розподілу ресурсів по роботах, при якому або мінімізуються загальні витрати, які пов'язані з виконанням робіт, або максимізується загальний доход, отриманий в результаті виконання комплексу робіт.

Задача оптимального розподілу пам'яті накопичувача інформації по етапах функціонування транспортного засобу з метою отримання максимуму цінності інформації, що реєструється, формулюється наступним чином:

$$\text{Максимізувати } \sum_{i=1}^s R_i [N(T_i)] = \sum_{i=1}^s \sum_{N(t_i)} \mu_i \left[\frac{N(t_i)}{N(T_i)} \right] p_i(t_i)$$

при обмеженнях $\sum_{i=1}^s N(T_i); N(T_i) = 0, 1, \dots$ при будь-якому значенні i ;

$$N(T_i) = 0;$$

$$\sum_{i=1}^s N(t_i) = N_{\Pi}; N(t_i) = 0, 1, \dots \text{ при будь-якому значенні } i;$$

$$N_{\Pi} \leq N_{\Pi},$$

де N_{Π}, N_{Π} – наявний і потрібний запаси комірок пам'яті; $t_i, N(t_i)$ – тривалість i -го етапу функціонування і потрібне для реєстрації кількість комірок пам'яті накопичувача інформації; $T_i, N(T_i)$ – тривалість запису інформації на i -му етапі функціонування і кількість елементів пам'яті накопичувача інформації

що витрачається при цьому; $\mu_i \left[\frac{N(t_i)}{N(T_i)} \right]$ – величина цінності інформації i -го етапу в разі, коли потрібно $N(t_i)$ комірок пам'яті накопичувача, а виділяється $N(T_i)$ комірок; s – кількість етапів функціонування; $p_i(t_i)$ – ймовірність того, що тривалість i -го етапу функціонування дорівнює t_i ; $R_i[N(T_i)]$ – математичне очікування цінності інформації, що записується на i -му етапі за час T_i .

Вирішення цієї багатокрокової задачі може бути отримано за допомогою рекурентного співвідношення динамічного програмування:

$$q_i(n) = \max \{ R_i[N(T_i)] + q_{i-1}[n - N(T_i)] \}, i=1,2,\dots,S, (0)$$

де $n=0,1,\dots,N_n$, а максимізація виконується над множною невід'ємних цілочисельних значень $N(T_i)$, що задовільняють умову $N(T_i) \leq n$.

Оптимальне значення $\sum_{i=1}^S R_i[N(T_i)]$ визначається величиною $q_S(N_n)$.

Процес моделювання розглядається в інтервалах $n[0, N_n]$ та $i[1, S]$. Це означає, що процес моделювання пам'яті накопичувача інформації по етапам функціонування системи вважається закінченим, якщо $n = N_n$ та $i = S$. В якості результатів отримуємо величини $q_i(n)$ і відповідні їм значення $N(T_i)$.

В результаті моделювання можуть бути отримані залежності, що виражають оптимальний розподіл пам'яті накопичувача інформації, що застосовується в автоматизированой системі управління, при всіх можливих етапах її функціонування. Наведений розподіл пам'яті забезпечує отримання максимуму цінності реєстрованої інформації. Поряд з цим, забезпечується можливість призначати вимоги до необхідної пам'яті накопичувача інформації.

УДК 636.5252

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОТОКАМИ ТЕПЛИЧНИХ КОМБІНАТІВ

Болбот І. М., к.т.н., доцент; Болбот А. І., студент

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

Для представлення структури системи управління, властивостей її елементів і причинно-наслідкових зв'язків, що властиві системі, розроблено концептуальну модель системи управління енергетичними потоками просторово-розподілених об'єктів тепличних комбінатів для виробництва продукції заданої якості див. рис 1.

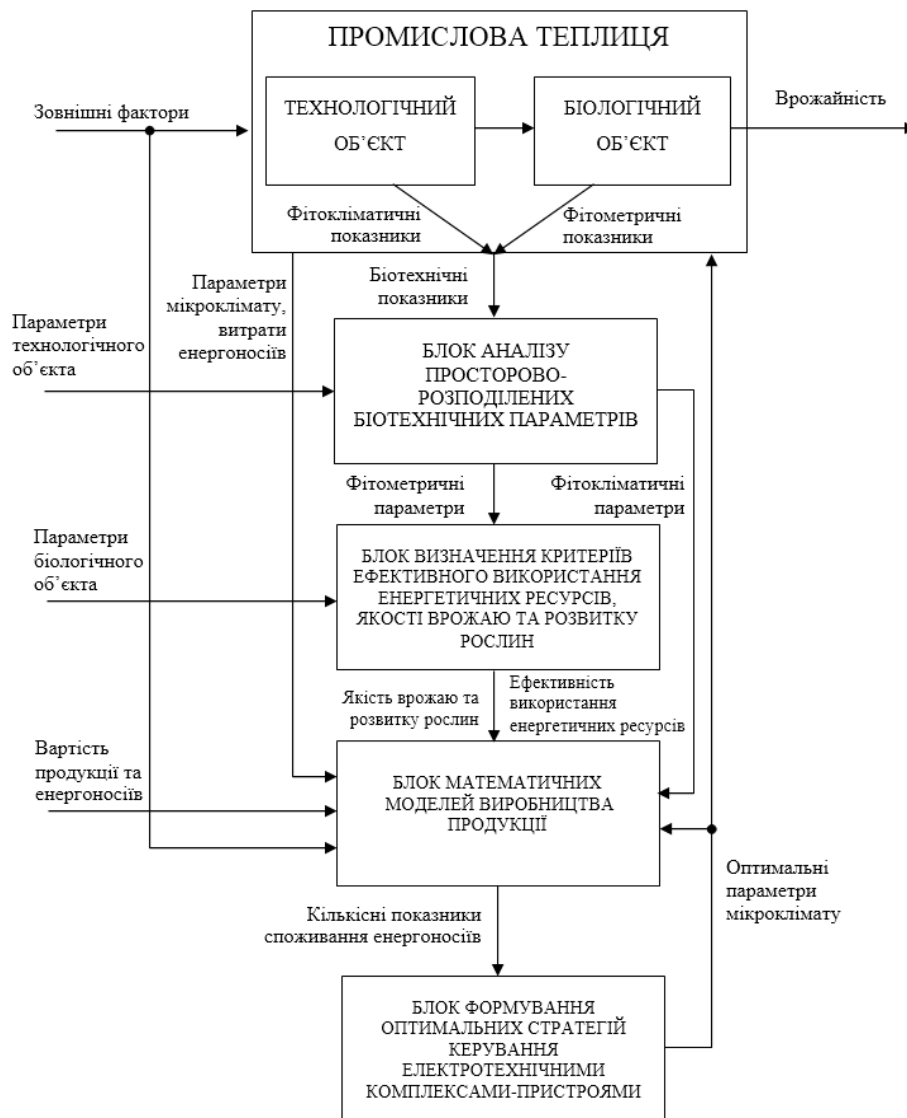


Рис. 1. Концептуальна модель системи управління енергетичними потоками тепличних комбінатів

Концептуальна модель системи управління енергетичними потоками просторово-розподілених об'єктів побудована на таких основних принципах:

- наявність комплексів ПЕОМ, що використовуються як АРМ і об'єднані однією мережею, яка виходить на глобальні мережі;
- наявність сервера з умовно-постійною інформацією і розподіленими базами даних;
- збирання у ритмі виробництва первинної (фактичної) інформації в мінімально необхідному складі, яка характеризує всі операції і процеси, що відбуваються на об'єкті управління;
- системна обробка первинної інформації разом з умовно-постійною здійснюється так, щоб вихідна інформація видавалася в максимально необхідному складі й забезпечувала всі потреби управління об'єктом, включаючи облік, звітність, аналіз, вироблення та прийняття рішень;

- вироблення та прийняття управлінських рішень базується на інформації, яка є об'єктивною, вірогідною та всебічно характеризує виробничо-господарську та іншу діяльність об'єкта управління на кожен даний момент.

Концептуальна модель системи управління енергетичними потоками просторово-розподілених об'єктів тепличних комбінатів для виробництва продукції заданої якості складається з наступних основних блоків:

- промислова теплиця до складу якої входять технологічний та біологічний об'єкт;
- блок аналізу просторово-розподілених біотехнічних параметрів;
- блок визначення критеріїв ефективного використання енергетичних ресурсів, якості врожаю та розвитку рослин;
- блок математичних моделей виробництва продукції;
- блок формування оптимальних стратегій керування електротехнічними комплексами-пристроями.

Концептуальна модель системи управління має замкнений цикл, який полягає в тому, що система керування здійснює свій вплив на біотехнічний об'єкт завдяки прийняттю відповідних оптимальних стратегій керування електротехнічними комплексами для виробництва продукції заданої якості і зворотному зв'язку у вигляді критеріїв оцінки якості розвитку рослин та продукції.

Література

1. Агарков А. М. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации теплиц / А. М. Агарков, Г. Г. ШИШКО. - Киев : Будивельник, 1985. – 120 с.
2. Введение в теорию интеллектуальных систем : учеб. пособ. / Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. [и др.] – М. : Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова МАКС Пресс, 2006. – 208 с.

УДК 681.58

СИНТЕЗ НЕЧІТКОГО ПІД-РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НЕЗАЛЕЖНОГО ЗБУДЖЕННЯ

Цигульов І. Т., к.т.н., доцент

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

Як об'єкт регулювання використовується двигун постійного струму незалежного збудження (ДПС НЗ) ДП90. Для аналізу динамічних характеристик математична модель ДПС НЗ може бути описана системою рівнянь (1):

$$\left. \begin{aligned} U_{3B} &= \frac{R_{3B}}{k} (T_{3B}s + 1) k_e \Phi_{3B}; \\ U_{Я} &= R_{Я} (T_{Я}s + 1) I_{Я} + k_e \Phi_{3B} \omega; \\ J\omega s &= k_m \Phi_{3B} I_{3B} - M_H, \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де $T_{Я} = L_{Я}/R_{Я}$ – електромагнітна постійна якірного кола; $T_{3B} = L_{3B}/R_{3B}$ – електромагнітна постійна кола збудження; s – оператор Лапласа.

В середовищі Matlab-Simulink отримано віртуальну математичну модель електроприводу на базі ДПС НЗ (рис. 1).

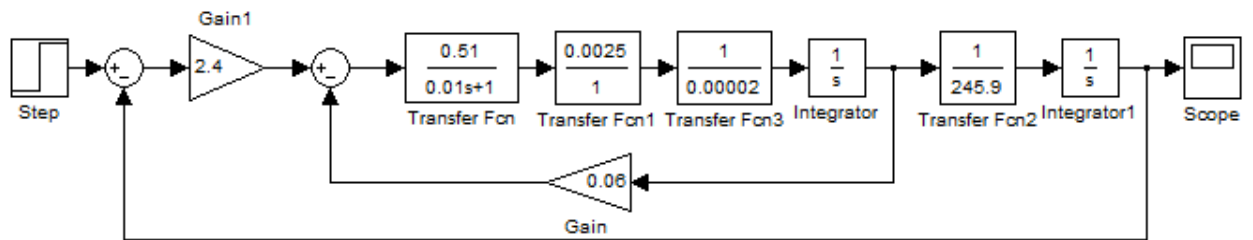


Рис. 1. Віртуальна Simulink-модель електроприводу на базі ДПС НЗ

Шляхом математичного моделювання отримана перехідна характеристика САК (рис. 2).

Було поставлено завдання зниження часу перехідного процесу. Як базової структури, котра формує сигнал управління для САК, обраний адаптивний ПІД-регулятор, зміна коефіцієнтів якого відбувається залежності від даних одержуваних з нечіткого контролера.

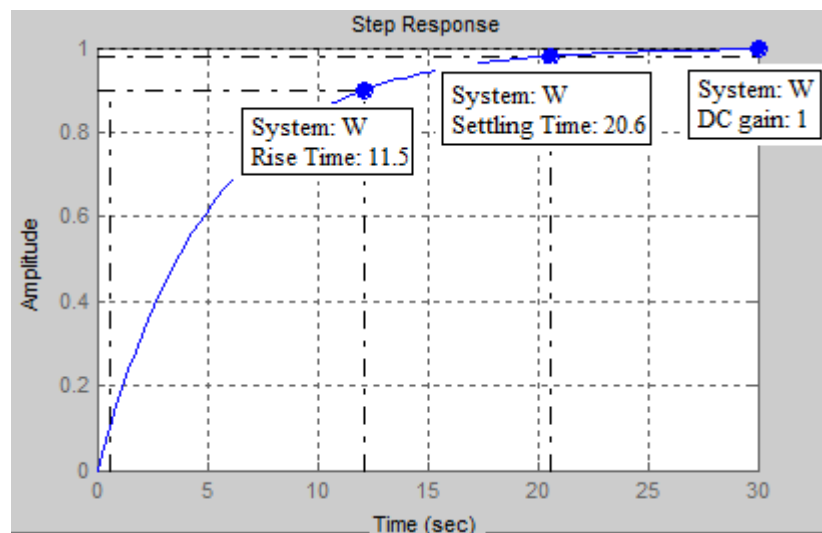


Рис. 2. Перехідна характеристика САК

Структурна алгоритмічна схема нечіткого ПІД-регулятора наведена на рис. 3.

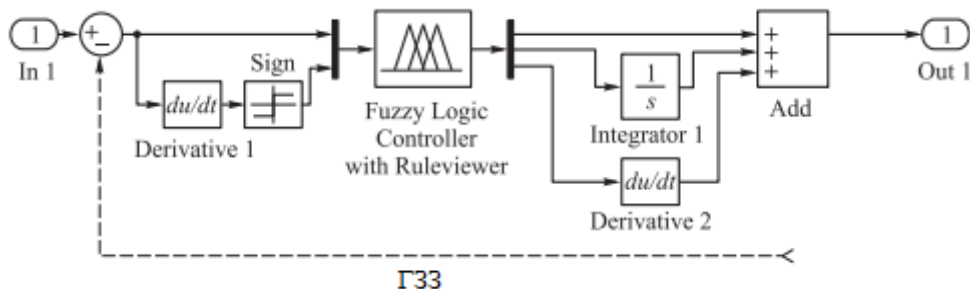


Рис. 3. Перехідна характеристика САК

Проводилось моделювання як лінійної, так і нелінійної систем. Результати наведені на рис. 4.

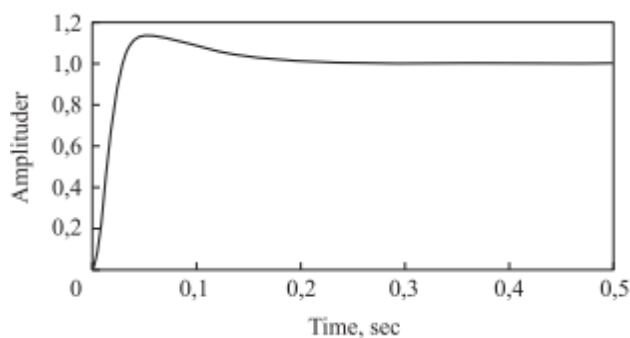


Рис. 4. Перехідна характеристика системи керування швидкості обертання ротоа ДПС НЗ з нечітким ПІД-регулятором

Синтез нечіткого ПІД-регулятора дозволив істотно знизити час перехідного процесу.

Література

1. Бошляков А.А., Рубцов В.И. Проектирование нечеткого регулятора следящей системы. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 8. URL.
2. Захаров В.И., Ульянов В.С. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления: научно-организационные, технико-экономические и прикладные аспекты. Известия Академии наук. Техническая кибернетика, 1992, № 5, с. 171–196.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab. – М.. Горячая линия – Телеком, 2077. – 288 с.
4. Лохин В.М. Интеллектуальные системы автоматического управления. В.М. Лохин, И.М. Макаров ред. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2001, 576 с.
5. Holmblad L.P. and Ostergaard J.J. Control of Cement Kiln by Fuzzy Logic. In Approximate Reasoning in Decision Analysis (Gupta M.M. and Sanchez E. Eds.): Amsterdam, New York, Oxford. 1982. P. 389 – 400.
6. Mamdani E.H., Assilian S. An Exsperiment in Linguistie Synthesis 2ith Fuzzy Logic Controller // Man-Machine Studies. – 1975.Vol. 7. №1. P. 1 -13.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

УДК 631.563.2.003

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ВІДХОДІВ

Чміль А. І. д.т.н., професор; Олійник Ю. О., аспірант

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

За роки роботи великих промислових свиновідгодівельних комплексів накопичено певний досвід експлуатації систем для обробки та утилізації гнойових стоків. Важливим напрямком для вирішення проблем утилізації відходів є підготовка, та обробка стоків для подальшого внесення в ґрунт. З розвитком електротехнологій стало актуальним використовувати високовольтні імпульси в сільському господарстві для обробки ґрунтів, та органічних речовин. Переваги використання такої технології очистки є висока продуктивність та малі енерговитрати. Для обробки та знезараження стоків нами розроблена лабораторна електроімпульсна установка, параметри роботи якої були встановлені експериментально.

Для більш зручного дослідження процесів, що відбуваються в робочій камері установки, розроблена імітаційна модель в програмі MATLAB Simulink.

Розроблена модель складається з таких блоків як: джерело синусоїдної напруги U ; блоків осцилографів для спостереження залежностей у часі – Scope з бібліотеки Sinks; блок вимірювання миттєвих значень струму; блоки вимірювання напруги джерела, підвищеної трансформатором та напруги розряду; діодний міст з бібліотеки Power Electronics; лінійний трансформатор з бібліотеки Sim Power Systems Elements; блоки опорів R_1 і R_2 ; блоки конденсаторів C_1, C_2, C_3 . Особливістю моделювання є те, що для розв'язку вузькопрофільних задач не завжди є відповідні блоки, тому розрядні елементи схеми було оказано конденсаторами з малою ємністю.

Аналіз отриманих результатів та порівняння їх з експериментальними, вказує на незначні відмінності, що підтверджує правильність завдання параметрів моделювання.

Література

1. Голодний І.М. Лаврінченко Ю.М., Червінський Л.С. Моделювання регульованого електропривода: Підручник .- К.: Аграр Медіа Груп, 2013.- 227 с.
2. Куріс Ю.В. Електротехнічні імпульсні прилади та технології які застосовуються для вирішення актуальних задач промисловості та альтернативної енергетики. №2 (84)011 ЕНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКА ЭНЕРГОАУДИТ. С.57-67.

3. Піскун В.І. Технології обробки стоків при промисловому виробництві свинини. Фінансові аспекти. №113 - Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. С.189-197.

УДК 631.371: 621.31

ВПЛИВ ФОТОАКТИВОВАНОГО ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ НА ТЕПЛИЧНІ РОСЛИНИ

Книжка Т. С., к.т.н., ст. викл.

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

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомі результати по омагнічуванні води, її аероіонізації, які дають значний приріст рослинної продукції до 10...15 %. Однак, аналіз сучасного стану та застосування названих та інших методів показує недостатню їх наукову та економічну обґрунтованість. В першу чергу відносно технології впливу обробленою водою, виду і терміну вегетації рослинної продукції.

Разом із тим, аналіз літератури та досвід країн з розвинутою галуззю рослинництва свідчить, що перспективним є екстенсивний шлях розвитку, тобто не просте нарощування посівних угідь, а максимальне підвищення продуктивності рослин.

Мета дослідження. Дослідити біостимулюючий вплив фотоактивованого живильного розчину на тепличні рослини.

Основні матеріали досліджень. Біологічна активність води залежить від її окислювально-відновного потенціалу (ОВП). Він відображає наявність у воді вільних (активних) електронів. Чим вище концентрація вільних електронів у воді, тим більше її електронний заряд і, відповідно, ОВП набуває мінусового значення, і навпаки, якщо електронів у воді немає, то кисле середовище створює плюсовий іонний заряд і ОВП набуває позитивних значень.

Під час окислювальних або відновних реакцій змінюється електричний потенціал окислюваної або відновлюваної речовини: одна речовина, віддаючи свої електрони, заряджається позитивно – окислюється, інша, отримуючи електрони, заряджається негативно – відновлюється.

Нами вивчено вплив оптичного випромінювання на ОВП поливного розчину в гідропонних теплицях. В опублікованих матеріалах практично відсутні спеціальні дослідження впливу обробки розчину оптичним випромінюванням на показники ОВП води і поливних розчинів.

Дослідження проводились на кафедрі електротехніки, електромеханіки та електротехнологій Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Висновки. Оптичне випромінювання значно впливає на структурні складові поливного розчину, що проявляється у зміні ОВП, одного з показників біологічної активності рідини, після опромінювання.

Обробка поливного розчину оптичним випромінюванням призводить до зменшення ОВП розчину порівняно з необробленим (пропорційно експозиції опромінювання в діапазоні 20с, 40с, 240с, 360с) та збільшенні значення ОВП при часі експозиції 60с та 120с.

THE RESULTS OF THE EFFECT OF PRESOWING TREATMENT OF GRAIN CROPS BY DIFFERENT PARTS OF THE SPECTRUM OF OPTICAL RADIATION ON PLANT GROWTH

Chervinsky L.; Storozhuk L.; Pashkovska N.

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

The quality of grain and seed depends on many factors, namely: agro-climatic conditions, sowing condition of the seed material, quality characteristics of the soil, yielding properties of seeds, pre-sowing seed treatment. etc. This article presents the effectiveness of the use of infrared irradiation and ultraviolet radiation for the pre-sowing treatment of winter wheat seeds in Sekobra Research, Germany.

Thus, according to the experimental studies, it can be concluded that pre-sowing treatment of winter wheat seeds with infrared radiation lamp IKZK-250 and ultraviolet discharge lamp DRT-400 improves sowing qualities and stimulates the growth of seedlings. The highest rates of germination energy and germination of seeds were observed by treating the seeds with IR radiation for 45 sec, with UVR radiation for 20 sec.

The results were 97.3 and 100% respectively. The highest growth parameters were observed in the case of 60 seconds treatment, the aboveground part of the seedling increased by 37.3% compared to the standard, and the underground part - 91.7%. The results obtained indicate the prospect of pre-sowing winter wheat seed UVR radiation.

Literature

1. Altukhov I.V. , & Fedotov V.A. (2011). Influence of infrared radiation of different wavelengths on wheat seeds. Journal of Polzunovsky Herald, 2(1), 156–159.
2. Chervinsky L.S., & Pashkovska N.I. (2018). Investigation of Infrared Radiation Influence on Sowing Quality and Growth Indices of Winter Wheat. Journal of Visnyk KhNTUSG, 195, 119-112.
3. L. Chervinsky, L. Storozhuk, N. Pashkovs. Influence of Infrared Radiation on Sowing Quality and Growth Indicators of Winter Wheat Plant/ Korean Journal of Food & Health Convergence 6(1), pp.15-18.

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ БІОГАЗОВОГО РЕАКТОРА З ЗАГЛИБНОЮ
КОМБІНОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ПЕРЕМІШУВАННЯ ТА
ЕЛЕКТРИЧНОГО ПІДІГРІВУ**

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

Вибір необхідної послідовності проведення експериментальних досліджень та вибір методики для обробки отриманого масиву даних входить в задачу планування експерименту.

Метою проведення експериментальних досліджень біогазового реактора з заглибною комбінованою системою перемішування та електричного підігріву субстрату є перевірка отриманих теоретичним шляхом значень енергетичної ефективності та порівняння їх з даними отриманими експериментальним шляхом на створеній фізичній моделі біогазового реактора.

Під час проведення експериментальних досліджень планується провести порівняльний аналіз енергетичного споживання двох систем підтримки постійної температури при анаеробному бродінні, «неефективної» – прокладений на зовнішній поверхні стінки біогазового реактора електричний нагрівальний кабель та оптимізованої – заглибної комбінованої системи перемішування та електричного підігріву субстрату.

Програма експериментальних досліджень створеної фізичної моделі передбачає наступні етапи:

- розробка фізичної моделі біогазового реактора з заглибною комбінованою системою для перемішування та електричного підігріву субстрату;

- виготовлення експериментальної установки біогазового реактора з заглибною комбінованою системою перемішування та електричного підігріву субстрату;

- підбір вимірювально-реєструючого обладнання для визначення основних енергетичних параметрів при використанні «неефективної» системи підігріву та заглибної комбінованої системи перемішування та електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі;

- розробка автоматичної системи контролю та керування заглибною комбінованою системою перемішування та електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі;

- планування експериментальних досліджень для визначення енергетичних параметрів при використанні «неефективної» системи підігріву

та заглибної комбінованої системи перемішування та електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі.

Під час експериментальних досліджень, енергетичні параметри використання заглибної комбінованої системи перемішування та електричного підігріву субстрату, виготовленої фізичної моделі, визначаються за допомогою підібраного високоточного електронного обладнання. Схема розташування вимірювальних датчиків наведена на рис. 1.

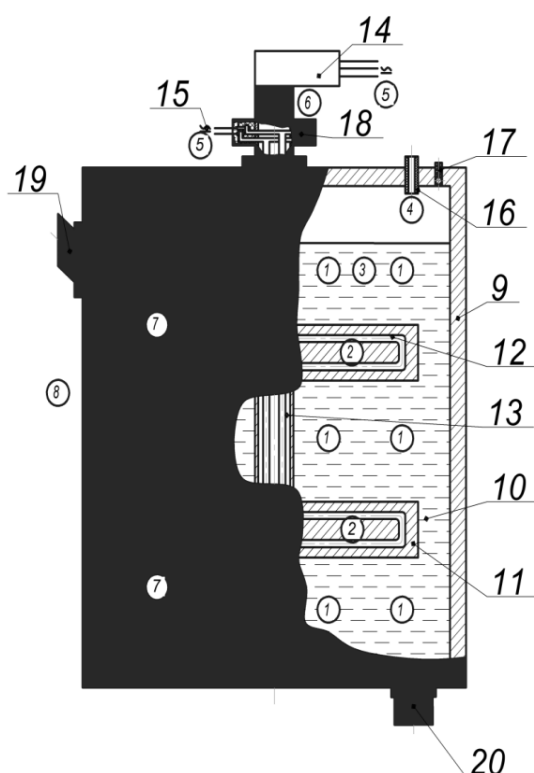


Рис. 1 – Схема розташування вимірювальних датчиків: 1 – датчики температури біомаси; 2 – датчики температури лопатей; 3 – датчик кислотності та вологості біомаси; 4 – датчик вмісту метану у виробленому об'ємі біогазу; 5 – трансформатори струму; 6 – датчик обертів перемішуючого пристрою; 7 – датчики температури на зовнішній стіні метантенку; 8 – датчик температури навколишнього середовища; 9 – метантенк; 10 – біомаса; 11 – лопать; 12 – гнучкий електричний нагрівальний елемент; 13 – вал лопатевого змішувача; 14 – електричний двигун з редуктором; 15 – джерело живлення; 16 – штуцер відведення біогазу; 17 – аварійний клапан тиску; 18 – рухомі вибухобезпечні контакти; 19 – канал завантаження біомаси; 20 – канал вивантаження відпрацьованої біомаси.

Датчики температури біомаси (1), температури лопатей (2), температури на зовнішній стінці метантенку (7) та навколишнього середовища (8), дзеркально розташовані з іншого боку метантенку (9). Живлення вимірювальних датчиків виконується від джерела постійного струму 190 Аh та напругою 12 В через лінійний стабілізатор напруги 142ЕН5А з фіксованою вихідною напругою 5 В та похибкою стабілізації 0,05 %.

У ході експериментальних досліджень зчитування даних з вимірювальних датчиків відбувається цілодобово протягом усього циклу зброджування, що дозволяє отримати повну картину процесу перемішування та підігріву біомаси яка зброджується.

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ
РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБОТАХ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ**

Окушко О. В¹, к.т.н., доцент; Ковтун П. М², ст. викладач

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

*²Немішаєвський агротехнічний коледж,
с.м.т. Немішаєво, Київська обл., Україна*

Ефективність експлуатації електротехнологічного обладнання в значній мірі визначається якістю та його надійністю, яке не завжди відповідає сучасним вимогам. Це в певній мірі можна віднести не тільки до діючої техніки, але і до процесів її виготовлення, а особливо на різних етапах відновлення та ремонту, які в більшості випадків, являють собою застарілі, енерговитратні технології, що обумовлює значні трудовитрати та низьку продуктивність праці. До таких застарілих методів можна віднести такі технологічні процеси як очищення деталей від замаслювання, пилу, механічних забруднень, частинок абразиву особливо у деталей складної конфігурації, з глибокими отворами та порожнинами, виведення окалини, продуктів корозії, нагару ін. До застарілих і неефективних технологічних процесів можна віднести: механічну розмірну обробку конструкційних матеріалів з особливими фізико-механічними властивостями, термічну обробку, емалювання та фарбування, відновлення зношених вузлів та деталей, зварювання металів та полімерних матеріалів тощо.

Дослідження, які виконані у ряді західних країн (США, Німеччина, Канада, Великобританія), Росії, Україні, а також широке їх впровадження, демонструють високу ефективність застосування електротехнологій, значні їх можливості, в т.ч. у питаннях виготовлення, відновлення та ремонту сільськогосподарської техніки та електрообладнання для неї [1, 4].

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 спричинити 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, Росії 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 %, Росії на 21 %,

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].

Література

1. Верещагин И.П. Высоковольтные электротехнологи / И.П. Верещагин / 1999. – М.: из-во МЭИ. – 192 с.
2. 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.
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.
4. 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.

УДК 621.37

ОЗОНАТОР ДЛЯ ДОМАШНЬОГО КОНСЕРВУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Піддубний В. О., к.т.н., доцент; Андрієнко В. І., студент

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

Існує достатньо багато методів зберігання харчових продуктів. Це використання низьких та високих температур, іонізуючого випромінювання, електричного струму а також обробка та зберігання продуктів в атмосфері озону [1], яке є одним з перспективних методів зберігання.

Розробка надійних, компактних, економічних та дешевих приладів для консервування продуктів в атмосфері озону дозволить їх широко використовувати в домашньому господарстві та підвищить якість зберігання харчових продуктів

Нами розроблено схемотехнічне рішення та конструкція побутового іонізатора повітря для зберігання продуктів, який може бути легко повторений радіоаматорами середнього рівня кваліфікації.

Він складається з задаючого генератора (таймер NE555), підсилювача потужності (польовий транзистор IRF3205), трансформатора з високовольтним випрямлячем (BSC 25-0252R), навантаженням якого є голчата камера іонізації. Електрична принципова схема, особливості її роботи та налагодження наведені в [2].

В приладі використовується подача озону в тару для консервування за допомогою вентилятора з можливістю регулювання обертів через розрядну камеру та шланг з насадкою для закріплення його в робочій зоні.

Таким чином нами пропонується конструкція простого озонатора повітря для домашнього консервування, який в своєму складі не має дефіцитних та дорогих електрорадіоелементів. Розроблена технологія консервації а також підтверджена можливість використання пристрою для консервування продуктів харчування в домашніх умовах.

Література

1. Озонування продукції: переваги використання. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.harchovyk.com/ru/content/detail/738> Останній вхід 29.03.2019. - назва з екрану.

2. Андрієнко В.І. Пристрій іонізації повітря для побутового використання / В.І. Андрієнко, В.О. Піддубний// Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів та аспірантів «Радіoeлектроніка в ХХІ столітті». — К.: 2019 — С.11-13.

УДК 621.365.9

ОЧИСНИК МОЛОКА З ТЕХНОЛОГІЄЮ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ

Жила В. І. к.т.н., доцент; Лисиченко М. Л. д.т.н., професор

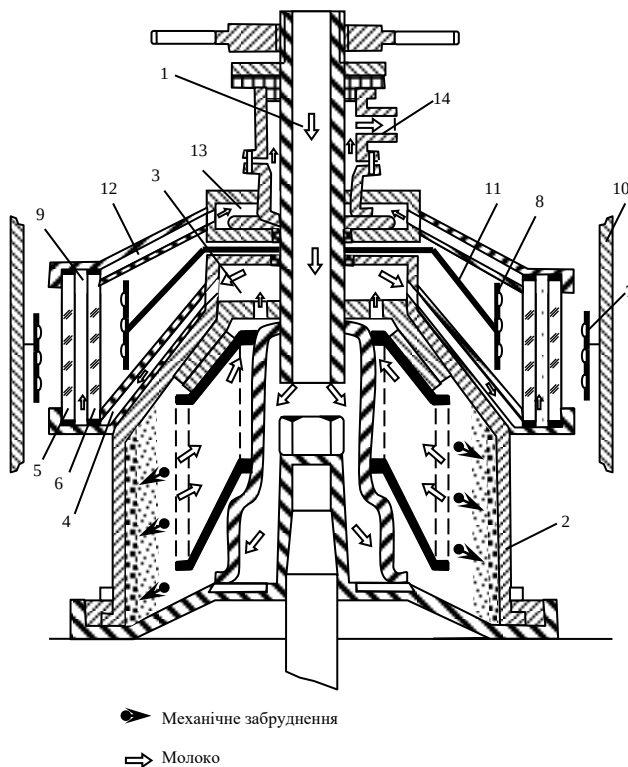
*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка,
м. Харків, Україна*

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз стану виробництва молока за категоріями господарств свідчить, що основними його виробниками на сьогодні є індивідуальні господарства населення та невеликі фермерські господарства – близько 75 % загального обсягу [1]. Однак, це породжує суттєву проблему – підтримання необхідного рівня бактеріального забруднення продукції. Як правило, молокозаводи

відправляють спеціальні автомобілі з цистернами в села регіону для збору продукції. Молоко від багатьох с.г. виробників зливається в загальну ємкість, що не може гарантувати якість сировини та завадити розповсюдженню інфекції. За європейськими правилами таке молоко не сортове і не може перероблятися [2].

Мета досліджень. Підвищення якості первинної обробки молока, за рахунок розробки нового устаткування для інактивації патогенної мікрофлори.

Основні матеріали досліджень. Відомий пристрій для інактивації



мікрофлори молока УФ випромінюванням у центрифугі із зовнішнім оптично прозорим для променів циліндром та одностороннім джерелом випромінювання з УФ ламп розташованим зовні ротора [3]. Основним недоліком пристрою є власний високошвидкісний електропривод (понад 6000 об/хв), обробка тільки очищеного молока та одностороннє опромінювання із застосуванням потужних газорозрядних ртутних ламп. Відомий механічний пристрій для очищення молока – сепаратор-очисник, що має високошвидкісний електропривод (понад 6000 об/хв), барабан з розділяючими тарілками,

приймально-вивідний пристрій та систему відведення бруду [4]. Поєднавши ці два пристрої можна значно підвищити якісні показники обробки молока щодо забрудненості, в т.ч. і патогенною мікрофлорою, зменшити енергозатрати застосувавши спільний електропривод та уникнути ртутного забруднення, завдяки використанню УФ лазерних світлодіодів.

Пристрій зображений на рисунку, працює наступним чином: центральною металевою молочною трубкою 1 молоко надходить до барабану очисника 2. Після очищення від механічних домішок та слизу, через приймальник очищеного молока 3 та канал 4 ротору воно потрапляє до секції двостороннього УФ-опромінювання молока з двома коаксіальними кварцовими трубками різного діаметру 5 та 6 де опромінюється ультрафіолетовим світлом зовнішніх 7 та внутрішніх 8 світлодіодів із довжиною хвилі 254 нм в тонкому прошарку ($\leq 0,1$ мм), що утворюється в робочому зазорі 9 між оптично прозорими трубками під дією відцентрової сили. УФ лазерні

світлодіоди: зовнішні встановлені по периферії ротора на кожусі 10, а внутрішні – на світильнику 11 розміщеному концентрично внутрішній трубці та прикріпленому на нерухомій центральній металевій молочній трубці 1. Бактерії, що знаходяться в дисперсному середовищі та мають щільність більшу за щільність продукту, при обертанні ротора під дією відцентрових сил зміщуються від центру до периферії та утворюють тонкий прошарок на внутрішній поверхні зовнішньої кварцової трубки 5. Дрібніші та легші бактерії розміщуються біля зовнішньої поверхні внутрішньої кварцової трубки 6. Ці шари першими опромінюються УФ лазерними світлодіодами з обох сторін. Молоко, примусово рухаючись по зазору між кварцовими трубками, продовжує перемішуватись і обробляється та поступає через вивідний канал 12 до вивідного приймача 13, а далі – до приймально-вивідного пристрою 14.

Висновок. Запропонована конструкція очисника забезпечує зменшення енерговитрат, забезпечує знезаражування молока, покращується екологічна безпека завдяки застосуванню УФ лазерних світлодіодів.

Література

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / [за ред. академіків НААН Я.М. Гадзала, М.І. Башенка, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка] – К.: Аграр. Наука, 2016. – 216 с.
2. «Селянські» молоко і м'ясо до стандартів не дотягують, але без них — ніяк. [Електронний ресурс] Режим доступу <https://agropolit.com/spetsproekty/397>
3. А.С. №1722402 СССР, МПК А23L 3/28 Устройство для инактивации микрофлоры молока ультрафиолетовым излучением. / Э.В. Кузьмин, М.Г. Корниенко, А.П. Кайгородов (СССР). - №4699227/13; Заявлено 31.05.89. опубл. 30.03.92. Бюл. №12 – 3 с.
4. Ковалев Ю.Н. Аппараты молочных линий на фермах. / Ю.Н. Ковалев Ю.Н. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.

УДК 620.193.4:669.35

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ В КОРОЗИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Коробський В. В., к. т. н., доцент; Клепач М. Ю., магістрант

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

Мета досліджень – визначити спроби використання металокерамічних контактних матеріалів на основі міді в низьковольтній апаратурі на заміну срібних при їх експлуатації в хімічно активних корозивних середовищах сільського господарства.

Вивчалась корозійна тривкість на зразках міді та її сплавів. Для сплавів домішки можна розділити на три групи: метали з необмеженою розчинністю в міді (Ni); метали з обмеженою розчинністю (Nb, Ti, Cr, Zr); метали, які не взаємодіють з міддю (Mo). Домішки складалі 1;5 і 10 ваг. %.

Ріст плівкового покриття фіксувався шляхом зміни перехідного контактного опору. Перехідний контактний опір і корозійна тривкість матеріалів оцінюється згідно шкали корозійної тривкості на основі петрографічного аналізу взаємодії продуктів на поверхні контактних матеріалів.

За даними дослідів, корозивне газове середовище суттєво впливає на властивості контактних матеріалів для електричних апаратів. Внаслідок різноманітних хімічних процесів, а також формування твердих шарів різної природи і товщини, значно змінюється перехідний контактний опір контактів.

Встановлено, що найбільше впливає корозивне середовище на контакти, які працюють при взаємодії суміші сірководню з аміаком, особливо у вологому середовищі.

Найбільшу стійкість показали контакти, які випробувані в середовищі NH_3 , CO_2 . В цьому випадку поверхня контактів покрита матеріалом чорного кольору, який є оксидом міді CuO .

В середовищі аміаку при доступі повітря на поверхні міді та її сплавів виникає комплексний гідроксид $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, який розчиняється у воді. Внаслідок цього контактний опір зразків змінюється у невеликому діапазоні ($R_k \leq 50$ МОм).

Як в середовищі аміаку, так і в інших дослідних корозивних середовищах, оксиди металів-домішок ZrO_2 , Nb_2O_5 , MoO_3 , NiO , Cr_2O_3 і TiO_2 , які виникають в невеликих кількостях (<5 ваг.%) на зразках у вологому повітрі, петрографічно не визначаються. В той же час підвищення перехідного опору і зниження корозійної тривкості контактних матеріалів, які вміщують окрім міді порівняно велику (5-10 ваг.%) кількість Zr, Nb, Mo та інших перехідних металів, пояснюється утворенням в процесі взаємодії оксидів ZrO_2 , Nb_2O_5 , MoO_3 з великим співвідношенням Пілінга-Бедворса (відношення питомих об'ємів оксиду і металу).

Задовільні антикорозійні властивості проявляють майже всі вивчені матеріали і в середовищі діоксиду вуглецю (CO_2).

Корозійна тривкість електроконтактних матеріалів на основі міді значно погіршується в сірководні. При цьому встановлений механізм взаємодії в усіх дослідних випадках не відповідає процесу сульфідотворення. CuS і інші сульфіди металів при відносній вологості середовища 95-98% кристалооптично не визначаються.

Література

1. Клименко Б. В. Обзор та перспективи розвитку матеріалів для контактів електромеханічних апаратів низької напруги / Б. В. Клименко, В. О. Кохановський // Електротехніка і електромеханіка. – 2011. – №4. – С. 34 – 40.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БІОСТИМУЛЯЦІЯ ПУХО-ПІР'ЯНОЇ СИРОВИНИ У ДВОШНЕКОВОМУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОМУ ГІДРОЛІЗЕРІ

Заблодський М. М., д-р техн. наук, проф.; Ковальчук С. І., аспірант

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

В останні роки інтенсивного темпу розвитку набула галузь промислового птахівництва, зокрема вирощування та переробка на м'ясо курчат-бройлерів. Сьогодні сучасні заводи по переробці бройлерів здатні переробляти від 200000 до 1000000 курчат в день. При цьому вагома кількість нехарчових відходів забою птиці на багатьох птахофабриках не переробляється на кормові цілі, що призводить до втрат цінної сировини та забруднення навколишнього середовища [1].

Зростаюча екологічна проблема викликає інтерес до потенційного використання відновлювальних ресурсів. Пташине пір'я – дешевий, природний біополімер, являється високопродуктивним матеріалом для виготовлення кормових добавок для годівлі птиці, великої рогатої худоби та інших сільськогосподарських тварин. Виробництво кормових добавок з побічних продуктів птахівництва має певну особливість. Пір'я і пух відносяться до кератинової сировини. За хімічним складом кератинова сировина є природним концентратом білку з високим вмістом дисульфідних зв'язків між поліпептидними ланцюгами. Кератинові матеріали в природному вигляді не розщеплюються ферментами травних соків людини, тварин і птиці, і практично не засвоюються в організмі.

Найпопулярніший метод переробки пухо-пір'яної сировини на кормове борошно – гідротермічний. Ефективним способом переробки кератинових матеріалів є використання двошнекового електромеханічного гідролізера [1]. Двошнековий електромеханічний гідролізер на базі поліфункціонального електромеханічного перетворювача дає змогу здійснювати одночасне нагрівання, диспергування, транспортування, вплив магнітним полем та перемішування в одному електромагнітному пристрої.

З роботи [2] відомо, що під впливом магнітного поля в протеїнових матеріалах, яким являється пухо-пір'яна сировина, виникають так звані дихальні рухи – це коливання симетрії білку, що виходять від центру симетрії молекули. Симетрія білкових молекул є дуже важливим фактором розуміння її структури та функції. Коливальні рухи молекул білку відіграють важливу роль у біологічних функціях коли передбачається переробка матеріалу. Взаємодія магнітного векторного потенціалу заряджених частинок матеріалу та тих що створені магнітною системою двошнекового

електромеханічного гідролізера здатна створювати умови контролю хімічних реакцій, що в свою чергу може збільшити швидкість переробки пухо-пир'яної сировини.

З врахуванням вище сказаного, доцільно розглянути графіки розподілу магнітної індукції в двошнековому електромеханічному гідролізері (Рис. 1).

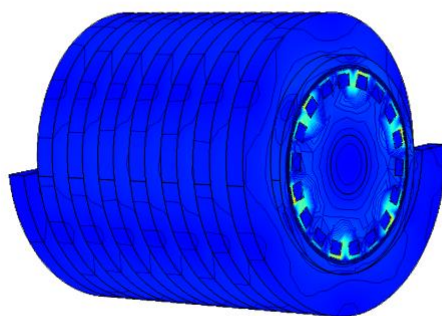


Рис. 1. Розподіл магнітної індукції в двошнековому електромеханічному гідролізері

Література

1. І. В. Корх. Інноваційна технологічна лінія з виробництва комбінованої високопротеїнової кров'яно-пир'яної кормової добавки в ТОВ «Комплекс Агромарс» / І. В. Корх, І. І. Муржа, В. Г. Кебко, Б. І. Кобаль, І. М. Зазуля // Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. 2017. – № 118. – ст. 94-104

2. R. W. Hunt, A. Zawalin, A. Bhatnagar, S. Chinnasamy, K. S. Das, “Electromagnetic Biostimulation of Living Cultures for Biotechnology, Biofuel and Bioenergy Applications”, International Journal of Molecular Sciences. – 2009. – vol. 10. – pp. 4515-4558

УДК 621.3.064.035/620.268

ЕКОЛОГІЧНО - БЕЗПЕЧНІ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Коробський В. В., к. т. н., доцент

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

Мета роботи. Створення нових композиційних електроконтактних контактних матеріалів та проведення досліджень в напрямі пошуку альтернативних контактних матеріалів на основі міді з домішками, які включають наступні інгредієнти Cr, TiB₂, Nb, C, Zr та інші.

Надійність контактних вузлів електричних апаратів на стадії експлуатації, в значній мірі, визначається правильністю вибору матеріалу

контактів. Важкі умови експлуатації в сільському господарстві та численні фактори впливу утруднюють завдання вибору контактного матеріалу для комутаційних апаратів.

Основним матеріалом для контактних комутаційних апаратів є срібло. Недоліком срібла, як контактного матеріалу є низька електроерозійна стійкість, недостатня твердість та механічна міцність. При взаємодії з сірководнем при підвищеній вологості на поверхні срібних контактних утворюються темні струмонепровідні плівки сульфідів срібла. Зазначені подібні компоненти входять до виробничих середовищ, що характерні для аграрного сектору і, зокрема в тваринницьких приміщеннях, та є причиною відмов контактних систем апаратів.

Матеріал срібло-нікель застосовується більш широко, ніж срібло, срібло-мідь, срібло-оксид кадмію. З метою економії срібла використовується нікелевий і мідний прошарок, наприклад, контакти марки CrH90+M1 (використовуються для пускачів ПМЛ 1000) і КМК - А30 мн.

Найбільш поширеними в Україні (а також і в цілому світі) для середньо- і сильноточних контактних є матеріали срібло-оксид кадмію (вміст 10-15%CdO). Загалом існують різноманітні спроби заміни контактного матеріалу Ag-CdO на більш екологічно безпечний матеріал. Існують дані де повідомляється, що до складу цього матеріалу додають незначні долі літію в складі Li_2O або Li_2CO_3 , а також вводять мікродомішки металів Na, K, Li. Нажаль, цей чудовий матеріал є токсичним і за деякими нормативними документами кадмій відносять до речовин 1-го класу небезпеки.

Контакти з міді, її сплавів і композицій завдяки низькій вартості, достатньо високій механічній міцності, високим значенням питомої провідності і теплопровідності широко застосовуються в різного роду сильноточних контактних і вимикачах. Контактні матеріали на основі міді можуть бути використані для апаратів, що працюють в електроустановках сільського господарства, при невисокій вартості із заданим рівнем надійності щодо перехідного опору. Для підвищення електроерозійної стійкості і збереження стабільного контактного опору до контактних матеріалів були введені легуючі домішки. Як домішки до основи використовується ряд елементів і з'єднань, легкоплавкі і тугоплавкі, рідкоземельні і благородні метали. Металічними домішками найбільше виступають: Ni, In, Bi, Sn, Zn, Fe, Co, Mo. Із з'єднань, які входять до матриці контактних матеріалів, найчастіше використовуються з'єднання типу оксидів, карбідів, боридів, інтерметалідів. Використовуються домішки, які знижують схильність металу до зварювання: графіт, бор, нітриди.

Проведені експлуатаційні випробування електричних апаратів з екологічно безпечними контактними матеріалами на основі міді з легуючими домішками засвідчують їх виробничу придатність для роботи в складі електрообладнання сільськогосподарського призначення. Економічна

ефективність застосування пускачів та реле з дослідними контактами досягається за рахунок значно меншої вартості контакт-деталей (приблизно в 20- 22 рази).

Література

1. Кохановский С.П. О некоторых возможностях экономии серебра в коммутационных аппаратах сельскохозяйственной электрификации / С.П.Кохановский, В.А.Наливайко, С.Б.Борцеховский // Повышение эксплуатационной надежности электрооборудования в сельскохозяйственном производстве. Сборник научных трудов. – К.: УСХА. – 1993. – С. 118 – 122.
2. Электрические контакты и электроды: Сб. науч. тр. – К.: НАН Украины. ИПМ, 1999. – 163 с.
3. Патент 1790821 СРСР, МКИ⁵ Н 01 Н 1/02, С 22 С 9/00. Спечений електроконтактний матеріал на основі міді / Братерська Г.М., Коханівський С.П., Донцова Т.О., Наливайко В.А., Сагач М.Ф., Коробський В.В. (СРСР); заявник УСГА і ИПМ АН УРСР. – заявл. 22.05.1991. (для службового користування). Відкритим друком не опубліковано.
4. Патент 1792445 АЗ СРСР, МКИ⁵ С 22 С9/00, Н 01 Н 1/02. Спечений матеріал для електричних контактів на основі міді / Братерська Г.М., Коханівський С.П., Донцова Т.О., Наливайко В.А., Коробський В.В., Мрачківський А.М. (СРСР); заявник УСГА. – №5009871/02; заявл. 03.07.1991; опубл. 30.01.1993, Бюл. №4, 1993 р.
5. Коробський В.В. Визначення величини ерозії контактів електромагнітних пускачів та реле / В.В.Коробський, А.М. Мрачківський // Вісник ХНТУ сільського господарства. – Харків: Вид-во ХНТУ, 2010. – Вип. №130. – С. 125 – 128.

УДК 581.1.633.4

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ РЕЧОВИНИ В СИСТЕМІ «ЖИВИЛЬНИЙ РОЗЧИН - РОСЛИНА»

Сухін В. В. Інженер; Панкова О. В. к.с-г.н., доцент;

Лисиченко М. Л. д.т.н., професор

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка,
м. Харків, Україна*

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Овочівництво є важливою соціальною бюджетоформуючою галуззю АПК України і складає близько 20 % в структурі валового об'єму виробництва продукції рослинництва. З 2014 р. споживання овочів знаходиться на межі встановлених медичних норм 163,2 кг, що значно нижче аналогічного показника серед більшості країн СНД (Грузія – 184 кг, Казахстан – 195 кг, Вірменія – 288 кг і т.д.), а імпорту сьогодні становить на рік 225 тис. т, що у 7,8 рази перевищує рівень 2000 р. Крім того, середній рівень врожайності овочів відкритого і захищеного ґрунту за всіма категоріями господарств становить близько 20,0 т/га, що обумовлює 11 позицію серед країн Європи [1]. Обсяги виробництва овочів у закритому ґрунті до 2025 р. в Україні

планується довести до 15 млн. 515 тис. т при рівні врожайності близько 30,0 т/га, та збільшення площі теплиць до 520 тис. га. Для досягнення сформульованих показників доцільно розробити нові технології підвищення продуктивності овочевих культур, наприклад при вирощуванні рослин в гідропонних установках на основі використання лазерного випромінювання [2]. Однак, для переходу від експериментальних досліджень до реального виробництва необхідно мати можливість прогнозувати інтенсивність розвитку рослин.

Мета дослідження. Розробити математичну модель міграції живильних елементів в системі «живильний розчин-рослина».

Основні матеріали дослідження. В літературі досить детально досліджена міграція макро- і мікроелементів в ґрунтах, однак не в повній мірі з'ясовані закономірності їх міграції в системі «живильний розчин-рослина» під впливом зовнішнього електромагнітного поля в умовах гідропоніки. Основною вимогою до запропонованої моделі є незначна складність та достатня відповідність поставленій задачі моделювання. Для вирішення поставленої задачі обмежимося спрощеними рівняннями, які описують ростові процеси і одномірними (по вертикальній координаті) рівняннями дифузії живильних речовин в стеблі рослини. Аналіз літературних джерел показує, що найбільш доцільно використати нелінійні диференційні рівняння 1-го порядку, які розв'язуються при заданих початкових умовах [3]:

$$\frac{dh_r}{dt} = k_r(t) \frac{H_r - h_r}{h_r}, \quad \frac{dh_s}{dt} = k_s(t) \frac{H_s - h_s}{h_s},$$

де h_r, h_s – довжина кореневої та висота надводної частини рослини; $k_r(t), k_s(t)$ – коефіцієнт росту кореневої та надводної частини рослини; H_r, H_s – максимальна довжина відповідних частин рослини.

Запропонована модель ґрунтується на уточненні моделі дифузії хімічних елементів в рослині викладеній в роботі [3] з урахуванням уявлень про рух розчинів в системі «ґрунт-рослина» [4] та на основі власних експериментальних досліджень. Так, міграція живильних речовин в зоні кореня описується рівнянням:

$$\frac{\partial C_r}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left(D_r \frac{\partial C_r}{\partial y} \right) + f_r(y, t), \quad t > 0, -h_r(t) \leq y \leq 0,$$

а в надводній частині рослини рівнянням:

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left(D_s \frac{\partial C_s}{\partial y} \right) + f_s(y, t), \quad t > 0, 0 \leq y \leq h_s(t).$$

Умови співвідношення концентрації та маси живильних елементів на межі кореневої та надводної зони мають вигляд:

$$C_r(0,t) = C_s(0,t), \quad D_r \frac{\partial C_r}{\partial y} \Big|_{y=0} = D_s \frac{\partial C_s}{\partial y} \Big|_{y=0}.$$

де $C_r(y,t), C_s(y,t)$ – концентрації живильних речовин в кореневій та надводній частині рослини; D_r, D_s – коефіцієнт дифузії живильних речовин у відповідних частинах рослини; $f_r(y,t), f_s(y,t)$ – інтенсивність поглинання живильних речовин у відповідних частинах рослин.

Вигляд наведених функцій встановлюється на основі аналізу експериментальних досліджень для конкретних рослин в гідропоніці.

Висновок. Таким чином, розв'язання вказаних рівнянь з урахуванням визначених співвідношень дозволяє прогнозувати розвиток рослин завдяки зміні міграції живильних речовин в його частинах.

Література

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / [за ред. академіків НААН Я.М. Гадзала, М.І. Башенка, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка] – К.: Аграр. Наука, 2016. – 216 с.
2. Сухін В.В. Експериментальне дослідження впливу низькоенергетичного лазерного випромінювання на кореневу систему квасолі – DOI: 10.51388/2220-8674-2019-15 / В.В. Сухін, М.Л. Лисиченко // Науковий вісник ТДАТУ DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Вип.9. – Том.1.
3. Франс, Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж.Г.М. Торнли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
4. Най, П. Х. Движение растворов в системе почва-растение: монография / П. Х. Най, П. Б. Тинкер. – М.: Колос, 1980. – 368 с.

УДК 628.3:621.3

ЕЛЕКТРОЛІЗНЕ ПРОДУКУВАННЯ ДЕЗИНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ

Штена В. М., к.т.н., доц; Машуніна А. О., студент; Вороніч О. В., студент; Шикунець О. Б., студент

Поліський державний університет, Республіка Білорусь

Аналіз оцінки стійкості коронавірусів до умов навколишнього середовища показали, що вони можуть зберігати життєздатність на різних поверхнях протягом більше 48 годин в умовах середньої кімнатної температури (+20°C) і відносної вологості 40%. Доведено, що такі віруси можна знищити нагріванням та дезінфікуючими засобами, тобто біоцидами (наприклад, 70% етанолом, 0,1–0,5% гіпохлоритом натрію). Ці результати знайшли відображення у рекомендаціях Департаменту Охорони здоров'я Європейського Союзу стосовно того, що в разі ризику зараження коронавірусами (COVID-19), з метою дезінфекції, рекомендується обробити поверхні предметів та приміщень розчинами гіпохлориту натрію (ГПНХ).

З точки зору оперативності та локалізації виробництва продукування гіпохлориту натрію доцільно здійснюють методом електролізу розчину

хлористого натрію NaCl (кухонної солі) у спеціалізованому електротехнологічному обладнанні. При цьому використовують два шляхи отримання кінцевого продукту марки «Е»: із застосуванням мембранного поділу катодного і анодного (електродного) простору електролізера і без такого поділу (бездіафрагменний агрегат) [2].

У мембранній електролізній установці анодний і катодний простори відокремлюються один від одної катіон-проникною мембраною. При цьому в анодну камеру подається розчин кухонної солі, в катодну камеру – вода. На катоді вода (H_2O) під впливом електричного струму розкладається на іони гідроксиду (OH^-) і водень (H_2). На аноді хлориди (Cl^-) окислюються до молекулярного хлору (Cl_2). Під впливом електричного струму катіони натрію (Na^+) дифундують через мембрану, переходять у катодний простір (католіт) і взаємодіють з аніонами OH^- , утворюючи при цьому їдкий натрій (NaOH). Виділений з аноліту хлор подається у реактор, де він вступає в реакцію з католітом, який містить їдкий натрій і водень, утворюючи ГПХН, який збирають в приймальну ємність.

При електролізі розчину хлориду натрію у бездіафрагменному електротехнологічному агрегаті отриманий у результаті реакції гідроксид натрію взаємодіє із соляною і хлорнуватою кислотами, утворюючи, відповідно, хлорид і гіпохлорит натрію (дезинфікант).

Основним показником ефективності процесу електролізу є вихід за струмом цільового продукту – ГПХН [1, 3].

При цьому величина виходу за струмом (h) є основним показником більшості виробничих процесів електролізу. Чим вищі його значення, тим енергоефективніше протікають електрохімічні перетворення, тобто тим нижчі енергетичні витрати на отримання одиниці готового продукту.

На вихід за струмом (h) впливає ряд факторів:

- величина напруги на електролізері;
- показники електроліту (вхідна (початкова) концентрація хлориду натрію, температура, наявність домішок тощо);
- ступінь використання розчину хлоридів;
- утворення відкладень на катодах;
- конструктивні особливості (матеріал і форма електродів, міжелектродна відстань тощо).

Відповідно, аналізуючи можливість оперативного корегування ефективності режимів функціонування електротехнологічного обладнання продукування дезінфікуючих засобів на основі ГПНХ, можна констатувати, що до найбільш перспективних заходів відносяться:

- створення умов неможливості дії негативних чинників на електродну систему (попередня водопідготовка, керовані режими живлення електролізера (включаючи переполюсування підключення анодів та катодів),

температурних та гідродинамічних параметрів потоку розчину електроліту тощо);

-забезпечення адаптивного (бажано інтелектуального) керування вольт-амперними характеристиками генерування гіпохлоритного розчину із метою цільового формування подвійного електричного шару (ПЕШ), який виникає у наслідок контакту двох фаз, з яких хоча б одна є рідкою, при прагненні системи знизити поверхневу енергію.

Загалом, електролізне продукування ГПНХ являється перспективним видом отримання дезінфікуючих засобів, перш за все через можливість локалізації виробництва без спеціалізованих хімічних потужностей та суттєвого ступеня автоматизації технологічних процесів.

Література

1. Штепа В. М., Гончаров Ф. І., Сироватка М. А. (2007) Обґрунтування та розробка критерію енергоефективності функціонування електротехнологічних систем водопідготовки. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. Вип. 161, С. 187–193.

2. Штепа В. М. (2018) Обґрунтування робочої міри ефективності електротехнологічної водоочистки *Енергетика і автоматика*, № 4. С. 99–111.

3. Штепа В. Н. Левчук А. П. (2018) Концепция управления оборудованием водоочистки с учетом доминирующего загрязнителя. *Агропанорама: научно-технический журнал*. № 5, С. 33–38.

УДК 631.382.3

ЕНЕРГООЩАДНІ РЕЖИМИ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

***Котов Б. І., д.т.н., проф.; Панцир Ю. І., к.т.н., доц.;
Герасимчук І. Д., к.т.н., доц.***

*Подільський державний аграрно-технічний університет,
м. Кам'янець-Подільський, Україна*

В системі заходів, які забезпечують збереження урожаю зернових культур важливою і енергонасиченою технологією є сушіння. Сушіння дозволяє знизити вологість зерноматеріалу до рівня, що забезпечує його стійке тривале зберігання, інтенсифікувати знищення шкідників і мікроорганізмів, підвищити показники якості.

Існуючи традиційні способи конвекційного сушіння зерна, як джерело теплоти використовують переважно рідке і газове паливо, продукти спалювання якого в суміші з повітрям утворюють сушильний агент. Сушильний агент є одночасно теплоносієм і поглиначем вологи.

Якщо у сушильного агента залишити тільки функцію воловідведення випареної із зерна вологи і організувати адресний підвід енергії до зернового матеріалу шляхом інфрачервоного випромінювання та/або електричним

полем надвисокої частоти, то можна без зайвих затрат на нагрівання і транспортування сушильного агенту довести зерно до кондиційної вологості.

Особливістю нагрівання вологого матеріалу електричним ІЧ або НВЧ-полем є його проникнення в зернівку без проміжного газового середовища, а кількість теплоти в матеріалі визначається його вологістю і, відповідно, температура у вологому зерні буде вища чим у зневодненого зерна.

Сутність нової технології полягає в тому, що вологий поверхневий шар зернового матеріалу інтенсивніше поглинає ІЧ випромінювання, його температура швидко збільшується. В результаті поверхневий шар зневоднюється, а частина не випаруваної вологи переміщується до центру під дією градієнта температури. На другому етапі зерно обробляють полем НВЧ, енергія якого поглинається внутрішньою вологою, яка під дією утворюваного градієнта вологовмісту переміщується у вигляді пари і рідини до поверхні, з якої і видаляється в оточуюче повітря. Таким чином зерноматеріал висушується з мінімальними втратами енергії. Так як в процесі сушіння не використовується сушильний агент, то процес може бути реалізовано при зниженому тиску (часткове вакуумування камери). При цьому процес відбувається при знижених температурах (35-40 °С), що є енергетично оптимальним для насінневого матеріалу.

Література

1. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // Инженерно-физический журнал. Минск, т.78, № 1.–2005. – С. 88–93.
2. Моделювання і розрахунок енергозберігаючих режимів сушіння і термообробки вологих матеріалів під дією енергетичних полів. //Б.І. Котов, Ю.І. Панцир, І.Д. Герасимчук. // Програма XIX Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки".

УДК 621.356.48:622.794.7

ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПТАШНИКОМ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНОЇ ТЕПЛОТИ З ЕЛЕКТРООЧИСТКОЮ ПОВІТРЯ

Грищенко В. О., к.т.н.

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

Тепловий баланс для утримання птахів характеризується наявністю надлишкової біологічної теплоти і загазованістю повітря. При утилізації теплової енергії відпрацьованого повітря можна суттєво скоротити або виключити втрати енергії на нагрівання припливного повітря. Використання рекуперативних або регенеративних утилізаторів при значних витратах вентиляційного повітря, не завжди оправдано економічно (значна матеріалоємність об'єму устаткування). Запиленість і вологість

вентиляційних викидів, зумовлює конденсацію на поверхні теплообмінників і відповідне засмічення поверхонь. Необхідність застосування фільтрів, перед утилізаторами є очевидною.

Використання часткової рекуперації внутрішнього повітря, зменшує тепле навантаження на утилізатори викидної теплоти і відповідно їх габарити і вартість. Але без комплексної очистки рециркулюючої частини (або всього) повітря порушуються зоогігієнічні норми.

Проведений аналіз технічних засобів комплексного очищення повітря [1, 2] виявив, що найбільш повно зоотехнічним вимогам задовольняють електрофільтри, які мають такі переваги: висока ступінь очистки (10...0.1 мкм); низький аеродинамічний опір; незначне споживання електроенергії; можливість автоматизації та інш. В полі коронного розряду відбуваються процеси іонізації, озонування та інші які сприяють знезаражуванню повітря і очищення від патогенної мікрофлори.

Функціональні схеми електронно-іонної обробки і очищення повітря наведено на рис. 1 і рис. 2.

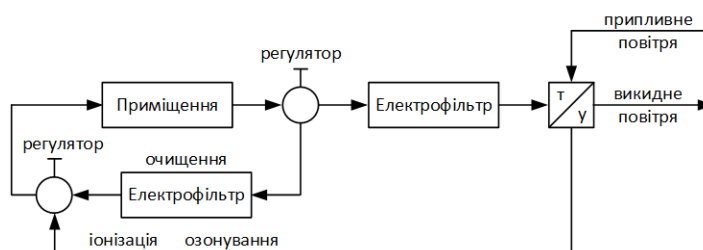


Рис. 1. Схема утилізації біологічної теплоти з автономним електрофільтром рециркуляції

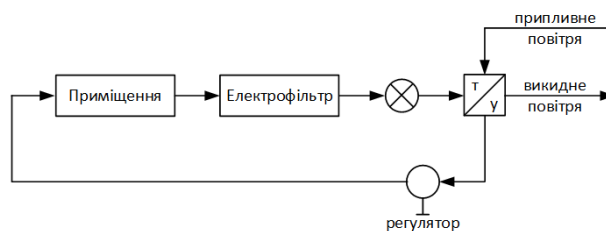


Рис. 2. Схема підготовки повітря в пташнику

Література

1. Классен Ю. В. К обоснованию применения аппаратов электронно-ионной технологии для создания нормированных параметров микроклимата. *Сб. научн. трудов ЦелинНИИМЭСХ*. 1987. С. 62–65.
2. Возмилов А. Г. Эффективность очистки воздуха от искусственного аэрозоля системой электрификации. *Ветеринария*. 1991. Вип. 1. С. 20–23.

**ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУБСТРАТУ НА ОСНОВІ
ЕКСКРЕМЕНТІВ ТВАРИН ПРИ МЕТАНОГЕНЕЗІ ПОД ДІЄЮ
МАГНІТНОГО ПОЛЯ**

*Заблодський М. М.¹, д.т.н., професор; Жильцов А. В.¹, д.т.н., професор;
Pugalendhi S.², Ph.D., Professor; Subramanian P.², Ph.D., Professor*

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

*²Department of Renewable Energy Engineering,
Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore 641003, India.*

Проблема підвищення енергоефективності біогазових установок і утилізації відходів на підприємствах агропромислового комплексу та фермерських господарствах стає усе більш актуальною, оскільки збільшується споживання біогазу в технічних цілях як альтернативного джерела енергії [1,2]. Вивченню фізико-хімічних факторів, що впливають на біогазовий потенціал і метаболічну активність метаногенних мікроорганізмів присвячена множина робіт. У роботі [3] проаналізовані та узагальнені результати досліджень особливостей використання магнітних наночастинок у якості перетворювачів деформуючої дії негріючих низькочастотних магнітних полів (НЧ МП) на прикріплені до їхньої поверхні біоактивні макромолекули, молекулярні біонаноструктури й клітки. Показане, що в НЧ МП із частотою від одиниць до сотень Гц і індукцією до сотні мТл магнітні наночастинок розміром 10-50 нм здатні генерувати сили, достатні для активування практично всіх важливих біохімічних процесів у біомакромолекулах і клітках. У випадку з ферментативними реакціями ефективність ферменту буде залежати від включення зовнішнього магнітного поля або участі в іон-радикальній реакції партнера з наявністю магнітного моменту – магнітного ізотопу хімічного елемента [4]. В експериментах *in vitro* було виявлено, що магнітний ізотоп магнію ²⁵Mg, а також цинку ⁶⁷Zn і кальцію ⁴³Ca в 2– 4 рази прискорював синтез АТФ . Встановлене, що кількість колонієутворюючих одиниць бактерій *E.coli*, збагачених магнітним ізотопом магнію ²⁵Mg суттєво вище в постійних зовнішніх магнітних полях 0–25 мТл. Дослідження показали, що електричні поля активують колонії мікроорганізмів, при цьому спостерігаються зміни показників в'язкості і *Ph* водного середовища, у системі фіксується поява молекулярного водню [5]. Вплив постійного магнітного поля може збільшувати колонієутворюючу здатність бактеріальної культури [6]. Приділяється увага біоелектромагнітної стимуляції культур живих кліток для біотехнології й біоенергетичних застосувань із використанням низькочастотних електричних полів [7]. Для розуміння принципів функціонування біологічних мембран важливим є

механізм проходження іонів у вузьких порах іонних каналів. Для розрахунків звичайно канал представляють у вигляді набору енергетичних бар'єрів і ям, не даючи конкретної фізичної картини структурних особливостей каналу. У роботі [8]. досліджено вплив магнітних полів надзвичайно низької частоти на рух Ca^{2+} у біологічній системі, що складається з високоочищених везикул плазматичної мембрани. Протестовані дві квантово-механічні теоретичні моделі, які припускають, що біологічно активні іони можуть бути пов'язані з каналним білком і впливати на стан відкриття каналу. В роботі [9]. наведено аналіз стійкого осесиметричного стоку потоку електропровідний в'язкої нестисливої рідини через сферичну частинку, покриту пористою оболонкою в присутності однорідного магнітного поля. Для моделювання потоку через рій сферичних часток використовувався метод клітинної моделі, тобто передбачається, що пориста сферична оболонка укладена в гіпотетичне гніздо тієї ж геометрії. Однак, універсального механізму, здатного пояснити процеси, що відбуваються в клітці при впливі магнітного поля – постійного, змінного або імпульсного, – поки не запропоноване.

У роботі розроблено моделі зміни фізико-хімічних характеристик і встановлено експериментальних залежностей електричної провідності, pH і біопотенціалу субстрату в процесі метаногенезу при дії низькочастотного електромагнітного поля.

Література

1. Omer A. Biogas technology for sustainable energy generation: development and perspectives. *MOJ App Bio Biomech.* 2017;1(4):137–148.
2. Krzystek, L., Wajszczuk, K., Pazera, A. et al. The Influence of Plant Cultivation Conditions on Biogas Production: Energy Efficiency. *Waste Biomass Valor* (2019).
3. Новые подходы к нанотераностике: полифункциональные магнитные наночастицы, активируемые негреющим низкочастотным магнитным полем, управляют биохимической системой с молекулярной локальностью и селективностью/ Ю.И. Головин, Н.Л. Клячко, А.Г. Мажуга и др.// *Российские нанотехнологии*, volume 13. №. 5–6'2018. – С.3-25.
4. 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.
5. Влияние электростатического поля на биосистемы./ А.Ю. Никифоров, Л.О. Никифорова, В.А. Будаева/ *Материалы XI Международной научно-практической конференции «Trends of modern science – 2015»*. – С. 31-39. Editor: Michael Wilson. 2015 Издательство: Science and education LTD.
6. Horiuchi S, Ishizaki Y, Okuno K, Ano T, Shoda M. Drastic high magnetic field effect on suppression of *Escherichia coli* death. *Bioelectrochemistry* 53:149–153 (2001).
7. C.Mateescu, A.Caramitu, D. Marin, N. Butoi. Methanogenes Stimulation in Electric Fields for Frequencies in Range of 0,1- 500Hz. *Electrotehnika, Electronica, Automatica*, 2017, vol.65, no.1, pp.67-71.
8. Interaction between weak low frequency magnetic fields and cell membranes. C.L.M. Bauréus Koch M. Sommarin B.R.R. Persson L.G. Salford J.L. Eberhardt First published: 13 August 2003.

9. Effect of magnetic field on the hydrodynamic permeability of a membrane built up by porous spherical particles. Yadav, P.K., Deo, S., Singh, S.P. et al. Colloid J (2017) 79: 160.

UDK 628.161.2:546.71

**ELECTROSTATIC ADSORPTION PROPERTIES OF FOAM
POLYSTYRENE FILTER, NANO COMPOSITES OF THE
MULTIWALLED CARBON NANOTUBES AND POLYETHYLENE,
POLYVINYL CHLORIDE**

***Onanko Y. A.¹, phd student; Ilyin P. P.², phd, associate professor;
Charnyi D. V.¹, dsc, sen.sci.res.; Onanko A. P.³, phd, sen.sci.res.;
Kulish M. P.³, dsc, professor; Dmytrenko O. P.³, dsc, associate professor;
Pinchuk-Rugal .T. M.³, phd, jun.res.***

*¹Institute of water problems and land reclamation NAAS,
Kyiv, Ukraine*

*²National university of life and environmental sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

³Kyiv national university, Kyiv, Ukraine

Introduction. The mechanism of the sensitizing effect of surfactants in the production of mineral fertilizers and feed additives can be represented as follows: detergents interact with lipid-protein membranes of cells of organs and tissues and cause changes in the structure and function of cells.

Experiment methodology. Experimental methods were used: metallography optical supervision of microstructure by means of the microscope "LOMO MVT", atomic-force microscopy (AFM) with high resolution. Ultrasonic (US) pulse-phase method for determining the velocities of elastic waves using USMV-LETI, modernized USMV-KNU and computerized KERN-4 on fig. 1 measurement equipments, US invariant-polarization method for determining effective acoustic μ il and elastic constants C_{ijkl} were used [1,2].

The ultrasound (US) device KERN-SG, computer device KERN-4 measuring of velocities is consist in measuring block and computer with operation system "Windows XP". The program KERN-4 ensures the management of measured block basic subsystems, the reflection of receiving signal in digital oscilloscope regime, which remember, and the calculation of US velocity V and indication of its size on indicators. The measuring block is consist of generator, force magnifier, management-1 module, management-2 module, receiver, power module. The management block is consist of the generator created pair impulses selection scheme, which follow with clock rate, the standard and measuring impulses forming scheme and synchronization scheme of deflection. The frequency range $f = 0,3 \div 2$ MGz [2].

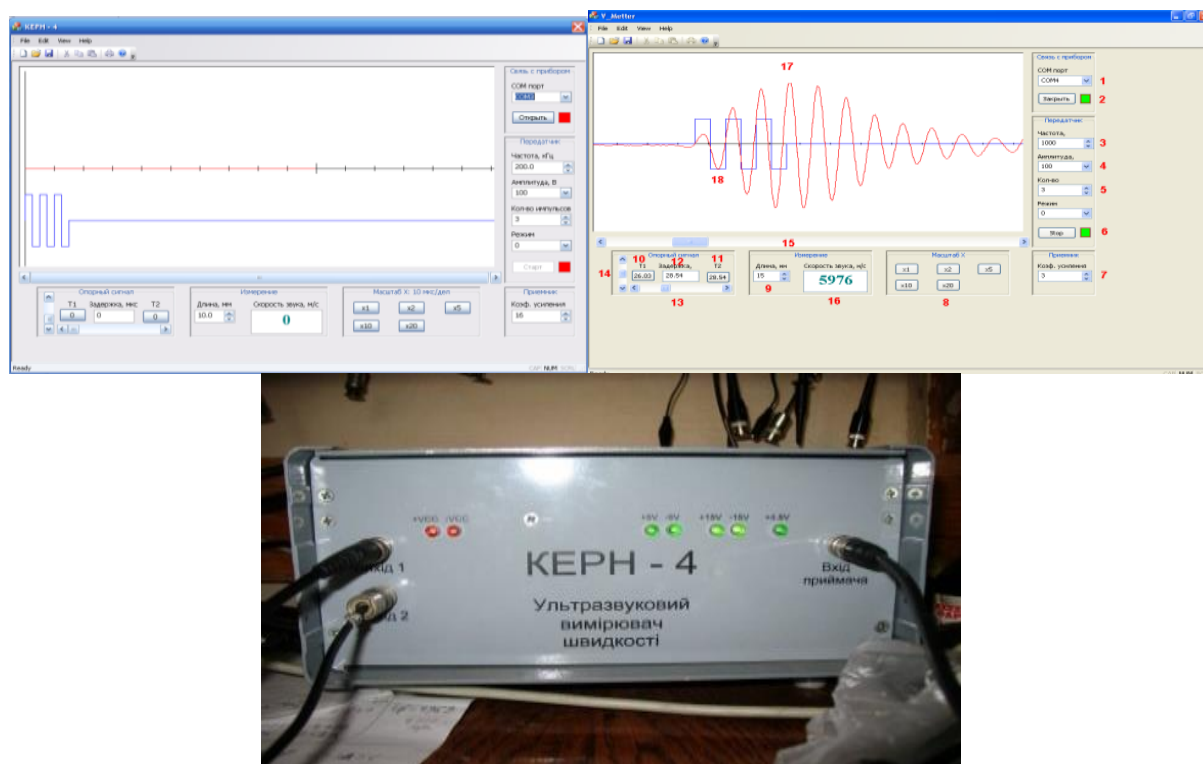


Fig. 1. The window illustration of data treatment of elastic waves velocities measuring by the impulse phase ultrasound method at frequency $f_{\parallel} \approx 1$ MGz, $f_{\perp} \approx 0,7$ MGz and appearance of measurement equipment KERN-4

Results and discussion. The process of the retention of phytoplankton on foam polystyrene C₈H₈, mineral zeolite Ca [Al₂Si₄O₁₂]₂H₂O filtering loading was experimentally studied and its effectiveness was confirmed for drain water treating. The influence of ultrahigh frequencies (UHF) microwave field temperature gradients ΔT on the dynamics of the destruction of the zeolite structure during its heating was investigated.

A, s. u.

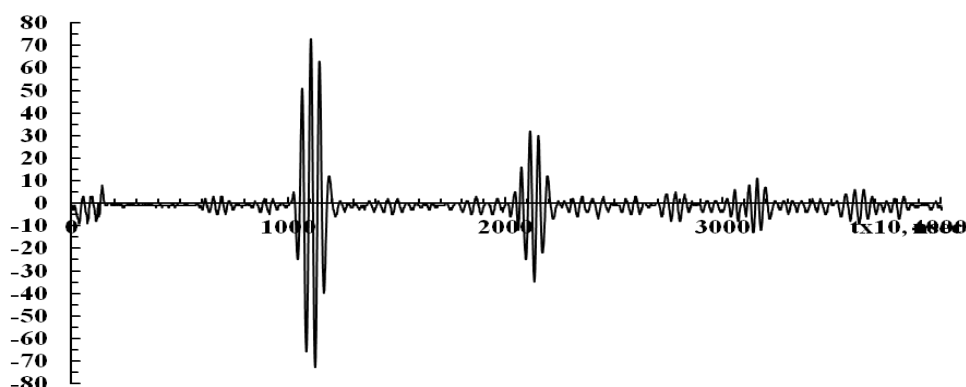


Fig. 2. Oscilloscopegramma of impulses with longitudinally polarization $V_{\parallel}$ in Si by the impulse phase ultrasound method at frequency $f_{\parallel} \approx 1$ MGz. The logarithmic decrement of ultrasound attenuation was $\delta = \ln \left(\frac{A_{n+1}}{A_n} \right) = \ln \left(\frac{73}{63} \right) \approx (1,47 \pm 0,1) \cdot 10^{-1}$

Conclusions

1. The measuring of the logarithmic decrement of ultrasound attenuation background δ_0 after different heat treatments gives information about the changing of the fields of the heat tension σ_i after the solution satiation and before.

2. The removing of Mn and Fe, the optimization of microbiological environment, the water preparation were carry out.

Literature

1. Golyamina I. P. Ultrasound. Small encyclopaedia. / I. P. Golyamina – M.: Sov. encycl., 1979. – 400 p.

2. Onanko Y. A. Automated system of treatment of ultrasound longitudinal and transversal velocities measuring / Y. A. Onanko, A. P. Onanko, N. P. Kulish // Metalphysics and new technology. - 2011. - V. 33, № 13. - P. 529-533.

УДК 631.365

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ЗЕРНА ПРИ ІЧ-ЕНЕРГОПІДВОДІ

Калініченко Р. А., к.т.н., доцент

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

Актуальною, поширеною і найбільш перспективною на даний момент є термообробка зернових матеріалів із застосуванням інфрачервоного (ІЧ) випромінювання. При високоінтенсивній термообробці з ІЧ-енергійним підводом зернових матеріалів – мікронізації, математичний опис тепломасообмінних процесів в зерні значно ускладнюється. Це пояснюється тим, що в процесі мікронізації, зневоднення зернового матеріалу відбувається із різною швидкістю в залежності від температури зернового матеріалу і кількості наявної в матеріалі вологи, рис.1.

Перший період зневоднення триває до “вибуху” зернівки, коли температура зернівки досягає 120-140 °С волога всередині закипає і сила тиску пари руйнує структуру зернівки; на другому етапі відбувається процес швидкого зневоднення і збільшення об’єму зернівки, експозиція цього етапу пояснюється різною вологою, масою і розташуванням зернівок відносно вектору ІЧ-випромінювання; закінчення другого і початок третього характеризуються точками перегину кривих вологості і температури, що відповідають зменшенню вологовидалення і збільшенню швидкості нагріву зерна; закінченням третього етапу вважається початок обуглювання.

Для опису процесу зневоднення зернового матеріалу в більшості випадків використовують модель Ликова О.В. [1]:

$$\frac{dU}{d\tau} = K(U - U_r) \quad (1)$$

де U – вологовміст матеріалу, кг/кг; U_r – рівноважний вологовміст матеріалу, кг/кг; K – коефіцієнт сушіння, 1/с,

Для застосування моделі Ликова для опису процесу мікронізації зерна потрібно врахувати, що коефіцієнт сушіння K для кожного періоду буде різний, оскільки, залежить від температури матеріалу, яка в свою чергу змінюється в часі і те що в критичних точках K змінюється стрибкоподібно рис.1.

Тобто:

$$K(t(\tau)) \rightarrow K(\tau), \quad (2)$$

Підставимо (2) в (1) і з урахуванням, $U(0)=U_0$ – початкова волога зерна отримаємо:

$$U(\tau) = e^{\int_1^{\tau} K(\xi) d\xi} \left(U_0 e^{-\int_1^0 K(\xi) d\xi} - U_r e^{-\int_1^0 K(\xi) d\xi} + U_r e^{-\int_1^{\tau} K(\xi) d\xi} \right), \quad (3)$$

При високоінтенсивному ІЧ випромінюванні $U_r=0$. Тоді залежність (3) перепишемо у вигляді:

$$U(\tau) = U_0 e^{\int_1^{\tau} K(\xi) d\xi} e^{-\int_1^0 K(\xi) d\xi} \quad (4)$$

На рис.2. представлена графічна інтерпретація кінетики зневоднення зерна, що отримана за залежністю (4). Залежність коефіцієнту сушіння від температури і часу для кожного періоду отримані з емпіричних даних [2].

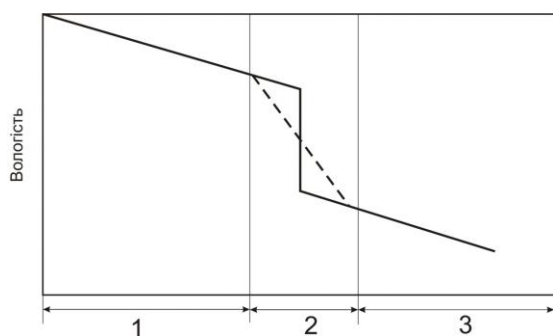


Рис. 1. Схематична модель зміни вологості, зернівки (—) і моношару (---) в часі

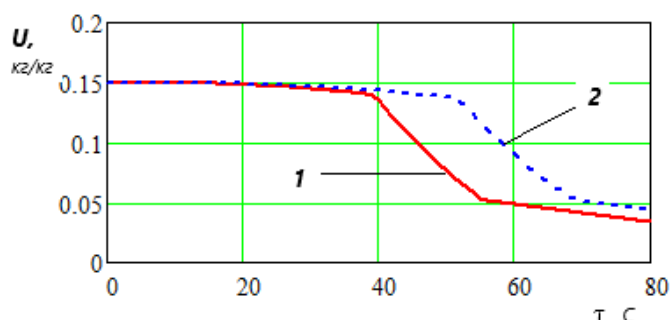


Рис. 2. Кінетика зневоднення зерна при мікронізації (1 – енергетична освітленість $E=25$ кВт/м², 2 – $E=20$ кВт/м²)

Висновки. Запропонована математична модель зневоднення зерна під час мікронізації дозволяє обґрунтовувати режимні параметри установок з ІЧ–енергопідводом для обробітку зернових матеріалів.

Література

1. Калініченко Р.А. Енергоефективні режими роботи машин для високоінтенсивної термообробки зернових атеріалів[Текст]/Р.А.Калініченко, В.Д.Войтюк – Ніжин: Видавничий центр НДУ ім.Гоголя. 2017. – 261 с.
2. Калініченко Р.А. Ідентифікація математичної моделі процесу мікронізації зерна за даними експериментів / Р.А.Калініченко, Б.І.Котов // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2017. – №5(104) – С.123–131.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА УЛЬТРАФІОЛЕТОВА УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ МОЛОДНЯКУ ТВАРИН

¹Семенов О.О., інж.; ²Лисиченко М.Л., д.т.н., професор

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

²Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка,
м. Харків, України

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Галузь тваринництва, в якій формується 30 % валового сільськогосподарського виробництва, займає важливе місце в агропромисловому комплексі економіки України. Однак, через нетехнологічні способи вирощування тварин показники середньодобових приростів і виходу життєздатного потомства на одну свиноматку в Україні значно нижчі світових, а втрати тварин у кілька разів вище. Подальший розвиток свинарства має бути спрямований на підвищення конкурентоздатності галузі за рахунок переходу на сучасні технології та будівництво нових і реконструкцію існуючих свиноферм [1]. Основною проблемою галузі впродовж останніх десятиріч є зменшення поголів'я свиней. Так, порівняно із показниками 1990 р. в усіх категоріях у 2016 р. чисельність свиней зменшилася майже втричі (від 19,4 до 6,7 млн.гол.) що призвело відповідно до зменшення виробництва свинини майже у 2,3 рази, тобто загальний дефіцит виробництва свинини нині становить близько 640,0 тис.т [2]. Для вирішення проблеми необхідно розробити нові технології та технічні засоби виробництва продукції свинарства. Одним із напрямків інтенсифікації виробництва є забезпечення сприятливих умов для життєдіяльності, зокрема за допомогою утворення штучного світлового мікроклімату [3].

Мета дослідження. Розробити енергозберігаючу світлотехнічну опромінювальну установку для ліквідації сонячної недостатності в осінньо-зимовий період при вирощуванні молодняку свиней та усунення подразнення органів зору тварин.

Основні матеріали досліджень. Відомі світлотехнічні опромінювальні установки для підвищення продуктивності, життєдіяльності та загальної резистентності молодняку тварин, які використовують джерела ультрафіолетового випромінювання [4]. Аналіз випромінювання найбільш поширеного джерела ультрафіолетового газорозрядної лампи високого тиску типу ДРТ 400 показує, що в її спектрі випромінювання необхідне ерітемне випромінювання ($\lambda_{\max} = 280-315 \text{ нм}$) складає 19,13 %, бактерицидного

випромінювання ($\lambda_{\max} = 220-280 \text{ нм}$) – 13,44 % ближнього ультрафіолетового випромінювання ($\lambda_{\max} = 350-380 \text{ нм}$) – 19,2 % та значної долі видимого випромінювання ($\lambda_{\max} = 380-560 \text{ нм}$) – 48,1 %, яке подразнює очі тварин, особливо в нічні години та призводить до нервового розладу в організмі тварин.

Крім того, аналіз опромінювальних установок з іншими джерелами випромінювання показує значні відмінності як по встановленій потужності опромінювача, режиму роботи і як результат величини споживаної енергії (табл.1) [5,6].

Таблиця 1.

Споживання електроенергії опромінювальними установками

Тип установки і джерела випромінювання	Встановлена потужність опромінювача, кВт	Режим роботи установки, год/доб	Споживання електроенергії, кВт·год/добу
1. «ИКУФ» (ЛЭ-30, ИКЗК-250)	0,285	24	6,84
2. «ИКУФ + УО-4» (ЛЭ-30, ИКЗК-250, ДРТ-400)	0,285	2	0,57
Всього по установці	0,46	1	0,46
3. «УО-4» (ДРТ-400)			1,03
4. «Запропонована установка» (LED GUVB-T21GH)	0,4	0,5	0,23
	0,005	0,5	0,0025

Технічна реалізація досягається завдяки використанню матриці лазерних напівпровідникових світлодіодів *LED* типу GUVB-T21GH з максимумом випромінювання в діапазоні ($\lambda_{\max} = 220-320 \text{ нм}$) потужністю 5 Вт. З вказаного типу світлодіодів набирається матриця [7].

Висновок. Споживання електроенергії однією матрицею напівпровідникових світлодіодів складає 0,0025 кВт*год/доб. Тобто, очікується значне скорочення споживання електроенергії на процес ультрафіолетового опромінювання молодняку тварин.

Література

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / [за ред. академіків НААН Я.М. Гадзала, М.І. Башенка, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка] – К.: Аграр. Наука, 2016. – 216 с.
2. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 рр.) / за ред. акад. НААН М.І. Башенка – К.: Аграр. наука, 2017. – 160 с.
3. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга – М.: Энергоатомизда, 1983. – 472 с.

4. Жилинский Ю.М. Электрическое освещение и облучение – М.: Россельхозиздат, 1982. – 458 с.
5. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение – М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.
6. Живописцев Е.Н. и др. Электротехнологии и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
7. UV Photodide-Roithher Lasertechnik – www.roithner-laser.com/pd_html.

УДК 621.372:623.1

**МОДЕЛЮВАННЯ ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ
В ПРОЦЕСІ СУШКИ ТИРСИ**
Середин М. Ю. інженер; Лисиченко М. Л. д.т.н., професор
Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка,
м. Харків, Україна

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблеми сучасної енергетики спонукали до пошуку нових шляхів енергозабезпечення людства, одним із яких є повернення до використання енергетичних ресурсів, від яких людство практично відмовилось на початку минулого століття [1]. Одним із таких ресурсів є відходи переробки деревини у вигляді обрізків, гілок, стружка, тріски, ін. Однак, для промислового використання їх необхідно переробити у вигляд, який буде зручний для транспортування та використання – пілети, які виготовляються із тирси [2]. Для різних видів деревини важливим термофізичним параметром є її енергетична цінність, яка залежить від хімічного складу та вологості. Так, енергетична цінність деревини вологістю 50-60 % складає 6-8 ГДж/т, а після висушування до повітряно-сухого стану(вологість 10-20 %) зростає майже у 2 рази (14-16 ГДж/т) [3]. Тому, необхідно удосконалювати технології та технічні засоби для переробки відходів деревини.

Мета дослідження. Розробити математичну модель випарювання вологи в процесі сушки тирси.

Основні матеріали досліджень. Сушка подрібнених відходів деревини – тирси здійснюється в сушильному барабані, який обертається навколо вісі. У камері згоряння барабана утворюється сухий теплоносій з температурою 500-600 °С. Подрібнені відходи деревини подається за допомогою транспортера до внутрішнього циліндру сушильного барабану. При його обертанні подрібнена маса підхоплюється лопатками, піднімається догори, а потім висипається до низу. При падінні подрібнена маса підлягає впливу теплоносія та змішуючись з ним відбувається її висихання. При цьому термін висихання маси залежить від швидкості обертання барабана, яка регулюється за допомогою використання частотно-регульованого електроприводу та

початкової вологості. Тому, для оптимізації процесу випарювання вологи із подрібненої маси деревини доцільно мати адекватну модель.

Моделювання фази газ-рідина є важливою умовою прогнозування між фазного тепло-масообміну всередині барабану. Для цього доцільно використати моделювання двофазного потоку газ/рідина в рубі, при цьому, швидкість газу, об'ємна рідина, між фазова шорсткість розглядаються, як досліджувані змінні [4]. В основу моделі покладено умову, що дві або більше фаз не є взаємопроникні, а для кожної додаткової фази обчислення повинна додаватися об'ємна частка фази, тобто у моделі сума об'ємних фракцій всіх фаз у кожному регулюючому обсязі дорівнює одиниці. Тобто, при моделюванні рівняння Нав'є-Стокса вирішуються одночасно, що дозволяє обчислити:

– безперервність:

$$-\frac{\partial}{\partial t}(\rho) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j) = S_M;$$

– момент:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial \rho}{\partial x_i} + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \sum_{i=1}^3 \frac{\partial u_i}{\partial x} \right) \right] + S_{Fi};$$

– енергія:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho E u_j) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial}{\partial x_j}(\tau_{ij}) u_i \right) - \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} q_j + S_E.$$

де ρ – щільність рідини; μ – в'язкість рідини.

Пропонована модель розглядає енергію E і температуру T як середньомасову зміну:

$$E = \sum_{k=1}^2 \alpha_k \rho_k E_k / \sum_{k=1}^2 \alpha_k \rho_k$$

де E_k – для кожної фази залежить від питомої теплоти певної фази процесу та загальної температури теплоносія.

Висновок. Таким чином, отримано вираз для розрахунку необхідної енергії для випарювання вологи в потоці в процесі сушки тирси на кожній фазі випарювання вологи.

Література

1. Кривцов В.С. Альтернативная энергетика / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев – Х.: НАЭУ «ХАИ», Севастополь: НТУ, 2006. – 643 с.
2. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: підруч. / С.О. Кудря – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
3. Энергоефективність та відновлювальні джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського – К.: «Укр. енцикл. знання», 2007. – 559 с.
4. Ghorai S, Nigan K. CFD modeling of flow profiles and interfacial phenomena in two-phase flow in pipes, Chemical Engineering and Processing Journal 45 (1) (2006) – P.55-56.

СЕКЦІЯ 5. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

УДК 621.31. – 049.34

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В НУБІП УКРАЇНИ

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

Окушко О. В., к.т.н., доцент; Міщенко А. В., к.т.н., доцент;

Антипов Є. О., к.т.н., доцент

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

Сучасне життя людства немислиме без використання енергії (електричної, теплової та ін.). Широке використання енергетичних ресурсів стало ознакою модерного розвитку економіки та підвищення добробуту людини. Основна кількість енергії надходить внаслідок спалювання газу або іншого твердого палива, запаси яких стрімко зменшуються. Тому з кожним роком стає все гострішою проблема забезпечення енергоносіями. Саме тому сьогодні досить гострою є проблема збереження та ефективного використання енергоресурсів.

Основний стратегічний напрямок підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження полягає у структурно-технологічній перебудові економіки України, а саме, створенні адміністративних, нормативно-правових і економічних механізмів, які сприятимуть підвищенню енергоефективності та енергозбереженню. [2].

Успішне вирішення проблеми економії паливно-енергетичних ресурсів можливо лише шляхом вдосконалення основних технічних заходів на всіх етапах споживання енергоносіїв. Так, наприклад, за різними оцінками такі заходи дають можливість зменшити використання теплової енергії на опалення приміщення на 30 – 50 % [1, 3].

Враховуючи загострення проблеми збереження паливно-енергетичних ресурсів та їх ефективного використання, в НУБіП України були розроблені відповідні технічні рекомендації. На основі яких визначені основні напрямки підвищення енергоефективності будівель і споруд, а найголовніше це розроблено та впроваджено автоматизовані системи обліку і регулювання витрат теплоносія на теплових пунктах.

Проектні рішення на улаштування відповідних систем автоматичного регулювання теплоспоживання передбачали встановлення приладів регулювання теплової енергії тепловим навантаженням якою була система опалення, що оснащена згідно діючих нормативних документів опалювальних приладів будівлі радіаторними термостатичними клапанами.

При проектуванні теплового пункту було проведено розрахунок витрат теплоносія у системі теплоспоживання об'єкту, а саме визначено розрахункові максимальні масові ті об'ємні витрати мережної води, розрахункові мінімальні витрати мережної води за опалювальний період, а також кількісне регулювання на джерелі теплопостачання) [1 - 4]:



Рис. 1. Загальний вигляд фрагменту прямого та зворотного трубопроводів теплового пункту з витратомірною ділянкою тепловодолічильника СВТУ-10М і клапаном вузла регулювання витрат теплоносія (макет)

В лабораторних умовах випробовувався дослідний зразок вузла регулювання витрат теплоносія (рис. 1) приладового комплексу на базі теплолічильника SA-94(SA-93XX) і контролера ТРМ-32, конструктивно об'єднаного з ПЕОМ, передусім шляхом ретельної перевірки роботи як безпосередньо з контролером, так і з спеціалізованим програмним забезпеченням OPM OWEN.

Приладовий комплекс об'єднує в собі лічильник тепла SA-94 (SA-93XX), контролер ТРМ-32 і персональну ЕОМ.

З метою перевірки функціонування контролера здійснювалася імітація зміни температури зворотної води і зовнішнього повітря та встановлювалася наявність імпульсів на вхідних затискачах електроприводу NR24-SR3 регулювального клапану BELIMO.

Література

1. Любарець О. П. Проектування систем водяного опалення / О.П. Любарець, О. М. Зайцев, В.О. Любарець // Київ. – 2010. – 200 с.
2. Міщенко, А. В. Аналіз теплового комфорту у приміщеннях навчального корпусу №8 НУБіП України після термомодернізації будівлі [Текст] / А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова, Є. О. Антипов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 194. – Ч. 1. – С. 119–123.
3. Радько І. П. Методика та обладнання для проведення енергетичного аудиту: [Електронний ресурс] / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Енергетика та автоматика. – 2018. – № 1. – С. 123–134. – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energija/article/viewFile/10596/9329>

4. Радько І. П. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Науковий вісник НУБіП України. – 2018. – № 283. – С. 275 – 280.

УДК 62 - 83: 621. 313. 333

ТРИФАЗНА ШАБЛОННА ОДНОШАРОВА ОБМОТКА КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Заблудський М. М., д.т.н, професор; Чуєнко Р. М., к.т.н., доцент

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

Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором є основою електроприводу робочих машин в промисловості та сільському господарстві. Покращання енергоефективності асинхронних електродвигунів – актуальна задача, одним із шляхів вирішення якої є використання модернізованої обмотки статора із застосуванням внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності [1].

Пропонується удосконалити трифазну одношарову обмотку із повним кроком шляхом виготовлення кожної фазної обмотки статора у вигляді двох напівобмоток, зсунутих у просторі на певний кут за напрямом обертання магнітного поля, та підключення за певною схемою електричних конденсаторів. На рис. 1 зображена розгорнута електрична схема трифазної одношарової обмотки із повним кроком. Дана обмотка складається із двох симетричних трифазних обмоток (або напівобмоток), розташованих у пазах єдиного осердя статора із просторовим зсувом їх фазних осей на кут $\delta = 30^\circ$.

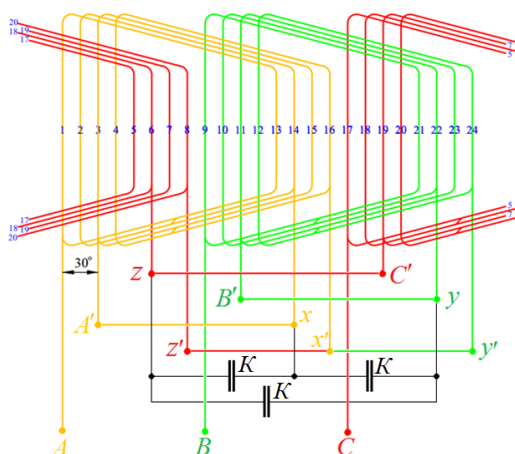


Рис. 1. Розгорнута електрична схема трифазної одношарової обмотки із повним кроком

Для утворення єдиної трифазної обмотки статора необхідно у межах кожної фазної обмотки з'єднати послідовно між собою напівобмотки

основної та додаткової обмоток: до кінця основної напівобмотки приєднати початок додаткової із можливістю приєднання до даної точки електричних конденсаторів. Наприклад, для утворення фази A необхідно з'єднати кінець фазної напівобмотки $A - x$ із початком фазної напівобмотки $A' - x'$.

Фазні обмотки статора запропонованої одношарової обмотки статора з'єднуються «зіркою», а до місць приєднання початків та кінців основних та додаткових напівобмоток фаз статора за схемою «трикутник» приєднуються електричні конденсатори. При цьому на початки фаз трифазної обмотки A, B, C подається трифазна напруга живлення, кінці трифазної обмотки x', y', z' з'єднуються у єдиний вузол, а до місць приєднання основних та додаткових напівобмоток фаз статора ($x + A', y + B', z + C'$) приєднуються конденсатори.

Магнітне поле асинхронного двигуна із запропонованою обмоткою має кращі характеристики, ніж у серійному двигуні, обраному за прототип. Зокрема крива магніторушійної сили обмотки статора уздовж довжини повітряного проміжку в компенсованому асинхронному двигуні більш наближена до синусоїдальної, а значення обмотувальних коефіцієнтів для найбільш суттєвих 5-ї і 7-ї гармонік зменшені в 3,5... 4 рази у порівнянні з серійним двигуном-прототипом.

Література

1. Effect of Internal Capacitive Compensation for Reactive Power in Induction Motor. V.I. Mishin, R.N. Chuenko, and V.V. Gavriluyk. ISSN 1068, Russian Electrical Engineering. 2009, Vol. 80, No. 8, pp. 444–449, Allerton Press, Inc., 2009.
2. Патент України на корисну модель 133466 H02K 17/02 Трифазна двополюсна шаблонна одношарова обмотка / Заблудський М.М., Чуєнко Р.М. Заявл. 26.10.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. №7.

УДК 62 - 83: 621. 313. 333

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р. М., к.т.н., доцент

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

Основою для розрахунку характеристик асинхронного двигуна (АД) є система рівнянь електричної рівноваги кіл статора і ротора у симетричному усталеному режимі. Дані рівняння виражають частковий випадок загальної математичної моделі машини як для перехідних, так і усталених процесів [1].

У компенсованих асинхронних двигунах (КАД) обмотка статора базового двигуна розділена на дві послідовно або паралельно з'єднані напівобмотки. Тому для розрахунку характеристик КАД необхідно враховувати параметри не лише всієї обмотки статора, а також її окремих напівобмоток (рис. 1).

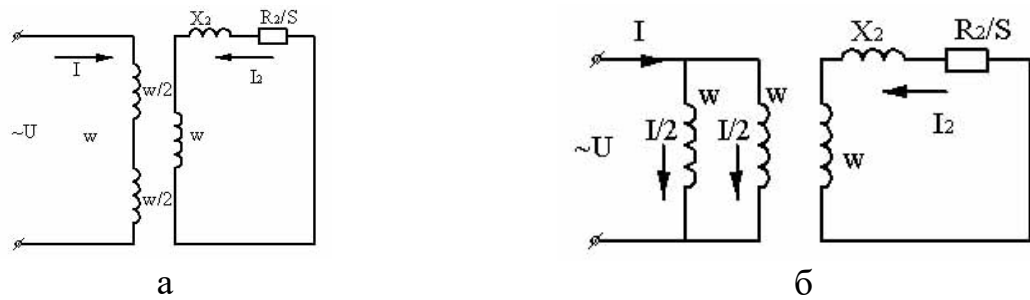


Рис. 1. Принципові електричні схеми фази КАД: за послідовного з'єднання напівобмоток фази статора (а); за паралельного з'єднання двох віток (б)

У схемі рис. 1,а обмотка статора двигуна з кількістю витків w у фазі розділена на дві послідовні напівобмотки по $\frac{w}{2}$ витків у кожній. Активний опір напівобмотки фази статора буде дорівнювати $\frac{R_1}{2}$, повний реактивний опір розсіяння напівобмотки фази статора – $\frac{X_1}{2}$, повний головний опір напівобмотки фази статора – $\frac{X_m}{2}$, де X_1, X_m – опір розсіяння та повний головний реактивний опір фази всієї обмотки статора, пропорційні w^2 [2].

Реактивний опір розсіяння кожної з послідовних напівобмоток статора, розміщених співвісно під усіма полюсами дорівнює $\frac{X_1}{2} = X_{1c} + X_{1b} = \frac{X_1}{4} + \frac{X_1}{4}$, головний реактивний опір – $\frac{X_m}{2} = X_{mc} + X_{mb} = \frac{X_m}{4} + \frac{X_m}{4}$, а опір взаємодукції напівобмоток статора з обмоткою ротора відповідно – $\frac{X_m}{2} \equiv \frac{w}{2} \cdot w$.

Якщо базовий двигун має обмотку статора з двома однаковими паралельними вітками, кожна з яких розрахована на повну напругу мережі U (рис. 1, б), то за умови паралельного з'єднання при параметрах єдиної обмотки R_1, X_1, X_m параметри паралельної вітки будуть дорівнювати відповідно $2R_1, 2X_1, 2X_m$, а при загальному номінальному струмі I_n номінальний струм паралельної вітки становитиме $\frac{I_n}{2}$. При збереженні кількості витків вітки w , яка дорівнює кількості витків єдиної обмотки, їх власний реактивний опір розсіяння і головний реактивний опір, а також опір взаємодуктивного зв'язку по полю розсіяння та по основному полю у межах єдиної обмотки зберігають свої значення, які дорівнюють опорам всієї обмотки, тобто $X_{1c} = X_{1b} = X_1$, $X_{mc} = X_{mb} = X_m$, звідки опір вітки буде становити $X_{1c} + X_{1b} = 2X_1$, $X_{mc} + X_{mb} = 2X_m$. Параметри ротора при цьому залишаються незмінними R_2, X_2, X_m .

Література

1. Мішин В. І., Лут М. Т., Макаревич С. С., Чуєнко Р. М. Асинхронні електричні машини. – Київ: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 404 с.
2. Компенсовані асинхронні двигуни: монографія / [В.І. Мішин, Р.М. Чуєнко]. – Ніжин: П.П. Лисенко М.М., 2013. – 225 с.

УДК 62 - 83: 621. 313. 333

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ОБМОТКИ СТАТОРА КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р. М., к.т.н., доцент

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

Щорічно у агропромисловому комплексі України біля 20% парку асинхронних електродвигунів (АД) підлягають капітальному ремонту [6]. Під час проведення капітального ремонту асинхронних електродвигунів є можливість здійснити їх модернізацію із використанням внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності (ВЄКРП) з метою покращання техніко-економічних показників двигунів [2].

Перший спосіб ВЄКРП в АД полягає у тому, що при послідовному з'єднанні напівобмоток статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності. При паралельному з'єднанні напівобмоток статора базового двигуна (другий спосіб) дві напівобмотки фази з'єднуються за схемою поворотного автотрансформатора на електричну ємність.

Для усіх двигунів, модернізованих із використанням ВЄКРП при послідовному з'єднанні напівобмоток фаз статора, зберігаються переріз, діаметр і марка провoda; кількість провідників у пазу, кількість елементарних провідників у одному ефективному та кількість паралельних віток базової обмотки. Виготовлення секцій обмоток здійснюється на типовому обладнанні за загальноприйнятими технологіями.

У загальному випадку на клемний щиток мають бути виведені початки основних (C1, C2, C3) та додаткових (C1', C2', C3') напівобмоток фаз статора, а також їх відповідні кінці (C4, C5, C6) та (C4', C5', C6'). При цьому обидві напівобмотки фаз статора перетинаються одним обертовим магнітним потоком. Для схем із послідовним з'єднанням напівобмоток необхідно змістити додаткові напівобмотки фаз статора відносно основних за напрямом обертання магнітного поля статора (рис. 1, а), а у схемах із паралельним з'єднанням напівобмоток – проти (рис. 1, б).

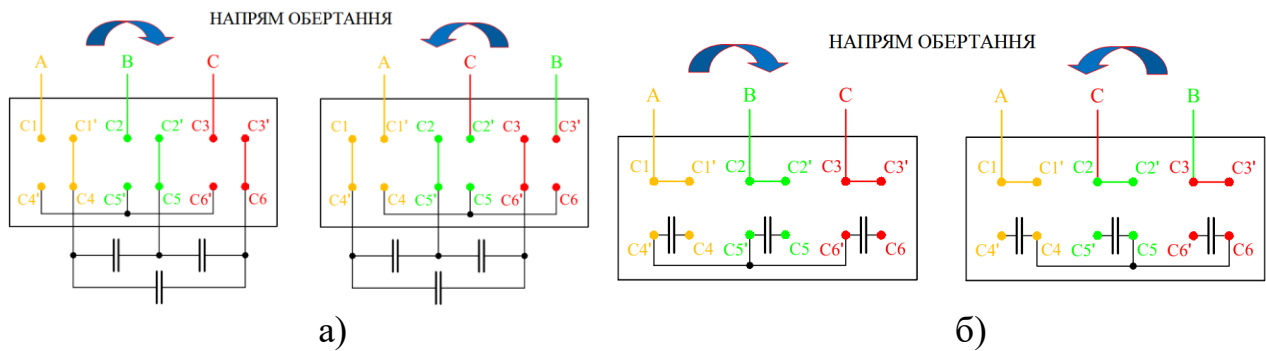


Рис. 1. Клемний щиток КАД за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора (а) та за паралельного з'єднання напівобмоток фаз статора (б)

Модернізації із використанням ВЕКРП підлягають двигуни серій 4А, АИ та інші, у яких обмотка статора може бути розділена на дві однакові частини (основну та додаткову) із виводом на клемний щиток початків та кінців напівобмоток фаз статора. При цьому зберігаються основні обмоткові дані базового двигуна.

Залежно від застосовуваного способу ВЕКРП слід правильно з'єднувати початки та кінці напівобмоток фаз статора залежно від напрямку обертання магнітного поля статора як для двигунів із послідовним так і паралельним з'єднанням напівобмоток.

Література

1. Мишин В.И. Чуенко Р.Н. Внутренняя емкостная компенсация реактивной мощности в асинхронном двигателе. Вісник НТУ «ХПІ» – Харків: НТУ «ХПІ». -2009. -№ 7.– С.106-113.
2. Компенсовані асинхронні двигуни: монографія / [В.І. Мішин, Р.М. Чуенко]. – Ніжин: П.П. Лисенко М.М., 2013. – 225 с.

УДК 62 - 83: 621. 313. 333

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ MATLAB SIMULINK

Чуенко Р. М., к.т.н., доцент

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

Новим, з точки зору дослідження динамічних режимів роботи та перехідних процесів, є компенсований асинхронний двигун (КАД) [1]. У програмному пакеті MATLAB Simulink існує стандартна бібліотека елементів SimPowerSystem, одним з таких елементів є вбудована у програму модель АД. Але, зважаючи на особливості конструкції КАД [1, 2], зокрема на просторовий зсув між його півобмотками та наявність електричної ємності

дослідження такого двигуна за допомогою стандартного елементу є неможливим.

Цікавим завданням є інтеграція рівнянь електричної рівноваги КАД у математичне середовище MATLAB Simulink, що дозволить моделювати процеси перетворення енергії у двигуні з врахуванням особливостей його будови та здійснювати порівняльний аналіз характеристик серійного двигуна та КАД на його основі. Зокрема, запис рівняння електричної рівноваги фази А основної напівобмотки статора має вигляд (рис. 2).

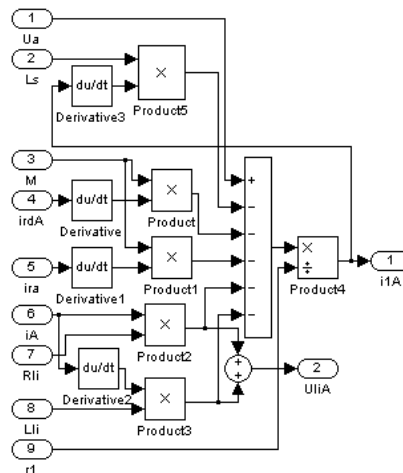


Рис. 1. Приклад запису рівняння електричної рівноваги фази А основної півобмотки статора у програмі MATLAB Simulink

Вигляд Simulink моделі КАД, з результатами розрахунку для двигуна на базі 4A71B2 показаний на рис. 4.

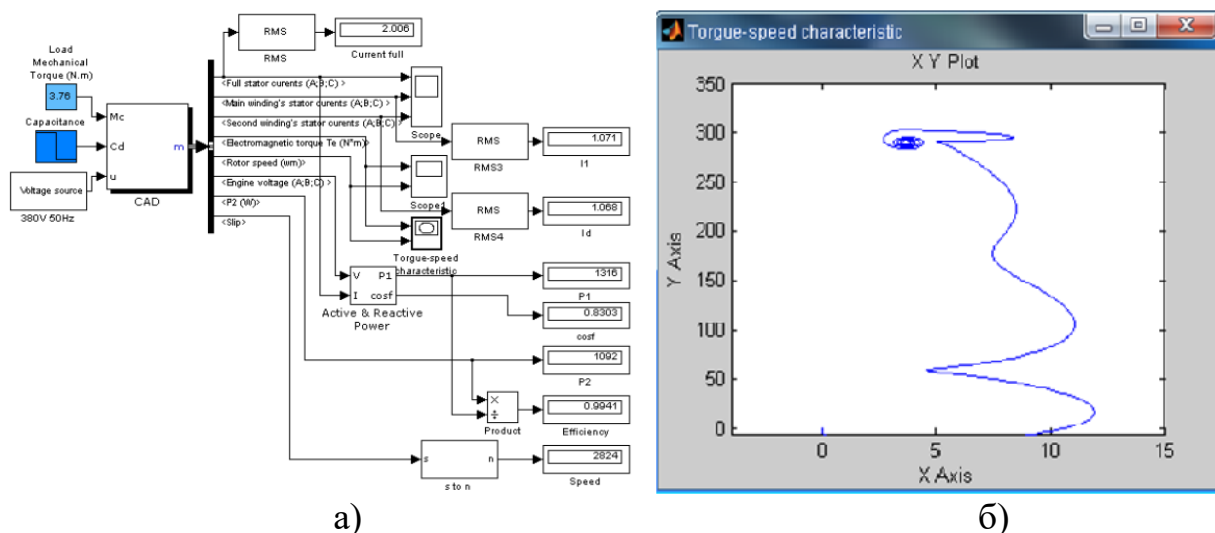


Рис. 2. Simulink модель КАД (а) та механічна характеристика КАД на базі асинхронного двигуна 4A71B2

Дана Simulink модель дає можливість моделювати механічні характеристики асинхронних двигунів та оцінювати пускові режими машин. Числове моделювання дозволяє виконати аналіз роботи АД при змінному характері навантаження на основі робочих характеристик. Виконаний порівняльний аналіз на основі одержаних робочих характеристик показав підвищення в компенсованого асинхронного двигуна ККД на 10-30%, та $\cos\varphi$ на 7-20% по відношенню до серійного асинхронного двигуна в залежності від їх навантаження, з одночасним зменшенням струму на 5-12%.

Література

1. Effect of Internal Capacitive Compensation for Reactive Power in Induction Motor. V.I. Mishin, R.N. Chuenko, and V.V. Gavriluyk. ISSN 1068, Russian Electrical Engineering. 2009, Vol. 80, No. 8, pp. 444–449, Allerton Press, Inc., 2009.
2. Мішин В.І., Каплун В.В., Чуєнко Р.М., Макаревич С.С., Гаврилюк В.В. Компенсовані асинхронні машини: монографія – К.: КНУТД, 2012. – 221с.

УДК621.327.539

ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ СТРІЧКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

Савченко В. В., к.т.н., доцент; Синявський, О. Ю. к.т.н., доцент

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

Нині при проведенні досліджень майже не приймається до уваги динаміка транспортера [1]. Дослідження перехідних процесів в електроприводах транспортерів обмежується їхнім пуском [2, 3]. Але для багатьох з них важливим завданням є дослідження зміни кутової швидкості двигуна при зміні навантаження.

Навантажувальна діаграма транспортера має змінний характер. Реальну навантажувальну діаграму можна з достатньою точністю апроксимувати ломаною лінією, вважаючи, що на її окремих ділянках момент статичних опорів змінюється у часі за лінійним законом:

$$M_c = M_{cпоч} + \gamma t, \quad (1)$$

де $M_{cпоч}$ – момент статичних опорів робочої машини у початковий момент часу, Н·м; γ – швидкість зміни моменту статичних опорів робочої машини у часі, Н·м/с.

Оскільки передаточне відношення транспортера є великим, то зведений момент інерції електропривода транспортера при зміні його завантаження змінюється не більше ніж на 2 %. Отже, момент інерції можна вважати незмінним.

Електромеханічна стала часу в 10 раз перевищує електромагнітну, тому електромагнітними перехідними процесами в електроприводі транспортера можна знехтувати і розглядати лише електромеханічні перехідні процеси.

При зміні навантаження асинхронний двигун працює на робочій ділянці механічної характеристики, яку можна вважати лінійною:

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

де M_{δ} – момент двигуна, Н·м; β_{δ} – жорсткість механічної характеристики двигуна, Н·м·с; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с⁻¹; ω – задана кутова швидкість, с⁻¹.

Електромеханічний перехідний процес описується рівнянням руху електропривода:

$$M_{\delta} - M_c = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (3)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини, Н·м; J – зведений момент інерції електропривода, кг·м²,
або

$$M_{\delta} - M_c = -\frac{J}{\beta_{\delta}} \frac{dM_{\delta}}{dt} \quad (4)$$

Рівняння (4) з урахуванням (2) можна представити у вигляді:

$$T_m \frac{dM_{\delta}}{dt} + M_{\delta} = M_c, \quad (5)$$

де T_m – електромеханічна стала часу, с.

Тоді диференціальне рівняння, яке описує зміну моменту електродвигуна, прийме вигляд:

$$T_m \frac{dM_{\delta}}{dt} + M_{\delta} = M_{сноч} + \gamma. \quad (6)$$

Розв'язавши це диференціальне рівняння, отримаємо:

$$M_{\delta} = M_{сноч} + \gamma(t - T_m) + (M_{ноч} - M_{сноч} + \gamma T_m) e^{-\frac{t}{T_m}}. \quad (7)$$

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (7) прийме вигляд:

$$M_{\delta} = M_{сноч} + \gamma \left(t - T_m \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right) \right). \quad (8)$$

Використовуючи рівняння (7), можна знайти закон зміни кутової швидкості двигуна при усталеному початковому режимі роботи:

$$\omega = \omega_0 - \frac{M_{сноч} + \gamma \left(t - T_m \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right) \right)}{\beta_{\delta}} \quad (9)$$

Таким чином, за отриманими виразами можна отримати криві перехідного процесу в електроприводі транспортера без проведення

експериментальних досліджень, що дає можливість оцінити зміну кутової швидкості та моменту двигуна при зміні навантаження.

Література

1. D. He, Y. Pang, and G. Lodewijks, "Belt Conveyor Dynamics in Transient Operation for Speed Control". International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, 2016 (10(7), pp. 859 – 864.
2. V. E. Pavlov, "Investigation of the start-up of the electric drive belt conveyor by computer simulation". Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2018 (22 (4), pp. 135 – 147.
3. Branislav Rajković, Zoran Ilić, and Radomir Mijović, (2013). "Transient time determination at start up of belt conveyor for ore". Mining and Metallurgy Institute Bor, 2013 (109), pp. 53 – 60.

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНІКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

Васюк В. В., к.т.н., ст. викл.

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

Експлуатаційні властивості – властивості, які характеризують процеси зміни параметрів об'єктів техніки при їх експлуатації, а також роботи, які необхідно проводити на об'єктах при їх технічній експлуатації і застосуванні, та пристосованість об'єктів до виконання цих робіт. До експлуатаційних властивостей техніки прийнято відносити: готовність до застосування, надійність, експлуатаційна технологічність, контролепридатність, стандартизованість і уніфіцированість, автономність, транспортбельність і пристосовуваність до базування, ергономічність.

Показником готовності об'єкта до застосування є ймовірність його готовності до застосування в заданий момент часу:

$$P_{\Gamma} = P_{\text{рем}} \cdot P_{\text{пр}} \cdot P_{\text{рес}} \cdot P_{\text{підт}},$$

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; $P_{\text{підт}}$ – ймовірність того, що до заданого моменту часу об'єкт буде підготовлений до застосування.

Показниками надійності об'єктів є показники їх безвідмовності (ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи), довговічності (середній ресурс, гамма-відсотковий ресурс, середній термін служби, гамма-відсотковий служби), ремонтпридатності (ймовірність відновлення за даний час, інтенсивність

відновлення, середній час відновлення) і збережуваності (середній термін збережуваності, гамма-відсотковий термін збережуваності).

Показниками експлуатаційної технологічності є питома трудомісткість технічного обслуговування, питома вартість технічного обслуговування, ймовірність відновлення працездатного стану об'єкта за заданий час, середній час відновлення.

На практиці, часто ефективність техніки оцінюють не за одним а за декількома показниками. Комплексна оцінка ефективності потребує штучного об'єднання декількох показників в один узагальнений показник (критерій). Наприклад, конкретною є задача "досягнення максимального ефекту при заданих витратах або при мінімальних витратах". При цьому, рішення питання оцінки практичної оптимальності об'єктів зводиться до визначення коефіцієнтів важливості (вагових коефіцієнтів) часткових показників ефективності. Практична оптимальність систем може визначатися на базі головного показника якості системи, який обирається, виходячи з їх призначення.

Таким чином, оцінка впливу експлуатаційних властивостей об'єктів техніки на ефективність її застосування відноситься до методів рішення багатокритеріальних задач оптимізації. Вибір головного показника ефективності при цьому визначається виходячи з призначення об'єкта техніки. Концептуальна складова рішення визначається також особливостями призначення об'єкта.

УДК 621.3.066.5/6:636

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОСЛІДНИХ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Коробський В. В., к. т. н., доцент; Мрачковський А. М., к. т. н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Мета дослідження – дослідити залежності фізико-механічних властивостей поверхні контактування (перенесеного матеріалу) нанесеного газоплазмовим напилюванням при узгодженні часових параметрів технологічного процесу нанесення, що дозволить підвищити ефективність і експлуатаційну надійність комутаційних апаратів.

Виявлено закономірності фізико-механічних процесів, які відбуваються при напилюванні поверхні відновлених контактних вузлів електромагнітних пускачів; досліджено залежності якості та товщини покриття, а також кількості перенесеного матеріалу від електричних характеристик технологічного процесу газоплазмового напилювання. Встановлені

закономірності формування покриття з високими механічними властивостями на контакт-деталях.

Для проведення досліджень використовувалися контактні матеріали: мідь М; латунь Л62; алюміній А99; матеріал СОК15: 85%Ag+15%CdO. Для порівняння фізико-механічних властивостей використовувалися матеріали, якими відновлені контакт-деталі електромагнітного пускача ПМЛ-1200.04. Матеріали виготовлені на основі міді та срібла з домішками металів та інших термодинамічно стійких з'єднань: 85%Cu+10%Mo+2%MoO₃+1%C+2%Ni; 94,5%Ag+2,0%Co₂O₃+2,0%C+1,5%Y₂O₃.

Специфічний механізм утворення покриттів з напилених матеріалів і складність виготовлення експериментальних зразків визначили необхідність проведення спеціальних досліджень властивостей напилених покриттів: міцності при розтягуванні і стисканні, пружних характеристик напруженого стану, теплового розширення і теплопровідності та комутаційної зносостійкості відновлених контактів.

Густина напилених матеріалів визначається методом гідростатичного зважування зразків в дистильованій воді. Зважування контактів проводиться на механічних вагах ВЛА-200М, які забезпечують точність зважування не менше 10⁻⁴ г.

Твердість відновлених контакт-деталей з різних матеріалів визначали з допомогою приладу ПМТ-3 металографічним методом. Для полегшення визначення числових значень мікротвердості при різних навантаженнях користувалися спеціальними таблицями.

Пористість газоплазмового покриття. З однієї сторони, це – побічний показник умов напилювання; пористість може слугувати параметром оптимізації процесу, а з іншої, - вона безпосередньо впливає на ефективність захисних властивостей покриття (стійкість відновленого контакту до зношування і корозії), його тепло – і електропровідність, механічні та інші властивості.

Зазначено, що нанесення покриттів газоплазмовим розпиленням – один з найбільш простих, економічно-доцільних і розвинених процесів відновлення розмірів зношених поверхонь деталей машин і, зокрема, робочих поверхонь контакт-деталей електричних комутаційних апаратів. Воно дає можливість наносити працездатні покриття практично будь-якої необхідної товщини (0,01 - 10 мм). Процес напилювання при нормальних умовах і режимах можна проводити з нагріванням контактів до температури не більше 100°C.

Поряд з позитивними особливостями газотермічне напилювання має свої обмеження в застосуванні. Не дивлячись на низькі механічні властивості напилених покриттів, їх міцність при сумісній роботі достатня, щоб відновлені контакти пускачів витримали комутаційний ресурс в 300 тис. циклів комутації.

Література

1. Анциферов В.Н. Газотермические покрытия / В.Н.Анциферов, А.М.Шмаков, С.С.Агеев. РАН Уральское отд. Ин-т металлургии (ред.). – Екатеринбург: Наука, 1994. – 318 с.
2. Korobskiy V.V. New aspects of creation of environmentally friendly composite materials for contact systems of electric equipment in the agriculture sector: 2018. 11 th International Conference "Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials" (ICEPOM-11) / V.V.Korobskiy, A.M.Mrachkovskiy // Molecular Crystals and Liquid Crystals. – Ivano–Frankivsk (Ukraine), May 21-25, 2018, – P. 35.

СЕКЦІЯ 6. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

УДК 697.34

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ КАЛОРИМЕТРІЇ

*Грабарчук А. Б., бакалавр; Василенков В. Є., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Переважає більшість дослідників і практиків у наш час визначають вищу теплотворну властивість твердого і рідкого палив двома шляхами:

1) теоретичним шляхом за даними його елементарного складу. Для цього використовується формула Д.І. Менделєєва для твердого і рідкого палива [2, 3]:

$$Q_n^p = 81C^p + 300H - 26(O^p - S_n^p) - 6(9H^p + W^p), \text{ ккал/кг}$$

де C^p , H^p , O^p , S_n^p , W^p – відповідно вагова кількість вуглецю, водню, кисню, горючої сірки і вологи в робочій масі палива, %.

Для газоподібного палива

$$Q_B^r = 0,01(Q_{CO}CO + Q_{H_2}H_2 + Q_{H_2S}H_2S + Q_{CH_4}CH_4 + Q_{C_2H_6}C_2H_6 + \dots + Q_{C_nH_m}C_nH_m)$$

де Q_{CO} ; Q_{H_2} і тому подібне – теплота згоряння кожного газу, що входить в склад палива; CO , H_2 і тому подібне – процентний зміст кожного газу в 1 м^3 палива.

2) експериментальним шляхом спалювання наважки палива в калориметрі. Цей спосіб дає найбільш достовірні результати [1]. Визначення вищої теплоти згоряння і підрахунки нищої теплоти згоряння згідно ГОСТ 147 – 95 (ИСО 1928 – 76), ГОСТ 10062 – 75, ДСТУ ІСО 1928 : 2006.

Методику калориметрії використовують при визначенні оцінки енергетичної поживності кормів комплексним способом поєднуючи, експериментальні виміри на бомбі і розрахунково-логічний спосіб. Результати досліджень при спалюванні зразка у вигляді наважки 1 г ячмінної дерті в калориметрі і підрахунки калорійності дорівнюють 4,324 ккал [2].

Література

1. Общая теплотехника. Швец И.Т., Голубинский В.И. и другие. Издательство Киевского университета, 1963. – 561 с.
2. Костенко В.М., Панько В.В., Сироватко К.М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Частина I “Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів”. – Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008.-141 с.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВИЗНАЧЕННЮ КАЛОРІЙНОСТІ ЯЧМІННОЇ ДЕРТІ

Грабарчук А. Б., бакалавр; Василенков В. Є., к.т.н., доцент

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

В роботі [1] представлено експериментально розрахунковий спосіб визначення калорійності кормів в логічній послідовності згідно ГОСТ 147 – 95 (ИСО 1928 – 76) на прикладі результатів досліджень і підрахунків калорійності 1 г. ячмінної дерті і який заслуговує на увагу своєю простотою і доступністю. В результаті спалювання наважки ячміню були отримані слідуючі вихідні дані:

Вага зразка ячмінного борошна в повітряно-сухому стані 1,931 г., приріст температури калориметра $3,27000^{\circ}\text{C}$, температурна поправка на теплове випромінювання $+0,01240^{\circ}\text{C}$, вага води в калориметрі 2168,15 г., водяний еквівалент приладу 384,56 г., утворилось тепла за рахунок спалювання запалювального дротика 14,409 кал., виникло тепла при утворенні азотної кислоти 15,169 кал.

В результаті спалювання зразка борошна та запалювального дротика температура води приросла на $3,27000^{\circ}\text{C}$ і одночасно частина тепла розсіяна приладом. В результаті підрахунку за спеціальною формулою вирахована поправка, яка становить 0,01240. Таким чином, якби втрати тепла не було, термометр показав би підвищення температури на $3,28240^{\circ}\text{C}$ ($3,27000^{\circ}\text{C} + 0,01240^{\circ}\text{C}$). Тепло згорання було передано воді та приладу, при цьому теплоємність всього приладу еквівалентна 384,56 г води. Тому потрібно вважати, що тепло було прийнято водою та приладом в кількості 2552,71 г (2168,155 г + 384,56 г).

Отже утворене в калориметрії тепло виникло в результаті згорання корму запалювального дротика та утворення деякої кількості азотної кислоти. Після підрахунку загальної кількості тепла в нього потрібно внести поправки на тепло згорання дротика і утворення азотної кислоти і лише після цього розраховувати калорійність 1 г ячмінного борошна в повітряно-сухій речовині. Продовжуємо розрахунки. Відомо, що 1 ккал – це 4,186 Дж, вона дорівнює кількості енергії, яка затрачається на підігрів 1 літра води на 10°C . В нашому прикладі потрібно розрахувати калорійність 1 г ячмінного борошна.

Кількість води разом з теплоємністю приладу становила 2552,71 г. Спалюванням 1,931 г ячмінного борошна вона була підігріта разом із випромінюванням тепла приладом на $3,28940^{\circ}\text{C}$ ($3,270000 + 0,0124000$). Отже калорійність 1,931 г ячмінної дерті становить 8,379 ккал ($2552,71 \text{ г} \times 3,28240^{\circ}\text{C}$). Тепер вносимо поправки на утворення тепла за рахунок згорання

запалювального дротика та за рахунок утворення азотної кислоти. В нашому прикладі це $14,409 \text{ ккал} + 15,169 \text{ ккал} = 29,578 \text{ ккал}$, їх потрібно відняти від загальної калорійності $8379 \text{ ккал} - 29,578 \text{ ккал} = 8349,422 \text{ ккал} \approx 8,35 \text{ ккал}$.

Далі розраховуємо калорійність 1 г ячмінного борошна. Наш зразок важить 1,931 г, він має 8,35 ккал, тому в 1 г борошна буде 4,324 ккал.

Література

1. Костенко В.М., Панько В.В., Сироватко К.М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Частина I "Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів". – Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008.-141 с.

УДК 631.3:621.1

ОЦІНКА КОРОЗІЇ МЕТАЛУ У ПІДЗЕМНИХ УМОВАХ

Кравчук Є. В., бакалавр; Василенков В. Є., к.т.н., доцент

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

Процес корозії металу у підземних умовах обумовлений великою кількістю фізичних і фізико-хімічних факторів. Середовище, в якому протікає цей процес, характеризується складними взаємозв'язками між параметрами, що призводять до того, що той або інший параметр при різних взаємодіях з іншими може діяти не тільки з різною інтенсивністю.

Діючий у тодішньому СРСР ГОСТ 9.015-74 рекомендував оцінювати корозійну активність ґрунтів по відношенню до підземних металевих споруд (в тих випадках, коли на них не передбачений обов'язковий катодний захист) за величиною питомого електричного опору ґрунту, втратою маси зразків і густиною поляризуючого струму.

Місцева корозійна активність ґрунтів відносно сталевих трубопроводів оцінюється відповідно до ГОСТ 9.015-74 за показником, що характеризує найбільшу корозійну активність відповідно до вимог таблиці.

Таблиця 1.

Корозійна активність ґрунтів по відношенню до вуглеводневої сталі залежно від їх питомого електричного опору

Показник	Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м				
	вище 100	вище 20 до 100	вище 10 до 20	вище 5 до 10	до 5
Корозійна активність	Низька	Середня	Підвищена	Висока	Дуже висока

Степінь корозійної активності ґрунту визначають тим строком, по закінченню якого у підземній споруді може утворитися наскрізна каверна.

Наприклад, строк появи наскрізних каверн для сталюого трубопроводу з внутрішнім діаметром 300 мм і товщиною стінки 8-9 мм при низькій корозійній активності ґрунту складає 25 років, при нормальній —10–15 років, при підвищеній —5 – 10 років, при високій —3 – 5 років і при особливо високій —1 – 3 роки; причому втрати у вазі складають відповідно 0 - 1; 1 - 2; 2 - 3; 3 – 6 і 5 – 6 г. в день.

Література

1. Стрижевський І.В. Защита от коррозии трубопроводов мелиративных систем. – Москва.: Колос, 1980, 142 с.

УДК 631.3:621.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ

Кльоц О. А., бакалавр; Василенков В. Є., к.т.н., доцент

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

До числа основних методів захисту від підземної корозії відносяться [1]: вибір корозійностійких металів і сплавів; ізолювання металічної поверхні антикорозійними покриттями (металічні, силікатні, пластмасові, лакофарбові і ін.); обробка корозійного середовища (застосування сповільнювачів корозії, засипка траншей інертними речовинами і ін.); електрохімічний захист.

Перший метод мало застосовується. Високолеговані сталі і деякі кольорові метали не вигідно застосовувати по економічних причинах. Застосування чорних металів без захисту не дало позитивних результатів.

Самий поширений метод захисту – нанесення покриття на поверхню металу. Захисні покриття повинні бути водонепроникними, хімічно стійкими, мати добру адгезію до металу, механічно міцними, стабільними за час перебування в ґрунті, діелектричними і т.п. Крім того вони повинні бути якісними, так як корозійний процес концентрується в несучих покриттях і корозія носить місцевий характер. Металічні покриття для захисту від підземної корозії застосовуються дуже обмежено, внаслідок їх пористості. Відомі тільки випадки гарячої оцинковки труб невеликих діаметрів. Використання для захисту підземних споруд лакофарбових покриттів часто неефективне (спостерігається відшарування плівки, старіння). Цей спосіб захисту добре застосовувати разом з електрохімічним захистом.

Для захисту підземних трубопроводів використовують обкладки з липких поліхлорвінілових і поліетиленових стрічок, товщина обкладки не >0,5 мм.

Найбільше розповсюджені різноманітні нафтобітумні захисні покриття з мінеральними наповнювачами в комбінації з обкладками.

Для захисту трубопроводів ґрунт, для зниження його агресивних властивостей, обробляють різними речовинами (кислі ґрунти вапнують, заливають цементом і т.п.).

Для збільшення однорідності ґрунту, який безпосередньо прилягає до металу застосовують спеціальні засипки, які попереджують можливість виникнення місцевих корозійних елементів. Для захисту від мікроорганізмів вводять різні отрути, які зупиняють або обмежують життєдіяльність мікроорганізмів.

Застосовують також катодний захист по наступній принциповій схемі [2]:

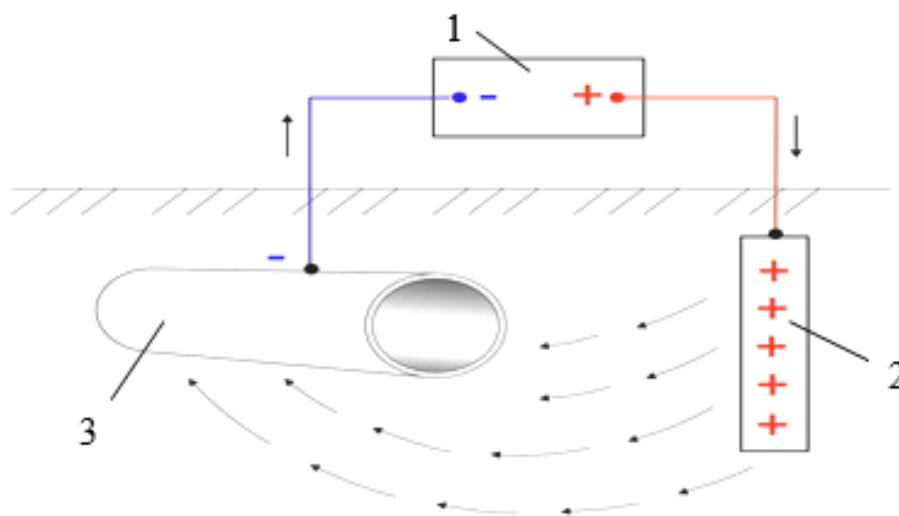


Рис.1. Принципова схема катодного захисту: 1 – катодна станція (джерело струму), 2 – анодний електрод, 3 – трубопровід

Література

1. elib.lutsk-ntu.com.ua/book/tf/m_ta_pfkkm/2010/10-108/page6.html.
2. Василенков В.Є. Модернизация системы водоснабжения с использованием катодной защиты трубопроводов Журнал „Инновации в сельском хозяйстве“, М., ФГБМУ. Выпуск №4 (25) / 2017 ст 100-107

УДК 631.3:621.1

ЗАХИСТ ТРУБОПРОВОДІВ ВІД КОРОЗІЇ В ҐРУНТІ

Кльоц О. А., бакалавр; Василенков В. Є., к.т.н., доцент

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

Електрохімічна корозія у ґрунті відрізняється деякими особливостями в порівнянні з корозією в розчинах електролітів. Ця особливість полягає в наступному:

1. Ґрунт має неоднорідну будову. Він складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Тверда фаза утворює скелет ґрунту, що складається з частинок різної крупності. Основні гранулометричні елементи: гравій (від 40 до 2 мм), пісок (від 2 до 0,05 мм), глини (від 0,001 до 0,0025 мм) [1]. Обсяг утворених при цьому пустот характеризує пористість ґрунту. Повітропроникність ґрунту виявляє великий вплив на розвиток корозійних процесів, так як останні протікають з кисневою деполяризацією.

2. Пори ґрунту заповнені повітрям і вологою. Від пористості ґрунту залежить його здатність вміщати воду. Вода, що міститься у ґрунті, може перебувати в трьох агрегатних станах: рідкому, пароподібному і твердому. Зволоження ґрунту відбувається під дією капілярних, гравітаційних, осмотичних і сорбційних сил. Основний процес проникнення води в ґрунт - повільний ламинарний її рух по порах під дією капілярних і гравітаційних сил. При переважанні гравітаційних сил цей процес називається фільтрацією. Простір в порах ґрунту, не заповнений водою, займають повітря і водяна пара, що надходять в результаті випаровування води і проникнення її з атмосфери. Вода, що знаходиться в порах ґрунту, може замерзати. На температуру замерзання води впливає вміст солей і тиск. Для того щоб електрохімічний корозійний процес міг протікати без перешкод, необхідний певний мінімум води. Якщо ґрунт сухий, корозія не має місця, так як відсутній електроліт.

3. В ґрунті майже немає механічного перемішування і природної конвекції твердих частинок, тому ґрунт можна розглядати як нерухомий електроліт по відношенню до поверхні металічної конструкції.

Література

1. Стрижевський И.В. Защита от коррозии трубопроводов мелиративных систем. – Москва.: Колос, 1980, 142 с.

УДК 504.3.054:504.064.45

ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВИЛУЧЕННЯ CO₂

Потапова Є. О., магістрантка; Черниш. Є. Ю., к.т.н., доцент;

Батальцев Є. В., асистент; Пляцук Л. Д., д.т.н., професор

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Захоплення і застосування діоксиду вуглецю для створення продуктів, що володіють економічною цінністю, може привести до зниження витрат на скорочення емісій або вмісту цього газу в атмосфері. Розглянуто найбільш реалістичні варіанти утилізації діоксиду вуглецю. Потенціал використання діоксиду вуглецю для вироблення хімічної продукції до 2050 року на даний час знаходиться в діапазоні від 0,3 до 0,6 Гт /рік [1].

Конверсія CO₂ в паливо (на базі метанолу, метану, диметилового ефіру та реакції Фішера – Тропша) досить затратна, але є досить екологічно

прийнятним процесом, так як цей ресурс вносить свій власний внесок в процес декарбонізації. Довгострокова перспектива такого застосування CO₂ для досягнення вуглецевої нейтральності економіки буде залежати від залучення поновлюваних джерел енергії в виробництво, зниження собівартості такого палива та його конкуренції з воднем і аміаком. Для отримання біопалива з водоростей спочатку необхідно отримати значну кількість біомаси. При цьому може бути застосований CO₂, зокрема від викидів ТЕЦ тощо, тобто діоксид вуглецю може стати найважливішим сировиною вуглецю для продукування зеленого біопалива. Можливість використання штучно введенного CO₂ в середовище в біореакторах з низькими значеннями рН до 5,0 од. з одночасним стимулюванням приросту біомаси продемонстровано у ряді робіт [2, 3] при залученні зелених водоростей родів *Chlorella* та *Desmodesmus*. Крім того, для них теоретично можливе використовувати фосфогіпс насамперед як джерело фосфору для стимулювання вироблення біомаси, з подальшим збродженням у метантенках для виробництва біометану.

Варто відзначити, що корисні біо-основні продукти мають високий рівень фіксації – до 10 % [1]. Серед інших варіантів найбільш вдалим є застосування діоксиду вуглецю в якості прискорювача застигання цементу. Ще одним методом утилізації вуглекислого газу вважається його подача в свердловину під тиском для підвищення нафтовіддачі. Так, в США він забезпечує близько 5 % видобутку. 1 тонна CO₂ дозволяє витягти від 1,1 до 3,3 бар. нафти. Такий метод підходить для 90 % нафтових свердловин у світі. Тобто, цим способом можна задіяти та зберігати максимум 140 Гт CO₂, однак прогноз до 2050 року – 0,1–1,8 Гт/рік. Слід відзначити, що якщо виробники будуть ставити за мету не максимальний видобуток нафти, а максимальну фіксацію діоксиду вуглецю, то можна досягти значного зниження концентрації CO₂ в атмосфері [4].

Наступним підходом є геоінженірінг, а саме прискорене вивітрювання силікатних і карбонатних гірських порід. Таким чином, можна захопити двоокис вуглецю (в перспективі 2–4 Гт/рік) з атмосфери та водночас підвищити родючість ґрунту через поглинання ним поживних речовин, яке прискорюється за рахунок зміни рН [1].

На шляху широкомасштабного впровадження всіх цих варіантів існує безліч проблем. Головним чином вони пов'язані з вартістю, технологіями та енергією. І треба враховувати, що, навіть якщо той чи інший метод стане конкурентоспроможним, виходячи з витрат на нього, це ще не означає, що він отримає комерційне поширення. Його можуть загальмувати політичні, соціальні побоювання та завдання або географічний фактор.

Але більшість технологій все ще дуже витратні. Так, собівартість палива із застосуванням CO₂ поки значно перевищує середні ринкові показники в цьому секторі. Щодо енергії, то іноді вона потрібна в великих кількостях для

проведення хімічних реакцій при трансформації, а іноді щоб збільшити концентрацію CO₂ від 0,04 до 100 % [5]. У свою чергу, для природних процесів потрібна енергія сонця, яка збирається в процесі фотосинтезу, щоб перетворити двоокис вуглецю та воду в карбогідрати.

Отже, пом'якшення наслідків викидів CO₂ є як викликом, так і можливістю для всього світу розвиватися у напрямку забезпечення стійкості енергетики. Глобальні стратегії зменшення викидів CO₂ повинні бути зосереджені на його використанні, наприклад, утилізації CO₂ в екологічно чистих процесах виробництва промислово корисних хімічних речовин, а також конверсії CO₂ в процесах отримання поновлюваних джерел енергії. При цьому існують різні можливості для утилізації діоксиду вуглецю, традиційні методи та альтернативи. Слід зауважити, що залучення біотехнологічних процесів є досить перспективним напрямом декарбонізації промисловості та отримання корисних продуктів.

Література

1. Hepburn, C., Adlen, E., Beddington, J. et al. The technological and economic prospects for CO₂ utilization and removal. *Nature* 575, 87–97 (2019).
2. M. N. Anwar, A. Fayyaz, N. F. Sohail, M. F. Khokhar, M. Baqar, A. Yasar, K. Rasool, A. Nazir, M.U.F. Raja, M. Rehan, M. Aghbashlo, M. Tabatabaei, A.S. Nizami. CO₂ utilization: Turning greenhouse gas into fuels and valuable products, *Journal of Environmental Management*, Volume 260, 2020, 110059.
3. Anmai Khan, Mab Habib, MS Hossain, Culture of Chlorella vulgaris in press mud media as sugar mill waste. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*. 2018. 3(2), С. 41–45.
4. Alig R. J. US landowner behavior, land use and land cover changes, and climate change mitigation. *Silva Fennica*. 2003. № 37. С.511-527.
5. Тумина Т. С. Переработка углекислого газа. *Молодой ученый*. 2018. № 20. С. 117–119.

ЧИСЕЛЬНЕ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛОКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛАХ З НАНОЧАСТИНКАМИ ПРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ

Горобець В. Г., д.т.н., доцент; Антипов Є. О., к.т.н., доцент

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

Для накопичення теплової енергії широко використовуються теплоакумуючі матеріали (ТАМи) з фазовими або хімічними перетвореннями [1,2]. Використання цих матеріалів дає можливість значно збільшити концентрацію накопиченої теплової енергії на одиницю маси порівняно з твердотільними і рідинними акумуляторами. Одним із методів підвищення енергоефективності матеріалів, що акумулюють теплоту при фазових перетвореннях, є додавання твердих наночастинок з великим коефіцієнтом теплопровідності [3,4].

У доповіді представлені результати чисельного та експериментального дослідження впливу наночастинок, виготовлених з різних матеріалів, на процеси акумулювання теплової енергії в технічному парафіні.

Проведено експериментальне дослідження впливу мікро- та наночастинок металів на інтенсивність процесів структурно-фазових перетворень чистого та композитного парафіну. В якості наповнюючого матеріалу використовувались мікро- та наночастинки міді і вуглецю. Теплофізичні властивості парафіну з наночастинками були виявлені методом оптичної спектроскопії. Визначена температура фазових переходів у чистому парафіні і в парафіні з наночастинками.

Експериментальні дослідження показали, що розподіл металевих мікро- та наночастинок у об'ємі основної речовини залежить від розміру частинок. У композиційних матеріалах, що мають фракції наночастинок від 0,2 мм і більше частинки осідають на дні камери після плавлення парафіну. Знайдено, що наявність металічних наночастинок, розміри яких не перевищують 0,2 мм, інтенсифікує процес плавлення ТАМ та підвищує теплову ефективність акумулятора.

Проведено чисельне моделювання процесів акумуляції теплоти в об'ємі ТАМу для чистого парафіну і парафіну з наночастинками. Математична модель процесів передачі теплоти та маси при фазових перетвореннях накопичувального матеріалу включає рівняння Нав'є-Стокса та рівняння конвективного теплопереносу. Чисельне моделювання виконувалось з використанням пакету програм COMSOL Multiphysics 3.5a. Аналіз отриманих температурних розподілів показав, що усереднені показники температури в композитному ТАМі на 6-9% вищі, ніж у чистому парафіні, що корелюється з даними, отриманими в експериментальних дослідженнях. Показано, що присутність металевих наночастинок у теплоакumuлюючому матеріалі призводить до збільшення теплопровідності матеріалу, рівномірного розподілу теплового поля та зниження температури фазових переходів у ТАМі. Встановлено, що швидкість плавлення ТАМу з наночастинками збільшується на 20-22%.

Таким чином, експериментальними та чисельними дослідженнями доведено доцільність використання металевих мікро- та наночастинок для інтенсифікації процесу фазових перетворень у чистому парафіні та підвищення ефективності теплоаккумуляторів.

Література

1. Liu, L. et al., 2016, Thermal conductivity enhancement of phase change materials for thermal energy storage: A review / L. Liu, et al. // *Renew. Sust. Energ. Rev.* – 2016. – 62. – P. 305–317.
2. Fan L., Khodadadi J. Thermal conductivity enhancement of phase change materials for thermal energy storage: A review / L. Fan, J. Khodadadi // *Renew. Sust. Energ. Rev.* – 2011. – 15(1). – P. 24–46.

3. Nabeel S. D. et. al. Experimental and numerical investigation of melting of phase change material/nanoparticle suspensions in a square container subjected to a constant heat flux / N. D. Nabeel et. al. // Int. J. Heat Mass Transfer. – 2013. – 66. – P. 672– 683.

4. Tasnim S. H. et. al. Convection effect on the melting process of nano-PCM inside porous enclosure / S.H. Tasnim et. al. // Int. J. Heat Mass Transfer. – 2015. – 8. – P. 206–210.

ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ГІДРОДИНАМІКУ І ТЕПЛООБМІН КОМПАКТНИХ ПУЧКІВ ТРУБ МАЛОГО ДІАМЕТРУ

Горобець В. Г.¹, д.т.н., доцент; Троханяк В. І.¹, к.т.н., доцент;

Богдан Ю. О.², к.т.н., доцент,

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

²Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

В кожухотрубних теплообмінниках різного призначення широко застосовуються пучки труб з шаховим або коридорним розташуванням при поперечному їх обтіканні. В процесі експлуатації такі пучки можуть піддаватися корозії або забрудненню під впливом агресивних компонент, що входять до складу теплоносіїв, що обтікають такі пучки. З метою захисту теплообмінних поверхонь пучки покриваються спеціальними покриттями. В якості покриття можуть використовуватись полімери, смоли, металічні плівки, які стійкі до корозії, або інші захисні матеріали.

У доповіді наведені результати експериментального та чисельного дослідження гідродинаміки та процесів теплопереносу в компактних пучках труб невеликого діаметру, які покриті епоксидним композитним матеріалом, що містить наночастинки з високою теплопровідністю. Вивчені теплофізичні властивості матеріалів покриття.

Для експериментального дослідження умов теплопереносу та аеродинамічних характеристик газового потоку, що обтікає трубні пучки, використовувалась аеродинамічна труба відкритого контуру для дозвукових швидкостей. Досліджуваний пучок труб складається з: гладких труб діаметром і товщиною - 0,010×0,001 м, покритих епоксидним композиційним матеріалом із середньою товщиною 0,0002 м; матеріал труб - сталь, кількість рядів труб - 19 по 4 труби в кожному ряду. В якості покриття для досліджень було вибрано олігомер епоксидного матеріалу "ЭД-20" (ГОСТ 10587-84). В якості наповнювача використана нано-диспергована сажа «PowCarbon 2419G» (CAS №.3333-86-4, EINECS NO.:215-609-9) виробництва «Black Diamond Material Science Co., Ltd.». Розмір частинок порошку визнався за допомогою електронного мікроскопа і становив 24±2 нм. Одна труба з пучка виготовлена у вигляді теплокалориметричної труби з електричним нагрівачем всередині. Теплова потужність нагрівача варіювалась в діапазоні 0-26 Вт. Діапазон швидкості повітря в аеродинамічній трубі під час експериментів змінювався від 0 до 7,0 м/с вентилятором з потужністю 2,2

кВт за допомогою перетворювача частоти. Діапазон значень чисел Рейнольдса при цьому змінювався від 0 до 5000. Для вимірювання температури на поверхні калориметричної трубки по її довжині встановлені 3 хромель-копелеві термопари. Визначення величини коефіцієнта теплопровідності матеріалу покриття проводились на установці «УВТ-1» шляхом вимірювання різниці температур і величини теплового потоку через зразок захисного матеріалу циліндричної форми.

Крім експериментальних досліджень проводилось чисельне моделювання процесів аеродинаміки і теплопереносу для компактного пучка труб малого діаметру. Чисельне моделювання процесів переносу проводилось за допомогою програмного забезпечення ANSYS Fluent. Математична двовимірна модель включає систему рівнянь Нав'є-Стокса, рівняння переносу енергії для конвективних потоків та стандартну k-ε модель турбулентності. Проведені дослідження дали змогу визначити оптимальну геометрію трубних пучків та вплив покриттів на їх теплові і аеродинамічні характеристики. В результаті чисельних розрахунків знайдено розподіл швидкостей, температур і тисків в каналах пучка, а також отримані залежності чисел Нуссельта та Ейлера від числа Рейнольдса.

Проведено співставлення результатів чисельного моделювання з експериментальними даними та отримано їх задовільне узгодження. Крім того, проведено порівняння теплових і аеродинамічних характеристик компактних пучків труб малого діаметру для «чистих» пучків і пучків з покриттям. Порівняння показує, що для однакових значень числа Рейнольдса інтенсивність передачі теплоти для компактного пучка труб без покриття на 18% вища, ніж інтенсивність теплопередачі на поверхні пучка труб з покриттям. Таким чином, наявність покриття збільшує величину гідродинамічного і термічного опору пучка, причому величина цього опору залежить від товщини та теплопровідності покриття.

NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESSES OF THE PREPARATION OF LIQUID GRAIN FEED WITH THE USE OF ROTOR-PULSATION TECHNOLOGIES

Gorobets V. G., PhD, associate professor; Trokanyak V. I., PhD, associate professor; Serdyuk A. M., PhD student

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

When feeding cattle, pigs, sheep, goats and other domestic animals, the technology of preparation of dried crushed feed is used. In the vast majority of apparatus for the preparation of feed mixtures used hammer crushers. The principle of operation of such devices is the mechanical impact grinding of grain and feed additives that are part of the feed mixture. Using such technologies requires a

considerable amount of energy to be used to prepare a unit of produce. In addition, for certain categories of livestock, such as pigs, young cattle, sheep, goats, dry feed, it is not optimal in terms of nutrient absorption and productivity enhancement of livestock farms. More efficient is the use of liquid feed mixtures to feed livestock.

A numerical study of the processes of preparation of liquid grain feeds based on the use of rotary pulsation technologies is carried out. The basic principle of the operation of the rotary-pulsating apparatus for the preparation of liquid feeds is the grinding of the solid constituents of the mixture in the rotor-stator system having rectangular or circular holes for the passage of feed. At high speed of rotation of the rotor (3000-5000 rpm) due to the centrifugal forces is the grinding of the solid components of the feed and its heating due to the conversion of mechanical energy of rotation of the rotor into thermal energy.

As a result of numerical calculations of hydrodynamic and thermal processes in the rotor-stator system using the ANSYS FLUENT application package, fields of velocities, pressures and temperatures of the feed mixture were obtained by varying the dynamic and geometric parameters of the object under study. It is shown that the obtained characteristics depend on the speed of rotation of the rotor, the magnitude of the gap between the rotor and the stator and the geometric dimensions of the holes. The results obtained will be further used in the development of a new design of the rotary pulsation apparatus for the preparation of liquid feed mixtures.

MODELING OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN THE CHANNELS OF A NEW CONSTRUCTION WIND TURBINES

***Gorobets V. G., Ph.D., Associate Professor; Masyuk M. Yu., Postgraduate
Student***

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

Among the known designs of wind power plants (wind turbines) distinguish wind generators with horizontal and vertical axis of rotation. The most common are wind turbines with horizontal axis of rotation or blade wind turbines. However, theoretical studies show that wind turbines with a vertical axis of rotation can more efficiently use kinetic wind energy and have a higher efficiency. When designing new wind turbine designs, it is important to consider a number of other factors besides increasing efficiency. For example, blade wind turbines do not operate at low wind speeds, so a promising area is to develop wind turbine designs that generate electricity over a wide range of wind speed variations.

The report investigates the hydrodynamic characteristics of new design of the wind turbine with vertical axis of rotation. The main difference between the proposed wind turbine and the wind turbine having a Savonius rotor or a Darier

rotor is the presence of special narrowing channels. When the wind flow in such channels, its velocity increases several times, which allows to produce electricity at wind speeds less than 1m/ s. Numerical simulation of hydrodynamic processes in the channels of new wind turbine design was performed using ANSYS FLUENT software package. As a result of numerical calculations, velocities, pressures, current lines and other characteristics in the wind turbine channels were obtained. Different geometry of the ducts was investigated and a profile was chosen, in which no vortex zones and minimal pressure losses in the wind turbine ducts were found. The results obtained were used in the development of the experimental design of a new type wind turbine.

СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 005.53;005.591.6;657.922;620.9; 644

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕДУРИ КОМПЛЕКСНОГО ЕНЕРГОАУДИТУ У СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Мошноріз М. М., к.т.н., доц.; Постернак В. А. магістрант

*Вінницький національний технічний університет,
м. Вінниця, Україна*

Питання енергоефективності поставлено в числі найважливіших у держаній програмі роботи промисловості та народного господарства України [1]. Крім того, питання стає більш актуальним у ситуації постійного зростання вартості енергоресурсів.

Для запровадження енергоефективних технологій необхідно володіти цими технологіями (енергетичний менеджмент) та знати реальний стан існуючих систем, ефективність роботи яких планується покращити (енергетичний аудит) [2 – 4]. У даній роботі пропонується розробити підхід до комплексного енергоаудиту будь-якої системи водопостачання, який можна проводити в автоматизованому

Будь яка система водопостачання складається з насосної станції, трубопроводів (мережі водопостачання) та споживача. Від злагодженої ефективної роботи кожного з цих елементів залежить ефективність роботи всієї системи водопостачання. Розглянемо характерні проблеми у системі водопостачання, які призводять до зменшення ефективності її роботи.

Закупорки трубопроводів призводять до падіння тиску біля споживача, підвищення тиску у ділянці трубопроводу перед закупоркою. Щоб підвищити тиск води біля споживача потужність насосної станції збільшують. Це призводить до ще більшого зростання тиску в трубі перед закупоркою. Робота насосної станції стає неефективною, оскільки вона стає споживати більше енергії, ніж до моменту закупорки. Крім того, надлишковий тиск у трубі призводить до завчасного виникнення тріщин у стінках трубопроводу, пошкодження ущільнень у місцях з'єднання елементів мережі, підсилення коливань тиску в трубі, які призводять до виникнення гідравлічних ударів, тощо.

Прорив трубопроводу так само призводить до падіння тиску біля споживача. Аналогічно, щоб підвищити тиск води біля споживача, потужність насосної станції збільшують. Ефективність роботи насосної станції зменшується, оскільки не вся вода, яку вона перекачує, доставляється споживачеві. По-перше, витік води призводить до втрати водного ресурсу, що зараз стає все більш актуальною проблемою. Питання нестачі прісної води на планеті виходить у число перших проблем людства. Особливо

актуально ця проблема постає у Подільському регіоні, де, практично, всі великі міста, отримують воду з поверхневих джерел. Число та наповненість річок і озер водою з кожним роком зменшується. По-друге, витік води призводить до підтоплення ділянки населеного пункту, де виник прорив труби. Для ремонту місця підтоплення припиняється потік води (частина жителів залишається без водопостачання), розкопується ділянка укладання трубопроводу, чим створюються незручності для руху транспорту та пішоходів, руйнується благоустрій тощо. Крім того, витік води з системи водопостачання населеного пункту призводить до посилення роботи його каналізаційної системи. Чим ефективність роботи системи водопостачання додатково погіршується і невиправданими затратами електроенергії на роботу каналізаційної системи.

Енергетичний аудит конкретної системи водопостачання полягає у знаходженні способів підвищення енергоефективності роботи її елементів. Оскільки вся система водопостачання може бути дуже великою і складатися з багатьох елементів сформуємо алгоритм її комплексного енергоаудиту (рис. 1).

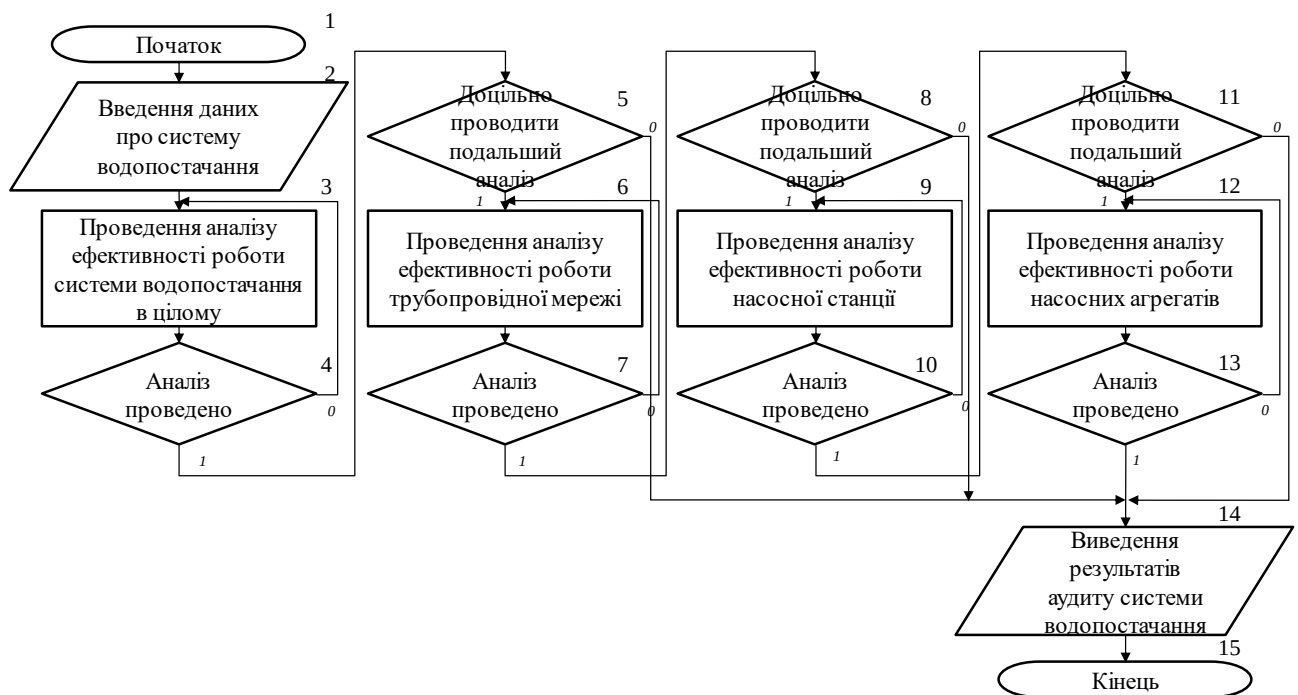


Рис.1. Алгоритм комплексного енергоаудиту системи водопостачання

Представлений алгоритм дозволяє провести попередній аналіз існуючої системи водопостачання в автоматизованому режимі і знайти ті місця цієї системи, які потребують негайного втручання для зменшення енергоспоживання.

Література

1. Скібіна Т. І. Енергоаудит як основа підвищення енергоефективності та

енергозбереження в системах централізованого теплопостачання // Економіка і регіон. – Полт.НТУ, 2014. – №4 (47). – С. 23 – 27.

2. Зеркалов Д. В. Енергозбереження в Україні: монографія [Текст] / Д.В. Зеркалов. – К.: Основа, 2012. – 147 с.

3. Мошноріз М. М. Автоматизація процедури енергоаудиту системи водопостачання [Текст]/ М. М. Мошноріз, А. С. Горбань // Електротехніка та електроенергетика. - №1 (2019). - Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - С. 52 - 60. ISSN 2521-6241 (online). DOI 10.15588/1607-6761-2019-1-5.

УМОВИ ДОЦІЛЬНОСТІ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Статистичний контроль якості виробів на виході виробничого циклу, має особливості, які проявляються за умови, що рівень дефектності наближається до нуля, адже при цьому для встановлення адекватної величини рівня дефектності необхідно обстежити всю партію.

Врахування економічних показників щодо вибору на виході виробничого циклу статистичного контролю, зазвичай, робиться в розумінні імперативності самого контролю. Такий підхід не є оптимальним, адже вихідний контроль є лише одним з можливих засобів урегулювання взаємовідношень між виробником та споживачем. За рамками парадигми обов'язковості вихідного контролю виробів, з'являється можливість взагалі відмовитись від отримання детальної інформації щодо їх якості на виході технологічного циклу. При цьому захист інтересів споживача можна забезпечити розробленням та впровадженням спеціальної стратегії взаємовідношень виробника та споживача.

Звичайно, стратегічна лінія будь-якого підприємства спрямовується на зменшення бракувального рівня дефектності, при якому ймовірність приймання партії продукції дорівнює ризику споживача. За умови малого значення бракувального рівня необхідний об'єм вибірки N , який для будь-якого плану контролю визначається на підставі заданого бракувального рівня дефектності $p_{бр}$, буде не менше ніж $2,3/p_{бр}$. Таким чином, якщо рівень якості контрольованих виробів високий, наприклад такий, що споживачеві може бути поставлено не більше 1 дефектного виробу з 10000 ($p_{бр} = 0,0001$), то об'єм контролю має бути завбільшки $N = 2300$, тоді як в реальних ситуаціях економічно обґрунтованими вважаються об'єми контролю в одиниці або десятки одиниць виробів.

Отже статистичні методи можуть використовуватись лише для контролю виробів відносно невисокої якості (наприклад, на кожні 50 -100 виробів - один дефектний).

Виходячи за рамки парадигми обов'язковості вихідного контролю можна запропонувати альтернативну стратегію забезпечення якості, яка полягає у відмові від вихідного контролю, при введенні регламенту, згідно якого по першій вимозі споживача дефектний виріб замінюється на новий. Для реалізації такої стратегії встановлюються відповідні критерії, якими визначається економічна доцільність двох альтернативних способів забезпечення якості за умови відсутності вихідного контролю.

Перший - до партії продукції, що поставляється споживачеві, виробником додається деяка кількість виробів для заміни можливо наявних в цій партії дефектних виробів.

Другий – заміна дефектних виробів здійснюється в рамках системи гарантійних зобов'язань виробника через мережу сервісних центрів, майстерень, роздрібної торгівлі тощо.

Наведене дозволяє зробити відповідні висновки та сформулювати рекомендації, а саме:

- статистичний контроль якості виробів не завжди прийнятний;
- доцільність введення статистичного контролю має ґрунтуватися на порівняльному аналізі ефективності використання статистичного контролю та альтернативних схем, якими передбачено технічне обслуговування виробів або поповнення партії виробів, що поставляються споживачеві.

УДК 621.31. – 049.34

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

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

Окушко О. В., к.т.н., доцент; Міщенко А. В., к.т.н., доцент;

Антипов Є. О., к.т.н., доцент

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

Зростання вартості та вичерпність традиційних енергоресурсів зумовлює людство до пошуку шляхів їх більш раціонального використання та економії. Основними стратегічними напрямками підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження є структурно-технологічна перебудова всіх галузей економіки України, створенні адміністративних, нормативно-правових і економічних механізмів, які сприятимуть підвищенню енергоефективності та енергозбереженню. Такі першочергові дії передбачають виведення з роботи морально застарілого і фізично зношеного

устаткування, припинення випуску не енергоефективного електротехнічного обладнання, впровадження у виробництво новітніх технологій тощо. Враховуючи це, питання пошуку можливих шляхів енергозбереження паливно-енергетичних ресурсів, їх ефективне використання та контроль, в наш час, залишається відкритим і актуальним.

Одним із головних шляхів збереження паливно-енергетичних ресурсів у житлово-комунальній галузі є запровадження системи енергетичного менеджменту. Головним результатом запровадження енергетичного менеджменту є проведення енергетичного аудиту в будинках і спорудах. Такий підхід спонукає споживачів до проведення моніторингу втрат енергоресурсів, дає можливість пошуку різноманітних шляхів економії самих енергоресурсів, а отже і коштів, та покращенню умов перебування мешканців та персоналу на об'єктах їхньої життєдіяльності. Так наприклад, якісно проведений енергетичний аудит дозволяє скоротити енергоспоживання за рахунок налагодження енергоефективної експлуатації об'єктів до 30 – 40 %, підвищити економію енергоресурсів за рахунок енергоефективної поведінки споживачів від до 20 %;

Якісно проведений енергетичний аудит повинен передувати всім проектам реконструкції будівель для максимально ефективного використання наявних (зазвичай дуже обмежених) фінансових ресурсів.

Література

1. Радько І. П. Методика та обладнання для проведення енергетичного аудиту: [Електронний ресурс] / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Енергетика та автоматика. – 2018. – № 1. – С. 123–134.
2. Радько І. П. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Науковий вісник НУБіП України. – 2018. – № 283. – С. 275 – 280.

ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА З УРАХУВАННЯМ ОБ'ЄМУ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

В рамках узгодження між замовником і виконавцем показників передбаченого до розроблення об'єкту (ОБ) і вартості відповідних робіт виникає необхідність у порівнянні різних варіантів. Це актуалізує завдання розроблення узагальненого показника, який, відображаючи властивості ТО, придатний для здійснення процедури порівняння вказаних варіантів з урахуванням питань щодо фінансування проекту і подальшого впровадження розробленого ОБ у виробництво.

В представленій роботі пропонується заснований на нечіткій логіці

алгоритм обчислення узагальненого показника якості, яким враховується залежність кожного окремого показника ОБ від параметрів фінансування робіт з боку замовника. При цьому зв'язок між об'ємом фінансування і прогнозованою нормою деякого показника якості ОБ пропонується подати функцією, яка змінюється в межах від нуля до одиниці і не спадає в просторі можливого змінення аргументу. Зважаючи на роль даної функції в процесі встановлення фінансових параметрів проекту і норм показників пропонованого варіанту, назовемо її *функцією паритету*. В якості аргументу функції паритету приймемо відношення вартості робіт із забезпечення норми відповідного показника якості до суми, яка необхідна для реалізації найвищого рівня цього показника. Звичайно, аргумент функції паритету змінюватиметься в межах від нуля до одиниці.

Функція паритету відображає суб'єктивне уявлення щодо впливу на норму показника об'єму фінансування відповідних робіт. Характеристики цієї функції можна визначити за результатами експертного опитування в процесі оцінки варіантів реалізації ОБ під час узгодження показників якості між замовником і виконавцем на ранніх (до проектних) стадіях життєвого циклу вказаного об'єкту. В процесі формування узагальненого показника якості *функція паритету виконує роль оператора*, яким відображається зв'язок між нормою показника і об'ємом фінансування відповідних робіт.

Процедуру врахування параметрів фінансування при формуванні узагальненого показника можна подати наступною схемою.

Припустимо, що на підставі попередніх процедур знайдена деяка оцінка норми показника і відповідна цій оцінці функція приналежності. Знайдена функція приналежності показника відображається в системі координат функції паритету, при цьому координата максимуму функції приналежності має бути суміщена з точкою, яка вказує на максимально можливий об'єм фінансування даного показника. Сприймаючи функцію паритету як визначений оператор проєцируємо функцію приналежності аналізованого показника у простір, де подані функції приналежності оцінок норми цього показника. Вказані оцінки можуть бути встановлені, наприклад, за принципом «погано», «гірше ніж середньо», «середньо», «краще ніж середньо», «добре», «дуже добре» і т.п. Як результат, отримуємо функцію приналежності аналізованого показника у просторі вказаних оцінок. Причому положення цієї функції приналежності у просторі оцінок відповідатиме пропонованому для реалізації даного показника об'єму фінансування.

Для прийняття рішення щодо норми аналізованого показника у просторі встановлених оцінок необхідно здійснити дефазифікацію отриманих результатів, скориставшись будь-якої з відомих процедур дефазифікації нечіткого висновку [1]. Якщо отриманий результат визнаний незадовільним, то слід внести відповідні корективи у реалізацію наведеної процедури. За

умови, що функції приналежності оцінок норми показника, а також вид і параметри функції паритету не викликають нарікань з боку замовника, залишається єдиний варіант виправлення ситуації – збільшити об'єм фінансування робіт з реалізації даного показника.

Література

1. Чернов В. Г. Основы теории нечетких множеств. Решение задач многокритериального выбора альтернатив / В. Г. Чернов; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 100 с.

УДК 631.31

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ПЕРСПЕКТИВИ

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

Залозний Р. В., викладач

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж»,

м. Ніжин, Україна

У світі відбулися значні зміни щодо стратегії розвитку енергетики. Головний наголос зроблено на забезпеченні нерозривності та узгодженості дій при забезпеченні трьох складових: енергозабезпечення (безперебійне постачання електричною енергією відповідної якості), енергодоступність (енергоощадність та доступна ціна на електроенергію) та енергоприйнятність (мінімальний вплив на навколишнє середовище). Ці складові розглядаються як основа для досягнення глобальної мети – забезпечення стабільного розвитку, що гарантує стале зростання економіки, рівня життя населення, захист навколишнього природного середовища

Проведений аналіз можливих шляхів розвитку електроенергетики показав наявність серйозних обмежень можливостей розвитку електроенергетичної галузі в рамках колишньої екстенсивної концепції, заснованої переважно на покращенні окремих видів обладнання і технологій. Одним із магістральних шляхів розвитку енергетики визначено шлях її «інтелектуалізації».

Для оцінки рівня «інтелектуалізації» енергетики у світі став загальноживаним у світі термін Smart. За найбільш поширеним трактуванням Smart Grid – концепція повністю інтегрованої, саморегулюючої і самовідновлюваної електроенергетичної системи, що має мережеву топологію і включає в себе всі генеруючі джерела, магістральні та розподільні мережі і всі типи споживачів електричної енергії, керовані єдиною мережею інформаційно-керуючих пристроїв і систем в режимі реального часу. Так, в США концепції Smart Grid відводиться роль революційної ініціативи, яка дає енергетиці «друге дихання» і стимулює економічний розвиток. Концепція Smart Grid в країнах ЄС розглядається як ідеологія загальноєвропейської програми розвитку електроенергетики, база

інноваційної модернізації та перетворення електроенергетики, основа побудови «Європейської електричної мережі майбутнього».

Сьогодні зворот «інтелектуальна енергетика» стає терміном, що позначає нові принципи роботи енергетики, як в Україні, так і за кордоном. Сучасні електронні, інформаційні, телекомунікаційні, обчислювальні технології вдосконалюють процеси енерговиробництва та керування енергетичними потоками на підприємствах, роблять їх надійними, безпечними і ефективними, наділяють споживача новими можливостями.

Виникла нагальна необхідність у розробці нових підходів до керування зростаючими та різноплановими за інтенсивністю і напрямками потоками паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), що дозволяє безпечно та ефективно їх використовувати в існуючих і майбутніх енергетичних системах, зокрема, необхідно відзначити актуальність розробка положень концепції Smart Grid та її адаптації до українських реалій.

В основу реалізації такої концепції мають бути покладені наступні принципові позиції: - енергетика є інфраструктурної базою розвитку економіки, в якій зацікавлені всі інститути: держава, бізнес, наука, населення; товари та послуги, вироблені в енергетичному секторі, мають високий рівень суспільної значущості і практично не мають замінників; - оптимізація якості та ефективності використання всіх видів ресурсів (паливних, технічних, управлінських, інформаційних тощо) і енергетичних активів; - у сучасному і майбутньому суспільстві енергія розглядається як джерело (інструмент або засіб), що забезпечує отримання людиною та суспільством певних споживчих цінностей (життєвих благ, рівня комфорту тощо); - визначаючи для себе такий набір, рівень і характеристики цих цінностей, споживач (з урахуванням його особливостей) не повинен отримувати обмеження з боку енергетики, вибираючи, де йому жити, якими приладами та послугами користуватися, здійснювати свою діяльність і т.ін.; - задоволення потреби в електричній енергії суспільства у XXI ст. має здійснюватися при одночасному істотному зниженні тиску на екологію планети.

Висновки. Потреба в електроенергії сильно зростає і в майбутньому. Найважливішими факторами при виборі рішень і устаткування для розподілу електрики є зміна клімату та вимоги до енергоефективності. Для майбутніх цілей рекомендують тільки обладнання, що має низьковуглецеві ефект на навколишнє середовище, та енергоефективні технології. Для поліпшення експлуатаційної придатності, надійності і можливості використання майбутніх розподільних мереж потрібні нові ініціативи, наприклад високоефективні двигуни, трансформатори з малими втратами і концепція інтелектуальної мережі, що представляє вже зараз багато хто якості ідеальної майбутньої мережі.

Література

1. Аналіз якості регулювання частоти та потужності в ОЕС України при відключенні енергоблоку атомної електростанції. / В.В. Павловський, А.О. Стелюк, Л.М. Лук'яненко, О.В. Ленга. // Презентація на конференції «Інтелектуальні енергетичні системи – ESS'17», 7 червня 2017 р., м. Київ. – 18 с. 45.
2. Використання технологій SMART GRID для підвищення ефективності електропостачання споживачів. / О.М. Мороз, М.М. Черемісін, О.А. Савченко, С.А. Попадченко, С.В. Дюбо. // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2018. – № 3. – С. 82 – 86. 46
3. Звіт про виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом у 2017 році. – Київ. – 2018. – 88 с. – Електрон. дан. – Режим доступу: <http://www.eu-ua.org>. 47

ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ, ВКЛЮЧЕНИХ У СКЛАДНІ СИСТЕМИ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Відомо, що характеристики будь-якого пристрою залежать (часто суттєво) від параметрів робочого тракту систем, для роботи в яких ці пристрої спроектовані. При цьому принциповим є отримання узагальнюючого результату, котрий не потребував би точного визначення параметрів робочого тракту (який на стадії проектування пристрою може бути відомий лише з визначеної мірою випадковості) або надавав би впевненості у сталій роботі пристрою при включенні його в різні системи, параметри трактів яких не виходять за визначені границі.

Для досягнення вказаної мети авторами пропонується введення рандомізації тих параметрів трактів, які утворюють навантаження відповідного пристрою, тобто пропонується побудова рандомізованої (по відношенню до реальних умов використання) моделі пристрою.

Запропонований підхід передбачає подання вхідних та вихідних навантажень пристрою у вигляді деякої узагальнюючої множини, котра включає можливі варіації вказаних навантажень. При цьому модуль та фаза імпедансу на вході/виході пристрою визначатимуться ймовірнісними величинами, розподіленими відповідно до обґрунтовано вибраного закону розподілення (наприклад, рівномірним, нормальним, Пуассона тощо).

Рандомізація навантажень пристрою дозволяє отримати його характеристики, які не матимуть ситуаційного характеру і визначатимуть найімовірніші значення характеристик цього пристрою при різних параметрах тракту системи.

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЕЛЬ З
ВРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ КОМФОРТУ НА ОСНОВІ
ДИНАМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

*Дешко В. І., д.т.н., професор; Білоус І. Ю., к.т.н., ст. викладач;
Буяк Н. А., к.т.н., асистент*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

Світові тенденції розвитку комунальної сфери спрямовані на зменшення енергоспоживання шляхом підвищення енергоефективності кінцевого споживача (житлового та громадського фонду будівель). Тому підвищення енергоефективності будівель та одночасне забезпечення належної якості мікроклімату у будівлях є актуальною науково-практичною задачею [1]. Кількість наукових робіт присвячених тематиці теплового комфорту досить швидко зростає, поглиблене вивчення проблематики дозволяє знизити енергоспоживання будівель з забезпеченням належного рівня комфортних умов перебування людини [2].

Світові тенденції проведення енергетичного аналізу в будівлях спрямовані на зменшення часових інтервалів розрахунку, наприклад погодинних, тобто з використання динамічного моделювання. 37% світових динамічних моделювань енергетичних характеристик будівель проводиться в програмному продукті EnergyPlus, де в основу математичної моделі покладено систему рівнянь теплообміну між повітрям в приміщенні та зовнішнім середовищем за рахунок трансмісійної теплопередачі та радіаційного теплообміну огорожень з врахуванням нестационарних процесів акумуляції енергії в елементах конструкцій будівлі, інженерних мереж [3].

Математичні моделі для визначення параметрів комфорту в приміщеннях найчастіше орієнтовані на забезпечення комфортної температури в приміщенні, яка залежить від теплофізичних властивостей огорожень, інженерної мережі, температури повітря в приміщенні, радіаційної температури, величини сонячних тепло надходжень в зону кімнати, одягу та фізичної активності людини, тощо [1]. В основі ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту, лежить модель Фангера. Це енергетична стаціонарна модель що не дозволяє враховувати механізм терморегуляції. На даний час розроблені експериментальні динамічні моделі, що дозволяють це врахувати. Зазвичай при реалізації математичних моделей для визначення

параметрів комфорту в приміщеннях не беруть до уваги виділення CO₂ та водяної пари людиною. Під умовами комфорту розуміють не лише тепловідчуття людини, що визначаються на основі об'єктивних та суб'єктивних параметрів мікроклімату але й забезпечення належної якості повітря (повітрообміну) в приміщеннях.

У загальному балансі тепловтрат будівель, вентиляційна складова становить 30–60%, після термомодернізації вентиляційна складова втрат зростає. Визначення повітрообміну на основі параметрів якості повітря в приміщеннях дозволяє забезпечити достатню якість повітря [4].

Комплексне забезпечення комфортних умов праці (комфортна температура та належний рівень повітрообміну в приміщеннях) потребує створення динамічних математичних моделей, що дозволяють інтегрувати показники та параметри комфорту в розрахунки енергоспоживання будівель.

Для досягнення цієї мети необхідно будівлю розглядати не тільки як оболонку, а як складну систему «джерело теплоти – людина – огорожувальні конструкції» [5], використовуючи сучасні динамічні, ексергетичні моделі теплового комфорту. Широко у цих цілях затосовується ексергетичний аналіз у розрізі теплозабезпечення передбачає створення низькоексергетичних будівель, де для забезпечення теплового комфорту слід використовувати низькотемпературні джерела енергії. Застосування динамічних моделей теплового комфорту, та передових технологій щодо генерації енергії, використання ексергетичного аналізу дозволить створювати будівлі з низьким чи нульовим споживанням енергії і високою якістю мікроклімату.

Література

1. Дешко В.І., Білоус І.Ю., Буяк Н.А. Вплив переривчастих режимів опалення на динаміку енергопотреби та умови комфортності будівель з різним рівнем теплового захисту. *Наукові вісті КНУ*. 2019. №4. С. 7-16. DOI: 10.20535/kpi-sn.2019.4.180731
2. Deshko V., Buyak N., Bilous I., Voloshchuk V. “Reference state and exergy based dynamics analysis of energy performance of the “heat source - human - building envelope” system. *Energy*. Vol. 200. 2020. DOI: 10.1016/j.energy.2020.117534
3. Deshko V.I., Bilous I.Yu. Mathematical models for determination of specific energy need for heating and cooling of the administrative building. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7 (4.3). P. 325-330. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19826
4. Дешко В.І., Білоус І.Ю., Гетманчук Г.О. Розрахунок погодинної природної кратності повітрообміну в багатоповерхових будівлях в умовах мінливості зовнішнього та внутрішнього середовища. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2019. № 184. С. 68-78. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.184.2019.176404>
5. Deshko V. I., Buyak N. A., Sukhodub I. O. Influence of subjective and objective thermal comfort parameters on building primary fuel energy consumption. *Int. J. Eng. Technol.* 2018. №7. P. 383-386.

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

**THE ROLE OF THE HIGHER SCHOOL IN THE AWARENESS OF
PROFESSIONALS, LOGIC AND FALSE CONCEPT OF OVERVIEW OF
THEIR APPLICATIONS IN PRACTICAL ACTIVITIES**

Berdsman D., Ph.D, prof.

*RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)
Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany*

The globalization of the processes of the modern period of human development touches not only the economic relations of the countries, but also penetrates into other extremely sensitive aspects of human life, including the very fact of its existence. Such processes can be fully attributed to the modern stage of development of science, technology, engineering, which is followed by stormy, and sometimes explosive nature, which, in turn, leads to significant shifts in scientific research, engineering, pedagogy, psychology, sociology, etc. . The main feature of all these processes - their scale, mass, diversity, while covering a large number of diverse objects, both wild and non-living. The result of these processes, of course, cannot be predicted reliably, since any information on their course (which is becoming increasingly important today) will in any circumstances be characterized as incomplete and inaccurate, presented both numerically and non-numerically.

Modern research and prediction of these processes are largely related to three categories: probability, logic, fuzziness, which have become an integral part of professional activity in the fields of engineering, sociology, pedagogy, medicine, psychology, etc. After all, researching large systems, global processes inherent in the living and inanimate nature, specialists are faced with the need to make appropriate decisions, usually in the context of incomplete, inaccurate, not deterministic, often non-numerical information. In such circumstances, the application of well-developed classical methods of function theory and functional analysis to the study of relevant objects becomes limited, ineffective, and often impossible. At the same time, the concepts of probability, logic and fuzziness in the application of appropriate research tools in various fields of human activity today have many interpretations, each of which leads to success under well-defined conditions.

The above leads to the conclusion that in modern conditions the high school has a special responsibility for the proper content and methodological provision of the educational process for providing relevant knowledge to students of different specialties, directing the student to recognize what he will use in his professional activity, since deep penetration into the content applicable tools, allows the specialist to consciously relate not only to the subject of work, but also to their

own thinking processes, to manage these processes, directing them to achieve the desired result. In the presented work in view of the tasks of higher education, the analysis of various interpretations and interpretations of the concepts of "probability", "logic", "fuzzy" is carried out, the general and different that is inherent in these concepts is revealed, the inevitability and objectivity of the concepts of mutual understanding are substantiated considering their possible application.

УДК 81-13

ON EFFICIENCY OF ASSESSMENT COMMUNICATIVE LANGUAGE TESTS FOR TECHNICAL UNIVERSITY

Voronova Y., Associate Professor

*Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine*

English language proficiency tests should be considered as a comprehensive procedure based on a relevant approach to evaluation. It is of great importance that this method should reflect approaches to ESP teaching and learning, namely, communicative approach and learner-centered approach. Therefore, tests should be recognized for the important role they play in the teaching-learning process.

The communicative approach to testing allows simulating real life situations within the testing environment. Communicative language tests are tests of communicative skills, typically used in contradistinction to tests of grammatical knowledge. Such tests may be of specificity of context, authenticity of material or the simulation of real-life performance.

The reflection of a learner-centered approach to such testing development would provide better evaluation of English Language learner's competence'. Competency-based assessment of specialty learners testing means an approach to assessment which places primary emphasis on the competences to perform a particular job adequately. In teaching and assessment of a foreign language, the focus is on the intended outcomes of language training, that is, the sorts of tasks are expected to deal within the target (non-standard situation).

Thus, these communicative tests should take into account specific learning needs. These specific needs are identified by English language competence required for Bachelors training in transportation, ecology, mechatronics, road-building construction and etc.

Such assessment is necessarily criterion-referenced. The main difficulty in assessing language knowledge within such a framework is in defining what the necessary skills or competences are in establishing mastery levels, particularly where language skills or competence are not only one contributing factor of success (occupational knowledge and personal qualities being other relevant

skills). This fact could be one of the reasons offering development of such testing in general English for technical students of Bachelor course. There arises a question how much these tests based on this scale will be a reliable tool to measure student's competence? First of all, these tests require knowledge of the subject. Therefore, the test will measure both the integrated language and professional skills. This may lead to reducing both the tests value and reliability of them. To keep these tests at the proper level it is necessary to care of the relevant balance between both complexities of subject knowledge or language skills required to go through the text's tasks.

PROBABILITY, LOGIC AND FLAGS AS TOOLS ENGINEERING

Nielsen N.

*The University of Copenhagen, Nørregade 10, 1165 København,
Denmark*

At present, probability theory is well and comprehensively developed. Despite certain difficulties in substantiating the relevant (statistical) algorithms and interpreting the results obtained, this tool is widely used in the life cycle of technical objects, in social studies, in the construction of artificial intelligence systems, etc., in general in all situations where information is available. is sufficient to obtain acceptable adequacy of conclusions. At the same time, the confidence intervals, the calculation of which also does not cause difficulties, become again a measure of adequacy, again with sufficient data. Among the problems that are successfully solved on the basis of the methods of probability theory, first of all, the processing of the results of research, measurement and control of parameters of various objects by nature (both in engineering practice and in other fields of human activity), calculations of reliability indicators of technical objects (however, mostly predicted reliability at the design stage), analysis of various stochastic processes, signal processing, information flows, etc. At the same time, it should be made clear that probability theory algorithms will work only if the primary information about the event being analyzed is sufficient, and when additional conditions are fulfilled to carry out the relevant research. After all, these algorithms, firstly, aimed at processing mass phenomena, arrays of information, and secondly, have limitations in the form of appropriate conditions that ensure the consistency of the results of the corresponding calculations, but can neither be rigorously proven nor verified in practice. If the specified information is not enough, or the investigated events are not mass, or the uniform conditions of realization of the specified events are not observed in the process of observations, methodological difficulties with calculations of probabilistic indicators arise or the magnitude of confidence intervals is too large, or in general, the obtained results will not correspond to reality. In such circumstances, of course, you need to look

for other tools to solve the tasks.

The interpenetration of categories of logic and probabilities opens the space to logical interpretations of probabilistic concepts (as well as probabilistic interpretations of logical inferences), actualizes and substantiates the possibility of determining the a priori value of probability through the study of space of possibilities. In this case, such opportunities can be given, including, as not identical, so to speak, with different weight.

Probabilistic logic is the logic that is the subject of probabilistic variables (statements, hypotheses, judgments), regardless of whether probability is considered as a property of a separate variable (in such conditions, probability is attributed to the given variable as an intermediate value between truth and falsehood, zero to one) or as an estimate of the ratio of a pair of binary variables. Unlike probability theory, probabilistic logic of denoting probability by an exact number (determining a probability by a specific value) is not a major requirement. The logical apparatus constructed on such a basis is used for the approximate estimation of hypotheses not through their correlation with reality, but through other categories in which the available knowledge (information) about the investigated objects, phenomena, processes is displayed.

Logical probability is based on the available amount of knowledge (information available) and is independent of unknown facts, whereas frequency probability is based on facts existing in the real world of the relationship of a particular event and has no relation to the available amount of knowledge. Today, in the practice of calculations of failure, analysis of emergencies, construction of algorithms for the diagnosis of structurally complex technical objects are finding methods that rely on the structural and logical schematics of such objects. In this case, all the signals in the object (ie, the effects and reactions of different origin - electrical, mechanical, hydraulic, etc.) are presented by binary logical variables, and the technical state of the object is identified by an appropriate logical function that actualizes the research and development of the concept of logical probability and based on this concept of methods of logical probabilistic calculus.

In the process of implementing the life cycle of any technical object, an engineer often has to deal with a situation where the available data is clearly lacking to apply methods of probability theory and algorithms based on the integration of categories of logic and probability. It is enough to point out the tasks of establishing and agreeing between the contractor and the customer of the nomenclature and the standards of the indicators proposed for the development of the object, which is based on a comparison of different possible variants of implementation of the specified object, the tasks related to forecasting the "residual" level of reliability indicators and safety of the object during its operation (which is an urgent task for objects of long-term use), as well as most tasks related to the control of technological processes, the tasks are automatic th management and more. Today, the most attractive methods of solving these problems should be

recognized methods of fuzzy set theory, the main advantage of which is the ability to get a more or less adequate answer to the questions about the analyzed object in the presence of a small amount of incomplete and inaccurate a priori information submitted to the same both numerically and non-numerically. It should be noted that the volume of information sufficient for the initial understanding of the properties of the analyzed structures can be obtained on the basis of expert assessments (providing sufficient comfort for the experts to formulate conclusions), comparison of prototypes, experience and intuition of specialists engaged in solving the tasks.

УДК 378.17

ВИХОВАННЯ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ У СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ ЯК ПЕРЕДУМОВА МАЙБУТНЬОГО НАЦІЇ

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

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

²*Немішаєвський агротехнічний коледж,
с.м.т. Немішаєво, Київська обл., Україна*

Здоровий спосіб життя (ЗСЖ) – це спосіб життя, заснований на принципах моральності, раціонально організований, активний, такий, що гартує і, в той же час захищає від несприятливих впливів навколишнього середовища, що дозволяє до глибокої старості зберігати моральне, психічне та фізичне здоров'я.

Глобальна вагомість і актуальність проблеми викликала необхідність ґрунтовних досліджень феномена здоров'я людини і його складників, пошуку шляхів позитивного впливу. З цією метою передові представники світової науки об'єдналися в міжнародний рух. В 1977 р. ВООЗ ініціювала кампанію "Здоров'я для всіх", у межах якої розпочався процес збору і систематизації інформації про існуючі загрози здоров'ю. За підсумками роботи було скликано Міжнародну конференцію з першочергових заходів щодо охорони здоров'я, яка проголосила відповідну Декларацію. В 1980 р. ВООЗ визначила глобальну стратегію "Здоров'я для всіх до 2000 р.", що ґрунтувалася на результатах вже проведених досліджень і започатковувала нові. Висновки науковців оприлюднені на I Міжнародній конференції з пропаганди здорового способу життя (Оттава, 1986 р.). Її підсумком була Оттавська Хартія, що визначила сучасне наукове уявлення про поняття здоров'я, його складові частини, детермінанти, стратегії позитивного впливу. Основні тези, положення і принципи Хартії стали програмними імперативами, якими нині керується світова спільнота в діяльності з проблем здоров'я і здорового способу життя молоді.

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.

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.

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.

Крім цього, необхідно враховувати ще об'єктивний фактор впливу на здоров'я – спадковість. Це властиве всім організмам властивість повторювати в ряді поколінь однакові ознаки і особливості розвитку, здатність передавати від одного покоління до іншого матеріальні структури клітки, що містять програми розвитку з них нових особин.

Впливають на здоров'я молодого організму і біологічні ритми. Однією з найважливіших особливостей процесів, що протікають у живому організмі, є їхній ритмічний характер.

У цей час установлене, що понад трьохсот процесів, що протікають в організмі людини, підлеглі добовому ритму.

Для ефективного оздоровлення і профілактики хвороб необхідно тренувати та удосконалювати в першу чергу сама коштовна якість – витривалість у комбінації із загартовуванням і іншими компонентами здоровішого способу життя, що забезпечить зростаючому організму надійний щит проти багатьох хвороб. Загартовування виявляє загальзміцнювальна дія на організм, підвищує тонус нервової системи, поліпшує кровообіг, нормалізує обмін речовин.

Література

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/ Запоріж. 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.

РОЗРІЗНЕНІСТЬ ЦІЛЕЙ НАВЧАННЯ І НАБУТТЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

Розвиток людської культури дедалі більше та чіткіше відображає границі, що пролягають між категоріями «освіта» та «навчання», між людиною освіченою та навченою (нехай, навіть, добре навченою).

Цілі освіти та навчання в рамках педагогічної діяльності створюють необхідні умови для побудови системи набуття особистістю відповідних властивостей. Адже саме від вибору цілей чи не в найбільшій мірі залежить вибір змісту, методів та засобів у навчальному та освітньому просторах. Зупиняючись на тих чи інших методах навчання, ми фактично відповідаємо на питання *як вчити*. Формулювання педагогічних цілей відповідає на питання, *чому саме вчити*; які задачі (професійні, життєві, етичні, естетичні та ін.) повинен вміти розв'язувати майбутній фахівець на підставі отриманих знань, вмінь, навичок, переконань тощо.

В реальній педагогічній практиці цілі часто взагалі не рефлексуються і не описуються. В окремих випадках вказуються цілі надто загальні та невизначені. Наприклад, «забезпечити фундаментальну підготовку студентів у визначеній області», або «навчити творчо та ефективно використовувати на практиці отримані знання» тощо. Найчастіше опис цілей підмінюється вказівкою на зміст навчання, або на перелік знань та вмінь, котрі студент має набути протягом відповідного періоду. Звичайно, оволодіння конкретним знаннями та вміннями може бути прийняте як проміжна педагогічна мета, але лише у випадку коли одночасно визначаються (задаються) способи, спрямовані на оцінювання вказаними знаннями та вміннями з огляду на досягнення цієї мети, тобто способи визначення того, чи дійсно студент оволодів цими знаннями та вміннями.

Врахування наведених особливостей дозволяє виокремлювати цілі за рівнем можливості діагностування результатів, які мають бути отримані на підставі реалізації цих цілей (один з можливих варіантів формулювання таких цілей наведено в [1]).

Для повного і диференційованого опису цілей (при забезпеченні відповідного рівня можливості діагностування отриманих результатів) необхідно щоб ці цілі з самого початку формулювалися на мові тих задач, для розв'язання яких необхідні відповідні знання, вміння, навички,

переконання, естетичні відчуття та ін., що студент саме й має засвоїти. Звичайно, такий операціональний спосіб задавання цілей потребує оволодіння спеціальною методологією, яка на даний час знаходиться на стадії розроблення.

Література

1. Беспалько В.П. и др. Слагаемы педагогической технологии. М., Педагогика, 1989

УДК 378.6

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ» СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Паньків Г. В., спеціалістка

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

Сучасна освіта характерна пошуком нових педагогічних можливостей, це пов'язано не лише з відмовою від традиційного навчання, але і з роботою викладача із тими технологіями і формами заняття, які дають можливість сформувати особистість студента. Якщо розглянути місце хімії серед предметів, можна сказати, що дана наука є унікальною і посідає особливе місце між іншими дисциплінами.

Загальні поняття хімії охоплюють настільки великий спектр промисловості, що базові знання і навички необхідні будь кому незалежно від робітничої сфери. Імерсивні методи навчання потенційно можуть стати основним інструментом в освіті й здійснити революцію в навчанні студентів будь яких спеціальностей. Одним із найефективніших видів є доповнена реальність, яка базується на проекції (проектування світлових проекцій на фізичні поверхні). Насамперед потрібно відзначити використання доповненої реальності при вивченні дисципліни «Загальна хімія» студентами технічних спеціальностей, оскільки вона містить надзвичайно широке коло експериментального матеріалу, засвоєння якого потребує самостійної роботи. Практика показує, що при використанні таких методів активність та зацікавленість студентів зростає, що дає хороші наслідки.

Для прикладу, доповнена реальність дозволяє не лише ознайомити майбутніх техніків-механіків та інженерів з видами матеріалів для виробництва двигунів внутрішнього згорання, паливно-мастильних матеріалів, засобів захисту металів від корозії, найкращими електролітами чи найвигіднішими матеріалами, але і дозволяє розглянути дані процеси більш детально із середини. Використання віртуальної та доповненої реальності в хімії, дозволяє не лише безпечно проводити досліди, але й дає змогу розглянути ту чи іншу молекулу з всіх сторін.

Література

1. Білоусова Л. І., Житеньова Н.В. Візуалізація навчального матеріалу з використанням технології скрайбінг у професійній діяльності вчителя. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. 2016. Вип. 1(7).

2. Віртуальна та доповнена реальність: як нові технології надихають вчитися. Освіторія: веб-сайт. URL: <https://osvitoria.media/> (дата звернення 25.03.2020).

УДК 378.6

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ

Паньків Г. В., спеціалістка

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

Підвищення конкурентної здатності виробництв, високий прогрес технологічних галузей, впровадження нанотехнологій вимагає високу компетентність та кваліфікацію професійних кадрів технічного спрямування. Тому виникає пріоритетне завдання всієї освітньої політики – розвиток конкурентоспроможності особистості.

Важливим компонентом компетентності фахівця технічного профілю є хімічна компетентність. Знання основних законів хімії та вміння їх застосовувати, забезпечують засвоєння та використання їх у вирішенні технічних завдань.

Галузеві факультети ВНЗ зазвичай орієнтовані на інженерну підготовку фахівців, що потребує якісного викладу хімічного матеріалу який є важливим для певної технічної ланки. Формування хімічних компетентностей у студентів тісно пов'язане з виробничою діяльністю та середовищем. Під час вивчення хімії обов'язково враховуються особливості майбутньої професії. При введенні занять на теми пов'язаних з спеціальністю студентів, підвищується їхня активність, засвоєння матеріалу та вміння застосувати одержанні знання на практиці.

Процес підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей необхідно орієнтувати на правильній послідовності у викладанні загальноосвітніх та фахових дисциплін технічного циклу. В такому випадку міждисциплінарна інтеграція підвищить професійні компетентності за рахунок застосування знань з однієї дисципліни під час вивчення іншої.

Окрім навчальної роботи студентам технічних спеціальностей необхідно брати участь у різноманітних хімічних олімпіадах, конкурсах та науково-дослідних роботах. Прикладна спрямованість робіт здобувачів освіти, дозволяє розвивати в них дослідницькі якості, котрі згодом вони зможуть практично реалізовувати у технологічних процесах тої чи іншої спеціальності.

Література

1. Проект Стратегії реформування вищої освіти в Україні до 2020 року / розроблено Робочою групою під керівництвом Міністерства освіти і науки України. Київ: 2014. 75 с.
2. Даценко В.В. Формування професійної компетентності у студентів ВНЗ у процесі навчання хімії. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2017. Вип. 77. С. 13 – 17.

УДК 378.016

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ КАРАНТИНУ

Піддубний В. О., к.т.н., доцент

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна.*

Введення карантинних обмежень вимагає від викладачів використання дистанційного онлайн навчання. Для його забезпечення використовуються різні платформи – Skype, Zoom, Moodle, які дозволяють проводити дистанційно лекції (Skype, Zoom) та інші види занять, контроль їх виконання (Moodle). В НТУУ КПІ для забезпечення дистанційного навчання на базі Moodle та відео курсів створена платформа «Сікорський». Однак не всі викладачі в силу різних причин можуть скористатися представленими можливостями. Тому актуальною є також робота зі студентами по електронній пошті.

Що для цього потрібно?

По-перше, необхідно створити (за звичай вона вже є) групову електронну пошту студентів. Так при вивченні дисципліни «Елементна база радіоелектронної апаратури» на радіотехнічному факультеті НТУУ КПІ студентами створена групова пошта, на якій викладено все методичне забезпечення дисципліни. Це – лекції, рекомендації з виконання лабораторних та контрольних робіт (модульних та домашніх) то що. Там же знаходяться посилання на відеолекції, які дозволяють ознайомитися з теоретичними (<https://www.youtube.com/watch?v=UPMSP3MSNyU>) та практичними питаннями (https://www.youtube.com/watch?v=FmlpvqyG_0k) виконання лабораторних робіт.

По-друге, необхідно, проводити загальні (пошта групи) та індивідуальні (пошта конкретного студента) роз'яснення (консультації) з незрозумілих питань.

По-третє, забезпечити своєчасну видачу та контроль індивідуальних завдань в відповідності до графіку навчання. Однією з умов, на яку треба звернути увагу, є дотримання вимог ДСТУ 3008:2015 при оформленні

науково-технічних робіт, щоб потім на четвертому курсі у студентів не виникало зайвих питань при оформлення бакалаврських робіт.

По-четверте, забезпечити чіткий та своєчасний контроль виконання завдань оприлюднюючи результати оцінювання за раніше визначеними критеріями рейтингової системи оцінювання на груповій пошті студентів. Крім цього в НТУУ КПІ зручно використовувати розділ Кампуса КПІ (<https://ecampus.kpi.ua>) «Поточна інформація» де необхідно висвітлювати оцінки отримані студентами за виконання завдань. Там же викладені всі матеріали необхідні для успішного навчання.

По-п'яте, особливу увагу необхідно звернути на виконання лабораторних робіт, які треба виконувати дистанційно, що можна зробити шляхом симуляції електронних схем в прикладному програмному забезпеченні для вивчення аналогової та цифрової електроніки Multisim.

Лабораторні роботи на відміну від офлайн-занять [1] необхідно проводити наступним чином:

- напередодні занять нагадати студентам тему лабораторної роботи, особливості виконання, терміни виконання та вказати матеріали, які треба розглянути для підготовки (здійснюється за допомогою групової електронної пошти), навести перелік контрольних питань;
- змодельовати схему, яка вивчається в даній лабораторній роботі, в симуляторі електронних схем;
- провести дослідження режимів роботи схеми за постійним та змінним струмом, розглянути та зафіксувати отримані в процесі досліджень осцилограми;
- оформити протокол проведення досліджень в відповідності до вимог, що висуваються державними стандартами до технічної документації та надіслати його на електронну пошту викладача;
- при виникненні питань надіслати їх одночасно з протоколом роботи;
- отримати відповідь та скорегувати протокол в відповідності до зауважень.

При визначенні оцінки студента головне завдання викладача забезпечити об'єктивність її виставлення, що достатньо складно зробити при онлайн спілкування. Це вимагає від викладача прискіпливого аналізу надісланих йому робіт та їх скрупульозний аналіз на відсутність плагіату. Необхідно дати студенту можливість адекватно оцінити свій рівень знань, запобігши невпевненості, психологічному дискомфорту та конфліктів з оточуючим його середовищем (викладачем та співгрупниками) [2].

Така методика проведення занять може і не є оптимальною але, як показує практика, в певних умовах може використовуватися для проведення дистанційного навчання.

Література

1. Піддубний В.О. Лабораторні заняття в підготовці бакалаврів галузі телекомунікації та радіотехніки / В.О.Піддубний // 6 Міжнародна науково-практична

конференція Сучасний рух науки.– 04.04.2019, Матеріали конф. — Дніпро, 2019. — С. 69-71.

2. Поддубный В.А. Роль обратной связи между студентом и преподавателем в формировании мировоззрения / В. А. Поддубный, А. А. Поддубный // Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2007) Материалы конф. — Севастополь 2007. — т. 2, . — С. 943-944.

УДК 373.5.016

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ПИТАНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

***Батечко Н. Г., докт. пед. наук, доцент, завідувач кафедри;
Шеліманова О. В., к.т.н. доцент; Шостак С. В., к.ф.-м.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна.***

У світовій практиці застосовуються різні інструменти підвищення енергоефективності, серед яких поряд з державним регулюванням енергоощадності, запровадженням фінансових стимулів для заохочення населення, важливу роль відіграють також інформаційні та освітні програми. Просвітницькі методи передбачають вплив безпосередньо на споживача, формування нової споживчої культури, заснованої на дбайливому природокористуванні та свідомому виборі енергоощадних технологій [1].

Оскільки саме поколінню сьогоденних дітей доведеться жити в умовах енергетичного дефіциту, за підтримки неурядових організацій країн ЄС та України було започатковано освітні проєкти задля забезпечення підлітків необхідними знаннями та практичними навичками у галузі енергоефективності.

Один з таких заходів – проєкт “Engagier dich! – Збережи енергію!”, розроблений німецьким Гьоте-Інститутом у Києві разом з Асоціацією «Енергоефективні міста України» – був реалізований у 2015 році і продовження , на жаль, не отримав [2]. Більш вдалим виявився Проєкт «Енергоефективні школи: нова генерація» [3], який з 2013 року реалізують фахівці ВБО "Інститут місцевого розвитку" за фінансової підтримки компанії ДТЕК та за сприяння місцевих органів влади в різних регіонах України.

Мета нашої діяльності – залучення до опанування питаннями підвищення енергоефективності аудиторії, що має більш глибокі знання в галузі природничих наук, а саме старших школярів та студентів коледжів і вищих навчальних закладів,

Фахівцями ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України у співдружності з співробітниками Університету прикладних наук м. Кельн (Німеччина) та викладачами загальноосвітніх шкіл м. Києва та Київської обл. розроблено Програму підготовки свідомих споживачів енергії

та енергетичних ресурсів, яка містить три компонента: освітній; інформаційний та практичний.

У межах **освітнього компоненту** Програми розглядаються проблеми вичерпності енергетичних ресурсів та ощадного ставлення до них, Завданням **інформаційної кампанії** є залучення громадськості до участі у заходах з енергозбереження та вироблення енергоощадної поведінки, а також популяризація досвіду провідних **Практичний компонент** передбачає, що по завершенню Програми її учасники будуть дотримуватись енергетично та екологічно грамотної поведінки та стилю життя.x європейських країн щодо впровадження енергоефективних технологій.

Реалізація даної Програми сприятиме вихованню свідомого та відповідального майбутнього споживача теплової та електричної енергії, який буде ощадливо та раціонально використовувати традиційні енергоресурси та успішно замінювати їх альтернативними джерелами енергії, спираючись на досвід провідних країн світу.

Література

1. Energy efficiency in ukraine in the context of european practices: educational aspect
<https://doi.org/10.28925/2518-7635.2019.4.6>
2. <https://enefcities.org.ua/diyalnist/proekty/engagier-dich---zberejy-energiyu/>
3. <http://energyschool.org.ua/>

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ»

**Фокіна Т. О., викладач; Єфімов Г. П., викладач-методист;
Бондаренко Н. І., викладач**

Прилуцький агротехнічний коледж, м. Прилуки, Україна

Метою впровадження компетентнісного підходу в навчальний процес є формування інтегрованої якості особистості, що виявляється в здатності та готовності до діяльності, яка базується на знаннях, досвіді й дає можливість розв'язувати проблеми певної галузі.

Компетентнісний підхід у навчанні, за визначенням багатьох науковців, вимагає зміщення акцентів із засвоєння знань, умінь і навичок на формування здатності практично діяти, приймати ефективні рішення, активної життєвої позиції в усіх сферах діяльності, а також навичок безперервної самоосвіти та самовдосконалення.

Компетентність – це категорія оціночна, яка характеризує особистість як суб'єкта спеціалізованої діяльності в системі суспільної праці.

Категорія професійної компетентності визначається рівнем професійної освіти, досвідом та індивідуальними здібностями людини, її мотивованим прагненням до безперервної самоосвіти та самовдосконалення, творчим і відповідальним ставленням до справи.

Однією зі складових інтегрованої професійної компетентності студентів навчального закладу технічного спрямування є здатність використовувати знання й уміння з дисципліни ТОЕ для успішної експлуатації сучасної техніки та її вдосконалення, застосування новітніх технологій і підвищення ефективності виробництва.

Навчальний процес лише тоді забезпечує розвиток студентів, коли він спрямований не лише на засвоєння знань, умінь і навичок, але й на оволодіння способами навчальної діяльності.

На заняттях з теоретичних основ електротехніки широко використовуємо прийоми інтерактивних методів, зокрема у процесі проведення проблемних лекцій, лекцій із застосуванням техніки зворотного зв'язку, практичних і лабораторних робіт, консультацій.

Однією з головних функцій проблемної лекції є стимулювання творчого мислення студентів та формування їх творчого підходу до організації своєї навчальної діяльності та опанування основами майбутнього фаху. Це досягається шляхом моделювання суперечностей майбутньої діяльності студентів як суб'єктів фахової діяльності. Головна мета такої лекції – стимулювання мисленнєвих процесів студентів, цілеспрямоване їх залучення до творчої навчальної діяльності.

Важливо зазначити, що використання прикладних задач на практичних заняттях переконливо ілюструє зв'язок ТОЕ з фаховими дисциплінами. У процесі розв'язування таких задач відбувається взаємна інтеграція фундаментальної та фахової підготовки студентів, у результаті чого створюються сприятливі умови розвитку професійної компетентності. Крім того, розв'язування професійно зорієнтованих задач із ТОЕ формує уміння закріплювати й узагальнювати засвоєні знання, мотивує до їх подальшого здобування, що, знову ж таки, діє у напрямі зростання компетентності.

На лабораторних заняттях формуються у студентів вміння користуватися електромонтажними інструментами, вимірювальними приладами, інформаційно-комунікаційними технологіями, студенти застосовують той багаж професійних знань, які складають основу вибраної спеціальності та виховують культуру праці. Завдяки цьому у студентів розвивається технічне мислення, технічні здібності, відбувається зв'язок теорії з практикою, формуються навички експериментальних досліджень, уміння підбирати та використовувати необхідні прилади.

Виходячи з того, що умовою формування компетентної особистості є реалізація особистісного та діяльнісного підходів до навчання, ми розробили різнорівневі індивідуальні завдання до лабораторних і практичних занять, а також до самостійної роботи студентів.

Упровадження компетентнісного підходу потребує активної участі студентів у навчальному процесі. Вони не повинні бути налаштовані на механічне відтворення фізичних величин та формул, а зорієнтовані на

активну пізнавальну діяльність, що нерозривно пов'язана із формуванням навичок самонавчання. Адже активне пізнання нового, опанування способами дій ніяк не може обмежуватись пасивними репродуктивними формами роботи. Не лише опанування певною сукупністю способів професійної діяльності, але й здобуття навичок самоосвіти, самовдосконалення є умовою формування компетентної особистості.

Література

1. Гушлевська І. Поняття компетентності у вітчизняній та зарубіжній педагогіці / І. Гушлевська // Шлях освіти. – 2004. – № 3. – С. 22-24.
2. Кузьменко В. В. Професійні здібності особистості: діагностика та шляхи формування: метод. рекомендації/ В. В. Кузьменко, І. Я. Жорова. – Херсон: Придніпров'я, 2005. – 48 с.
3. Родигіна І.В. Компетентісно орієнтований підхід до навчання. – Харків: Основа, 2005. – 96 с.

CONDITIONS OF ENGINEER PROFESSIONAL SUCCESS

Stinen O., Lecturer

*Universiteit Maastricht (UM) Minderbroedersberg 4, 6211 LK Maastricht,
Nederland*

In the modern explosive development of knowledge, technology, technology, the professional activity of the engineer is undergoing significant changes, covering an increasing number of areas that accompany the creative activities for the creation of relevant objects. Of course, this should be taken into account in the process of training engineers in higher education institutions, especially since the modern educational paradigm implies the most personally-evolving educational model.

Practical work on the maintenance of the life cycle of technical objects requires a specialist of relevant competencies in various fields, which at first glance have little to do with engineering, but today are considered to be an integral part of it. These are competences that enable the engineer to carry out activities not only in the research and design direction, but also in the direction of management, marketing, finance, economics and more. Of course, success in one or other of these areas of engineering (or in all directions at the same time) significantly depends on the personal socio-psychological properties of a person, which are formed during the relevant part of his life. However, the level of professional success of an engineer can be increased by organizing a learning process based on a person-centered approach. The implementation of such an approach should start with a professional orientation, which should be carried out not only in view of the possibility of realization of a technical component of engineering specialty, but taking into account the capabilities of the person concerned to be pursued in any direction of this specialty, taking into account its specified (technical) component. For example, for successful research activities, the most important personality

traits of a specialist are cognition and reflexivity, interest in generalizing available information, propensity for individual actions, independence and independence, etc.; less relevant to this activity are accuracy and executive discipline in staffing situations, a focus on the end result, communication skills and communication skills, and so on. To be successful in project activity, the dominant personality traits are a high level of spatial imagination development, creative thinking and initiative, a tendency to carefully plan their actions and adhere to the plan; high responsibility, focus on the end result when solving problems; ability to communicate with colleagues and work in a team; ingenuity, ingenuity, creativity of thinking, etc., while meticulous attitude to one's appearance, mutual understanding with others, verbal-logical memory, interest in other people, emotional constancy, etc. for this type of activity are less significant, although not relevant a component of managerial activity.

The development of appropriate algorithms and methods for the implementation of student-oriented personal-educational process of training specialists in higher education institutions should be based on the paradigm of formation of a personal list of disciplines necessary and sufficient to acquire the relevant specialization within the chosen specialty, which is proper implemented in many countries) credit-module structure of the educational process. Adopting this paradigm will inevitably lead to a real humanization of the educational process, to increase students' motivation to master their chosen specialty, to reduce the attempts of unreasonable change of vocational directions during higher education, which will, in the end, enhance professional skills engineering activities.

INTEGRATION OF LOGIC AND PROBABILITY CONCEPTS AS AN OBJECTIVE NEED OF PRACTICE

Aigner P., Lect.

University of Vienna, Universitätsring 1, 1010 Wien, Austria

The interpretation of the concept of probability, as the degree of possibility of realization of a corresponding event, at the turn of the XIX and XX centuries against the background of achievements in the field of physics (mainly quantum physics) became relevant not only among mathematicians and specialists, who in their professional activity are faced with the need to predict certain or other events, but also within the philosophical community, which in turn led to the development of the interpretation of probability as a certain philosophical category. Studies of this category, which have coincided with a heightened interest in multifaceted (not binary) logic, have led to the emergence of appropriate integrated structures that rely on the concepts of both logic and probability.

The essence of mutual penetration (for today it is possible, even, to speak of a definite merger) concepts of logic and probability and the consequences of this process can be understood only in the framework of the relevant historical

discourse.

It is believed that logic originated in the IV century BC. in ancient Greece and was associated with oratory. Together, logic and rhetoric reflected the processes of mastering the basics of argumentation, logical rules of proof, rules for the formation of forms of thinking. It took a long time before the works of F. Bacon, R. Descartes, G. Leibniz logic (as a science) was directed to form conclusions on the basis of judgments. English scientist F. Bacon, the founder of inductive logic, one of the first in his research turned to experiment. A universal method of inquiry, he declared the movement of thought from individual facts to summarizing conclusions. French philosopher R. Descartes was (on the contrary) a supporter of deductive logic, which aims to establish the truth of specific facts on the basis of general conclusions. German philosopher G. Leibniz first expressed the need for the creation of symbolic or mathematical logic. However, Leibniz's idea of the possibility, necessity, and productivity of summarizing judgments to appropriate calculations has not been found in many years by either philosophers or mathematicians. Symbolic logic really began to be created only in the middle of the nineteenth century, by the activities of J. Bull, De Morgan, C. Pierce and others. The application of methods of symbolic logic to solving problems that arose in formal logic allowed us not only to solve these problems, but also to formulate and largely solve problems that could not even be posed within formal logic. This, of course, triggered a revolutionary shift in the early twentieth century, both in formal logic and in all scientific fields that are in one way or another related to it. Modern formal logic is often equated with mathematical logic. However, this judgment cannot be accepted in its entirety. Mathematically in the strict sense, we can only recognize the part of formal logic that is connected with the study of mathematical artifacts. At the same time, modern logic contains many sections and branches that operate in other concepts, refer more to philosophy than to mathematics (modal logic, inductive logic, multi-valued logic, logic of norms and estimates, etc.), and hence apply verbal presentation of hypotheses and conclusions.

Interpretation of Probability as a Degree of Reasonable Faith, which was proposed in the 1920s by English scientist J.M. Keynes is considered to be the first interpretation that has largely contributed to the founding of structures where the concepts of probability and logic converge. Analyzing and criticizing both classical and frequency interpretations of probability, J. Keynes suggested to consider probability as a degree of reasonable faith, ascribed to appropriate statements (events) with precisely fixed data. In Keynes's interpretation, probability (as some numerical value) is set for the logical relationship between two sets of statements. It reflects the degree of belief in the correctness (or incorrectness) of expression, and the numerical value of this degree of faith is not constant, and varies depending on the available knowledge (information available) about the analyzed phenomena, objects, processes. All of the above points to the analytical rather than

the empirical nature of probability. Keynes himself emphasized the objective nature of his interpretation of probability. Although the degree of reasonable faith (probability) varies with the change in available knowledge, it characterizes the relationship between objects that is independent of human consciousness. "As important as logic is the category," argued Keynes, "probability is not subjective. It is not a matter of human whim. The statement is probably not because we think about it. As soon as the facts which determine our knowledge are provided, in such circumstances what is considered probable and what is improbable is fixed objectively and does not depend on the opinion of the subject. Probability theory is logical because it deals with a degree of faith that is reasonable in the circumstances, and not simply with an actual belief that can be both reasonable and not reasonable. "

Attempts to construct a rigorous system (theory) of probabilistic logic on the basis of the above conclusions have failed. What was done in this direction was too cumbersome and inconvenient. The ideas described in practical activity have not been widely used. At the same time, it should be noted that the works in this direction were not in vain. They fostered an awareness of the link between logic and probability, which eventually led to the emergence of new practically useful areas of science, including integrated logic-probabilistic and probabilistic-logical structures, which are nowadays increasingly used in various fields of activity.

SPECIALTY POLYMORPHISM AND SOCIO-PSYCHOLOGICAL PROPERTIES OF THE SPECIALIST

Sidorov S. A., phd

*Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus*

Today, the international educational community is increasingly inclined to the idea that the integrated indicator (criterion) of the quality of education should be considered the possibility of employing a graduate of a higher educational institution in a chosen specialty.

In this case, the polymorphism of modern specialties (professions) and especially those in need of higher education should be taken into account. This is manifested in the fact that in practice, within the framework of one specialty, various types of activities are implemented, each of which requires a specialist, in addition to the professional knowledge acquired in a higher educational institution, and the corresponding personal socio-psychological properties. It is these personal characteristics that provide a specialist with the comfort of staying in an appropriate professional environment, success and career growth.

At the same time, it is known that a person for the most part is not able to independently objectively determine his psychological properties and the adequacy of their decomposition for the successful implementation of certain activities in the

territory of the chosen specialty. Moreover, today for a significant number of modern specialties there is generally no detailed information on the types of activities that are implemented in their space.

For example, the specialties associated with the implementation and operation of technical systems include the following activities: research, design, transfer, operational, organizational and managerial, entrepreneurial and pedagogical. The implementation of each of these types of activities, of course, requires a specialist to manifest certain socio-psychological properties.

It should be noted that the socio-psychological properties that must be inherent in a specialist in order to achieve success in various activities related to a particular specialty will differ for the most part (and often, vary significantly). It is this that leads to the fact that graduates of the same higher educational institution with the same level of knowledge in a particular specialty will have advantages in employment, achieve success and career growth in various types of professional activities, implemented in the space of their chosen specialty.

ВИЩА ОСВІТА ЯК ПОСЛУГА З БОКУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Мірських Г. О., к.т.н, доцент

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

На сьогодні все ширше розгортаються інтернаціоналізація й глобалізація вищої освіти. Відповідні процеси захоплюють різні сторони людських взаємовідносин та все глибше занурюються в них, сприяють взаємопроникненню національних культур, ведуть до створення безграничного всесвітнього освітянського простору, який, зародившись, все сильніше й сильніше впливає на глобальні умови існування людства.

Наведене висуває відповідні вимоги до освітянських інститутів і, перш за все, до вищих навчальних закладів. Адже такі вимоги напряму пов'язані з визнанням вищої освіти відповідною послугою суспільству, яка надається відповідним навчальним закладом. При цьому така послуга в багатьох країнах світу (в т.ч. і в Україні) фінансово суттєво підтримується державою.

Споживачами вказаної послуги, з одного боку, є громадяни, котрі отримують у навчальному закладі визначену спеціальність, з другого, - організації та підприємства, в рамках яких формується матеріальна й духовна компоненти людської культури й які виступають як роботодавці, а також держава, яка отримує відповідний прибуток (у вигляді податків) від професійної діяльності фахівця. При цьому якість вказаної освітньої послуги має бути підтверджена відповідними документами вищого навчального закладу, які характеризують (за визначенням вищого навчального закладу) загальнокультурний та професійний рівень випускника. За відповідних умов

вказані документи, що підтверджують отримання освітньої послуги, можуть суттєво впливати (і, як правило, впливають) як на соціальний статус громадянина – випускника відповідного навчального закладу, так і на рейтинг самого навчального закладу, причому не тільки в національному, але й у міжнародному освітньому просторі.

КУРСОВЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ СПОСОБІВ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Дронь В. В., викладач-методист; Циганок О. М., викладач;

Іващенко О. С., викладач

Прилуцький агротехнічний коледж, м. Прилуки, Україна

Практичні навички майбутні фахівці з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки здобувають під час виконання ними практичних завдань на лабораторних роботах, розробці курсових та дипломного проєктів, що потребують певних розрахунків і логічного мислення, а також під час проходження навчальних і виробничих практик. Курсове проєктування є одним із важливих етапів технічної підготовки студентів у навчальному закладі та практичного застосування одержаних знань у процесі навчання.

Мета курсового проєктування – закріплення та систематизація теоретичних знань студентів, засвоєння ними методики розробки функціональних, функціонально-технологічних схем автоматизації, принципів схем, схем з'єднань і підключень розрахунку та виборі технічних засобів автоматизації, визначення основних показників надійності автоматичних систем і економічної ефективності автоматизації об'єкта.

Виконавши аналіз теми курсового проєкту «Автоматизація системи водопостачання тваринницького комплексу», яка призначена для безперервного автоматичного керування водопостачанням тваринницького комплексу, ми дійшли висновку, що розроблена система водопостачання даної установки застаріла. А саме, було виявлено такі недоліки: відсутній облік витрат води зі свердловини та водопроводу; не має автоматичного контролю рівня води у башті, що призводить до втрати води при переповненні; неможливість підтримання постійного тиску води у вихідній магістралі при зміні витрат; наявність води в джерелах не контролюється; оператори не можуть контролювати стан системи водопостачання.

Враховавши всі недоліки, було розроблено склад нової системи водопостачання, яка складається з джерел води – свердловини та водопроводу, накопичувальної ємності для води (близько 100 м³), насосної станції з двох насосів. Це призвело до зміни її завдання, яке виконує система керування: два види наповнення водою накопичувальної ємності – пріоритетне (свердловина) та альтернативне (центральний водопровід)

джерело; можливість підтримання встановленого рівня тиску у вихідній магістралі водопостачання; облік витрат як зі свердловини, так із водопроводу; керування конфігурацією роботи насосів Н1 та Н2; захист двигунів насосів за сухим ходом, за перегрівом корпусу, в автоматичному режимі – за струмом, у ручному режимі – блокування роботи при неправильній послідовності фаз; автоматичне перемикання на резервний насос при аварійній ситуації з основним; можливість вибору режиму керування насосами – автомат/ручний.

Для оптимального вирішення поставленого завдання пропонується використовувати програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК160 – лінійка програмованих лінійних моноблокових контролерів з дискретними та аналоговими входами/виходами на борту для автоматизації середніх систем. Вони є оптимальні для побудови систем автоматизації середнього рівня та розподілених систем керування й рекомендуються для використання в системах HVAC, сфері ЖКГ (ІТП, ЦТП), АСК водоканалів (водопідготовка, насосні станції), для керування харчопереробними та пакувальними апаратами, кліматичним обладнанням. Відмінні особливості лінійок: потужні обчислювальні ресурси та великий об'єм пам'яті; наявність дискретних та аналогових входів/виходів на борту контролера, послідовних портів (RS-232, RS 485), порту Ethernet для увімкнення в локальні або глобальні мережі верхнього рівня; підтримання протоколів обміну Modbus (RTU, ASCII), ОВЕН, DCON; можливість роботи безпосередньо з портами контролера, що дозволяє підключати зовнішні пристрої з нестандартними протоколами; контролер має вбудований годинник, а це дозволяє створювати системи керування з урахуванням реального часу; вбудований акумулятор, який дозволяє організувати низку додаткових сервісних функцій, зокрема, можливість короткочасного перецікування відсутності живлення, переведення вихідних елементів у безпечний стан.

Аналогові виходи можуть бути: 4... 20 мА, 0... 10 В та універсальні – такі, що програмно перемикають з 4... 20 мА/0... 10 В. Усі контролери цієї лінійки мають велику кількість інтерфейсів на борту, які працюють незалежно один від одного: Ethernet; до трьох послідовних портів; USB Device для програмування контролера.

Як вже зазначалося, контролери цієї лінійки також підтримують роботу з нестандартними протоколами за будь-яким з портів, що дозволяє підключати такі пристрої, як електро-, газо-, водолічильники, зчитувачі штрих-кодів тощо.

Програмування контролерів здійснюється в професійному, поширеному середовищі CODESYS v. 2.3. x, максимально відповідному стандарту МЭК 6113: підтримання 5 мов програмування, для професіоналів будь-якої галузі; потужний інструмент для розробки та налагодження складних проєктів автоматизації на базі контролерів; функція документації

проектів; кількість логічних операцій обмежується тільки кількістю вільної пам'яті контролера; практично необмежена кількість лічильників, тригерів, генераторів, які використовуються у проєкті.

Впровадження цієї автоматичної системи дозволило: зменшити споживання води із центрального водопроводу на ~63%, підтримувати тиск води, який встановлено оператором, у широкому діапазоні вимірювання витрати, підвищити оперативність обслуговування системи, що забезпечується передаванням СМС оператору про аварійні ситуації.

Фахівці з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки повинні бути підготовленими до вирішення різних способів покращення автоматизації вже наявних систем, адже в нашій країні спостерігається переведення виробництва на економічні основи управління, впровадження принципів самофінансування й самоокупності, висуваються нові, підвищені вимоги до економічного обґрунтування систем автоматики та автоматизації виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві.

Література

1. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. –557 с.

2. ОВЕН обладнання для автоматизації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://owen.ua/> (дата звернення 06.05. 2020)

Наукове видання

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

Матеріали
ІХ Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 19-22 травня 2020 р.

Відповідальний за видання
А.В. Жильцов, д.т.н., проф.
Технічний редактор Мірських Г.О.
Комп'ютерне складання та верстання

Васюк В.В.
Ликтей В.В.