

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
Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 14-18 грудня 2015 р.

**Проблемы современной энергетики и автоматики в системе
природопользования**
(теория, практика, история, образование)

Материалы
Международной
научно-технической конференции
г. Киев, 14-18 декабря 2015 г.

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

Proceedings of the
International
Scientific-Technical Conference Kiev, 14-18 of December, 2015

Київ 2015

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
Міжнародної науково-технічної конференції
м. Київ, 14-18 грудня 2015 р.

**Проблемы современной энергетики и автоматики в системе
природопользования
(теория, практика, история, образование)**

Материалы
Международной научно-технической конференции
г. Киев, 14-18 декабря 2015 г.

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

Proceedings of the
International Scientific-Technical Conference
Kyiv, 14-18 of December, 2015

Київ 2015

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

Співголови організаційного комітету конференції

Жильцов А.В., завідувач кафедри електричних машин і експлуатації електрообладнання Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., доцент

Відповідальний секретар оргкомітету

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

Секретарі оргкомітету конференції

Васюк В.В., асистент, Україна

Ликтей В.В., аспірантка, Україна

Члени організаційного комітету

Савченко П.І., д.т.н., професор, Україна; Кондратенко І.П., д.т.н., Україна; Яцкевич Ю. (Yatskevych Yu.), PhD, професор, Канада; Єрошенко Г.П., д.т.н., професор, Росія

**Проблеми сучасної енергетики і
автоматик в системі
природокористування: Матеріали наук.-
техн конф., м. Київ 14-18 грудня /**

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.

©НУБіП 2015

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1.

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ.....	14
ЕКОЛОГІЧНО-ОЩАДЛИВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИДАЛЕННЯ КАРБОНАТНИХ ТА ОКСИДНИХ ВІДКЛАДЕНЬ З ТЕПЛООБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ (Максін В.І.).....	14
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ЕНЕРГІЯ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТІВ (Іноземцев Г.Б.).....	16
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ИНДУКТОРА С ЗАГРУЗКОЙ В ВИДЕ ПУЧКА ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТРУБ (Гарасимчук И.Д., Березюк А.О.).....	18
ОВП ЯК ФАКТОР ПРОГНОЗУВАННЯ ЛЕЖКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА (Окушко О.В.).....	20
ОБГРУНТУВАННЯ ПРИПУСТИМОГО ПІДВИЩЕННЯ СИЛИ СТРУМУ В ОБМОТЦІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАЛІЗОВІДДІЛЮВАЧА В ЕНЕРГООЩАДНОМУ РЕЖИМІ (Богатирьов Ю.О., Гулевський В.Б.).....	22
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА (Борохов И.В.).....	24
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ В УМОВАХ ЗАКРИТИХ АГРОЕКОСИСТЕМ (Ковалишин Б.М.).....	26
ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕВОГО БІОПАЛИВА ІЗ РІПАКО-МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ І ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА (Кушлик Р.Р.).....	28
ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ПІДГРІВУ ТЕПЛОНОСІЇВ (Березюк А.О.).....	29
SPECTROSCOPIC QUALITY EVALUATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS (REFLECTANCE OF VISIBLE RADIATION BY CATTLE COAT AND MUZZLE) (Chervinsky L.S., Posudin Y.I.).....	30

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ АБРАЗИВНІЙ ОБРОБЦІ НА ЗАБРУДНЕНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ РІДИН (Гулевський В.Б., Богатирьов Ю.О.).....	32
THERMAL FIELD'S CALCULATION OF CYLINDRICAL INDUCTOR WHICH IS LOADED BY A BUNDLE OF FERROMAGNETIC RODS (Berezjuk A.O.).....	34
ОЦІНКА ДІЮЧИХ ФАКТОРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ АПАРАТУ ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ (Олійник В.П., Куліш С.М., Верховенко І.В.).....	36
ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СРЕДСТВ РАДИОВОЛНОВОГО КОНТРОЛЯ (Федюшко Ю.М., Федюшко А.Ю.).....	38
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ ПАЛИВА ТА ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОТЛІВ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ГОРЮЧИХ ВІДХОДІВ С/Г ВИРОБНИЦТВА (Стручасв М.І.).....	40
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СВЧ ДИАПАЗОНА В СЕРЕДИНЕ ПОВРЕЖДЕННОЙ КОНЕЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ (Орел А.Н.,; Орел И.А.).....	44
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗЛУЧАТЕЛЯ ГЕНЕРАТОРА ИСКРОВОГО РАЗРЯДА (Кулиш С.Н., Соломашенко А.М.).....	46
РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ІНДУКТОРІ ДЛЯ НАГРІВУ ВОДИ (Панцир Ю.І., Березюк А.О.).....	48

СЕКЦІЯ 2.

ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ. ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ (Антипов Є.О.).....	50
СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В ВИДЕ БРИКЕТОВ ИЗ БИОМАССЫ (Вороновский И.Б.).....	51

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ЩО ОТРИМАНА З БІОМАСИ (Гімпель В.В., Ніконорова В.М.).....	53
БАГАТОШАРОВІ ЗАХИСНІ КОНСТРУКЦІЇ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК (Лисенко В.М., Савойський О.Ю.).....	55
АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛОБАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ З БІОМАСИ (Гімпель В.В., Ніконорова В.М.).....	57
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ (Оберська Н.В., Михайлишин М.С.).....	59
ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК (Подобайло В.Г., Потапенко М.В., Гайдукевич С.В.).....	60

СЕКЦІЯ 3.

SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ.....	63
--	----

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЗА НАЯВНІСТЮ В МЕРЕЖАХ 6 – 10 кВ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ (Кожан Д. П., Ковальова В. В., Скрипник А. М.).....	63
--	----

СЕКЦІЯ 4.

РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	66
---	----

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМНИХ РІШЕНЬ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ З АВТОМАТИЗОВАНИМИ РОЗ'ЄДНУВАЧАМИ (Мірошник О.О., Лут М.Т., Яцкевич Ю.В.).....	66
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЗАЗЕМЛЕННЯ ТИПУ TN-C-S (Лисенко В.М., Савойський О.Ю.).....	68

СЕКЦІЯ 5.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО	
--	--

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ.....	70
МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ НА ДІЛЯНЦІ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ ЇЇ ОПЕРАТИВНОГО ЗБОРУ	
(Чирченко Д.В., Шворов С.А.).....	70
СУМІСНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	
(Мархонь М.В., Чумак В.В.).....	72
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕПЛИЦІ ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ В КЛАСІ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	
(Куляк Б. В., Решетюк В.М.).....	73
АЛГОРИТМ СИНТЕЗУ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА ПІДСТАВІ КОНСЕРВАТИВНИХ БЛОКІВ	
(Жильцов А.В., Berndsmen, Гончар Р.І.).....	74
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОЗУВАННЯМ ТА ПЕРЕМІШУВАННЯМ ВХІДНИХ СУБСТРАТІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ	
(Шворов С.А., Кіктєв М.О., Охріменко П.Г., Чирченко Д.В.)...	75
СТВОРЕННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	
(Жильцов А.В., Махно Г.О.).....	76
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ ШТУЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО НЕЙРОНА	
(Юхименко А.С., Мірських Г.О.).....	77
КЛАСИФІКАЦІЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
(Мархонь М.В., Шумейко О.О.).....	78
НАГАЛЬНІСТЬ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ В ПРАКТИЦІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
(Ренкас М.Д., Мірських Г.О.).....	79
НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	
(Мархонь М.В., Лихно П.Р.).....	80
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖІ КОХОНЕНА З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗБУРЕНЬ	
(Дудник А.О.).....	81
МЕТОДИ ДОСЯГНЕННЯ ІНВАРІАНТНОСТІ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	
(Юхименко А.С., Мірських Г.О.).....	83
РОЛЬ І МІСЦЕ ПЕРЦЕПТРОНУ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
(Жильцов А.В., Шевченко А.П.).....	85

ОЦІНЮВАННЯ КРИТЕРІЮ ЛІПШИЦЯ ОКРЕМИХ СКЛАДОВИХ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	
(Жильцов А.В., Махно Г.О.).....	86
КРИТЕРІЙ ЛІПШИЦЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
(Сілакова Т.Т., Мірських Г.О.).....	88
ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ МЕТОД ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ЧИСЛОВИХ ОЗНАК	
(Жильцов А.В., Махно Г.О.).....	89
НЕЧІТКІ ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ЗАДАЧАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ	
(Жильцов А.В., Єрошенко Г.П.).....	91
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДБИРАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	
(Жильцов А.В., Мунтян В.В., Чумак О.В.).....	92
УЗАГАЛЬНЕНИЙ АЛГОРИТМ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
(Жильцов А.В., Чумак О.В.).....	94
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ВИСОКИМ ДИНАМІЧНИМ ДІАПАЗОНОМ ВИХІДНИХ ДАНИХ	
(Жильцов А.В., Гончар Р.І.).....	95
МІСЦЕ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ СЕРЕД ІНШИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ	
(Мархонь М.В., Чумак В.В.).....	96
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЙНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ	
(Ярошук Р.В., Мірських Г.О.).....	97
КЛАСИФІКАЦІЯ ВХІДНИХ ДАНИХ У ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
(Ковтюшенко А.Д., Мірських Г.О.).....	99
НЕЧІТКІ МНОЖИНИ В ЗАДАЧАХ СУМІСНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	
(Мархонь М.В., Чумак В.В.).....	100

ПОПЕРЕДНЄ ОБРОБЛЕННЯ ЧИСЛОВИХ ОЗНАК В ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (Маринич Д.М., Мірських Г.О.).....	101
АНАЛІЗ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЩОДО СПРОЩЕННЯ ЇХ АРХІТЕКТУРИ (Сілакова Т.Т., Мірських Г.О.).....	102
СЕКЦІЯ 6.	
ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА...	105
ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОФОСФАТІВ ЦИНКУ / МАНГАНУ (Бойко В.В., Гоменюк О.В., Неділько С.Г.).....	105
ФЛУОРЕСЦЕНТНА СПЕКТРОСКОПІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР (Посудін Ю.І., Залоїло І.А., Годлевська О.О., Кожем'яко Я.В.)	105
ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (Мірських Г.О., Stinen O.).....	107
РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В БАГАТОШАРОВИХ ОБМОТКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРИСТРОЇВ (Гарасимчук И.Д., Березюк А.О.).....	109
МАЛОЕНЕРГОЗАТРАТНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА НА ОСНОВІ НОВІТНІХ ЛЮМІНЕСЦІЮЮЧИХ ОРГАНІЧНИХ МОЛЕКУЛ (Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О., Малюта М.В.).....	111
ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ПРИ ПОРІВНЯННІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (Мірських Г.О., Савченко П.І., Пасєка Р.А.).....	111
CALCULATION OF MAGNETIC FIELD WINDING ON THE STATOR THE BRUSHLESS DC ELECTRIC MOTOR (Lyktej V.V., Zhiltsov A.V.)	113
СЕКЦІЯ 7.	
ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ.....	115
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ НА ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ РЕЛЕ (Мрачковський А.М., Дудар А.В.).....	115

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРІЙНОГО І КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА (Чуєнко Р.М.).....	115
ЕРОЗІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДІВ НА ОСНОВІ МІДІ В УМОВАХ ДУГОВОГО РОЗРЯДУ НА ПОВІТРІ (Мрачковський А.М., Доценко Д.В.).....	117
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ (Мрачковський А.М., Єнько С.С.).....	117
ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ (Васюк В.В.).....	118
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНДЕНСОВАНИХ КОРОЗОСТІЙКИХ КОНДЕНСОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МІДІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (Мрачковський А.М., Щур Д.).....	119
ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ПУСКУ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА (Чуєнко Р.М.).....	120
CLASSIFICATION OF THE MATERIALS FOR THE LOW- VOLTAGE SWITCHING EQUIPMENT ELECTRICAL CONTACTS AND SPHERES OF THEIR APPLICATION IN THE ELECTRICAL ENGINEERING (Mrackovskyi A.M.).....	122
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ НА КОНТАКТ-ДЕТАЛЯХ РЕЛЕ (Мрачковський А.М., Щур Д.).....	122
ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ГАРМОНІЧНОГО СКЛАДУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА (Санченко О.В., Голодний І.М.).....	123
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНТАКТІВ КОНТАКТОРА ПРИБОРІВ РПН ТРАНСФОРМАТОРІВ (Мархонь М.В.).....	124
КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У СПОЖИВЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ЗАСІБ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ В АПК (Чуєнко Р.М.).....	125
RESEARCH of RELIABILITY of CONTACTS-DETAILS of ELECTROMAGNETIC STARTERS of a SERIES PML (Mrackovskyi A.M.).....	126

RESEARCH of ELECTRICAL EROSION and TRANSITIVE RESISTANCE of CONTACTS-DETAILS of ELECTROMAGNETIC	
(Mrackovskyi A.M.)	127
ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА	
(Чуєнко Р.М.)	127
ОДНОФАЗНИЙ КОМПЕНСОВАНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН	
(Чуєнко Р.М., Мархонь М.В.)	129
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП	
(Лут М.Т., Коробський В.В.)	131
СВАРОЧНИЙ ТРАНСФОРМАТОР С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБМОТКОЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ТОКА	
(Брагіда М.В.)	133
СИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ В СИСТЕМІ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ	
(Жильцов А.В., Кітюк Д.О.)	134
ОЦІНКА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ЗАМКНУТИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ	
(Радько І.П.)	134
ТРАНСФОРМАТОР З ПЛАВНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ СТРУМУ	
(Брагіда М.В., Зубков І.С.)	135
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТОПРОВОДУ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ	
(Брагіда М.В., Зубков І.С.)	136
ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО НЕРУЙНІВНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ	
(Васюк В.В.)	137
НАНЕСЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ	
(Мархонь М.В.)	138
ОБГУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИБОРУ ІНГРЕДІЄНТІВ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ	
(Мархонь М.В.)	139
ПРОГНОЗУВАННЯ І МОНІТОРИНГ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ В УМОВАХ АПК	
(Квітка С.О., Квітка О.С.)	140

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ (Васюк В.В.).....	141
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОПЛАСТИЧНОГО ЕФЕКТУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ (Васюк В.В.).....	143
АНАЛІТИЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ (Васюк В.В.).....	144
СЕКЦІЯ 8.	
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА.....	145
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТА З КОМПАКТНИМ ПУЧКОМ ТРУБ (Троханяк В. І., Горобець В. Г., Богдан Ю.О.).....	145
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА (Антипов Е.А.).....	147
МОДЕЛЮВАННЯ TEMПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ У ТЕПЛИЦІ (Лисенко В.П., Чернов І.І., Лендел Т.І.).....	148
МЕТОД ОЦЕНКИ РЕАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ (Питолин В. Е.).....	150
МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ (Ситніков О.В., Захарчук А.С.).....	152
ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ (Сіренко В.Ф.).....	153
СЕКЦІЯ 9.	
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ.....	154
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ПРИБЛИЖЕННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ИСКАЖЕНИЯ СИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ПОКАЗАНИЯМ ВОЛЬТМЕТРОВ (Вершинин А.С., Авдейко В.П.).....	154

СЕКЦІЯ 10.

ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ.....	156
ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ	
(Ковтун П.М.).....	156
ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПЛАНУВАННІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРІВ-ЕНЕРГЕТИКІВ	
(Подобайло В.Г., Потапенко М.В., Рамш В.Ю.).....	157
АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ОСОБИСТІСНО-РОЗВИВАЮЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	
(Мархонь М.В., Шумейко О.О.).....	159
НАГАЛЬНІСТЬ НОВОЇ ПАРАДИГМИ НАВЧАННЯ І ОСВІТИ	
(Мархонь М.В., Овчаренко Р.П.).....	160
СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ УСПІШНОСТІ НА ТЕРЕНАХ ПРОФЕСІЇ	
(Бідненко С.А., Мірських Г.О.).....	161
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ	
(Рибін О.І., Мірських Г.О.).....	163
ОСВІТА, ЯК ВІДДЗЕРКАЛЕННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОЇ КУЛЬТУРИ	
(Іванюк Н.О., Мірських Г.О.).....	164
АНАЛІЗ ПРОТИРІЧЧЯ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ	
(Мірських Г.О. Kochanowski Т., Шапошніков Є.Г.).....	165
СКЛАДОВІ ЗМІСТУ СУЧАСНОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ	
(Мархонь М.В., Трентал А.С., Овчаренко Р.П.).....	166

СЕКЦІЯ 1. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

ЕКОЛОГІЧНО-ОЩАДЛИВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИДАЛЕННЯ КАРБОНАТНИХ ТА ОКСИДНИХ ВІДКЛАДЕНЬ ІЗ ТЕПЛООБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ

Максін В.І., д.х.н., професор

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

Утворення відкладень карбонатного накипу в теплофікаційних бойлерах, обумовлене порушеннями водно-хімічного режиму водопідготовки, створює серйозні перешкоди для їхньої нормальної роботи. Аналогічна проблема є характерною і для ряду інших об'єктів: водонагрівальних та парових котлів, теплообмінних апаратів, дистиляційних установок та ін. Видалення карбонатного та змішаного карбонатно-гідроксидного накипу здійснюється кислотними промивками 2-4 % -ими розчинами інгібованих мінеральних кислот (соляної, сірчаної, азотної) або 5-10 % -ими розчинами органічних кислот. Проте в невеликих господарствах використання цих кислот пов'язано з великими незручностями. Застосування менш агресивних органічних кислот внаслідок їхнього дефіциту та високої вартості є ще більш ускладненим. На таких об'єктах ділянки трубопроводів, які вийшли з ладу, замінюють новими. Разом із цим при використанні традиційних кислот у практиці видалення накипних і оксидних відкладень питання про їхню регенерацію для повторного використання або про утилізацію відпрацьованих розчинів із метою захисту водойм від забруднення є дуже складними для практичної реалізації. Таким чином, проблема заміни традиційних технологій на нові залишається досить актуальною.

Останнім часом для видалення корозійних та накипних відкладень з теплообмінних поверхонь одночасно або для заміни HCl і H_2SO_4 почали використовувати 2-10 % і розчини сульфамінової кислоти HSO_3NH_2 . Реакція останньої з компонентами накипу протікає з високою швидкістю та з утворенням добре розчинних солей.

Наявні публікації щодо практичного застосування сульфамінової кислоти для видалення накипу на різноманітних об'єктах не відображають важливих практичних аспектів. Зокрема не розглядались питання (за виключенням досліджень безперервної рекуперації сульфамінової кислоти в процесі розчинення накипу, регенерації відпрацьованих промивних розчинів і знешкодження у них сульфамат-іонів після повного виснаження, які забезпечують створення екологічно безпечної технології реагентного видалення накипних відкладень. У зв'язку з цим відпрацювання вказаних

питань безпосередньо на промислових об'єктах і розробка технології використання сульфамінової кислоти для видалення відкладень карбонатного накипу з теплофікаційних бойлерів та іншої теплообмінної апаратури з застосуванням останніх досягнень науки і техніки являються актуальними і складають мету роботи, яка пропонується.

На кафедрі аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води в результаті виконання ініціативної теми запропоновано екологічно ощадливу технологію видалення карбонатних та оксидних відкладень теплообмінних поверхонь (котли, бойлери, труби та батареї гарячого водопостачання, дистиляційні установки теплообмінники, радіатори двигунів та ін.) з використанням сумішей на основі сульфамінової кислоти

Технологічна схема видалення карбонатних та оксидних відкладень із використанням сумішей на основі сульфамінової кислоти включає в себе наступні стадії: приготування робочого розчину на основі сульфамінової кислоти; розчинення карбонатних та оксидних відкладень шляхом циркуляції робочого розчину на основі сульфамінової кислоти в теплообмінному апараті (труба, котел, бойлер та ін.); нейтралізація відпрацьованого робочого розчину карбонатом кальцію або вапном; регенерація сульфамінової кислоти із відпрацьованого очищеного робочого розчину; відділення осадів сульфату кальцію, гідроксидів і карбонатів магнію і міді.

Сульфаматвмісні стічні води після промивання, кубові залишки, а також виснажені при багаторазовому використанні промивні розчини сульфамінової кислоти, які містять гідролізний сульфат амонію, знешкоджують термолізом. Випарені до сухого залишку сульфаматні сполуки можуть бути розкладені при високих температурах до сульфату кальцію і оксикарбонатів металів. Розчин сульфамату кальцію може бути використаний як фунгіцид у боротьбі з хворобами пшениці і картоплі.

Одним із варіантів утилізації стічних вод при використанні сумішей на основі сульфамінової кислоти може бути наступне рішення. З отриманих вище даних видно, що переваги розробленої технології полягають в наступному: відсутність кислотних стоків, що спрощує стадію нейтралізації і утилізації шламів; відсутність токсичних домішок в стічних водах. Основним компонентом розробленого складу є сульфамінова кислота, яка в процесі гідролізу переходить у сульфат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Норматив по викиду амонійного азоту складає 30 г/куб.м, сульфатів – 500 г/куб.м. Але власне викиду стічних вод в каналізаційну систему можна запобігти, так як сульфат амонію є азотним добривом і його розчин можна використовувати в якості поживної суміші для поливу декоративних рослин і т.п.

Розробка була впроваджена:

- на Калінінській АЕС (Росія) для видалення відкладень карбонатного накипу з теплофікаційних бойлерів;

- у пансіонаті Звенігородський АН РАН (Росія) для видалення карбонатного накипу з системи гарячого водопостачання;
- на Монетному дворі Нацбанку України м. Київ для очистки теплообмінних апаратів;
- у ВО „Теком” м. Монастирище Черкаської обл. для очистки труб гарячого водопостачання;
- на Мангишлакському енергокомбінаті (Казахстан, м. Актау (раніш Шевченко) для очистки дистіляційних апаратів оріснення води Каспійського моря.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ЕНЕРГІЯ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ РОСЛИННИХ ОБ’ЄКТІВ

Іноземцев Г.Б., д.т.н., професор

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

Реалізація більшості традиційних технологій у рослинництві досягла критичних значень і фактично вичерпала свої можливості, що обумовлено рядом обставин, у т.ч. знищенням родючості ґрунтів, перенасиченням мінеральними добривами, різними техногенними забрудненнями тощо.

Аналіз стану питання та накопичений величезний експериментально-практичний матеріал переконливо свідчать про високу перспективність і значні переваги застосування електротехнологічних методів і особливо в дії на фізіологічні та біологічні процеси, в першу чергу, на стимуляцію і активацію росту рослин, що здійснюється шляхом передпосівної обробки насіння різними видами електромагнітної енергії [1].

Метою дослідження є аналіз впливу електромагнітної енергії на активацію розвитку рослинних об’єктів.

Перспективи застосування електромагнітної енергії як альтернативи існуючим біохімічним методам визначаються не тільки її ергономічними показниками, а й високою ефективністю.

Сьогодні з достатньою вірогідністю можна говорити про дію електромагнітної енергії як енергоносія на зміну енергетичного ресурсу у об’єктах рослинництва, що суттєво впливає на процеси розвитку та росту рослин.

Проведені нами дослідження встановили прямий зв’язок величини енергії та її дози з внутрішньою енергією рослинних об’єктів, яка закладена самою природою.

Отримані при цьому результати показують, що максимальної швидкості пророщування оброблені партії насіння (пшениця, ячмінь) та насіння овочевих культур (томати, огірки, морква) набувають при різних дозах електромагнітної енергії, яка визначається наступною формулою [2, 3]:

$$D = K_n \frac{E \cdot S \cdot t}{V}, \text{Дж/м}^3, \quad (1)$$

де K_n – коефіцієнт, який залежить від поглинання електромагнітної енергії різними біологічними об'єктами ($K_n = 0,6-0,9$); E – потік електромагнітної енергії, Вт/м²; S – площа об'єкта (насіння) обробки, м²; t – тривалість обробки, с; V – об'єм обробки, м³.

Динаміка зміни довжини ростків різних рослин від дози електромагнітної енергії представлено на рис. 1. Тут треба підкреслити, що при цьому спостерігалось збільшення і зеленої маси рослин.

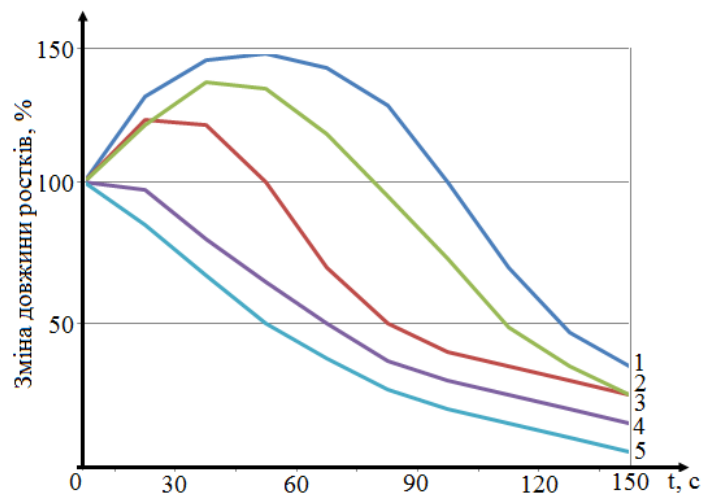


Рис. 1. Зміна довжини ростків різних рослин від дози електромагнітної енергії

Аналізуючи залежності на рис. 1 можна стверджувати, що для кожної рослини зміна її довжини визначається дозою електромагнітної енергії, перевищення якої практично веде до загибелі рослин (криві 4, 5) або гальмуванню їх росту.

Така залежність приросту кожної рослини від дози електромагнітної енергії може являти собою модель, яка повинна враховувати природну енергію рослини та її енергетичний ресурс, який у свою чергу, обумовлює можливість його зростання шляхом додаткової обробки різними видами електромагнітної енергії. При цьому, величина енергії, доза обробки повинні враховувати природний енергетичний ресурс наданий рослині та необхідну додаткову величину, яка і буде активізувати і стимулювати процес росту рослин.

Література

1. Іноземцев Г.Б. Проблеми розвитку електротехнологій в аграрному виробництві України / Г.Б. Іноземцев // Енергетика і автоматика – 2011 . – №1.
2. Верещагин И.П. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. – М.: Энергия, 1974. – 480 с.

3. Іноземцев Г.Б. Науково-технічні передумови електросепарування насінневих сумішей в первинному насінництві / Г.Б. Іноземцев, В.О. Паранюк // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2007. – Т.2, Вип. 8. – С. 56 – 63.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ИНДУКТОРА С ЗАГРУЗКОЙ В ВИДЕ ПУЧКА ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТРУБ

Гарасимчук И.Д.¹, к.т.н., доцент; Березюк А.О.², к.т.н., ст. викл.

¹*Інститут механізації і електрифікації сільського господарства,
Каменець-Подольський, Україна;*

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

Для эффективного нагрева промежуточных сред важна разветвленная поверхность теплообменного аппарата. Разветвленная поверхность теплообмена может быть реализована в цилиндрическом индукторе с загрузкой в виде пучка труб, вдоль которых проходит (протекает) материал (теплоноситель), что нагревается (рис.1.). Необходимые параметры и режим нагрева можно обеспечить, оптимизируя геометрические размеры индуктора и цилиндрических элементов загрузки, а также устанавливая необходимую скорость движения (производительность) материала вдоль канала индуктора.

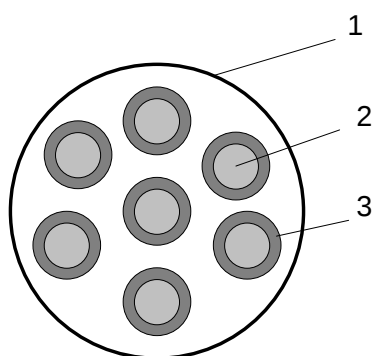


Рис. 1. Цилиндрический индуктор с загрузкой в виде многотрубной системы:

1 – индуктор; 2 – материал, что нагревается; 3 – загрузка индуктора

Электромагнитный расчет индукторов с загрузкой в виде ферромагнитной многотрубной системы может быть реализован на основе метода, представленного в работе [1], где электромагнитное поле цилиндрического индуктора рассчитывалось на основе системы уравнений Максвелла:

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

с учетом материальных уравнений:

$$B = \mu H, \quad j = \sigma E. \quad (2)$$

где B , H , E , j – векторы магнитной индукции, напряженности магнитного и электрического поля, плотности тока;

σ , μ – удельная электропроводность и магнитная проницаемость материала трубы.

Решение электромагнитной задачи, которая сводится к модифицированному уравнению Бесселя, для азимутальной составляющей векторного магнитного потенциала позволяет найти распределение плотности тока в трубе:

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

В качестве примера рассмотрен индукционный нагрев пучка ферромагнитных труб, которые размещены в цилиндрическом индукторе с внутренним диаметром $d_{\text{инд}} = 0,2 \text{ м}$ и длиной намотки $a = 0,6 \text{ м}$. Выберем параметры индуктора, который предназначен для нагрева, например, воды мощностью 8 кВт.

При указанном диаметре индуктора, как показывают предварительные расчеты, допустимо применять промышленную частоту тока (50 Гц) [2]. Также, с экономической точки зрения, целесообразно использовать источник промышленного напряжения – 380/220 В.

Проанализируем, каким образом энергетические характеристики индуктора (например КПД) зависят от количества труб, загруженных в индуктор, при различной толщине стенки трубы (рис. 2.).

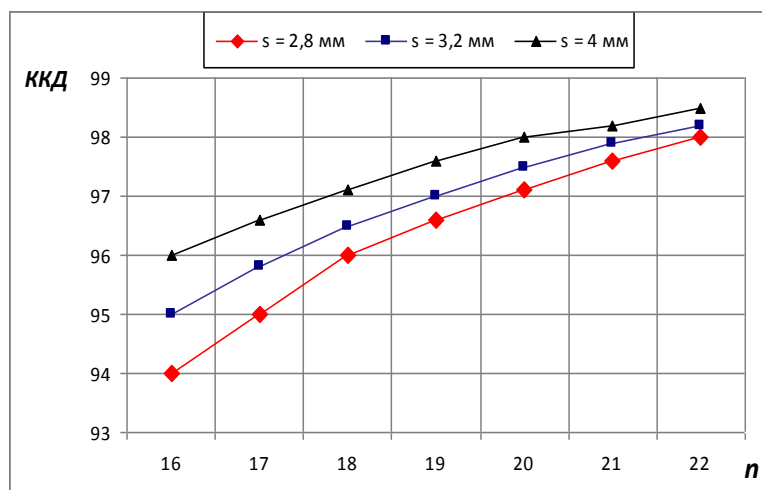


Рис. 2. Кривая изменения КПД индуктора от количества элементов загрузки при различной толщине стенки трубы

Из графика видно, что с увеличением количества труб в загрузке КПД индуктора также увеличивается. Такая же тенденция увеличения КПД наблюдается и при увеличении толщины стенки трубы.

Таким образом, путем изменения количества труб в загрузке, можно оптимизировать энергетические показатели индукционной установки.

Література

1. Березюк А. О. Энергетичні 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.
2. Слухоцкий А. Е. Установки индукционного нагрева: [учебное 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.

ОВП ЯК ФАКТОР ПРОГНОЗУВАННЯ ЛЕЖКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

Окушко О.В., к.т.н, доцент

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

Процеси життєдіяльності рослинних продуктів з соковитими тканинами під час зберігання залежать від багатьох факторів (сорт, якість продукції при закладанні тощо), що впливає на проходження хімічних реакцій у самому продукті. Керуючи цими реакціями під час зберігання можна впливати на рослину, підвищуючи її лежкість та отримуючи в кінці зберігання продукти більш високої якості.

Враховуючи те, що кожний рослинний продукт з соковитими тканинами складається з системи живих клітин у яких постійно відбуваються процеси дихання, обміну речовин та ін., тобто в них постійно проходять окислювально-відновлювальні хімічні реакції.

Відомо, що рослинні продукти характеризуються конкретним окислювально-відновлювальним потенціалом – величиною енергії яку необхідно прикласти для того, щоб відірвати електрон від атома. Таким чином, процеси приєднання або віддачі електронів можна розглядати як відновлення або окислення (пригнічення) хімічних процесів у клітинах рослини.

Виходячи з цього, можна стверджувати про можливість контролю (прогнозування) стану лежкості рослинного продукту з соковитими тканинами шляхом дослідження характеру зміни окислювально-відновлювального потенціалу, який і характеризує окислювально-відновлювальні реакції у рослинному продукті з соковитими тканинами, що у кінці кінців і дозволить визначати стан такого продукту під час зберігання.

Вимірювання абсолютного значення окислювально-відновного потенціалу рослинного продукту є достатньо складним технологічним процесом. Тому під час наших досліджень значення ОВП досліджуваних редокс-пар різних продуктів вимірювалось і порівнювалось значення ОВП щодо найбільшої різниці потенціалів контрольного зразка необроблюваного продукту з оброблювальним.

При проведенні нами досліджень, впливу зміни окислювально-відновлювальних процесів рослинних продуктів з соковитими тканинами на протязі тривалого періоду зберігання, було встановлено, що величина ОВП, як і маса продукції, суттєво змінюється [1]. Це зумовлено зміною інтенсивності життєдіяльності рослини (дихання, засвоєння вуглекислого газу рослинами, обмін речовин) у різні періоди зберігання. Поясненнями цих процесів є елементи термодинамічної теорії рушійних сил і електродних потенціалів, а саме стандартний потенціал реакції (E^0) (стандартна ЕРС

реакції). Такий потенціал рівний різниці стандартних ОВП, які беруть участь у реакції редокс-пар (напівреакцій) і пов'язано зі стандартною зміною енергії Гіббса (ΔG^0). Ця величина показує зміну енергії у процесі проходження хімічної реакції і сприяє можливості протікання хімічної реакції). Вона описується наступним виразом:

$$\Delta G^0 = -nFE^0, \quad (1)$$

де n – число електронів, яке бере участь в окислювально-відновлювальній реакції, F – число Фарадея.

Енергію Гіббса можна розуміти як повну хімічну енергію системи, а саме протіканням ізобарно-ізотермічного процесу, який визначається двома факторами: ентальпійним, який пов'язаний зі зменшенням ентальпії системи (ΔH), і ентропійним ($T\Delta S$), який обумовлений збільшенням безладу у системі внаслідок зростання її ентропії. Різниця цих термодинамічних факторів є функцією стану системи, так званим ізобарно-ізотермічним потенціалом або вільною енергією Гіббса, яка описується наступним виразом:

$$G = U + PV - TS, \quad (2)$$

де U – внутрішня енергія системи, P – тиск, V – об'єм, T – абсолютна температура, S – ентропія.

Із термодинаміки рівноважних процесів [2] відомо також, що у випадку зміни енергії Гіббса при будь-якій хімічній реакції (< 0), то ця реакція протікає самовільно у прямому напрямку, а якщо значення ОВП (> 0) – у зворотному напрямку. Враховуючи, що окислювально-відновлювальна реакція протікає у напрямку від сильнішого окислювача і відновника до більш слабшого, то така реакція проходить до встановлення стану рівноваги.

Наведений матеріал дає всі підстави стверджувати про те, що у період відновлення рослинним продуктом (післязбиральний період та період середини лежкості) своїх природних властивостей у ній відбувається інтенсивне поновлення хімічних процесів, а значить і пришвидшення окислювально-відновлювальних процесів, що призводить до збільшення його ОВП (> 0) А у періоди, коли рослина знаходиться у стані покою хімічні реакції загальмовані – значення ОВП (< 0).

Отримані нами результати створюють можливість регулювання окислювально-відновлювальних реакцій у рослинній продукції шляхом вимірювання ОВП, а значить і прогнозувати лежкості, що дає змогу зменшення втрат маси рослинним продуктом, підвищення якості та внесення необхідних змін агротехнічні вимоги, щодо регулювання кількості обробок.

Література

1. Пат. на корисну модель № 56552, A23L3/32, G01N33/02 Спосіб прогнозування лежкості плодоовочевої продукції / Г.Б. Іноземцев, О.В. Окушко (Україна); заявник Національний аграрний університет. – Опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2, 2011 р.
2. Базаров И. П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991. – 376

ОБГРУНТУВАННЯ ПРИПУСТИМОГО ПІДВИЩЕННЯ СИЛИ СТРУМУ В ОБМОТЦІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАЛІЗОВІДДІЛЮВАЧА В ЕНЕРГООЩАДНОМУ РЕЖИМІ

Богатирьов Ю.О., інженер; Гулевський В.Б., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет,

м. Мелітополь, Україна.

Відмітною ознакою електромагнітних залізовідділювачів (ЕМЗ) для вилучення феромагнітних тіл (ФМТ) є їх значні ваго-габаритні параметри, які для найбільш поширених підвісних з П-образним магнітопроводом становлять – загальна вага залізовідділювача - до 700 кг, вага обмоточного проводу – до 300 кг [1,2]. В той же час потрапляння ФМТ в сипкі сільськогосподарські матеріали носить ймовірний та нечастий характер, що дозволяє організувати періодичну роботу в енергоощадному режимі тільки при потраплянні в робочу зону ФМТ [3,4].

У відповідності до алгоритму вилучення та по законам комутації індуктивних кіл, до яких відносяться і обмотка ЕМЗ зміна струму буде відбуватися в послідовності, яка показана на рис. 1: зростання струму до значення при якому починається рух ФМТ, подальше його збільшення до моменту притягіння ФМТ к полюсу, зниження струму до значення достатнього для утримання на протязі всього етапу видалення ФМТ, вимикання обмотки.

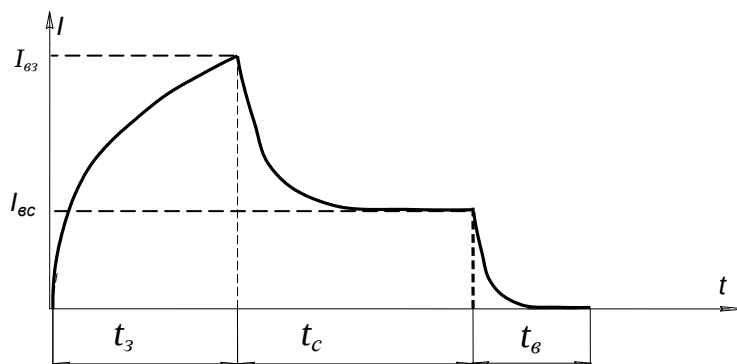


Рис. 1. Характер зміни струму в обмотці ЕМЗ в енергоощадному режимі

Сила струму в обмотці ЕМЗ при його ввімкненні описується виразом:

$$i_3 = i_{вз} \left(1 - e^{-\frac{R_{обм} t}{L_{обм}}} \right) = \frac{U_3}{R_{обм}} \left(1 - e^{-\frac{R_{обм} t}{L_{обм}}} \right), \quad (1)$$

де $i_{вз}$ – встановлене значення струму при його зростанні, А; $R_{обм}$ – активний опір обмотки ЕМЗ, Ом; $L_{обм}$ – індуктивність обмотки ЕМЗ, Гн; t – час, с; U_3 – напруга, що підводиться до обмотки в момент ввімкнення, В.

Час t_{np} зростання струму до значення, при якому починається рух ФМТ,

знаходимо з виразу:

$$t_{\text{пр}} = \frac{L_{\text{обм}}}{R_{\text{обм}}} \cdot \ln \frac{I_{\text{вз}}}{I_{\text{вз}} - I_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

де $I_{\text{пр}}$ – сила струму, при якій починається рух ФМТ, А.

Час t_3 на протязі якого струм зростає знаходиться як:

$$t_3 = t_{\text{пр}} + t_p, \quad (3)$$

де t_p – час вилучення ФМТ, починаючи з моменту початку руху і до моменту притягіння його до полюсу, с.

Зміна струму при зниженні напруги описується виразом:

$$i_c = i_{\text{вс}} + (i_3(t_3) - i_{\text{вс}}) \cdot e^{-\frac{R_{\text{обм}}}{L_{\text{обм}}}(t-t_3)} = \frac{U_c}{R_{\text{обм}}} + \left(i_3(t_3) - \frac{U_c}{R_{\text{обм}}} \right) \cdot e^{-\frac{R_{\text{обм}}}{L_{\text{обм}}}(t-t_3)}, \quad (4)$$

де $i_{\text{вс}}$ – встановлене значення сили струму при зниженні напруги, А; с.
 U_c – напруга, яка підводиться на етапі утримання ФМТ на поверхні полюсу ЕМЗ, В.

Час t_c визначається часом видалення ФМТ з робочої зони і описується виразом:

$$t_c = \frac{S_{\text{уд}}}{v_{\text{уд тр}}}, \quad (5)$$

де $S_{\text{уд}}$ – шлях видалення ФМТ з полюсу до приймального бункера, м.;
 $v_{\text{уд тр}}$ – швидкість транспортера видалення ФМТ, м/с.

Діюче значення сили струму, яка діє на протязі процесу вилучення буде дорівнювати:

$$\begin{aligned} i_d &= \frac{1}{t_3 + t_c + t_b} \left(\int_0^{t_3} i_3 dt + \int_{t_3}^{t_c} i_c dt + \int_{t_c}^{t_b} i_b dt \right) = \\ &= \frac{1}{t_3 + t_c + t_b} \left(\int_0^{t_3} \frac{U_3}{R_{\text{обм}}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R_{\text{обм}}}{L_{\text{обм}}}t} \right) dt + \int_{t_3}^{t_c} \left(\frac{U_c}{R_{\text{обм}}} + \left(i_3(t_3) - \frac{U_c}{R_{\text{обм}}} \right) \cdot e^{-\frac{R_{\text{обм}}}{L_{\text{обм}}}t} \right) dt + \int_{t_c}^{t_b} i_{\text{вс}} \cdot e^{-\frac{R_{\text{обм}} + R_{\text{пп}}}{L_{\text{обм}}}t} dt \right), \end{aligned} \quad (6)$$

Отримана залежність (6) для запропонованого алгоритму вилучення, дозволяють визначити припустиме підвищення силу струму в обмотці ЕМЗ в енергоощадному режимі роботи в порівнянні з тривалим в залежності від часу повного циклу вилучення, та його складових, що дозволить суттєво знизити матеріалоємність існуючих ЕМЗ.

Література

1. Загирняк М.В. Исследование, расчет и усовершенствование шкивных магнитных сепараторов : монография / М.В. Загирняк. – К.: ИЗМН, 1996. – 488 с.
2. Сумцов В.Ф. Электромагнитные железоотделители / В.Ф. Сумцов. - М. : Машиностроение, 1978. - 174 с.
3. Усатюк В. М. Исследование и разработка электромагнитных систем подвесных сепараторов для вторичной переработки металлов : дис. канд. техн. наук: 05.09.06 / В. М. Усатюк. – Луганск : [б.в], 1996. - 214 с.
4. Хассай Д. В. Обоснование электротехнологических параметров устройств извлечения ферромагнитных тел из потоков зерновых материалов: Дис. канд. техн. наук: 05.09.16 / Д.В. Хассай. – Мелітополь: [б.в], 2006. – 137 с.

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

Борохов И.В., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет,
г. Мелітополь, Украина*

Существует целый ряд необходимой техники и способов очистки воздуха, общим недостатком этих аппаратов является невысокая степень очистки от мелкодисперсного аэрозоля, их большие габариты, увеличивающие аэродинамическое сопротивление. Электроосаждение ионизацией нашло широкое применение в помещениях, как наиболее универсальные из всего спектра техники обеспыливания [1, 2, 4].

В настоящее время для очистки воздуха широко используются трубчатые и пластинчатые электрофильтры.

Основной характеристикой электрофильтра является степень очистки газов или эффективность. Она определяется массой частиц в газе до поступления в электрофильтр и после выхода из него [3, 4]:

Рассматривая процесс осаждения в пластинчатом электрофильтре на примере макета однозонного электрофильтра и реальной промышленной конструкции двухзонного малогабаритного электрофильтра можно сказать, что характер распределения концентрации частиц для каждого поперечного сечения одинаков, что связано с определяющим влиянием турбулентного перемешивания, и не зависит от расстояния от входа в электрофильтр. По мере удаления от входа абсолютные значения концентрации частиц вдоль электрофильтра уменьшаются. Степень очистки газов определяется средним по сечению содержанием пыли m_{cp} . На расстоянии x от входа в электрофильтр удельное содержание частиц вблизи осадительного электрода m_{oc} связана со средним удельным содержанием m_{xcp} следующим образом [3, 4]:

$$m_{oc} = m_{xcp} \cdot X, \quad (1)$$

где X – коэффициент неоднородности, постоянная величина при неизменном характере распределения частиц для любого сечения.

Уменьшение массы пыли dm_x в сечении электрофильтра на расстоянии x от входа за счет осаждения на поверхность электродов $2b \cdot dx$ за время dt равно:

$$dm_x = m_{xoc} \cdot 2b \cdot dx \cdot v_{oc} \cdot dt, \quad (2)$$

где v_{oc} – скорость дрейфа под действием поля у осадительного электрода; b – ширина осадительного электрода.

За счет осаждения частиц происходит изменение среднего содержания частиц. Это изменение содержания связано с изменением массы, то есть [4]:

$$dm_x = m_{xcp} \cdot 2b \cdot h \cdot dx, \quad (3)$$

где h – расстояние между коронирующими и осадительными электродами.

Приравнивая правые части (2) и (3) с учетом (1) $m_{xoc} = m_{xcp} X$ можно записать:

$$\frac{dm_{xcp}}{m_{xcp}} = - \frac{v_{oc} dt X}{h}, \quad (4)$$

И после интегрирования соотношение между средним содержанием пыли на выходе и входе электрофильтра имеет вид:

$$m_2 = m_1 e^{-\frac{v_{oc} X t}{h}}, \quad (5)$$

где t – время пребывания газа в электрофильтре, $t = l/w$ (l – длина электрофильтра, w – скорость газа).

Таким образом, степень очистки газа в электрофильтре будет равна:

$$\eta = 1 - e^{-\frac{v_{oc} X l}{hw}}. \quad (6)$$

Скорость дрейфа частиц v_{oc} в электрическом поле с напряженностью E_{oc} рассчитывается из баланса сил, а именно, равенства электрической силы $F_{эл} = q_{cp} E_{cp}$, действующей на частицу линейного размера a с зарядом $q_{cp} = 4\pi\epsilon_0 k_e E_{cp} a^2$ в направлении к электроду, и силы $F_c = 6\pi\mu a v_{oc}$ сопротивления среды с коэффициентом динамической вязкости μ . Отсюда следует, что:

$$v_{oc} = 0,67 \frac{\epsilon_0 k_e E_{oc}^2 a}{\mu}. \quad (7)$$

Из формулы (6) следует, что степень очистки газов растет с увеличением скорости осаждения частиц и длины электрофильтра, но уменьшается с ростом межэлектродного расстояния и скорости газа. Скорость движения частиц к осадительному электроду (7) пропорциональна размеру частиц и квадрату напряженности электрического поля. Следовательно, в первую очередь в электрофильтре осаждаются крупные частицы. Квадратичный характер зависимости скорости осаждения от напряженности свидетельствует о целесообразности работы при максимально возможно-

допустимым напряжении. Исходя из этого варьируя конструктивными параметрами фильтров и скоростью потока воздуха можно добиться максимальной эффективности их работы для каждого конкретного случая.

Література

1. Зиганшин М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки./ М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, В.Н. Посохин // – М.: «Экопресс – 3М», 1998.
2. Сухая очистка доменного газа – новый этап развития предприятия черной металлургии / Осипенко В.В., Осипенко В.Д., Губанов В.И.// Сталь. – 2010. №25. С. 25-26.
3. Верещагин И.П. Электрофизические основы техники высоких напряжений. / И.П. Верещагин, В.П. Ларионов // - М.: Энергоатомиздат, 1993.
4. Белогловский А.А. Высоковольтные электротехнологии / А.А. Белогловский, И.П. Верещагин // - М.: МЭИ, 2000.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ В УМОВАХ ЗАКРИТИХ АГРОЕКОСИСТЕМ

Ковалишин Б.М., к.т.н., доцент

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

Продуктивність рослин тісно пов'язана з інтенсивністю їх фотосинтезу. А інтенсивність фотосинтезу зелених рослин залежить від багатьох біокліматичних факторів. До основних біокліматичних факторів відносять світловий фактор, який включає інтенсивність, спектральний розподіл, характер зміни інтенсивності освітлення протягом доби та вегетації [1,2].

Основною причиною стримування використання джерел штучного опромінення в закритих агроecosистемах для проведення наукових біологічних досліджень, вегетації рослин для цілей селекції та у виробництві овочевої продукції є значні витрати електроенергії і коштів на їх функціонування. Тому, підвищення ефективності використання джерел штучного опромінення, що полягає у зменшенні цих витрат є метою наших досліджень.

Дослідження з випробування джерел штучного світла полягали у виборі ламп, спектр випромінювання яких є найбільш придатним для певного виду рослин та їх фізіологічного стану.

Вимірювання освітленості проводилось люксометром Ю-116, інтегральної опроміненості – піранометром Янішевського [3].

Дослідження впливу різних типів ламп із різним спектральним розподілом променевої енергії на розвиток і урожайність рослин ярих та озимих пшениці і ячменю проводилися протягом тривалого періоду в умовах штучного клімату [4,5,6]. Вивчався вплив на рослини опромінення таких типів ламп: ЛН-1000, ЛН-500, ДКсТЛ-10000, ДКсТЛ-1500, ДКсТВ-6000, ДРОТ-2000, ДНаТ-400, ДРЛ-1000, ДМ4-6000, ДРЛФ-400, ДРФ-1000, різних

типів люмінесцентних ламп та інших. За результатами проведених досліджень як найбільш оптимальне джерело світла при вирощуванні зернових колосових культур в закритих агроєкосистемах вибрана дугова ртутна лампа високого тиску ДРФ-1000 з наповненням йодидами натрію, талію, літію і максимумом випромінювання при довжині хвилі 650÷700 нм.

При вирощуванні рослин озимого і ярого ячменю у пристосованому приміщенні застосовувались світловідбиваючі екрани з металізованої лавсанової плівки. Було досліджено три типи джерел штучного світлового опромінення: дугові ртутні лампи високого тиску ДРФ-1000 (1шт.) і ДРЛФ-400 (2 шт.) та енергозберігаючі люмінесцентні лампи E27ES (20 шт.). Отриманий розподіл освітленості у площині верхівок рослин на відстані 0,7м від ламп показано в таблиці.

Таблиця. Освітленість та рівномірність її розподілу у горизонтальній площині під різними типами ламп

Типи ламп	Без використання екрану		З використанням екрану	
	Е, клк	V, %	Е, клк	V, %
ДРФ-1000	3,80±0,31	24,37	5,95±0,38	19,20
ДРЛФ-400	2,18±0,23	32,20	3,08±0,28	27,22
E27ES	1,99±0,1	15,38	3,78±0,99	7,58

Найбільша освітленість спостерігається в обох варіантах під лампами ДРФ-1000. Використання світловідбиваючих екранів призвело до значного зростання освітленості у площині верхівок рослин (для ламп ДРФ-1000 на 56,5 %, для ДРЛФ-400 – на 41,3 % і для ламп E27ES – на 89,9 %). Слід також відмітити, що у варіантах досліді із світловідбиваючими екранами для всіх типів ламп було досягнуто кращого розподілу світлового потоку у площині верхівок рослин (від 15,5 % для ламп ДРЛФ-400 до 50,7 % для E27ES).

Енергоефективність різних джерел світлового опромінення при вирощуванні ячменю в умовах штучного клімату оцінювалась за витратами електроенергії на одиницю маси отриманого зерна з рослини. Витрати електроенергії на одиницю отриманої продукції з рослини озимого ячменю становили 236 кВт·год/г для ДРФ-1000, 358 кВт·год/г – для ДРЛФ-400 і 560 кВт·год/г – для E27ES. Для ярого ячменю вони були рівними 518, 983 і 516 кВт·год/г для ламп ДРФ-1000, ДРЛФ-400 і E27ES, відповідно. Тим самим були підтверджені висновки попередніх досліджень про те, що найбільш ефективним джерелом світлового опромінення при вирощуванні зернових колосових в умовах штучного клімату серед тих, що вивчались, є лампа ДРФ-1000 з наповненням йодидами натрію, талію і літію. Враховуючи фенологію, зовнішній вигляд, скоростиглість рослин ярого ячменю слід, з нашої точки зору, також віддати перевагу дуговим ртутним лампам високого тиску типу ДРФ-1000.

Література

1. Лархер В. Экология растений.–М.: Мир, 1978.–384 с.
2. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза.–М.: Наука, 1982.–320 с.
3. Леман В.М. Курс светокультуры растений.–М.: Высшая школа, 1976.–272 с.
4. Вассинг Е. Изучение роста растений в условиях регулируемой внешней среды // Регулирование внешней среды растений. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – С. 58-83.
5. Шалин Ю.П., Дубовой В.И., Шалин А.Ю., Ковалышин Б.М., Гиптенко В.И. Ускоренное размножение пшеницы в условиях искусственного климата (методические рекомендации).–М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1985.– 44 с.
6. Шалин Ю.П., Дубовой В.И., Шалин А.Ю. Влияние интенсивности светового потока в период яровизации на продуктивность озимой пшеницы в условиях искусственного климата//Селекция и особенности агротехники пшеницы: Сб. научн. тр. /Мироновский НИИ сел. и семен. пшен. 1983.–вып.8.– с.96-99.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕВОГО БІОПАЛИВА ІЗ РІПАКО-МЕТИЛОВОГО ЕФІРУ І ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Кушлик Р.Р., аспірант

*Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Відсутність в Україні достатньої кількості власних запасів нафтових палив і високих цін в світі на світлі нафтопродукти приводить до необхідності реструктуризації паливно-енергетичного комплексу шляхом зменшення споживання моторних палив. По цій причині необхідно шукати заміну продуктам переробки нафти. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є застосування на транспорті сумішевих палив із ріпако-метилового ефіру (РМЕ) і дизельного палива.

Практичне використання біодизельного палива в Україні офіційно дозволене національним стандартом ДСТУ 4840:2007 «Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови», який передбачає сертифікацію дизельного палива з 5 % добавкою (B5) метилових ефірів жирних кислот (МЕЖК).

Проте науковці як в Україні так і в країнах СНД і Євросоюзу шукають шляхи збільшення РМЕ в дизельному паливі. При збільшенні метилових ефірів в дизельному паливі виникають певні проблеми.

Огляд існуючих моделей процесів сумішоутворення та згорання показав, що різні дослідники вивчали процеси утворення сумішей в різних пропорціях. Найбільш прийнятним з екологічної і економічної точок зору є використання суміші біопалива і дизельного пального в пропорції 1:1. Проте в основному дослідники сходяться на ефективній роботі ДВЗ на сумішах 80% ДП і 20% РМЕ [1].

Основними перевагами РМЕ і його паливних композицій з дизельним паливом є: ідентичність фізичних властивостей (щільність, в'язкість та ін.),

хороша займистість, високе цитанове число (54-56%), досить висока теплота згоряння (38,644-41,167 МДж/кг), кращі змащувальні і екологічні властивості по задимленості.

До недоліків біопалива РМЕ і його паливних композицій з дизельним паливом можна віднести: втрати потужності (до 7-9%), підвищені питомі ефективні витрати палива (на 8-11,5%), підвищена швидкість коксування розпилювачів форсунок, велика агресивність до резино-технічних виробів і лакофарбових покриттів, гірші екологічні властивості по оксиду азоту, малий термін зберігання приготовленого біопалива, його розшарування [2,3].

Для покращення експлуатаційних, екологічних і економічних показників сумішевого біопалива необхідне якісне змішування його компонентів. Експериментально встановлено, що для інтенсифікації процесу отримання біодизельного палива із РМЕ і його композицій з дизельним паливом тільки кавітаційного і термічного впливу недостатньо. Необхідний подальший пошук ресурсозберігаючих технологій отримання якісного біодизельного сумішевого палива, за рахунок багатofакторного впливу на реагенти зовнішніх силових полів різної фізичної природи. Безсумнівний інтерес у цьому плані представляють технічні рішення, спрямовані на створення змішувачів з механічним, кавітаційним, електричним та електромагнітним впливом.

Література

1. Громаков А.В. Оптимальный состав смесового топлива для тракторных двигателей / А.В.Громаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. - №8. – с. 24-25.
2. Марченко А.П. Альтернативное топливо на основе производных рапсового масла / А.П.Марченко, В.Г.Семенов // Химия технологии топлив и масел. – 2003. - №3. – с.31-32.
3. Семенов В.Г. Оценка влияния физико-химических показателей биодизельного топлива на параметры дизеля и его эколого-эксплуатационные характеристики / В.Г.Семенов // Междунар. Биоэнергетика – 2008. №8. – СПб. -18-19 с.

ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ПІДГРІВУ ТЕПЛОНОСІЇВ

Березюк А.О., к.т.н., ст. викл.

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

Сьогодні в умовах економічної та паливо-енергетичної кризи створюються економічні передумови для використання електричної енергії як основного джерела теплоти замість природного газу чи іншого мінерального палива. Одним із способів перетворення електричної енергії в теплову в промислових та побутових системах теплопостачання є застосування індукційного нагріву. В системах підігріву теплоносіїв

важливим є розгалужена поверхня теплообміну. Розгалужена поверхня теплообміну може бути реалізована в циліндричному індукторі із завантаженням у вигляді пучка труб крізь які проходить теплоносії (рис. 1.).

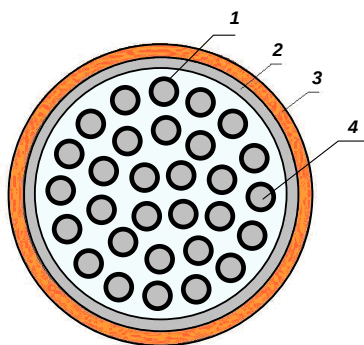


Рис. 1. Циліндричний індуктор із завантаженням у вигляді пучка труб:

1 – завантаження індуктора:

- Пожежо- та вибухобезпечність;
- Висока надійність;
- Простота підключення, експлуатації та обслуговування;
- Простота конструкції;
- Високий ступінь готовності;
- Процес нагріву є екологічно безпечним.
- Високий ККД.

Такі системи підігріву теплоносіїв можуть бути використані в невеликих приватних господарствах, наприклад, в замкнених системах опалення [1]. Найчастіше замкнена система опалення складається з котла, радіаторів, рециркуляційного насоса, розширювального баку, системи трубопроводів.

Замість звичайного котла, який спалює мінеральне паливо доцільно встановлювати теплогенератор індукційного типу, який має ряд переваг:

Література

1. Степанов М.В. Інженерне обладнання будівель: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2008. – 204 с.

SPECTROSCOPIC QUALITY EVALUATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS (REFLECTANCE OF VISIBLE RADIATION BY CATTLE COAT AND MUZZLE)

L.S.Chervinsky, Doctor of Engineering, Professor; Y. I. Posudin, Doctor of Engineering, Professor

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

The coats of cattle reflect solar radiation both in the visible and in the infra-red region of the spectrum. Differences in the ability of different coat colours to reflect radiation has been established (Riemerschmid, 1943; Riemerschmid and Elder, 1945; Stewart, 1953; Schleger, 1962. Darker coats reflect less radiation than lighter coats. Reflectance (hence absorptance) of radiation has been assumed to be

a major factor that influences the heat tolerance of cattle. Other factors which affect the heat load of an animal are sweating mechanism (Ferguson and Dowling, 1955); coat type i.e., curliness, depth, hair density, skin pigmentation, etc. (Yeates, 1955; Dowling, 1959; Turner and Schleger, 1960); and thermal insulation properties of the coat (Hutchinson and Brown, 1969; Dawson and Brown, 1970). This work aims to measure the total and spectral reflectance of visible radiation by various coat colours of cattle. It came to the interest of the author to determine also the reflectance by muzzle, a hairless pigmented portion of the integument.

Experiment was performed on a total of thirty nine samples of coat from six heads of cattle, of which was predominantly black and the rest was brown. These samples were taken from various points of the animal, i.e., head, neck, shoulder, back, belly and rump. The muzzle became an interest for investigation because of the varied degree of pigmentation noted. There was varying pigmentation of the five muzzle samples, three of which was black, one light brown and the other was characterized by black and brown specks. All samples were kept in a freezer and later thawed and air dried before measurement.

To measure the total reflectance to visible radiation, the integrating sphere was used. The light source emits light with a spectral composition of visible light. This light, illuminates the sample suspended inside the integrating sphere.. Measurement was made twice for each coat and muzzle sample at 0°, 25° and 50° angle incidence. Spectroradiometer was used to measure the spectral reflectance of the coats at various visible wavelengths.. Readings were taken from 425 to 750 nm at an interval of 25 nm.

The total reflectance of visible radiation by black and brown coats using the integrating sphere is 3.77% and 11.68%, respectively. The lightest coat colours has the highest reflectance value of 12.85% while the darkest coat has a minimal value of 3.32 % reflectance. The reflectance value obtained in this experiment agrees with the findings of earlier workers (Riemerschmid, 1943; Riemerschmid and Elder, 1945). It is shown that colour is an important factor affecting reflection of radiation – black being the colour that reflects the least and the white the most. Reflection also depends on the angle of incidence of radiation. The values reported in this experiment are the averages for 0°, 25° and 50° angle of incidence. An attempt to get values at an angle greater than 50° was limited by the capability of the integrating sphere. It is expected that greater reflection would take place as the angle of incidence approaches 90° or grazing angle (Monteith, 1973).

Muzzle is a hairless specialized portion of the integument. Its optical properties are determined by its surface and pigment layer. This experiment shows that it behaves similarly with any coloured surface in terms of reflection of light, i.e., the darkest has the lowest reflectance and vice versa for the lightest. The structural significance of the hairless areas of the integument like the eyelids, nostrils, lips vulva and anus is marked when considering the absorption of the

ultra violet (UV) radiation (wavelengths less than 400 nm). At this region of the spectrum, reflection is nil. The pigment layer protects the underlying tissue from the harmful effects of the UV radiation (e.g., skin cancer). It is important to select animals which are not prone to heat stress, especially in tropical areas where the solar radiation flux is maximum.

References

1. DAWSON, T. J. and G. D. BROWN. (1970).– A comparison of the insulative and reflective properties of the fur of desert kangaroos. *Comp. Biochem. Physiol.* 37, 23-38.
2. DOWLING, D. F. (1959). – The significance of the coat in heat tolerance of cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, 11, 871-874. FERGUSON, K. A. and COWLING, D. F. (1955).– The function of cattle sweat glands. *Aust. J. Agric. Res.*, 6, 640-64.
3. . YATES, D. J. (1973).–The test of an assumption used in models of crop production. Ph.D. Thesis. University of Melbourne.
4. CHERVINSKY L.S. Human's and animal's hair-springs as an optical energy conductor for organism.// BIOS Europe'95, September 12-16,1995, Barselona, Spain.[3245E-68].

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ АБРАЗИВНІЙ ОБРОБЦІ НА ЗАБРУДНЕНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ РІДИН

*Гулевський В.Б. к.т.н., доцент; Богатирьов Ю.О., старший викладач
Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Механічна обробка деталей при ремонті є не лише способом відновлення під ремонтний, розмір, але і необхідною стадією попередньої обробки для надання деталі правильної геометричної форми, зняття дефектного шару, спеціальної підготовки поверхні під нанесення різного роду покриттів, а також як остаточна стадія обробки відновлюваних деталей під номінальний раз заходів.

Застосовуючи нові прогресивні склади технічних рідин і сучасні способи їх подачі (гідроаеродинамічний, струминно-напірний, поетапний), можна створити такі умови охолодження, при яких, незважаючи на високу контактну температуру, поверхневий шар матеріалу деталі зазнаватиме найменші зміни. Ці обставини є вирішальними при абразивній обробці деталей.

Проте забруднення технічних рідин механічними домішками може істотно спотворити стабілізацію різальної здатності інструменту, і як наслідок отримувати характеристики поверхонь відновлюваних деталей.

У роботі [1] приведені класи частоти рідин відповідно до американського стандарту, розробленим SAE, ASTM і AJA.

Вищеназвані стандарти застосовні для робочих рідин, використовуваних в різних гідроприводах, і регламентують розміри і кількість сторонніх

механічних часток. Проте вони дають суто орієнтовні дані про зміст механічних домішок в різних пристроях.

Основними елементами режиму різання є:

- окружна швидкість круга (вказується у кінці характеристики круга і є максимальною міцністю круга, що допускається);
- швидкість обертального або поступального руху деталі;
- глибина різання - шар металу, що знімається шліфувальним кругом за один або подвійний хід при круглomu або плоскому шліфуванні або ж рівна усьому припуску на сторону при врізаному шліфуванні.

Для теоретичного визначення об'єму знятого матеріалу m_m за період обробки деталі використовуємо наступну залежність [2]:

$$m_m = \frac{\pi \cdot l_d}{4} \cdot (D_d^2 - D_n^2) \cdot \rho_m, \quad (1)$$

де ρ_m - щільність матеріалу деталі, кг/м³

Оскільки кількість подвійних ходів столу $n_{дв.х}$ дорівнює:

$$n_{дв.х} = \frac{h_{np}}{t_p}, \quad (2)$$

а різниця між дійсним і номінальним розмірами деталі рівне $2h_{np}$, тоді:

$$m_n = \frac{\pi \cdot l_d}{4} \cdot [t_p \cdot n_{дв.х} \cdot (2D - 2t_p \cdot n_{дв.х})] \cdot \rho_m, \quad (3)$$

Таким чином, кількість знятого матеріалу або концентрація домішок $\delta_{вх}$ в технічних рідинах залежатиме від цілого ряду параметрів режиму різання

$$\delta_{вх} = f(h_{np}, n_{дв.х}, t_p).$$

Орієнтовно кількість рідини, що подається, залежить від ширини шліфувального круга: на кожні 10 мм ширини круга витрачають приблизно від 10 до 30 л/хв. рідини.

При абразивній обробці відновлюваних деталей засобів транспорту, внаслідок забруднення технічних рідин механічними домішками, відбувається знос шліфувальних зерен, тим самим зменшується період стійкості шліфувального круга і відповідного збільшення числа правок, що призводить до збільшення витрат праці і часу для забезпечення необхідного параметра шорсткості.

Зміна режимів шліфування в циклі призводить до зміни об'єму знятого матеріалу за період обробки деталі, наприклад глибина подачі шліфувального круга і оброблювана поверхня незалежно впливають на концентрацію механічних домішок в технічних рідинах (рис. 1).

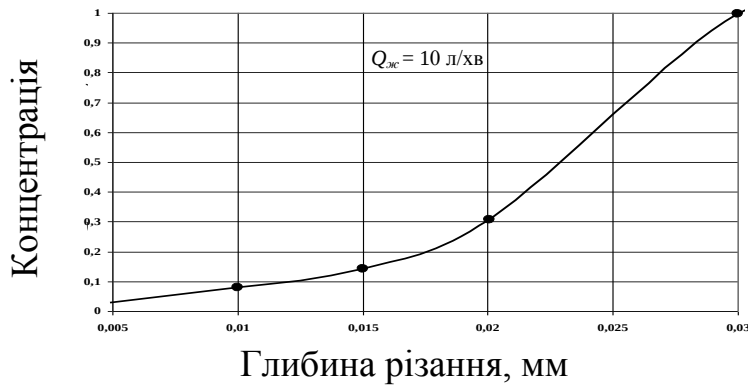


Рис.1. Залежність концентрації домішок в технічних рідинах від глибини різання

Проведені раніше аналітичні і експериментальні дослідження процесів абразивної обробки деталей, показали, що залежно від режимів різання, можливо досягнути в області стійкого формоутворення різний рівень продуктивності. Тому для одних і тих же деталей при різних способах відновлення застосовують різні режими різання.

В зв'язку з цим, щоб уникнути впливу забрудненості технічних рідин на отримання необхідної мікрогеометрії поверхні відновлених деталей засобів транспорту необхідно якісно її очищати (особливо від металевої складової) [3].

Література

1. Cole P.W. Particle count rationalization / P.W. Cole // Paper presented of American Contaminant control Meeting.- St. Louis, 1966.- 21 p.
2. Ф.Н. Абрамов. Справочник по обработке металлов резанием / Ф.Н. Абрамов. и др. – К.: Техника, 1983. - 345 с.
3. Просвірнін В.І. Вплив чистоти мастильно - охолоджувальних рідин на якість поверхні деталей при ремонті транспортної техніки / В.І. Просвірнін, В.Б. Гулевський, Б.В. Савченко // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут." Технології в машинобудуванні. – Харків, 2008. - №22. - С. 57-60.

THERMAL FIELD'S CALCULATION OF CYLINDRICAL INDUCTOR WHICH IS LOADED BY A BUNDLE OF FERROMAGNETIC RODS

Berezjuk A.O., phd, sn. lect.

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

The treatment processing depends on the humidity and temperature of oil-containing material, which determines the efficiency of the mechanical process of removing oil. That's why it is very important to choose the optimal process conditions of heat treatment, which is determined by the chemical composition and

thermophysical properties of oil-containing material and the structure of the thermal installation. Mostly for the thermal treatment processing of agricultural products are used devices where heat is generated by:

- burning of different mineral or fossil fuels;
- electric heating by passing an electric current;
- electric heating by the induction method of energy transfer.

In all cases, an intermediate structural element of heat exchangers is heated.

One of the most effective and safe method of heating the heat exchange device is the inductive method of energy transfer [1], which is based on the occurrence of eddy currents in the electrically conductive material under the influence of an alternating electromagnetic field. In this case, the heating of metal construction of the heater is according to Joule law by flowing of eddy currents, with subsequent transfer of heat to the heated material.

For efficient heating of bulk materials, which includes rapeseed, the branched heat exchange surface is important. Branched heat exchange surface can be realized in a cylindrical inductor which is loaded by a bundle of ferromagnetic rods. The required parameters of heating can be provided by placing the rods at a distance from each other, at which the free movement of rapeseed is provided at a given speed (Fig.1).

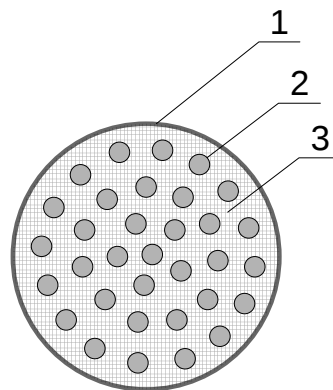


Fig.1. Cylindrical inductor which is loaded by a bundle of ferromagnetic rods
1 – inductor, 2 – ferromagnetic rods 3 – bulk material (rapeseed).

In the calculation of induction systems, the focus should be paid to the electromagnetic and thermal phenomena that occur inside the inductor. Electromagnetic calculation of inductors with loading in the bundle of ferromagnetic rods can be realized based on the method proposed in, in which the electromagnetic field of a cylindrical inductor was calculated on the basis of Maxwell's equations:

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

and constitutive equations:

$$B = \mu H, j = \sigma E. \quad (2)$$

where B , H , E , j – vectors of magnetic flux density, magnetic field strength, electric field strength, current density; σ , μ – conductivity and magnetic permeability of the rod material, which is assumed constant.

The next stage of research is the development and solution of the thermal part of the problem. Proceeding from the fact that the linear dimensions of the ferromagnetic load (rod) Therefore, to solve the heat problem, the volume of the load, we can select a single rod with the environment, which are in the same conditions as the rest of the rods. Thus, the solution of this problem is reduced to determining the allocation of temperature fields in the area with a single rod and the subsequent distribution solutions for the bulk of loads.

The solution of this problem comes down to the solution of transient heat conduction, which is:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla \lambda \nabla T = \begin{cases} Q - \text{in the rod,} \\ 0 - \text{in area, which is occupied by rapseeds,} \end{cases} \quad (3)$$

where ρ , c_p , λ – the density, specific heat capacity and thermal conductivity of the appropriate medium ; Q – power density heat sources, t – time.

References

1. Rudnev V., Loveless D., Cook R., Black M. Handbook of induction heating. – Marcel Dekker. Inc., 2003.

ОЦІНКА ДІЮЧИХ ФАКТОРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ АПАРАТУ ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ

Олійник В.П., к.т.н., професор; Куліш С.М., к.т.н., доцент;

Верховенко І.В., магістрант

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»,

м. Харків, Україна

Дослідження виконано з метою пошуку оптимальної конструкції випромінювача для пристроїв що використовують інформаційний вплив електромагнітних полів. Чинним фактором в цих технологіях є електромагнітне шумоподібне випромінювання надмалої інтенсивності ($10^{-15} \dots 10^{-20}$ Вт/см²), в смузі частот до 300 ГГц, зі специфічними динамічними параметрами. Причому, основні біологічні ефекти пов'язують з випромінюванням в діапазоні 50 ... 70 ГГц [1].

Незалежно від конкретного способу генерування електричних коливань, виникає проблема їх трансформації в електромагнітне випромінювання з необхідними просторовими параметрами. Необхідно ще враховувати і специфіку реалізації цих методів в біології та медицині, а саме безпосередню близькість випромінювача до області дії і навіть, його контакт, з біотканинами. Тому необхідність забезпечення гальванічної ізоляції

апаратних засобів від біооб'єкту визначила доцільність застосування діелектричних випромінювачів.

В якості об'єкту дослідження був узятий реальний зразок випромінювального пристрою апарату «Поріг-1» [2]. У цьому приладі застосований не класичний спосіб живлення антени за допомогою хвилеводу, а використаний періодичний імпульсний іскровий розряд для збудження всіх компонент електромагнітного поля, які відносяться до діючих на живий організм факторів.

Система електродів, між якими відбувається імпульсний іскровий пробій в повітрі, знаходиться в циліндричній порожнині діелектричного стрижня з полістиролу. Суцільна частина стрижня (що спрямована на біооб'єкт або контактує з ним) має форму конуса і може бути віднесена до діелектричних антен біжучої хвилі.

Був проведений розрахунок характеристик випромінювання в хвильовій зоні за відомими методиками для діелектричних антен біжучої хвилі [2] і геометричними розмірами випромінювача конкретного екземпляру апарата. Отримана діаграма спрямованості в основному характерна для даного типу антен. Однак розрахункове значення смуги частот випромінювання істотно відрізняється від біологічно значущого інтервалу.

Тому, дамо якісну оцінку чинним електромагнітним факторам для розглянутого випромінювального пристрою.

Нехай λ – довжина хвилі відповідного електромагнітного процесу в розряді, а l – відстань до біологічного об'єкту, тоді при $\lambda \ll l$, область впливу знаходиться в хвильовій зоні. Така умова справедлива для діапазону частот 30 – 300 ГГц. Фізичні механізми впливу випромінювання в цьому діапазоні частот визначаються: глибиною проникнення випромінювання в біотканини (що пов'язано з процесами поглинання електромагнітного випромінювання біоструктурами), явищем укорочення довжини хвилі в біотканинах, інтерференційними явищами, резонансним поглинанням молекулярних структур, а також явищами резонансних поглинань внаслідок явища Зеємана [3].

Локалізація дії визначатиметься діаграмою спрямованості антени випромінювача. Ефективний спектр частот випромінювання, також буде характеризуватися виборчими властивостями застосованої антени [2].

Потребує також оцінки робота подібного випромінювача в ближній зоні взаємодії з біооб'єктом. Якщо довжина хвилі $\lambda \gg l$, хвильовий процес відсутній. Таким чином при відстанях $l = 1 \dots 10$ см для частот від одиниць - десятків герців до 300 МГц ($\lambda = 1$ м, $\lambda \gg l$) механізм впливу на біоструктури пов'язаний переважно з компонентами напруженості електричного поля E і в деякій мірі магнітного поля H створюваного струмом іскрового розряду. Домінуючим діючим фактором впливу в даному випадку будуть струми

зміщення, що замикають електричне коло внаслідок ємнісних властивостей біотканин.

У випадку, коли $\lambda \approx l$, область впливу знаходиться в зоні, де можуть бути одночасно значущими фізичні механізми, розглянуті для випадків $\lambda \gg l$ і $\lambda \ll l$. Перевага того чи іншого механізму буде істотно залежати від конкретного значення параметра l .

Література

1. Физическая модель биологической системы в информационно-волновом взаимодействии с электромагнитными полями [Текст]/ Н.Д. Колбун, С.Н. Кулиш, В.П. Олейник, В.В. Литвин // Радіоелектронні і комп'ютерні системи: Науково-технічний журнал – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „Харьк. авиац. ин-т”, 2009, №2 (36). – С. 148– 154.
2. Моделирование параметров излучателя на несимметричных волнах в круглом диэлектрическом волноводе [Текст]/ В.В. Литвин, Н.Д. Колбун, С.Н. Кулиш, В.П. Олейник, Аль Отти Сами // Радіоелектронні і комп'ютерні системи: Науково-технічний журнал – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „Харьк. авиац. ин-т”, 2009, №1 (35). – С. 23 – 35.
3. О факторе магнитного поля в информационно-волновом воздействии электромагнитного излучения на биологические объекты [Текст]/ В.П. Олейник, С.Н. Кулиш, В.В. Литвин, Аль Отти Сами // Радиотехника: Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. 2008. Вып. 154. – С.143 – 147.

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СРЕДСТВ РАДИОВОЛНОВОГО КОНТРОЛЯ

Федюшко Ю.М.¹, д.т.н., профессор; Федюшко А. Ю.², студент

¹*Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина*

²*Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт"
г. Харьков, Украина*

В основе известных методов радиоволнового контроля лежат различные физические законы и явления, основные из которых – законы геометрической оптики, дифракция, интерференция, квантовомеханические взаимодействия и другие.

Задачи, решаемые при помощи средств радиоволнового контроля, также отличаются многообразием: средства толщинометрии; средства дефектоскопии; средства структуроскопии; средства контроля физико-механических параметров; средства контроля технологических параметров и контроля динамических характеристик [1].

В подавляющем большинстве случаев практическое применение средств радиоволнового контроля по измерению диэлектрической проницаемости вещества является не окончательной целью, а лишь необходимым этапом в получении полезной информации о его конкретно используемых свойствах: влагосодержании, концентрации, составе и т.п. [2].

В основе низкоэнергетического (информационного) влияния ЭМП на биологические объекты лежат резонансные явления, степень проявления которых зависит от молекулярной организации микроструктур облучаемого объекта и условий облучения [3].

Таким образом, к параметрам, характеризующим состояние биологического объекта при воздействии ЭМП, следует отнести изменения температуры, электрического импеданса, разности биопотенциалов, диэлектрической проницаемости, биоманнитных полей, газообмена с окружающей средой, интенсивности процессов испарения и потребления влаги растениями, пигментации растений.

Характер взаимодействия электромагнитного поля со средой определяется свойствами среды: диэлектрической ε и магнитной μ проницаемостью и проводимостью.

Потери в диэлектриках на высоких частотах определяются трением при смещении заряженных частиц вещества под действием переменного электрического поля. При этом наблюдается явление линейного диэлектрического гистерезиса (отставание по фазе вектора поляризации диэлектрика $\vec{P}$ и вектора электрического смещения $\vec{D}$ от вектора напряженности электрического поля $\vec{E}$). Отставание по фазе $\vec{D}$ от $\vec{E}$ определяется через комплексную относительную диэлектрическую проницаемость с отрицательной мнимой частью:

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon'' \quad (1)$$

$$\text{где } \varepsilon'' = \varepsilon' \operatorname{tg} \delta = \frac{\sigma}{\omega \varepsilon_0},$$

$$\omega = 2\pi f. \quad (2)$$

Таким образом,

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j(\varepsilon' \operatorname{tg} \delta) = \varepsilon' - j \frac{\sigma}{\omega \varepsilon_0}. \quad (3)$$

Соотношение (3) формально объединяет параметры среды, определяющие диэлектрические потери проводимости. Эти два вида потерь при фиксированной частоте f_0 с макроскопической точки зрения неразличимы.

Значение $\operatorname{tg} \delta$ для относительных значений ε' и ε'' имеет вид:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} \quad (4)$$

где ε'' – фактор потерь.

Значение ε' , характеризующее степень ориентационной поляризации, зависит от частоты внешнего электрического поля. Поляризация связана с переходными релаксационными процессами. Время релаксации зависит от

структуры поляризующихся элементов, вязкости среды и ее температуры. Отмечено, что максимум диэлектрических потерь наступает тогда, когда частота колебаний поля совпадает с характеристической частотой релаксации. Величина $\operatorname{tg} \delta$, в свою очередь, также зависит от частоты и других физических характеристик объекта (например, температуры) и на отдельных частотах может иметь максимальные значения.

Из всего вышесказанного, при оценке характера воздействий внешних факторов на организм необходимо рассматривать взаимодействие биологических уровней и выявлять тот из них, для которого внешнее воздействие является адекватным.

Література

1. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа / Пресман А. С. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
2. Применение энергии высоких и сверхвысоких частот в технологических процессах сельскохозяйственного производства // Сборник научных трудов. – Челябинск: ЧИМЭСХ, 1983. – 94 с.
3. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. А. А. Брандт. – М.: Энергия, 1964. – 263 с.
4. Борохов И. В. Анализ методов и технических систем для дистанционного измерения диэлектрических параметров биологических объектов. / И. В. Борохов, Ю. М. Федюшко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2011. – Вип. 11. - Т. 4. – С. 351 – 357 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ ПАЛИВА ТА ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОТЛІВ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ГОРЮЧИХ ВІДХОДІВ С/Г ВИРОБНИЦТВА

Стручаєв М.І., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Теплова енергія відіграє важливу роль при виробництві сільськогосподарської продукції, вона використовується для теплопостачання на побутові та технологічні потреби. У фермерських господарствах тепла енергія використовується для сушки кормів, кормоприготування, при пастеризації молока, пропарюванні фляг, на санітарно-гігієнічні потреби, а також для створення комфортних умов праці. Для генерації теплової енергії найбільш часто використовуються котельні установки, які працюють на природному газі. Основним їх недоліком є

висока ціна на газ, а також має місце проблема забруднення навколишнього середовища.

В сучасних системах опалення є актуальним питання використання альтернативних джерел палива, які є більш дешевшими і менше забруднюють навколишнє середовище. Найбільш доцільним у сьогоденні умовах є переобладнання газового котла на тверде паливо – відходи від сушки та обробки деревини. Використання відходів деревини в якості палива сприяє створенню безвідходного виробництва деревообробних підприємств. Порівняно з газом, витрати на опалення відходами деревини скорочуються більш ніж на 78%. Для розв'язання поставленої задачі досліджено процес горіння, який забезпечує максимально ефективне спалювання відходів деревини та підвищення ККД топки і котла в цілому.

Аналіз впливу вологості палива, температури газів на ефективність роботи котлів для спалювання деревини та горючих відходів с/г виробництва з використанням методики моделювання процесів горіння.

В процесі переробки деревини залишається велика кількість відходів, які можна використовувати як паливо для котлів. Тому перевагу при виборі котельного агрегату мають твердопаливні котли тривалого горіння.

Твердопаливні котли тривалого горіння практично універсальні. Ці котли можуть бути встановлені в промислових і адміністративних будівлях, і служити для локального опалювання, або для нагріву води в системі гарячого водопостачання.

Сучасні промислові компанії пропонують два основні види котлів: котел опалювальний твердопаливний і котел водоگрійний твердопаливний.

Котли автоматичні. Класична котельня є системою, в яку входить котел опалювання з пальником і бункером. Під час роботи в пальник подається тверде гранульоване паливо. Котел твердопаливний автоматичний обладнаний електричним тепловентилятором. Гаряче повітря, що надходить за рахунок обертання вентилятора, прямує на гранули в пальнику. Котел твердопаливний автоматичний споживає до 1,3 кВт. Таке устаткування, на відміну від звичайних котлів з пальниками ручної подачі, досить зручне, оскільки дозволяє економити на послугах технічного персоналу. Твердопаливний опалювальний котел характеризується мінімальними залишками золи, зручністю обслуговування, екологічністю і можливістю істотної економії за рахунок безвідходної переробки палива.

Твердопаливні котли тривалого горіння більш економічні в порівнянні із звичайними котлами, оскільки не мають необхідності в постійній подачі

палива, і найбільш зручні в управлінні, оскільки оснащені спеціальними системами, що дозволяють регулювати багато параметрів роботи котла, у тому числі і рівень горіння. Твердопаливний котел тривалого горіння, не дивлячись на високу потужність і велике споживання палива, відповідає всім вимогам екологічності.

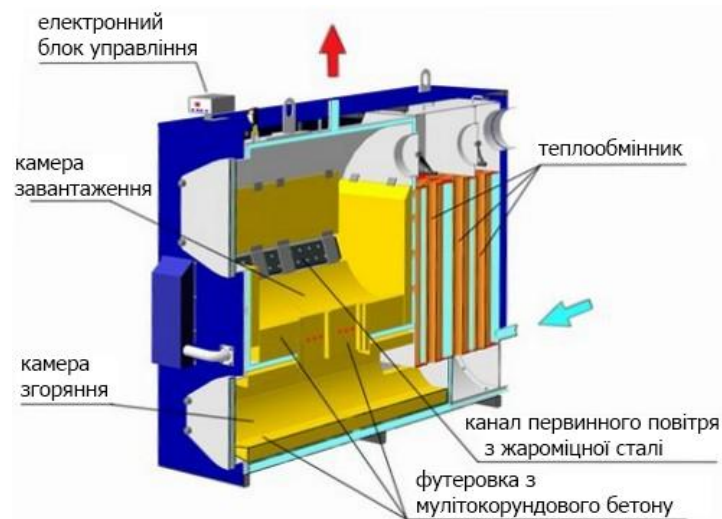


Рисунок 1 – Котел тривалого горіння

Елементарний склад палива: вуглець $C^P=35,4$, водень $H^P=4,2$, кисень $O^P=25,3$, сірка $S^P=0,4$, азот $N^P=0,4$, зола $A^P=10,3$, вода $W^P=25$, Нижча теплота згоряння $W^P=16$ МДж/кг.

Теоретична кількість повітря на 1кг палива:

-сухого $V_0^{\text{сух}}$, $\text{м}^3/\text{кг}$

$$V_0^{\text{сух}} = 0,089C^P + 0,265H^P + 0,033(S^P - O^P), \quad (1)$$

$$V_0^{\text{сух}} = 0,089 \cdot 35,4 + 0,265 \cdot 4,2 + 0,033(0,4 - 25,3) = 5,083 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

- вологого $V_0^{\text{вл}}$, $\text{м}^3/\text{кг}$

$$V_0^{\text{вл}} = V_0^{\text{сух}}(1 + 0,0016d) = 5,083(1 + 0,0016 \cdot 10) = 5,26 \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (2)$$

де d – вологомiсткiсть, $d=10$ г/кг.

Коефіцієнт надлишку повітря в топці $\alpha_m = 1,6$ [1].

Присос повітря в систему паливоприготування $\Delta\alpha_{\text{пл}} = 0,04$ [2].

Дійсну кількість повітря V_D , м³/кг на 1кг палива розраховуємо за виразом:

$$V_D = \alpha_m V_0^{\text{ВЛ}} = 1,6 \cdot 5,26 = 8,416 \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (3)$$

Температура виходящих газів $t_{yx}=130^\circ\text{C}$, Температура холодного повітря $t_{x.B.}=20^\circ\text{C}$ [2], Температура гарячого повітря вносимого у топку – $t_{г.в.}=340^\circ\text{C}$.

Тепло, що вноситься холодним повітрям у котел $Q_{x.B.}$, кДж/кг:

$$Q_{x.B.} = C V_D t_{x.B.} = 1,32 \cdot 8,416 \cdot 20 = 227 \text{ кДж/кг}, \quad (4)$$

де $C=1,32$ - теплоємність повітря, кДж/кг.

Тепло, яке вноситься підігрітим повітрям у топку:

$$Q_B = C V_D t_{г.в.} = 1,32 \cdot 8,416 \cdot 340 = 3777 \text{ кДж/кг}, \quad (5)$$

Втрати тепла: тепло, яке виноситься газами $q_1=9,8\%$; від хімічного недопалу $q_2=3,4\%$; від механічного недопалу $q_3=2,2\%$; в оточуюче середовище, приймаємо $q_4=0,4\%$; втрати з теплом шлаків $q_{5\text{шл}}=0,3\%$ [1].

Сума теплових втрат $\sum q$, % розраховується за формулою:

$$\sum q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_{5\text{шл}} = 9,8 + 3,4 + 2,2 + 0,4 + 0,3 = 16,1\% \quad (6)$$

ККД котельного агрегату визначається за формулою:

$$\eta_{к.а} = 100 - \sum q = 100 - 16,1 = 83,9\% \quad (7)$$

Для визначення втрат q_2 використовується формула:

$$q_2 = \frac{t_{yx} - t_B}{t_{\text{макс}}} (C' + (h-1)B \cdot K) \cdot 100 \quad (8)$$

де t_{yx} – температура газів, що виходять у трубу, C ; t_B – температура газів у середині приміщення, C ; $t_{\text{макс}}$ – паропроодуктивність, C ; C' – коефіцієнт відношення середньозваженої теплоємності продуктів горіння; K – коефіцієнт відношення теплоємності повітря до теплоємності продуктів горіння; h – коефіцієнт збільшення об'єму продуктів горіння.

Найбільше на розмір втрат впливає температура газів, що виходять. Чим вище температура газів, що виходять, тим більша кількість теплоти виходить у трубу. Чим більша вологість палива, тим менше горючої частини паливного матеріалу, тим менше необхідно повітря для його спалювання, це означає, що і менше втрати з газами, які виходять. Але для перетворення зайвої вологи в пар необхідно додаткове тепло, що й призводить до незначного збільшення втрат.

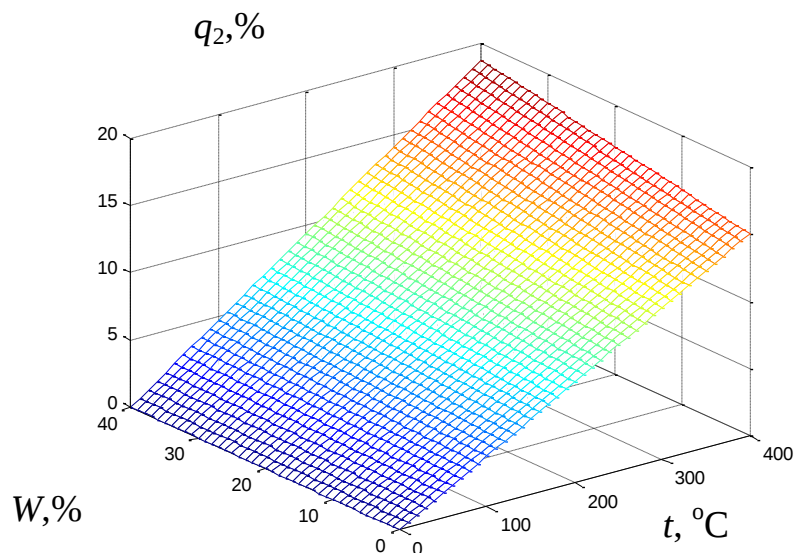


Рисунок 2 - Графік залежності втрат з газами, що виходять (q_2) від температури (t) та вологості відходів деревини (W).

Виконані дослідження процесу тривалого горіння і отримана просторова номограма, дозволили запропонувати удосконалену схему котла з топкою тривалого горіння. Ці заходи дозволили підвищити ККД топки і котла в цілому з 60% до 83,9%.

Література

1. Бессараб А.С, Драганов Б.Х. и др. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства / Под ред. Б.Х. Драганова. - М.: Колос-Пресс, 2002 - 423 с.
2. Грачева Л.И. Стручаев Н.И. Кислый С.А. и др. Котельные установки в сельском хозяйстве. – К.: Урожай, 1985. – 167с.
3. Дідур В.А. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві / [Дідур В.А., Стручаев М.І.] – К.: Аграрна освіта, 2008.- 233с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СВЧ ДИАПАЗОНА В СЕРЕДИНЕ ПОВРЕЖДЕННОЙ КОНЕЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Орел А.Н., к.т.н., доцент; Орел И.А., аспирант

*Таврический государственный агротехнологический университет,
г. Мелитополь, Украина*

Одной из актуальных задач, которая стоит перед аграрным комплексом Украины на современном этапе, есть повышение продуктивности в животноводстве с сохранением и увеличением поголовья сельскохозяйственных животных, которое зависит от своевременного лечения их травматизма. Разработка немедикаментозных способов восстановления костной ткани животных на основе использования

низкоэнергетических электромагнитных излучений (ЭМИ) сверхвысокой частоты (СВЧ) позволит не только сохранить, но и увеличить поголовье животных с улучшением их продуктивности. Достоинством электромагнитного воздействия является то, что оно может быть во много раз эффективнее медикаментозных способов восстановления костной ткани животных и, кроме того, не оказывает отрицательного воздействия на организм человека через продукты питания от вылеченных животных. Поэтому разработка эффективных немедикаментозных способов восстановления костной ткани конечностей животных является актуальной задачей.

Данные многочисленных параметров ЭМИ можно добиться благоприятного влияния на ход лечения при многих болезнях, с которыми данный вид организмов может бороться. Воздействие ЭМИ усиливает и ускоряет борьбу с заболеванием, мобилизуя для этого собственные возможности организма в той мере, в которой возраст и различные факторы. Доказано, что сигналы, подобные ЭМИ, вырабатываются и используются в определенных целях самим организмом, а внешне облучение лишь имитирующих их.

Очевидно, что конечности сельскохозяйственных животных можно представить в виде многослойных структур, состоящих из кожного покрова, мягких тканей и собственной кости. Однако при определении структуры электромагнитного поля внутри реального биологического объекта возникает трудность, связанная с точным математическим описанием его формы. Поэтому для описания структуры рассматриваемых полей сами биологические объекты представляют в виде простых геометрических фигур. В частности, конечности сельскохозяйственных животных можно представить в виде многослойного цилиндра[6]. Вдоль оси цилиндра его электромагнитные свойства не меняются, а по радиусу он представляет собой слоистую структуру с пятью слоями, соответствующими костному мозгу, кости, мышечной ткани, коже и шерстяному покрову. При этом, каждый из слоев обладает своими биофизическими характеристиками относительной диэлектрической проницаемостью ϵ_i , где $i=1,2,3,4,5$ [1]. Что касается магнитной проницаемости каждого слоя, то она везде равна магнитной проницаемости свободного пространства.

Строгое решение данной задачи сводится к решению уравнений Максвелла при заданных граничных условиях для составляющих электромагнитного поля на поверхности цилиндра с учетом условия излучения на бесконечности.

В том случае, когда облучаемый объект имеет цилиндрическую или близкую к ней форму подбирая частоту, можно избирательно воздействовать на определенные точки, если это необходимо, или наоборот, уменьшать степень риска их повреждения, сдвигая пучности электромагнитного поля в сторону.

Література

1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. - Киев: Наука думка, 1990. - 223с.
2. Стрэттон Дж. А. Теория электромагнетизма. – М.: ОГИЗ, 1948. – 539 с.
3. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1978. – 543 с.
4. Тихонов А. Н., Самарский Л. А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1966. – 742 с.
5. Янке Е., Эмди Ф., Леш Ф. Специальные функции. – М.: Наука, 1964. – 344 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗЛУЧАТЕЛЯ ГЕНЕРАТОРА ИСКРОВОГО РАЗРЯДА

***Кулиш С.Н., к.т.н., доцент; Олейник В.П., к.т.н., профессор;
Соломашенко А.М., студент магистратуры ф-та РТСЛА
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е Жуковского
«ХАИ»,
г. Харьков, Украина***

Бурное развитие информационных технологий находит свое отражение в областях телекоммуникаций, компьютерной техники, программной инженерии и других сферах техники, но и в таких областях человеческой деятельности, как биология и медицина. По результатам ряда независимых научных исследований [1,2] можно предположить, что один из важнейших составляющих обмена и хранения информации в биообъектах является электрические импульсы. Исследования количественных характеристик собственных электрических излучений биообъектов, привели к разработке ряда медицинских аппаратов [3], предназначенных для восстановления информационного баланса на уровне клеточных структур. Однако остаются неисследованные вопросы об оптимальных параметрах воздействующего электромагнитного поля, способах его доставки к биообъекту(БО) и обеспечения гальванических изоляции аппаратных средств от БО.

Данное исследование выполнено в рамках поиска оптимальной конструкции излучателя для устройств, использующих информационное воздействие электромагнитных полей на биообъекты.

В качестве модели излучателя в диапазоне КВЧ выбрана антенна поверхностных волн, которая представляет собой комбинацию первичного источника излучения – возбuditеля, и металлической или диэлектрической поверхности – направителя.

Функцию возбuditеля в предлагаемой модели выполняет коаксиальная система разрядника, где формируются импульсные токи возбуждения и плазменные излучающие образования. Функция направителя принадлежит диэлектрическому основанию антенны [4,5].

Возбужденные облучателем волны распространяются по диэлектрическому стержню.

Поперечное сечение стержня выбирается так, что бы передаваемая волной энергия в основании концентрировалась вблизи поверхности стержня, а в направлении перпендикулярном стержню, интенсивность излучения быстро убывала.

К геометрическим и физическим параметрам, определяющих излучаемые свойства диэлектрической стержневой антенны (ДСА) отнесено: длину стержня l , диаметр поперечного сечения (d_{max} , d_{min}) а также относительную диэлектрическую проницаемость ϵ материала на рабочей частоте.

В работе проведен анализ возбуждаемого типа волн и структуру поля в раскрыве волновода с волной HE_{11} , с учётом характера амплитудного распределения вдоль сечения.

В результате проведенного анализа предложенной модели излучателя установлено:

- диэлектрический излучатель обеспечивает воздействие на биологические структуры в широкой полосе частот, электрически, магнитных и электромагнитных процессов;
- физические механизмы воздействия в низкочастотной и в высокочастотной областях спектра существенно различаются и зависят от значения длины волны λ , длины стержня l , и диаметра стержня d ;
- воздействие в КВЧ диапазоне (30...300 ГГц) определяются частотно избирательными свойствами антенного устройства.

Таким образом, установлено что для формирования электромагнитных полей в указанном диапазоне антенна должна иметь длину $l=(5-8)\lambda$, кроме участка длиной 2λ конце стержня, конической формы. Диаметр ДСА выбирается в зависимости от диапазона частот излучения.

Рассчитанные диаграммы направленности обеспечивают требуемую пространственную локализацию воздействия.

Геометрические параметры ДСА для поддиапазонов
при длине ДСА $\ell = 7\lambda_0$

№	Средняя длина волны λ_0 , мм	Максимальный диаметр стержня $d_{\max}$, мм	Минимальный диаметр стержня $d_{\min}$, мм	Средний диаметр стержня $d_{\text{ср}}$, мм	Длина стержня ℓ , мм
1	8,5	4,4	2,77	3,585	59,5
2	6,0	3,1	1,95	2,525	42
3	4,5	2,32	1,47	1,895	31,5
4	3,0	1,55	0,98	1,265	21
5	2,0	1,03	0,65	0,84	14
6	1,5	0,77	0,49	0,63	11,25
7	1,0	0,52	0,33	0,425	7

Литература

1. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н.Д. Девятков, М.Б. Голант, О.В. Бецкий. – М.: Радио и связь, 1991.-168с.
2. Колбун Н.Д. Курс лекций по информационно-волновой терапии / Н.Д. Колбун, А.Г.Корниенко. – К.: Биополис, 2006. – 143с.
3. Ситько С.П. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины / С.П. Ситько, Ю.А. Скрыпник, А.Ф. Яненко. – К.: ФАДА, ЛТД, 1999.- 199с.
4. Заикин И.П. Проектирование антенных устройств СВЧ / И.П. Заикин, А.В. Тоцкий, С.К. Абрамов, В.В. Лукин. – Х.: «ХАИ», 2005. – 106с.
5. Заикин И.П. Основы теории антенн / И.П. Заикин, А.В. Тоцкий, С.К. Абрамов, В.В. Лукин. – Х.: «ХАИ», 2005. – 100 с.

**РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ
ІНДУКТОРІ ДЛЯ НАГРІВУ ВОДИ**

Панцир Ю.І.¹, к.т.н., доц.; Березюк А.О.², к.т.н., ст. викл.

¹Інженерно-технічного факультету Подільського ДАТУ,
м. Кам'янець-Подільський, Україна;

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

Для ефективного нагріву проміжних середовищ (теплоносіїв) важлива розгалужена поверхня теплообміну, яка може бути реалізована в циліндричному індукторі з завантаженням у вигляді пучка стержнів чи труб.

Для вирішення теплової задачі, з усього об'єму багатостержневого завантаження, можна виділити одиничний стержень з прилеглою

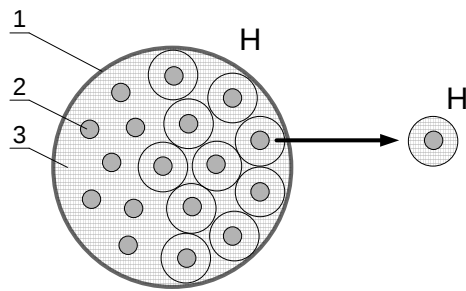


Рис. 1. Виділення одиничного стержня: 1 – індуктор; 2 – феромагнітні стержні; 3 – теплоносій

циліндричною областю, які знаходяться в тих же умовах, що і решта стержнів (рис. 1.). Таким чином, рішення такої задачі зводиться до визначення розподілу температурних полів в області з одиничним стержнем і подальшим поширенням розв'язку на весь об'єм завантаження [1]. Розв'язок такої задачі може бути реалізований чисельно в програмному середовищі COMSOL.

Для розв'язку цієї задачі необхідно вирішити рівняння нестационарної теплопровідності, яке має вигляд:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} - \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial T}{\partial \rho} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = Q \quad (1)$$

де d , c_p , λ – щільність, питома теплоємність і теплопровідність матеріалу відповідного середовища, Q – питома потужність джерел теплоти, t – час, v – швидкість руху сипкого середовища. Визначення температури теплоносія на виході із каналу індуктора здійснюється на підставі припущення, що вся електромагнітна потужність поглинається середовищем, яке нагрівається (наприклад, водою).

Попередньо визначивши величину потужності внутрішніх джерел теплоти, можна визначити різницю між початковою і кінцевою температурами теплоносія, що протікає по каналу індуктора.

Література

1. Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Компьютерное моделирование электромагнитных и тепловых процессов при индукционном нагреве стального реактора с сыпучим материалом / А.Д. Подольцев, И.Н. Кучерявая // Технічна електродинаміка. – 2005. №3. – С. 3–11.

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

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В СИСТЕМАХ
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ

Антипов Є. О., асистент

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

В останні роки в Україні широко поширюється будівництво індивідуальних житлових будинків в приміських зонах, де відсутнє централізоване тепло- та газопостачання. В цих умовах перспективним є використання систем енергозабезпечення на основі поновлюваних джерел енергії. Використання таких систем забезпечить значну економію як природного газу, так і інших традиційних джерел енергії.

Враховуючи широку різноманітність обладнання установок поновлюваної енергетики (вітрогенератори, фотоелектричні батареї, сонячні колектори, акумулятори тощо), можна розробити безліч енергетичних систем [1-4] різноманітних за комбінацією джерел. При цьому, основними показниками, які необхідно врахувати для розрахунку ефективності роботи сонячних систем є кількість годин сонячного сьйва, яка залежить від пори року та географічного розташування об'єкта, середньомісячне добове надходження сонячної радіації на горизонтальну поверхню, середньомісячна хмарність та температура.

Разом з тим, не менш важливим у процесі запровадження сонячної системи на місцевому рівні є економічний чинник. Для його оцінки, використаємо показник терміну (строк) окупності витрат (капітальних вкладень) – рівень економічної ефективності, який характеризує період, протягом якого понесені на реалізацію заходу витрати повністю повертаються за рахунок одержуваного ефекту.

1. Визначено, що ефективність використання фотоелектричних перетворювачів суттєво залежить від кліматичних умов та потужності споживача. Так, для покриття електричного навантаження потужністю 1000 Вт необхідна кількість фотоелектричних перетворювачів відповідно для літнього, осінньо-весіннього та зимового періодів становитиме 7, 5 та 6 шт.

2. Розраховано період окупності сонячної системи, який для побутових споживачів (населення) склав у межах 6-8 років залежно від його тарифного плану та умов договору купівлі-продажу електричної енергії.

Література

1. Басок Б.И. Экспериментальный модуль гелиогеотермальной установки для теплоснабжения / Б.И. Басок, А.И. Накорчевский, Т.Г. Беляева, Д.М. Чалаев, А.Н. Недбайло, И.С. Голуб // Промышленная теплотехника. – 2006. – № 1. – С. 69–78.
2. Денисова А.Е. Комбинированные системы теплоснабжения на базе солнечных установок / А.Е. Денисова, А.С. Мазуренко // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. – № 6. – С. 14–19.
3. Горобець В.Г. Застосування сонячних енергетичних установок та акумуляторів теплоти в системах теплозабезпечення теплиць. / В.Г. Горобець, Є.О. Антипов // Науковий вісник НУБіП України. – К.: ВЦ НУБіП України, 2014. – Вип. 194, ч. 2. – С. 100–107.
4. Накорчевский А.И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома / А.И. Накорчевский // Промышленная теплотехника. – 2009. – № 1. – С. 67–73.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В ВИДЕ БРИКЕТОВ ИЗ БИОМАССЫ

Вороновский И.Б., к.т.н., доцент

*Таврический государственный агротехнологический университет,
г. Мелитополь, Украина*

В Украине был исследован и проанализирован потенциал нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и выполнена оценка сельскохозяйственных отходов из энергетических культур, биодизеля, биоэтанола [1]. Экономический потенциал биомассы в Украине, доступной для получения энергии, составляет 27 млн. т условного топлива на год [2].

Сельскохозяйственная биомасса, которая может использоваться как топливо, имеет ряд особенностей, которые отличаются от традиционных энергоресурсов. Наиболее важной топливно-энергетической характеристикой биомассы является ее теплотворная способность, которая зависит от множества факторов: генетических особенностей энергетических растений.

Анализ типового технологического процесса позволяет сделать вывод, что снижение энергозатрат на производство единицы продукции можно добиться, исключив сушку при одновременном перераспределении энергии на измельчение и прессование [3].

После предварительного измельчения биомассы с влажностью 20-30%, без применения сушки, выполняется тонкое измельчение. Такой путь позволяет получить уменьшение помола до значений 100-50 мкм при одновременной активации биомассы перед прессованием.

Поэтому была разработана конструкция дезинтегратора, где используются два принципа измельчения: удар и истирание одновременно [4]. В начале измельчения в большей степени используется удар, на конечной стадии измельчения – в большей степени используется истирание. Такая конструкция позволяет снизить энергозатраты на измельчение при одновременном повышении качества помола.

На основании гипотез Риттингера о механизме измельчения твердых тел [5], теоретическим путем нами были получены расчетные формулы для определения мощности на измельчение за счет удара, $N_{уд}$:

$$N_{уд} = \frac{\pi^2 \sigma^2 D_{cp} n l h \left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{60 E}, \quad (1)$$

где σ – временный предел прочности измельчаемого материала, Па; D_{cp} – средний диаметр помольной камеры (рабочего колеса), м; n – обороты ротора, об/мин; l – ширина помольной камеры (рабочего колеса), м; h – глубина помольной камеры (расстояние между рабоч. колесами), м; d_n, d_k – начальный и конечный диаметр частиц, м; E – модуль упругости измельчаемого материала.

Минимальная скорость для измельчения материала за счет удара $U_{уд}$:

$$U_{уд} = \sigma \sqrt{\frac{\left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{\rho E}}, \quad (2)$$

где ρ – плотность измельчаемого материала.

Расчеты по формулам (1) и (2) показывают, что для тонкого измельчения (50 мкм) биомассы (например, древесных отходов), скорость удара должна быть не менее 62 м/с, а затрачиваемая мощность составляет более 6,4 кВт.

Мощность затрачиваемая на измельчение за счет истирания:

$$N_{ис} = \frac{24 \mu \pi^3 D_{cp}^2 n^2 l \left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{3600}, \quad (3)$$

где μ – динамическая вязкость массы (биомасса + воздух), Па/с.

Минимальная скорость для измельчения материала за счет истирания:

$$U_{ис} = \frac{12 \mu \left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{h \rho}, \quad (4)$$

Расчеты по формулам (3) и (4) показывают, что для измельчения по механизму истирания скорость движения рабочих колес должна быть не менее 10 м/с, а затрачиваемая мощность не более 7 кВт.

Новый технологический процесс исключает из цепи измельчения молотковую дробилку, вместо которой применяется дезинтегратор. Дезинтегратор может обеспечивать измельчение до уровня 5...10 мкм при производительности 3,6 т/ч. и потребляет мощность до 18 кВт. Кроме этого, дезинтегратор может выполнять измельчение биомассы с уровнем влажности до 40 %, что исключает из технологического процесса сушку.

Литература

1. Біопалива: Технології, машини, обладнання / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, – К.: «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
2. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха та інші – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.
3. Бунецький В.О. Аналіз технологічних процесів отримання твердого палива у вигляді пеллет або брикетів / В.О. Бунецький // Інститут рослинництва ім. Юр'єва НААН, Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл., Вип. 10, 2011. – с. 328-340.
4. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / Під ред. Кравчука В.І., Дубровіна В.О. // Укр.НДПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, 2010, - 184 с.
5. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Кн. 2 // Под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Химия, 2000. – 162 с.

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ЩО ОТРИМАНА З БІОМАСИ

Гімпель В.В., к.е.н., доцент; Ніконорова В.М., асистент

Сумський національний аграрний університет,

м.Суми, Україна

Енергетичні проблеми нашої країни суттєво залежать від ступеню диверсифікованості енергоносіїв, що використовуються для задоволення її енергетичних потреб. Проблема з газопостачанням, що виникла в Україні наприкінці 2008 р., ще раз продемонструвала нагальну необхідність пошуку і впровадження альтернативних та відновлюваних джерел енергії і енергозберігаючих технологій. Серед всіх відновлюваних джерел енергії, біомаса є найбільш перспективною для заміщення природного газу та інших викопних палив в Україні [1].

Питаннями розвитку зеленої енергії з біомаси займалися такі видатні українські вчені, як: Агеєв В.А., Бінько І.Ф. Гелетуха Г.Г., Городов Р.В., Железна Т.А., Жовнір М.М., Калетнік Г.М., Коденська М.Ю., Матвеєв Ю.Б., Шлемко В.Т., та ін.

Все ж невирішеними залишаються проблеми обрахунку економічних показників впровадження біогазових установок.

Однією з таких проблем є визначення показників, що входять до складу вартості електричної енергії, що отримана з біомаси. Нами ці показники були систематизовані до шести основних:

- витрати на обладнання та інші початкові капітальні витрати;
- облікова ставка;
- економічні витрати протягом існування проекту;
- витрати на сировину;
- витрати при експлуатації та на технічне обслуговування;
- ефективність (тепловий тариф).

Систематизація зазначених показників приведена на рис. 1.

Передбачена вартість прибутку електроенергії, виробленої з біомаси, складає 10%. Систематизовані показники вартості електричної енергії з біомаси рослини, як правило, чутливі до ставки дисконтування. Однак, як правило, менш чутливі до ставки дисконтування, ніж вітрова, сонячна та гідроенергетика у зв'язку з впливом витрат на сировину.

Економічне життя проекту біогазової установки складає від 20 до 25 років. Незначний ремонт і заміна устаткування входить у витрати на експлуатацію. Діапазон витрат на сировину передбачається від 10 USD/тонна для місцевих відходів сировини (близько \$1/ГДж) до 160 доларів США/тонну (близько \$9/ГДж) для гранул (з транспортуванням). Типова вологість на нижній теплотворній основі передбачалася для кожного типу сировини для розрахунку витрат.

Витрати на утилізацію золи передбачаються у сумі 132 долара США/тонну, в середньому 1% від вихідної сировини.



Рис. 1. Склад показника вартості електричної енергії з біомаси

Для аналізу вироблення електроенергії з біомаси, були зроблені деякі винятки з того, що може вважатися стандартним підходом:

– Витрати на капітальні видатки не включають технологічного приєднання, системи розподілу і витрати ліній передач, при необхідності. Ці витрати мають бути конкретизовані до проекту і не можуть узагальнюватися.

– Витрати при експлуатації та на технічне обслуговування не включають в себе страхування.

Таким чином, нами були систематизовані показники вартості електричної енергії, що може отримуватися при переробці біомаси.

Література

1. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В., Анохіна К.В. Енергозберігаючі відновлювані джерела теплопостачання : навчальний посібник / Г.С.Ратушняк, В.В.Джежула, К.В.Анохіна – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.

2. Biomass for Power Generation Volume 1: Power Sector. Issue 1/5. International Renewable Energy Agency. June 2012.

БАГАТОШАРОВІ ЗАХИСНІ КОНСТРУКЦІЇ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Лисенко В.М., к.т.н., доцент; Савойський О.Ю., асистент

Сумський національний аграрний університет,

м. Суми, Україна.

Використання теплоізоляційних матеріалів є необхідним заходом в комунально-побутовому секторі, системах інженерного забезпечення будинків, а також для підтримання температурного режиму, уникнення температурних перепадів та зменшення витрат енергоресурсів в біогазових установках.

Температурний режим суттєво впливає на якість технологічного процесу та продуктивність біогазової установки, оскільки коливання температур в межах 4...5 °С різко змінює мікробіологічну активність анаеробних організмів [1]. Особливістю процесу в біогазових реакторах є те, що за рахунок недостатнього та нерівномірного прогрівання суміші коливання температур в об'ємі субстрату стають значними, що не відповідає технологічним вимогам. Це зменшує вихід біогазу порівняно з теоретичним [1, 2]. Вирішення задач термостабілізації біогазових реакторів можливо за

рахунок підвищення термічного опору матеріалу захисних конструкцій.

Найбільш ефективним методом збільшення термічного опору конструкції з повітряним прошарком є її екранування. Один екран з алюмінієвої фольги зменшує тепловий потік у 20 разів. Зі збільшенням числа екранів цей ефект зростає.

Авторами запропоновано теплоізоляційну панель [3], що складається з каркасу та секцій, заповнених наповнювачем. Як секції

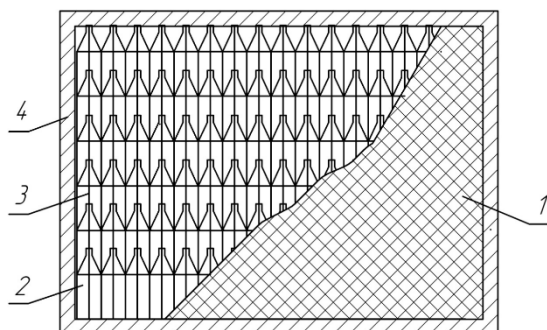


Рис.1 – Теплоізоляційна панель: 1 – каркас; 2 – пластикові пляшки з відрізним дном; 3 – дріт; 4 – захисний повітронепроникний корпус

використані пластикові пляшки з відрізаным дном, які герметично закріплені на вертикально встановлених на каркасі дротах, причому як наповнювач використовують сухе повітря, а каркас розміщений в захисному повітронепроникному корпусі. Загальну схему запропонованої конструкції теплоізоляційної панелі наведено на рис. 1.

Багатошарова захисна конструкція від тепловтрат з герметичним повітряним прошарком підвищує термічний опір конструкції. Сухе повітря, яке знаходиться в пластикових пляшках 2, що розміщені в каркасі 1, має низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda_{\text{в}} = 0,023 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$), завдяки чому значно знижується теплообмін між біогазовою установкою або приміщенням та навколишнім середовищем. Оскільки пластикові пляшки 2 з відрізаным дном з'єднані між собою у пакети герметично, то це перешкоджає проникненню водяної пари до наповнювача – сухого повітря. Захисний корпус 4 перешкоджає прямому контакту теплоізоляційної панелі із матеріалом захисної конструкції, а також надає панелі більшої міцності і довговічності.

Також можна використовувати теплогідроізоляційну багатошарову конструкцію (рис.2), в якій за рахунок введення теплоізоляційної панелі та алюмінієвої фольги зменшуються тепловтрати в навколишнє середовище. Теплогідроізоляційна багатошарова конструкція містить утеплювальний шар, що включає гідроізолювальний шар, металеву сітку та шар пароізоляції, а також додатковий шар теплоізоляції, як такий використовується алюмінієва фольга. Поверх нього розташовано шар пластикових пляшок із сухим повітрям, а зверху встановлено захисний матеріал від механічних пошкоджень.

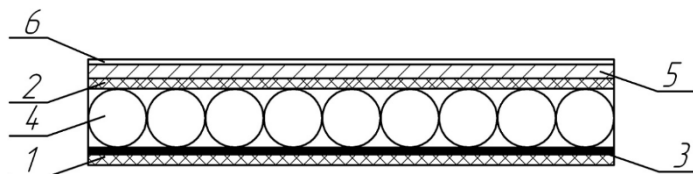


Рисунок 2 – Теплогідроізоляційна багатошарова конструкція:
1,2 – гідроізолювальні шари; 3 – алюмінієва фольга; 4 – теплоізоляційна панель із пластикових пляшок з сухим повітрям; 5 – металева сітка; 6 – захисний матеріал від механічних пошкоджень

Аналіз результатів чисельних експериментів із визначення термічних опорів теплоізоляційних матеріалів залежно від їх товщини свідчить про те, що для отримання оптимальних теплоізоляційних характеристик

для підтримання теплового режиму в біогазовій установці найефективнішим є використання теплоізоляційних багатошарових конструкцій із герметичним повітряним прошарком. Крім того, затрати на виготовлення багатошарових конструкцій є мінімальними завдяки використанню вторинних ресурсів.

Література

1. Ратушняк Г. С. Інтенсифікація теплообміну та термостабілізація біореакторів / Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. // Вісник ВПІ. – 2006. – № 2. – С. 26–31. – ISSN 1997–9266.

2. Панцхава Е. С. Биоэнергетические установки по конверсии органических отходов в топливо и органические удобрения / Панцхава Е. С., Кошкин Н. Л. // Теплоэнергетика. – 1993. – № 4. – С. 20–23.

3. Пат. 17230 Україна, МПК Е 04 В 2/02, Е 04 В 2/14. Теплоізоляційна панель / Ратушняк Г. С., Анохіна К. В., Чухряєва О. Г.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u200603243; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. №9.

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛОБАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ З БІОМАСИ

Гімпель В.В., к.е.н., доц.; Ніконорова В.М., асистент

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

Впровадження в енергетику України відновлюваних джерел енергії на сьогодні є найбільш актуальним напрямом розвитку. Завдяки безумовним перевагам альтернативних джерел, зокрема, практичній невичерпності та великому потенціалу, спричинився бурхливий розвиток відновлюваної енергетики у світі. Зміна пропорцій первинних енергоресурсів на користь зростання частки відновлюваних джерел енергії в цілому та біомаси зокрема є одним з основних завдань формування раціональної структури енергоспоживання країн.

Значний внесок у вирішення питань енергозбереження та використання біологічно відновлюваних ресурсів зробили В.В. Струнін, Г.Г. Гелетука, М.М. Жовмір, Г.М. Калетнік, А.П. Петров, Т.А. Сапожнікова, Ю.Ю. Туниця та інші. Проте недостатньо уваги приділено статистичним дослідженням постачання та споживання відновлюваних джерел енергії з урахуванням специфіки вітчизняного виробництва та споживання енергоресурсів [1]. Тож ми вирішили узагальнити та проаналізувати аналітичні дані для розрахунку зростання споживання первинних джерел енергії.

З 2000 до 2011 року глобальне споживання первинної енергії зросло на 30% (таблиця 1). Найбільше абсолютне збільшення серед поновлюваних джерел енергії було досягнуто завдяки біоенергії. Тим не менш, в цілому, споживання вугілля росло швидше, ніж використання поновлюваних джерел енергії.

Таблиця 1. Світове споживання первинних джерел енергії (ЕДж)[2]

	Усього	Невідновлювані			Ядерна	Відновлювані		
		Вугілля	Нафта	Природний газ		Гідро-	Сонячна, вітрова і т.ін.	Біоенергетика
2000	426	98,7	157	86,8	28,3	9,44	2,51	43,2
2005	486	125	172	99,0	30,2	10,5	2,95	47,2
2010	543	151	176	115	30,1	12,4	4,69	54,2
2011	552	158	177	117	28,2	12,6	5,32	54,9

Для того, щоб вирахувати еквівалентне перетворення викопних джерел до альтернативних, необхідно врахувати залежність зростання первинних джерел енергії до валового кінцевого споживання енергії. Значення перетворення складається з чотирьох частин: первинної енергії, кінцевого споживання енергії, споживання теплової та електричної енергії, повного кінцевого споживання енергії. Стосовно викопного палива, 451 ЕДж було спожито первинної енергії в 2011 році (таблиця 2), з яких 213 ЕДж – кінцеве споживання енергії.

Таблиця 2. Первинна енергія до валового кінцевого споживання енергії на енергоносії у 2011 році (ЕДж) [2]

	Всього первинної енергії	Загальне кінцеве споживання енергії	Споживання електричної і теплової енергії		Кінцеве споживання енергії	Кінцеве споживання енергії		
			Електро	Тепло		Тепло	Транспорт	Електрична енергія
Викопні джерела	451	213	45,0	10,8	269	125	98,9	45,0
Ядерна енергетика	28,2	-	7,72	0,02	7,74	0,02	-	7,72
Гідро -	12,6	-	10,6	-	10,6	-	-	10,6
Сонячна, вітрова в т.д.	5,32	1,06	1,69	-	2,75	1,06	-	1,69
біоенергетика	54,9	46,5	1,26	0,64	48,5	44,7	2,45	1,26
Усього	552				339	171	101	66,3

Кінцеве споживання енергії викопного палива складало 269 ЕДж від 339 ЕДж загального споживання. У випадку поновлюваних джерел енергії, їх внесок був 61,85 ЕДж (10,6 + 2,75 + 48,5 ЕДж), що складало 18,3% від загального споживання енергії з біоенергетики.

Таким чином, зростання обсягів споживання енергії з біомаси свідчить про те, що на глобальному рівні поступово забезпечується ефективно використання паливно-енергетичних ресурсів та набуває розвитку політика енергозбереження.

Література

1. Мазур М.В. Статистичний аналіз постачання та споживання енергії з відновлюваних джерел в Україні /М.В. Мазур/ Електронний журнал «Ефективна економіка», №12, 2014. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3618>
2. WBA Global Bioenergy Statistics 2014. World Bioenergy Association. Режим доступу: www.worldbioenergy.org

3. Biomass for Power Generation Volume 1: Power Sector. Issue 1/5. International Renewable Energy Agency. June 2012.

4. Сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс] : – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ

Оберська Н.В; Михайлишин М.С.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний коледж»,
м. Бережани, Україна.*

Ефективність та доцільність використання сонячної енергії в Україні присвячено багато досліджень. Внаслідок зусиль вчених вартість сонячних елементів вдалося довести до 0,5-1,1 євро за ват потужності. Отже, за минулі чверть століття вона зменшилася в 20 разів.

Всі однозначно стверджують, що застосування в Україні сонячної енергетики, без сумніву дасть користь. Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт×год/м) є досить високим і набагато вищий, ніж, наприклад, у Німеччині (1000 кВт×год/м) або навіть у Польщі (1080 кВт×год/м). Отже, ми маємо гарні можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території України.

В умовах нашого клімату сонячні системи працюють круглий рік, правда тільки зі змінною ефективністю.

Щодо використання сонячної радіації для виробництва енергії, то технічно допустимий потенціал сонячної енергії з дахів житлового фонду України сьогодні становить 26-37 ТВт×год/рік, що в грошовому еквіваленті складає: 1,3 - 1,8 млрд.євро на рік.

Основним інженерним елементом сонячної системи є сонячні колектори, що перетворюють енергію сонячних променів в теплову або електричну.

Потужність таких сонячних батарей становить 70-100 Вт для 1 м² поверхні колектора. Електроенергія, отримана таким чином, поки досить дорога, але використання фотоелектричних колекторів дозволяє автономізувати енергозабезпечення будівлі.

Якщо врахувати, що ціна сонячного колектора 7000 - 13 000 грн., вартість геліосистеми (в умовах території України) становить від 10 до 18 грн. за один розігрітий літр води в день, то, якщо отримувати 100 літрів гарячої води на день, сонячна система обходиться в 1000 - 1800 грн.

Для забезпечення теплою водою сім'ї із трьох-чотирьох осіб достатньо буде встановити два-три сонячні теплові колектори. Термін окупності установки - приблизно 7-8 років з урахуванням сучасних цін на енергоносії. А термін експлуатації - 30-50 років.

Реалізовані в останні роки експериментальні проекти показали, що річне виробництво теплової енергії в умовах України становить 500 - 600 кВт×год/м². Враховуючи загальноприйнятий на Заході потенціал використання сонячних колекторів для розвинених країн, що дорівнює 1 м² на одну людину, а також ККД сонячних установок для умов України, то щорічні ресурси сонячного гарячого водопостачання та опалення можуть становити 28 кВт×год/м² теплової енергії. Реалізація цього потенціалу дозволила б заощадити 3,4 млн. т умовного палива на рік.

Враховуючи вище наведені факти можна говорити про доцільність використання сонячного потенціалу, який припадає на територію України.

Література

1. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: Навч. посібник.— Львів: “Магнолія плюс”.— 2007. — 262с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

***Подобайло В.Г., к.т.н., доцент; Потапенко М.В., ст.викладач;
Гайдукевич С.В., ст.викладач***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний коледж»,
м. Бережани, Україна.*

Взаємозв’язок енергетики та економіки вимагає економії енергії на всіх рівнях виробництва і споживання та зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище. Позитивних результатів може бути досягнуто тоді, коли приріст потреб у паливі і енергії на 75-80% буде задовольнятися за рахунок застосування відновлюваних джерел енергії [3].

В умовах гострої нестачі енергоресурсів і фінансових засобів у підприємств реальним виходом із кризи є створення біокомплексів.

Основною перешкодою на шляху розвитку біогазових технологій в Україні є те, що наявні в Україні біогазові установки (БГУ) мають незначну питому вагу виходу біогазу. Питання теплової ефективності БГУ та економічної ефективності використання біомаси потребують додаткових досліджень, особливо для установок промислового масштабу.

Взаємодіючими елементами біогазових установок є окремі види технологічного обладнання, різні види сировини і енергоносіїв, які використовуються в технологічному процесі ферментації та різноманітні системи автоматичного керування.

Метанові бактерії витримують температурні коливання в межах 3-4°C на добу [2].

В кліматичних умовах України необхідна для життєдіяльності бактерій температура продуктів ферментації в метантенку може підтримуватись при

використанні значних додаткових енергетичних затрат. В сучасних БГУ для підтримання температурного режиму в допустимих межах у зимовий період, затрачається майже 70% виробленого біогазу [3].

Заміна джерела первинної енергії – біогазу в системі постачання теплової енергії БГУ електричною енергією з підсистемою термоакумулюючих установок, дозволить значно підвищити економічні показники всієї системи.

Теплоакумулюючі електронагрівні установки вмикають в електромережу в години провалів добових графіків електронавантажень. При трьохтарифній системі оплати за електроенергію отримаємо значну економію коштів.

Ефективність акумулювання теплової енергії можна оцінювати в Джоулях на гривню, а узагальнюючим показником ефективності додаткових капітальних вкладень є зведені витрати. Питома ефективність водяних теплоакумулюючих установок становить від 2 до 10 МДж/грн [4]. Розрахунки показують, що застосування теплоакумулюючих установок дозволить на 20-25% зменшити вартість енергії, яка витрачається на власні потреби БГУ.

Щоб такі установки відповідали економічним вимогам необхідно регулювати кількість накопиченої теплоти в залежності від температури зовнішнього повітря. Кількість теплової енергії акумульованої тепловою установкою (ЕТАН) визначаємо за формулою [4]:

$$Q = V \cdot c \cdot \rho \cdot (\theta - \theta_0), \quad (1)$$

де V – об'єм монолітів, м^3 ; c – питома теплоємність, $\text{Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$; ρ – густина блоків, кг/м^3 ; θ – середня температура блоків вкінці зарядки, $^\circ\text{C}$; θ_0 – середня температура блоків на початку зарядки, $^\circ\text{C}$.

Залежність необхідного теплового потоку для метантенка від температури зовнішнього повітря є прямолінійною.

$$P = P_p - r \cdot (\theta_1 - \theta_{1p}), \quad (2)$$

де P – тепловий потік, який необхідний для створення потрібної температури, Вт ; P_p – розрахунковий тепловий потік, Вт ; r – коефіцієнт, який залежить від теплофізичних характеристик метантенка, $\text{Вт/}^\circ\text{C}$; θ_1 – температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$; θ_{1p} – розрахункова температура зовнішнього повітря в найхолодніший період, $^\circ\text{C}$.

А залежність температури ЕТАН, яка встановлюється до кінця періоду зарядки, від температури зовнішнього повітря має вид:

$$\theta = \frac{\theta_{1p} \cdot [P_p - r \cdot (\theta_1 - \theta_{1p})] + \theta_1}{V \cdot c \cdot \rho \cdot (1 - f) \cdot \eta}, \quad (3)$$

де f - постійна величин, $f = (\theta_{0p} - \theta_{1p}) \cdot (\theta_p - \theta_{1p})$; η - к.к.д. ЕТАН.

Залежність (3) має лінійний характер, що вказує на інерційний об'єкт автоматичного регулювання із запізненням. Для даного виду об'єктів доцільно застосовувати прості дискретні трипозиційні регулятори температури. В зв'язку з дискретною дією терморегулятора на об'єкт така система буде нелінійною з релейною характеристикою.

Для підвищення якості регулювання температури в об'єктах із запізненням доцільно вимикати частину секцій за допомогою терморегулятора, який реагує на зовнішню температуру. При низьких значеннях θ_0 він буде підтримувати частину секцій постійно ввімкнутими, а при високих – вимкнутими.

Література

1. Ключев А.С. Автоматическое регулирование / А. С. Ключев. – М. : Энергия, 1973. – 392 с.
2. Ковалев А.А. Технологические линии утилизации отходов животноводства в биогаз и удобрения / А.А.Ковалев, А.Н. Кошевичева – М.: Агропромиздат, 1990 – 241 с.
3. Корчемний М.О. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М.О. Корчемний, В.С. Федорейко, В.П. Щербань – Тернопіль: "Підручники і посібники", 2001. - 984 с.
4. Матко П.М. Электротеплоснабжение / П.М. Матко, К.Е. Биеки – М.: Энергия, 1971 – 274 с.

СЕКЦІЯ 3. SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЗА НАЯВНІСТЮ В МЕРЕЖАХ 6 – 10 кВ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

*Кожан Д. П., аспірант; Ковальова В. В., студентка;
Скрипник А. М., к.т.н., доцент*

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

На сьогоднішній день розподільні електричні мережі 10 (6), 35 кВ та мережі 110 кВ в сільських регіонах за технічними та технологічними умовами експлуатуються розімкненими. Для розрахунку експлуатаційних режимів вказаних мереж можна використовувати відому і достатньо ефективну ітераційну математичну модель накладання струмів [1].

Впровадження в електричних мережах 6 – 10 кВ джерел розподіленої генерації (ДРГ) структура їх набуває замкненого виду, що вимагає нових підходів до виконання розрахунків експлуатаційних електричних режимів.

Для вказаних розрахунків пропонується модифікація методу Ньютона доповненням матриці частинних похідних похідними по невідомим активним і реактивним вузловим потужностям [2]. Ітераційний процес модифікованого методу Ньютона виглядає як

$$\begin{bmatrix} P \\ Q \\ \theta \\ U \end{bmatrix}^{(k+1)} = \begin{bmatrix} P \\ Q \\ \theta \\ U \end{bmatrix}^{(k)} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \varepsilon P}{\partial P} & \frac{\partial \varepsilon P}{\partial Q} & \frac{\partial \varepsilon P}{\partial \theta} & \frac{\partial \varepsilon P}{\partial U} \\ \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial P} & \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial Q} & \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial \theta} & \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial U} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \varepsilon P \\ \varepsilon Q \end{bmatrix}^{(k)} \quad (1)$$

При цьому поправки δP , δQ , $\delta \theta$, δU до невідомих величин визначаються на кожному кроці ітерації розв'язанням системи лінійних рівнянь:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \varepsilon P}{\partial P} & \frac{\partial \varepsilon P}{\partial Q} & \frac{\partial \varepsilon P}{\partial \theta} & \frac{\partial \varepsilon P}{\partial U} \\ \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial P} & \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial Q} & \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial \theta} & \frac{\partial \varepsilon Q}{\partial U} \end{bmatrix}^{(k)} \times \begin{bmatrix} \delta P \\ \delta Q \\ \delta \theta \\ \delta U \end{bmatrix}^{(k)} = \begin{bmatrix} \varepsilon P \\ \varepsilon Q \end{bmatrix}^{(k)} \quad (2)$$

Розв'язання системи лінійних рівнянь (2) пропонується виконувати за допомогою стандартної програми методом найменших квадратів згідно алгоритму Хаусхольдера.

Можливості програмного забезпечення, яке реалізує запропонований модифікований метод Ньютона, розглянемо на прикладі моделювання фрагменту схеми розподільної електричної мережі з номінальною напругою 10 кВ (рис. 1) з параметрами ділянок і вузловим споживанням, наведеними в табл. 1 і 2.

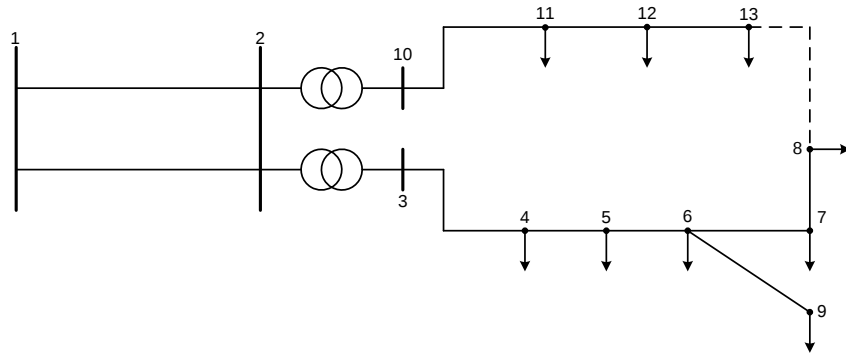


Рис. 1. Фрагмент схеми розподільної електричної мережі

Таблиця 1

Параметри ділянок мережі

Ділянка мережі	Номінальна напруга, кВ	Марка проводу, тип трансформатора	L , км	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	b_0 , мкСм/км	R , Ом	X , Ом	K , в.о.
1-2	110	АС-150	28	0,198	0,42	2,707	5,54	11,76	-
1-2	110	АС-150	28	0,198	0,42	2,707	5,54	11,76	-
2-3	110/10	ТМН-6300	-	-	-	-	14,7	220,4	10,45
2-10	110/10	ТМН-6300	-	-	-	-	14,7	220,4	10,45
3-4	10	АС-70	0,5	0,428	0,4	-	0,22	0,20	-
4-5	10	АС-70	0,4	0,428	0,4	-	0,17	0,16	-
5-6	10	АС-70	0,6	0,428	0,4	-	0,26	0,24	-
6-7	10	АС-50	0,7	0,63	0,4	-	0,44	0,28	-
6-9	10	АС-35	0,7	0,91	0,4	-	0,65	0,28	-
7-8	10	АС-50	0,5	0,63	0,4	-	0,32	0,20	-
10-11	10	АС-70	0,8	0,428	0,4	-	0,34	0,32	-
11-12	10	АС-50	0,7	0,63	0,4	-	0,44	0,28	-
12-13	10	АС-50	0,8	0,63	0,4	-	0,50	0,32	-
8-13	10	АС-50	1,0	0,63	0,4	-	0,63	0,4	-

Таблиця 2

Вузлове споживання мережі

№ вузла	4	5	6	7	8	9	11	12	13
P , кВт	520	460	1420	380	360	380	1500	540	470
Q , кВАр	250	220	1400	180	170	180	1520	240	230
$\cos\varphi$	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9

У таблиці 3 наведені результати моделювання електричного режиму фрагменту замкнутої розподільної мережі (включенням ділянки 8 - 13) за наявності джерел розподіленої генерації у вузлах 6 і 13.

Величина активної потужності додаткових джерел становила $P_{дж.(6)} = 1680$ кВт, $P_{дж.(13)} = 2980$ кВт, а сумарні втрати активної потужності в мережі $\Delta P_{\Sigma} = 76,07$ кВт при поточкорозподілі активних потужностей у вузлах 5, 11 і 13.

Таблиця 3

Результати моделювання режиму за наявності джерела розподіленої
генерації

№ вузла	Модуль напруги, U , кВ	Кут напруги, θ , рад	$P_{\text{нав}}$, кВт	$Q_{\text{нав}}$, кВАр	$P_{\text{ген}}$, кВт	$Q_{\text{ген}}$, кВАр
4	10,34	-0,0005	520	250	0,00	0,00
5	10,32	0,0022	460	220	0,00	0,00
6	10,30	0,0068	1420	1400	1680	200
7	10,32	0,0083	380	180	0,00	0,00
8	10,34	0,0096	360	170	0,00	0,00
9	10,28	0,0069	380	180	0,00	0,00
11	10,28	0,0022	1500	1520	0,00	0,00
12	10,33	0,0068	540	240	0,00	0,00
13	10,40	0,0124	470	230	2980	200

Для моделювання експлуатаційних режимів замкнутих або частково замкнутих розподільних електричних мереж при наявності в них джерел розподіленої генерації пропонується модифікація методу Ньютона доповненням матриці частинних похідних похідними по невідомим активним і реактивним вузловим потужностям, що дає можливість визначити для даної ситуації активні потужності ДРГ, і безпосередньо отримати кінцеві результати по всіх вузлових невідомих (P , Q , θ і U) та природний розподіл активної потужності, між її джерелами включаючи системне електропостачання.

Література

1. Идельчик В.И. Расчеты установившихся режимов электрических систем / Идельчик В.И.; под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергия. 1977. – 139 с.
2. Щербина Ю.В. Моделирование установившихся режимов электрических систем с использованием алгоритма Краута / Ю.В. Щербина, А.Н. Скрипник, О.М. Гадер // Энергетика. – 1988. – №1. – С.10–13.

СЕКЦІЯ 4. РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМНИХ РІШЕНЬ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ З АВТОМАТИЗОВАНИМИ РОЗ'ЄДНУВАЧАМИ

*Мірошник О.О.¹, к.т.н., професор; Лут М.Т.², к.т.н., професор;
Яцкевич Ю.В.³, професор*

¹*Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. Петра Василенка, м.Харків, Україна*

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

³*Університет Британської Колумбії, м. Канада, Ванкувер*

Розподільні повітряні лінії 6-10 кВ залишаються основним джерелом аварійності, на них за даними [1] припадає 90% загального показника аварійного недовідпуску електроенергії. В [2] пропонується використання в розподільних мережах роз'єднувачів нового покоління РЛК-10, які, виконують автоматичну локалізацію пошкоджених ділянок електричної мережі (к.з.) під час створюваної лінійним вимикачем на підстанції безструмової паузи в циклах АПВ.

Операції ОВБ з пошуку місця пошкодження за стратегією послідовного ділення лінії для випадку к.з. в точці k розподільної лінії з автоматизованими роз'єднувачами РЛ1, РЛ3, РЛ5 на відгалуженнях від магістралі та одним автоматизованим роз'єднувачем на магістралі [3] проілюстровані на рис. 1 та рис. 2 за двома варіантами схемних рішень.

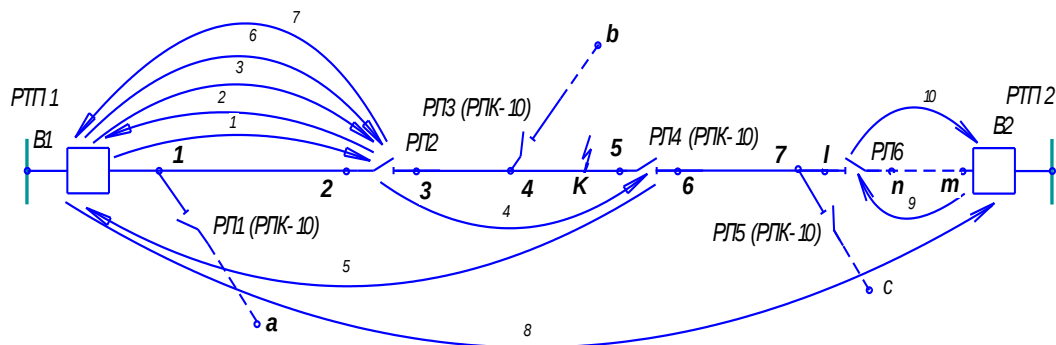


Рис. 1. Схема процесу діагностування аварійно вимкненої повітряної лінії з автоматизованими роз'єднувачами РЛ1, РЛ3, РЛ5 на відгалуженнях та автоматизованим роз'єднувачем РЛ4 на магістралі

Результати такого аналізу двох варіантів установки автоматизованих роз'єднувачів в магістралі (РЛ4 або РЛ2) в схемі розподільної лінії з автоматизованими роз'єднувачами (РЛ1, РЛ3, РЛ5) на відгалуженнях для

випадку к.з. в точці k наведені в табл. 1, де в наведених виразах c - вартість автомобільного пального, грн/л; g - питомі витрати автомобільного пального, л/100 км; a - амортизаційні відрахування на автотранспорт, грн/км; L - відстань i -го переїзду ОВБ, км; p - кількість членів бригади, осіб; y - кількість умовних одиниць (у.о.) на виконання j -ї комутаційної операції; T - тариф на виконання 1 у.о. j -ї комутаційної операції, грн/у.о.; P - навантаження ділянок лінії; V - швидкість руху ОВБ під час виконання діагностичних заходів. При цьому приймаються однаковими відстані між комутаційними апаратами в лінії та навантаження ділянок лінії.

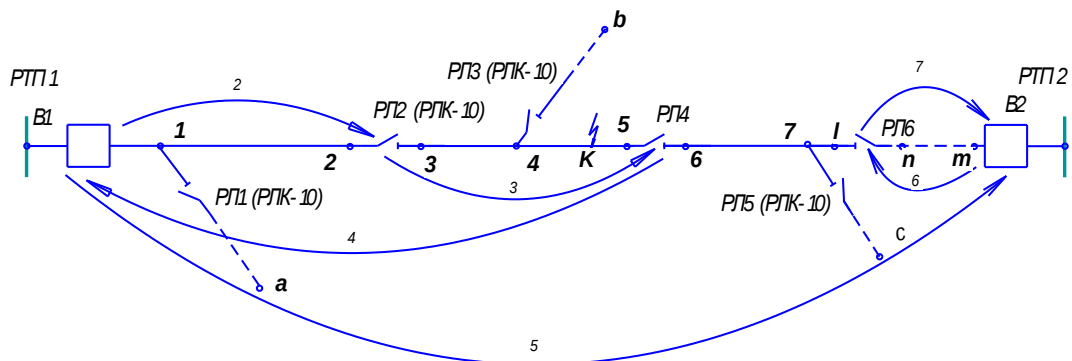


Рис. 2. Схема процесу діагностування аварійно вимкненої повітряної лінії з автоматизованими роз'єднувачами РЛ1, РЛ3, РЛ5 на відгалуженнях та автоматизованим роз'єднувачем РЛ2 на магістралі

Таблиця. Розрахунок параметрів вибору місця установки автоматизованих роз'єднувачів в магістралі розподільної лінії

Місце установки роз'єднувача в магістралі	Оцінка тривалості діагностичних заходів			Експлуатаційні затрати на діагностичні заходи	Очікувані збитки від недовідпуску електроенергії за час діагностичних заходів
	Кроки процесу	Переїзди	Операції		
Автоматизований роз'єднувач РЛ4	4	10	12	$B = (c \cdot g/100 + a)20L + 11pyT$	$\zeta = 143P \cdot y_{\delta} \frac{L}{V}$
Автоматизований роз'єднувач РЛ2	4	8	9	$B = (c \cdot g/100 + a)16L + 8pyT$	$\zeta = 108P \cdot y_{\delta} \frac{L}{V}$

Література

1. Шумилова Г. П. Краткосрочное прогнозирование электрических нагрузок с использованием искусственных нейронных сетей / Г. П. Шумилова, Н. Э. Готман, Т. Б. Старцева // Электричество. – 1999. – № 10. – С. 6 – 12.
2. Буйний Р. О. Застосування роз'єднувачів нового покоління у схемах автоматизованого секціонування розподільних мереж напругою 6-10 кВ / Р. О. Буйний, І. В. Діхтярук, Ю. О. Калюжний, А. О. Квицинський // Енергетика та електрифікація. – 2013. – № 4. – С. 34 – 40.
3. Мірошник О. В. Діагностування пошкоджень у розподільних повітряних лініях з роз'єднувачами РЛК-10 / О. В. Мірошник, В. О. Коробка // Вісник ХНТУСГ: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2013. – Вип. 142. – С. 15 – 17.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЗАЗЕМЛЕННЯ ТИПУ TN-C-S

*Лисенко В.М., к.т.н., доцент; Савойський О.Ю., асистент
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна*

Споживачі електроенергії сільськогосподарського сектору зосереджені на великих територіях. Тому лінії електропередачі зазвичай мають велику довжину. Пристрої заземлення електротехнічних приладів потребують певних фінансових затрат. Для того, щоб зменшити витрати пропонується система заземлення TN-C-S. Це система, в якій функції нульового захисного і нульового робочого провідників поєднані в одному провіднику, починаючи від джерела живлення[2].

У першу чергу, що кидається в очі - це те, що ця система заземлення є певним компромісним варіантом між дешевизною монтажу і надійністю захисту. З метою здешевлення монтажу в цій системі зроблено наступне:

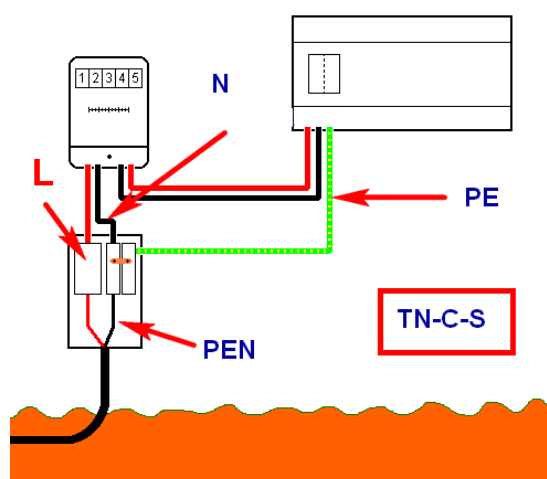


Рис. Схема заземлення по системі TN-C-S

N - нульовий робочий (нейтральний) провідник; PE - захисний провідник (заземлюючий провідник, нульовий захисний провідник); PEN - совмещенний нульовий захисний і нульовий робочий провідники.

робочий нульовий провідник суміщений з захисним заземленням на шляху від трансформаторної підстанції і до будинку споживача. Це дозволяє економити великий відрізок проводу тому, що замість двох проводів (нуля і заземлення) закладають всього один.

Але цей же факт і зменшує надійність системи, тому що якщо цей провід буде пошкоджений або перегорить, то на приладах споживачів, які були заземлені, з'явиться фазна напруга на корпусі. Саме тому робиться ряд захисних заходів, щоб запобігти такій ситуації [1].

Щодо надійності системи

заземлення TN-C-S, то вона була підвищена за рахунок того, що після входу в будівлю захисний і нульовий провідники вже укладаються окремо, тобто один ввідний провід розділяється на два: захисне заземлення і робочий нуль (див.рисунок). А це дає можливість реалізувати різні захисту, встановлювати диференційні автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення (ПЗВ) та інше.

Виходячи зі схеми видно, що від трансформаторної підстанції йде один провід захисного заземлення і робочого занулення. Який вже безпосередньо у споживача розділяється на два. До речі ця система дуже широко поширена в багатоповерхових будинках в містах.

До переваг цієї системи можна віднести:

- наявність у кінцевого споживача і нульового і заземлюючого проводу, що забезпечує великі можливості щодо захисту;
- дешевизна даної системи в порівнянні з системою заземлення TN-S;

Найбільшим і основним недоліком цієї системи заземлення є велика ймовірність відгорання заземлюючого проводу між трансформаторною підстанцією і будівлею споживача. Це загрожує появою на корпусах всіх підключених до системи заземлення TN-C-S електроприладів фазної напруги. Тому в Правилах улаштування електроустановок [3] передбачено ряд захисних заходів для попередження таких ситуацій.

Література

1. Ратушняк Г. С. Інтенсифікація теплообміну та термостабілізація біореакторів / Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. // Вісник ВПІ. – 2006. – № 2. – С. 26–31. – ISSN 1997–9266.
2. Панцхава Е. С. Биоэнергетические установки по конверсии органических отходов в топливо и органические удобрения / Панцхава Е. С., Кошкин Н. Л. // Теплоэнергетика. – 1993. – № 4. – С. 20–23.
3. Пат. 17230 Україна, МПК Е 04 В 2/02, Е 04 В 2/14. Теплоізоляційна панель / Ратушняк Г. С., Анохіна К. В., Чухряєва О. Г.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u200603243; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. №9.

СЕКЦІЯ 5.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА
І АВТОМАТИКА ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ
ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ
ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ НА ДІЛЯНЦІ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ ЇЇ
ОПЕРАТИВНОГО ЗБОРУ

Чирченко Д.В.; Шворов С.А.

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

На даний час реальна перспектива часткового позбавлення залежності країни від імпорту природного газу є широке використання біогазових установок. З квітня 2013 року вступили у дію зміни до Закону України «Про електроенергетику», прийняті Верховною Радою України від 20.11.2012 № 5485-VI, що встановлюють відповідні коефіцієнти для визначення «зеленого» тарифу на електроенергію, вироблену з біогазу.

Щороку після збирання врожаю на полях залишаються тонни органічної сировини у вигляді гички, листя, стебел та інших частин рослин, які не застосовуються як основна сировина і не йдуть на годівлю тварин. У зв'язку з цим, на основі застосування теорії розпізнавання образів, актуальною проблемою є розробка спеціальних методів, засобів та систем автоматизації процесів визначення місцезнаходження органічної сировини, що залишається на полях, для її збирання та утилізації в біогазових установках.

На даний час теорія і методи розпізнавання оптичних образів (картин) знайшли широке застосування у різних технічних галузях. Розрізняють логічне розпізнавання, де обробка інформації виконується згідно чітко визначеним алгоритмом з метою виділення цінної інформації, і інтуїтивне розпізнавання, коли відбувається генерація цінної інформації [2]. Питання про те, якою мірою мислення людини зводиться до розпізнавання образів, у даний час є відкритим. Для систем місцезнаходження органічної сировини це особливо важливо, оскільки експертно встановити всю множину можливих ситуацій фактично неможливо. Саме тому вбачається доцільним застосування нейронних мереж як математичного інструментарію, здатного самонавчатися та отримувати нові знання у процесі свого штатного функціонування. Дослідження показують, що з метою навчання доцільно використовувати генетичний алгоритм.

У процесі синтезу та дослідження відповідних НМ застосуємо функціонального блоку оптимізації архітектури нейромоделей, який використовує лінійні підходи та метод “відпалювання” на основі розподілу ймовірностей Гіббса:

$$P(\bar{x}^* \rightarrow \bar{x}_{i+1} | \bar{x}_i) = \begin{cases} 1, F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) < 0 \\ \exp(-\frac{F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i)}{Q_i}), F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) \geq 0 \end{cases}. \quad (1)$$

де $Q_i > 0$ – елементи довільно спадаючої до нуля послідовності.

У якості вхідних даних використаємо набори картинок. Умовно розділимо їх на дві групи (у випадку використання у якості сприймаючого елемента тепловізора): “образ людини” та “не образ людини”. Критерій – насиченість червоного кольору (або іншого кольору, який відображає тепло випромінювання). Очевидно, що у випадку реального розпізнавання однакових картинок ніколи не отримаємо. Ситуація ускладнюється тим, що майже завжди надходитиме зображення із шумами.

Внаслідок того, що технологічний процес збору органічної сировини є складною системою з ієрархічною структурою, в якій на показники роботи технічних засобів частково впливає фактор випадковості, то прогноз показників цієї системи шляхом проведення експерименту в різних технологічних умовах зробити неможливо, тому імітаційне моделювання є єдиною альтернативою здобутку інформації про поведінку об’єкту та його характеристик.

Враховуючи встановлену достатню якість функціонування НМ-класифікатора оптичних образів, при оптимізації мережі з використанням генетичного алгоритму та можливість генерування відповідного програмного коду на мові “С++” для використання у системах реального часу, апарат нейронних мереж, а саме багат шаровий персептрон, доцільно використовувати для встановлення (класифікації) оптичних образів у системах збору та переробки органічної сировини.

Література

1. Лисенко В.П. Ймовірнісна (Байєсівська) нейронна мережа класифікації температурних образів / В.П. Лисенко, В.М. Штепа, А.О. Дудник // Вісник аграрної науки. – К.: НААН. – 2011. – № 4. – С. 53-56.
2. Бабаков М.Ф. Методы машинного моделирования в проектировании электронной аппаратуры / М.Ф. Бабаков, А.В. Попов. – Х.: НАЭКУ "ХАИ", 2002. – 89 с.
3. 2. Фукунава К. Автоматическое распознавание образов / К. Фукунава. – М.: Наука, 1979. – 367 с.
4. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
5. Simonovic A., Slobodan P. Decision support for sustainable water resources development in water resources plainning in a changing world. // Proceeding of International UNESCO Sumposium, Karlrsune, Germany, p.III, 3-13, 1994.
6. Герасимов Б.М., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нечёткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации. – К: Техніка, 2002. – 140 с.

СУМІСНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мархонь М.В., асистент; Чумак В.В., студент

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

Задача сумісного оброблення кількісних та якісних даних нерідко виникає під час оцінювання інтегральних властивостей матеріальних об'єктів (МО), підготовці даних для штучних нейронних мереж (ШНМ), виведення інтегральних оцінок за результатами вимірювання і експертних висновків тощо.

В загальній постановці задача щодо сумісного оброблення кількісних та якісних даних може бути подана в наступному вигляді:

визначити загальну (інтегральну) оцінку МО за умови, що його характеристики визначаються за n критеріями (факторами), кожний з яких подається в одному з двох можливих видів:

- числовому (кількісному) a , що відображає (містить) об'єктивну інформацію, отриману за результатами відповідних вимірювань;
- словесному (якісному) b , що містить суб'єктивну інформацію, яка відображає точку зору групи експертів.

Авторами на підставі конкретних прикладів з практики оцінки якості МО та підготовки даних для ШНМ розглянуті три варіанти формування інтегральної оцінки, в залежності від способу подання інформації щодо кількісної та якісної оцінок.

1. Для визначення деякої характеристики МО додатково до її вимірювання (встановлення об'єктивного значення) здійснюється експертне оцінювання, яке має характеризувати відповідність досліджуваної характеристики цього МО вимогам, що пред'являються з боку споживачів до об'єктів даного призначення.

2. Деяка характеристика МО додатково до її кількісної оцінки, яка подана у вигляді інтервалів, характеризується якісним оцінками у вигляді словесних висловлювань (можливо усереднених за результатами опитування експертів).

3. Кількісна й якісна відносяться до різних факторів, тобто характеризують різні параметри МО.

Розроблені алгоритми визначення комплексної величини (інтегрованої оцінки) тої чи іншої характеристики МО узагальнюють різномірну (кількісну та якісну) інформацію, яка наявна на даний час, і дозволяють не тільки з найбільшою повнотою визначити вказану характеристику даного об'єкту, але й прогнозувати шляхи його вдосконалення.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕПЛИЦІ ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ В КЛАСІ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Куляк Б. В., аспірант; Решетюк В. М., к.т.н., доцент

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

Необхідність у розгляді теплиці, як біотехнічної системи (БТС) ергатичного типу виникла при потребі підвищення ефективності діяльності оператора в людино-машинних системах з великою відповідальністю за прийняття рішень [1].

Незважаючи на високий рівень автоматизації споруд закритого ґрунту [4], на людину-оператора покладаються важливі функції управління системою, особливо у випадках виникнення нештатних і аварійних ситуацій. Тут проявляються суб'єктивні чинники притаманні людському організму: можливість паралельного аналізу подій, інтегрування розрізнених сигналів в єдине ціле, евристичні шляхи прийняття складних рішень.

Людина-оператор розглядається в ергатичних БТС як ланка системи, що виконує функції управління технічними об'єктами (ланками) при кібернетичному рівні взаємодії ланок [2].

Основними задачами, що виникають при управлінні таким складним об'єктом, є такі [3]:

- ідентифікація найбільш ефективних керуючих факторів, їх співвідношення у загальній задачі управління;
- ідентифікація координат системи, часу, величини, форми і знака для формування управляючих дій;
- ідентифікація сприятливих (несприятливих) керуючих факторів;
- ідентифікація методів і способів реконфігурації системи з метою її адаптації до нових умов функціонування.

Використання біотехнічного системного підходу дозволяє: будувати адекватні моделі людино-машинних систем, досліджувати процеси управління та моделювати аварійні ситуації для вибору стратегій поведінки і навчання операторів.

Література

1. Акулов С.А. Основы теории биотехнических систем / С. А. Акулов, А. А. Федотов – М.: ФИЗМАЛИТ, 2014. – 259 с.
2. Ахутин В. М. Адаптивные эргатические системы «человек – машина». – В кн.: Проблемы инженерной психологии и эргономики. Вып. 2. – Ярославль, 1974. – с. 141–145.
3. Ахутин В. М. Биотехнические системы: теория и проектирование / В. М. Ахутин, А. П. Немирко, Н. Н. Першин, и др. – ГОУ ОГУ, 2008. – 204 с.
4. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт / Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 368 с.

АЛГОРИТМ СИНТЕЗУ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА ПІДСТАВІ КОНСЕРВАТИВНИХ БЛОКІВ

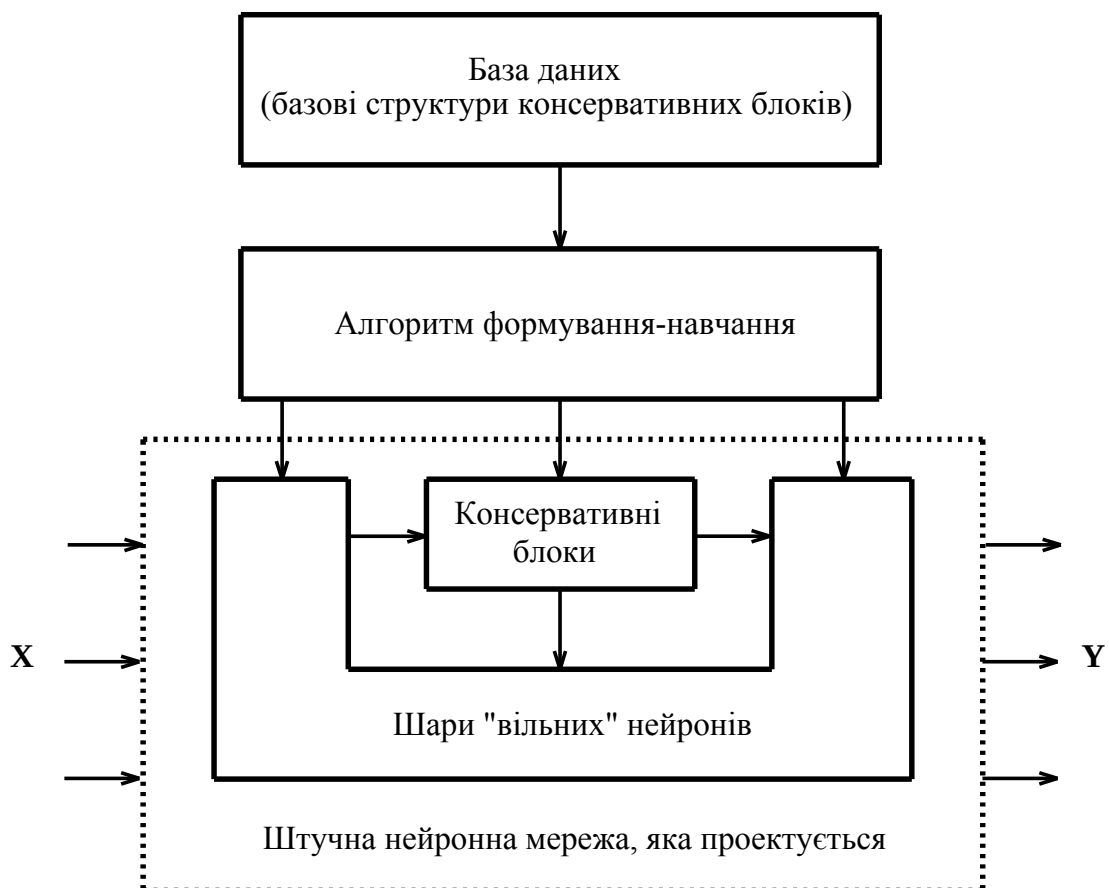
Жильцов А.В.¹, д.т.н., доц.; Berndsmen Dr.², Ph.D, prof.; Гончар Р.І.¹, студент

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

²RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)
Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany

Методологія побудови штучних нейронних мереж (ШНМ) з використанням консервативних блоків є перспективною з точки зору розвитку технології ШНМ в напрямку автоматизації процесу створення їх архітектури (синтезу ШНМ). Адже, формуючи топологію ШНМ з консервативними блоками для розв'язання відповідної задачі, можна спиратися на заздалегідь створену спеціальну базу даних, яка наповнена ШНМ, що були розроблені раніше для розв'язання задач відповідного спрямування, а під час формування ШНМ для розв'язання нової задачі використовуватимуться як відповідні консервативні (готові) блоки.

На рисунку наведена укрупнена структурна схема такого процесу.



Структурна схема алгоритму автоматизованої побудови
нейронної мережі на основі консервативних блоків

Як видно з наведеної схеми, під час розв'язання нової задачі відповідним чином побудований комплексний алгоритм формування-навчання нейронної мережі «підбирає» з бази даних оптимальні (відповідно до встановлених критеріїв) фрагменти – консервативні блоки для побудови структури і навчання мережі, яка відповідатиме заданим критеріям.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОЗУВАННЯМ ТА ПЕРЕМІШУВАННЯМ ВХІДНИХ СУБСТРАТІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

*Шворов С.А., д.т.н., професор; Кіктєв М.О., к.т.н.; Охріменко П.Г.,
аспірант; Чирченко Д.В., аспірант*

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

Одним із найважливіших пріоритетів при вирішенні енергетичних, економічних та екологічних проблем набуває виробництво енергоносіїв з біомаси, що стає і має глобальну перспективу для подальшого розвитку. У західних країнах планується значне збільшення видобування і використання біогазу, який є продуктом виробництва, у тому числі сільськогосподарського, а саме – переробки відходів, до яких належить гній, гноївка, солома, стебла тощо. В Україні надлишок соломи та стебел усіх культур становить біля 20 млн. т [1].

Метою дослідження є розробка системи управління процесами дозування та перемішування вхідних субстратів у біогазових установках з попередньою термічною обробкою.

Технологія виробництва біогазу та органічних біодобрих представляється у багатокроковій послідовності окремих стадій і робочих операцій. В БГУ охоплюється весь цикл операцій – від прийому оптимальних об'ємів різного виду вхідної і до одержання готової продукції – біогазу та добрив. При цьому передбачається, що процес переробки вхідної сировини являє собою керований багатоетапний динамічний процес, який на кожному етапі характеризується двома видами параметрів: параметрами керування (об'ємом різного виду вхідної сировини) і параметрами стану (об'ємом отриманого біогазу на кожному етапі). В якості обмежень виступає сумарний ресурс часу функціонування БГУ та витрат, що виділяється на збір і обробку вхідної сировини.

При проведенні температурних випробувань (отримання температурної залежності в'язкості) фіксувалося значення коефіцієнта динамічної в'язкості в залежності від швидкості зсуву та температури. Відмінною особливістю установки є модернізована система перемішування: перемішування в метантенку здійснюється рециркуляцією субстрату через два вхідних і один відвідний патрубок; закручувач у верхньому підвідному

патрубку перешкоджає формуванню кірки на вільній поверхні. Наявність даного циркуляційного контуру сприяє кращому перемішуванню органічного субстрату в метантенку, а, отже, більш глибоке протікання процесу метаноутворення.

При проведенні вимірювань використовувалася вимірювальна система DIN/ISO 3219.

Для більшої достовірності результатів експериментальних досліджень був застосований статистичний метод їх обробки, заснований на дисперсійному аналізі. Вибір даного методу пояснюється тим, що при проведенні випробувань, шляхом введення відповідних поправок, була виключена систематична похибка в отриманих експериментальних даних. Помилка експерименту може бути обумовлена тільки випадкової складової, для оцінки якої використовується дисперсійний аналіз.

При використанні розробленої системи управління процесами дозування та перемішування вхідних субстратів у промислових біогазових установок забезпечується максимальний вихід біогазу при обмеженнях на часові та вартісні витрати.

Література

1. Фльонц І.В. Попередня обробка екструдованої соломи пшениці розчином $\text{Ca}(\text{OH})_2$ з метою підвищення виходу біогазу/ І.В. Фльонц, С.М. Підховна, Н.М. Голяш // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 194, ч. 1. – С. 236-242.
2. Караева Ю.В. Обзор биогазовых технологий и методов интенсификации процессов анаэробного сбраживания / Ю.В. Караева, И.А. Трахунова // Труды Академэнерго. – 2010. - №3. – С.109-127.
3. Вохмин В.С. Разработка энергосберегающей электротехнологии сбраживания навоза с использованием индукционного нагрева: Автореф. дисс. канд. тех. наук: Ижевск, 2011. С.20.

СТВОРЕННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Махно Г.О., студент

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

Для визначення можливості штучної нейронної мережі (ШНМ), елементи якої задані безперервними функціями, розв'язати поставлену задачу запропоновано використовувати критерій Ліпшиця.

Під час оцінки критерію Ліпшиця вхідних даних (за умови їх подання як в аналітичному, так і в табличному вигляді), як правило суттєвих труднощів не виникає, або, принаймні, виникаючі труднощі легко долаються. Отже, головну складність при дослідженні можливості конкретної ШНМ становить оцінка критерію Ліпшиця самої мережі.

Оцінювання критерію Ліпшиця ШНМ по-більшості вдається

реалізувати, спираючись на один з базових принципів побудови ШНМ, а саме на принцип ієрархічності, та дві основні властивості вказаного критерію, а саме:

- критерій Ліпшиця композиції функцій $f(g(x))$ не перевищує добутку критеріїв Ліпшиця кожної з функцій, що входять до цієї композиції, тобто:

$$\Lambda_{f(g(x))} \leq \Lambda_f \cdot \Lambda_g;$$

- критерій Ліпшиця вектор-функції $\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ дорівнює:

$$\Lambda_{\mathbf{f}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Lambda_{f_i}^2};$$

- критерій Ліпшиця неперервної функції визначається як максимум похідної в напрямку

$$\mathbf{r} = (r_1, \dots, r_n),$$

розрахованої у всіх точках і напрямках з області визначення цієї функції. При цьому вектор напрямку має одиничну довжину.

Таким чином, для оцінювання можливостей ШНМ щодо розв'язання поставленої задачі необхідно, на підставі властивостей критерію Ліпшиця визначити відповідні критерії для складових даної ШНМ (синапс, суматор, функція активації), і надалі, скориставшись принципом ієрархічності побудови ШНМ, визначити інтегральний критерій щодо її можливостей.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ ШТУЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО НЕЙРОНА

*Юхименко А.С., студентка; Мірських Г.О., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Штучний нейрон можна розглядати як визначену (нехай і не надто досконалу) модель біологічного нейрона. Звичайно існують суттєві відрізнєння біологічного нейрону від його моделі, серед яких виокремимо наступні.

1. Обчислення вихідного сигналу штучним нейроном вважається миттєвим, тобто таким, що не вносить затримки. За таких умов безпосереднє моделювання динамічних систем, які мають «внутрішні стани», за допомогою таких нейронів неможливе.

2. В штучному нейроні відсутні нервові імпульси, якими здійснюється модуляція рівня вхідного сигналу, що надходить до нервової системи. Отже відсутні й ефекти синхронізації, які сприяють синхронному обробленню інформації визначеною сукупністю нейронів під впливом періодичних хвиль збудження та гальмування.

3. На сьогодні відсутні формальні алгоритми вибору функції активації ШН, що не дозволяє оцінити в повній мірі ефективність розробленої ШНМ.

4. Відсутні механізми, які регулюють роботу ШНМ в цілому, тоді як в біологічних нервових мережах існує гормональна регуляція активності.

5. Штучний нейрон характеризується наявністю формалізованих понять: «поріг», «вагові коефіцієнти».

В реальних нейронах числовий поріг відсутній, він має динамічний характер – змінюється в залежності від активності нейрона та загального стану нервової системи.

Вагові коефіцієнти синапсів біологічних нейронів також не залишаються постійними в процесі роботи мозку. «Живим» синапсам притаманні функції як пластичності, так і стабільності: вагові коефіцієнти налаштовуються в залежності від сигналів, які проходять через синапс.

6. Існує велика кількість різноманітних (за устроєм та функцією) біологічних синапсів. Синапси зустрічаються в різних частинах біологічної клітки і в залежності від займаного місця мають відповідний устрій та виконують відповідні функції. Гальмівні і збуджуючі синапси реалізуються в моделі ШН у вигляді вагових коефіцієнтів протилежного знака, але ж різноманіття синапсів біологічних структур цим не обмежується. Так звані дендро-дендритні та аксо-аксональні синапси в сучасних моделях нейронів не реалізуються.

7. В штучному нейроні не прослідковується різниця між градуальними потенціалами і нервовими імпульсами. Будь-який сигнал подається у вигляді одного числа.

Наведене показує, що штучний нейрон не можна з впевненістю вважати «біоподібним», він скоріше схожий не на біологічний нейрон, а на деяку математичну абстракцію, математичний артефакт.

КЛАСИФІКАЦІЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

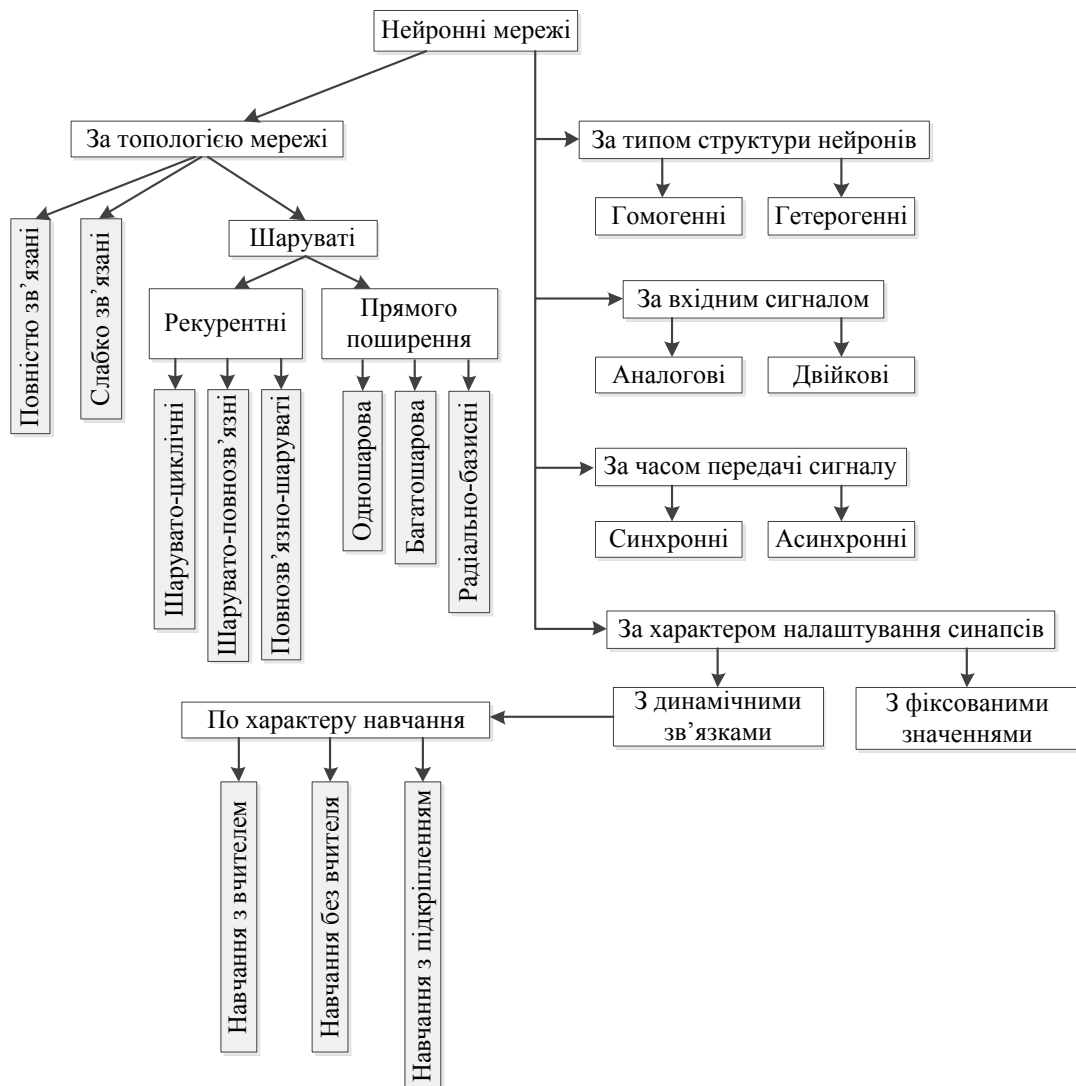
Мархонь М.В., асистент; Шумейко О.О., студент

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

Величезне різноманіття видів ШНМ та задач, що за їх допомогою розв'язуються, становить проблему як для вивчення, так і для ефективного використання технології ШНМ у практичній діяльності. За таких обставин визначена допомога може бути надана введенням відповідної узагальнюючої класифікації ШНМ. Зважаючи на те, що властивості і можливості ШНМ характеризуються багатьма ознаками, така класифікація буде вельми розгалуженою. Однак, раціональний вибір класифікаційних ознак дозволяє запропонувати класифікацію ШНМ, яка відображає їх основні властивості та можливості використання в тій чи іншій галузі людської діяльності.

На рис. наведена одна з можливих класифікацій ШНМ за сукупністю класифікаційних ознак, що торкаються різних сторін побудови та

практичного використання технології ШНМ.



Розроблена класифікація (як і будь-яка інша), звичайно, не є досконалою та всеосяжною. В той же час, вона є демонстрацією різноманіття варіантів архітектури ШНМ та технологічних прийомів, що необхідні для їх використання, та може слугувати певним орієнтиром в процесі розроблення алгоритмів розв'язання задач на з використанням ШНМ.

НАГАЛЬНІСТЬ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ В ПРАКТИЦІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Ренкас М.Д., студент; Мірських Г.О., к.т.н., доц.

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

Технологія штучних нейронних мереж (ШНМ) на сьогодні використовується для розв'язання найрізноманітніших задач з широким

діапазоном даних, які можуть задаватися як у кількісному (числовому) вигляді, так і у якісному (лінгвістичному) вигляді. За таких умов, як правило, успішність розв'язання задачі суттєво залежить від попереднього оброблення вхідних даних.

До завдань з оброблення вхідних даних тісно примикають завдання з оцінювання можливостей вибраної ШНМ щодо розв'язання тих чи інших задач. Результати такого оцінювання, як правило, надають можливість встановити «пристосованість» вибраної ШНМ до виду і способу подання вхідної інформації (вхідних сигналів), вказують на достатній рівень підготовленості цієї інформації або на бажаність та подальші шляхи її оброблення. Практично для всіх цих видів ШНМ характерною особливістю є наявність такого інтервалу вхідних сигналів, в межах якого мережа здатна ці сигнали розрізнити. Більшість фахівців, які працюють зі ШНМ, знають про ці особливості і враховують їх у своїй практичній діяльності, спираючись, по-більшості, на власний досвід та інтуїцію. В той же час, зважаючи на все більше поширення технології ШНМ у різних галузях практичної діяльності фахівців різного профілю, нагальною постає задача розроблення алгоритмів попереднього оброблення найрізноманітніших вхідних сигналів, які б слугували базою та відповідним орієнтиром для користувачів технології ШНМ. Автором розроблено декілька таких алгоритмів, орієнтованих на ШНМ з сигмоїдними функціям активації. Досвід практичного використання цих алгоритмів показав можливість їх використання й для ШНМ з довільними функціям активації, а виявленні обмеження виникають, переважно, при обробленні вхідних даних з одночасним оцінюванням здатності мережі розв'язати поставлену задачу.

За будь-яких умов, плануючи розв'язання будь-якої задачі за технологією ШНМ, слід пам'ятати і чітко усвідомлювати, що оцінка можливостей вибраної мережі та попереднє оброблення даних здатні суттєво спростити (а то і взагалі забезпечити можливість) розв'язання поставленої задачі.

НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мархонь М.В., асистент; Лихно П.Р., студент

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

Процес проектування будь-якого матеріального об'єкту, як правило, містить евристичну складову, яка доповнює відомі методики синтезу цього об'єкту. Ця евристична складова відображає досвід та інтуїцію розробника.

Враховуючи, що процес проектування можна подати як визначене викривлення отриманих на підставі використання відомої методики

результатів відповідною евристикою, для алгоритмізації такого процесу авторами пропонується розвинення (модифікація) ідеї об'єднання штучних нейронних мереж (ШНМ) в ансамблі.

На методологічному рівні пропонована архітектура ансамблю ШНМ має складатися з двох частин, одна з яких відображає відому методику проектування (синтезу) об'єкту, а друга – евристичну складову: досвід і інтуїцію розробника. Для реалізації такої архітектури пропонується використати заздалегідь навчені на підставі відомих методик синтезу даного об'єкту (або класу об'єктів) фрагменти – консервативні блоки й відносно нескладні (з точки зору топології) фрагменти заздалегідь не навченої ШНМ, які саме й дозволятимуть накопичувати (завдяки поточного навчання, а отже й підучування всієї структури) нову інформацію за результатами натурних дослідів дослідницького або виробничого характеру.

Структура, що відповідає наведеним умовам, може бути подана у двох варіантах, які різняться порядком оброблення інформації консервативними блоками й заздалегідь не навченими фрагментами.

Перший варіант відображає послідовну архітектуру. При цьому вхідний вектор даних обробляється консервативними блоками, вихідна інформація яких є вхідною для фрагментів ШНМ, які 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 ШНМ при розв'язанні задач проектування та визначення технічного стану матеріальних об'єктів різної природи.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖІ КОХОНЕНА З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗБУРЕНЬ

Дудник А. О., к.т.н., старший викладач

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

Споруди, призначені для виробництва сільськогосподарської продукції, в переважній більшості являють собою біотехнологічні об'єкти, адже містять біологічну складову. Саме наявність біологічного організму (птиця, овочі тощо) ускладнює динамічні особливості таких об'єктів та потребує врахування цих характеристик при керуванні електротехнічними комплексами. Недоліком таких систем є і те, що природні збурення на

біотехнологічні об'єкти, які носять випадковий характер, не враховуються.

Цих недоліків позбавлена адаптивна система, яка за результатами аналізу природних збурень і станів біологічної складової прогнозує природні збурення і формує на цій основі стратегії керування.

Алгоритм вибору реалізується в такій послідовності:

1) з використанням бази даних блоку підтримки прийняття рішень для обраної блоком розпізнавання образів і відтвореної стратегії природи розраховується платіжна матриця у фізичних одиницях;

2) на основі даних про поточні значення вартості яєць, кормів і енергетичних складових проводиться розрахунок елементів платіжної матриці;

3) на основі критерію Гурвіца шляхом аналізу платіжної матриці здійснюється вибір найбільш ефективної стратегії керування, яка за допомогою блоку керування передається на системний контролер, а він, у свою чергу, відпрацьовує цю стратегію на виконавчих механізмах технічної складової системи керування.

Однак, формування платіжної матриці вимагає істотних розрахункових зусиль. Тому перспективним, на нашу думку, є використання нейронної мережі Кохонена, яка характеризується можливістю самонавчання.

На підставі спостережень за зовнішньою температурою протягом 2014 р, розділивши їх поквартально, в пакеті прикладних математичних програм "Statistica" синтезували і налаштували зі середньоквадратичної похибкою 0,13 ° С нейронну мережу Кохонена (рис. 1).

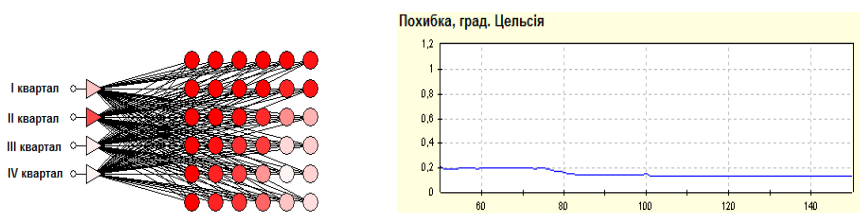


Рис. 1. Структурні та функціональні параметри нейромережі Кохонена

Особливість мережі Кохонена для аналізу природних збурень полягає в можливості формування класів природних збурень в умовах, коли аналізується одночасно кілька сигналів. Результати такого аналізу природних збурень у вигляді часових рядів температури і інтенсивності сонячної радіації для теплиць представлено на рис. 2.

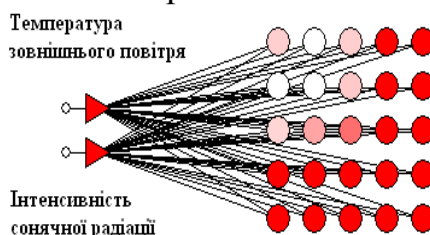


Рис. 2. Архітектура мережі Кохонена для одночасного аналізу часових

рядів температури й інтенсивності сонячної радіації

Прогнозування природних збурень у вигляді часових рядів температури й інтенсивності сонячної радіації може також здійснюватися за допомогою нейронних мереж (НМ) різної структури. Перспективною показала себе НМ зі структурою – багатошаровий перцептрон з прихованими шарами нейронів. Результати прогнозу температурних збурень показані на рис. 3 (точність прогнозу – 0,5–4,2 %, що задовольняє вимоги за розрахунком стратегій керування електротехнічними комплексами) [1, 2].

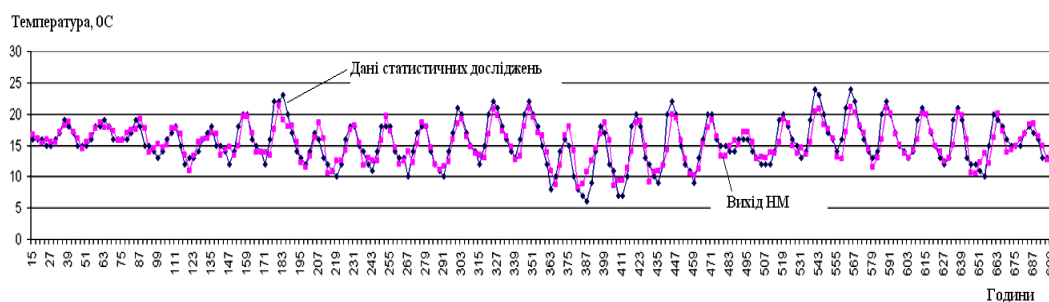


Рис. 3. Графіки прогнозування температурних часових рядів

Оскільки точність прогнозування в значній мірі залежить від структурних налаштувань нейромережі, використано генетичний алгоритм для її оптимізації, що дозволило отримати технологічно достатню точність прогнозування. На відміну від прогнозування з використанням теорії випадкових процесів, нейромережеве прогнозування не вимагає статистичних даних про температурні зміни в минулому, розробки системи їх образів, істотно спрощує обчислювальний ресурс.

Література

1. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища / В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, В. М. Штепа, А. О. Дудник // Біоресурси і природокористування. – 2011. – №3–4. – С. 102–108.
2. Дудник А. А. Нейросетевое прогнозирование внешних возмущений при управлении микроклиматом в теплицах / А. А. Дудник // Вестник Всероссийского института электрификации сельского хозяйства. – М. – 2013. – №4 (13). – С. 8–12.

МЕТОДИ ДОСЯГНЕННЯ ІНВАРІАНТНОСТІ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Юхименко А.С., студентка; Мірських Г.О., к.т.н., доцент
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Функціонування будь-якої штучної нейронної мережі (ШНМ) засноване на результатах узагальнення відповідних даних. Отже використання технології ШНМ тісно пов'язане з необхідністю забезпечення

інваріантності розробленої мережі. Іншими словами, на результат роботи ШНМ (наприклад, на результат, класифікації об'єктів) не повинна впливати трансформація вхідних даних, які надходять від об'єкта спостереження.

Можна виділити *три* методи забезпечення інваріантності ШНМ до вказаної трансформації.

Інваріантність може бути привнесена у нейронну мережу за допомогою відповідної *структуризації*. Зокрема, синаптичні зв'язки між окремими нейронами мережі будуються таким чином, щоб трансформовані версії одного й того ж вхідного впливу (сигналу) викликали один і той же вихідний сигнал. Недоліком структурної інваріантності є те, що кількість синаптичних зв'язків зображення навіть середнього розміру буде надто велика.

Штучні нейронні мережі володіють природною «здібністю» до класифікації образів. Цю здібність можна використати і для забезпечення інваріантності ШНМ до трансформації. Набута за таких умов інваріантність ШНМ зазвичай зветься *інваріантністю по навчанню*.

Штучна нейронна мережа навчається на множині прикладів подання одного й того ж об'єкта, при цьому в кожному прикладі об'єкт подається в дещо зміненому вигляді. Якщо кількість таких прикладів достатньо велика і якщо ШНМ навчена розпізнавати (відрізнати) різні точки зору на об'єкт, можна очікувати, що ці дані будуть узагальнені й мережа зможе розпізнавати ракурси об'єкта, які не використовувалися при навчанні.

Однак з технічної точки зору інваріантність по навчанню має два суттєвих недоліки.

По-перше, якщо ШНМ була навчена розпізнавати трансформації об'єктів деякого класу, то зовсім не обов'язково, що їй буде притаманна інваріантність по відношенню до трансформації об'єктів інших класів.

По-друге, таке навчання є надто ресурсоємним (потребує значних витрат часу, суттєвих обчислювальних потужностей, вільної пам'яті комп'ютера тощо), особливо за великої розмірності простору ознак.

Третій метод забезпечення інваріантності ШНМ базується на припущенні, що з вхідного сигналу можна виділити *інформативні ознаки*, котрі описують найсуттєвішу інформацію, яка міститься в наборі даних, і при цьому такі ознаки виявляються інваріантними до трансформацій вхідного сигналу. При використанні таких ознак зникає потреба зберігати надлишковий об'єм інформації, якою можна описати трансформації об'єкта. Дійсно, за умови використання інваріантних ознак відмінності між різними варіантами (екземплярами) одного й того ж об'єкта можуть бути викликані виключно випадковими факторами, які можна узагальнено визначити як шум.

Використання простору інваріантних ознак має принаймні три найсуттєвіші переваги перед іншими методами досягнення інваріантності.

По-перше, зменшується загальна кількість ознак, які надходять до входу

ШНМ.

По-друге, послаблюються вимоги до структури ШНМ.

По-третє, гарантується інваріантність всіх об'єктів по відношенню до відомих трансформацій. Однак такий підхід потребує доброго знання специфіки задачі, що розв'язується.

Аналіз наведених даних показує, що найефективнішим методом забезпечення інваріантності ШНМ, є використання інваріантних ознак досліджуваного об'єкта, процесу. Виявлення таких ознак потребує відповідних (часто складних та тривалих) досліджень, але гарантує ефективність та стабільність функціонування ШНМ.

РОЛЬ І МІСЦЕ ПЕРЦЕПТРОНУ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Шевченко А.П., студент

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

Першою топологією штучної нейронної мережі був перцептрон (персептрон). Архітектура перцептрону на сьогодні вважається класичним прикладом штучної нейронної мережі й широко використовується для розв'язання різноманітних практичних задач.

Широкий інтерес до перцептрону пояснюється тим, що за своєю суттю він претендує на роль однієї з можливих моделей клітини головного мозку. За таких умов вважалося, що дослідження перцептрону надасть змогу

- пролити світло на біофізичний механізм «пізнавальних» (когнітивних — *cognitive*) систем, адже за допомогою перцептронів, нехай і в найелементарнішому вигляді можна продемонструвати деякі процеси, за яких організми або відповідним чином організовані об'єкти здатні набувати «знання» відносно оточуючого їх середовища;

- надати інформацію, яким чином вказані об'єкти здатні, коли це необхідно, проявляти надбані знання або повідомляти про них.

Дійсно, розвинення теорії перцептрона показало в якій мірі засвоєні (надбані) організованими об'єктами «знання» залежать від оточуючого середовища, а в якій мірі від самих цих об'єктів.

Було, зокрема, встановлено, що логічні властивості перцептрона визначаються

- його топологічною структурою, тобто зв'язками між окремими елементами, що сприяють відповідному перетворенню (генерації) сигналів;

- набором функцій поширення сигналів, або набором алгоритмів, завдяки яким і реалізується потрібне перетворення сигналів;

- набором функцій пам'яті, або алгоритмів зміни властивостей мережі за результатами активності (навчання).

Перцептрон зіграв величезну роль в розвитку ідей штучного інтелекту, і на сьогодні широко використовується як самостійно, так і як елемент різних за архітектурою штучних нейронних мереж, спрямованих на найефективніше розв'язання різноманітних задач в різних галузях науки, техніки і технології.

ОЦІНЮВАННЯ КРИТЕРІЮ ЛІПШИЦЯ ОКРЕМИХ СКЛАДОВИХ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Махно Г.О., студент

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

Для визначення можливості розв'язання вибраної штучною нейронною мережею (ШНМ) поставленої задачі пропонується використання критерію Ліпшиця. При цьому найскладнішим етапом цього процесу є встановлення оцінки вказаного критерію для ШНМ. Для ШНМ з неперервними елементами критерій Ліпшиця можна оцінити на підставі відомих оцінок окремих складових цієї мережі. Авторами поведен аналіз деяких найпопулярніших складових ШНМ з метою встановлення для них оцінки критерію Ліпшиця.

Синапс

Позначимо вхідний сигнал синапса як x , а відповідну синаптичну вагу – як w . За таких умов вихідний сигнал синапса дорівнюватиме $w \cdot x$. Зважаючи на те, що синапс є функцією однієї змінної, критерій Ліпшиця дорівнюватиме максимуму модуля похідної (модулю відповідної синаптичної ваги), а саме:

$$\Lambda_{\text{син}} = |w|.$$

Точка розгалуження

Зважаючи на те, що в точці розгалуження не відбувається перетворення сигналу (не реалізується функціональне перетворення сигналу), критерій Ліпшиця для такої складової ШНМ природно дорівнюватиме одиниці.

Суматор

Враховуючи, що похідна суми по будь-якому з доданків дорівнює одиниці, а також зважаючи на те, що максимум при обмеженні суми квадратів досягається при однакових доданках, отримуємо:

$$\Lambda_{\Sigma} = \sup_{\mathbf{r}} \left| \sum_{i=1}^n r_i \right| = \sqrt{n}.$$

Нелінійний сигмоїдний перетворювач (сигмоїдна функція активації)

Нелінійний сигмоїдний перетворювач, як і будь-який інший нелінійний перетворювач, що має один вхідний сигнал x , характеризується критерієм Ліпшиця, значення якого дорівнює максимуму модуля похідної:

$$\Lambda_{\text{нп}} = \max_x |\varphi'(x)|.$$

Наприклад, за умови використання сигмоїду

$$S_1: f(s) = \frac{1}{1 + \exp(-cs)}$$

критерій Ліпшиця визначатиметься як

$$\Lambda_{\text{нп}} = \Lambda_{S_1} = c,$$

а за умови використання сигмоїду

$$S_2: f(s) = \frac{s}{c + |s|}$$

критерій Ліпшиця дорівнюватиме

$$\Lambda_{\text{нп}} = \Lambda_{S_2} = \frac{1}{c}.$$

Адаптивний суматор

Для адаптивного суматора з n входами оцінку критерію Ліпшиця, можна отримати, подавши цей суматор як суперпозицію сигналів шару синапсів (нейронів) і звичайного (адитивного, найпростішого) суматора.

Враховуючи отриману вище оцінку критерію Ліпшиця для синапсу і відому властивість цього критерію, щодо його застосування до вектор-функції, отримуємо оцінку критерію Ліпшиця шару синапсів (тобто вектора вагових коефіцієнтів) у вигляді:

$$\Lambda_{\text{ш}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Lambda_{\text{нп}}^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n |w_i|^2} = \|\mathbf{w}\|,$$

де

$\mathbf{w}$ – вектор вагових коефіцієнтів шару синапсів.

На підставі властивості критерію Ліпшиця щодо суперпозиції функцій і з урахуванням оцінки критерію Ліпшиця для адитивного суматора, отримуємо:

$$\Lambda_{A\Sigma} \leq \Lambda_{\Sigma} \Lambda_{\text{нп}} = \sqrt{n} \|\mathbf{w}\|.$$

В той же час оцінюючи величину критерію Ліпшиця адаптивного суматора, спираючись на співвідношення для похідної функції у визначеному напрямі, і той факт, що при фіксованих довжинах векторів їх скалярний добуток досягає максимуму за умови співпадіння напрямку векторів, отримуємо дещо інший результат, а саме:

$$\Lambda_{A\Sigma} = \sup_{\mathbf{r}} \left| \sum_{i=1}^n r_i w_i \right| = \left| \sum_{i=1}^n w_i \frac{w_i}{\|\mathbf{w}\|} \right| = \|\mathbf{w}\|.$$

Очевидно, що остання оцінка критерію Ліпшиця для адаптивного суматора точніша ніж за попередню.

Наведені співвідношення є основою для визначення оцінки критерію

Ліпшиця вибраної ШНМ, а отже і для оцінки можливості цієї мережі щодо розв'язання поставленої задачі.

КРИТЕРІЙ ЛІПШИЦЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Сілакова Т.Т.¹, к.ф-м.н., доц.; Мірських Г.О.², к.т.н., доц.

*¹Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

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

Авторами встановлено, що за визначених умов до штучної нейронної мережі (ШНМ), зокрема за умови неперервності складових цієї мережі, критерій Ліпшиця дозволяє оцінити можливості ШНМ визначеної архітектури розв'язати ті чи інші задачі. Зокрема встановлено: ШНМ придатна для розв'язання відповідної задачі лише за умови, що величини її критерію Ліпшиця більша за величину критерію Ліпшиця вхідних даних.

Аналіз отриманих результатів із точки зору оптимізації архітектури ШНМ, спрямованої на підвищення ефективності цієї мережі та спрощення процесів її навчання і функціонування, показує, що можливості ШНМ збільшуватимуться за умови

- збільшення кількості шарів нейронів у ШНМ;
- збільшення кількості нейронів у кожному шарі; при цьому ефективніше збільшувати кількість нейронів у прихованих шарах, адже кількість нейронів у вхідному і вихідному шарах, по-перше, тісно пов'язана з умовами задачі, а по-друге, збільшує значення критерію Ліпшиця значно повільніше (а саме, як корінь квадратний кількості нейронів у цих шарах, на відміну від кількості нейронів прихованих шарів, відносно яких оцінка критерію Ліпшиця прямо пропорційна);
- підвищення складності функції активації в контексті збільшення критерію Ліпшиця цієї функції;
- спрощення функції, що відображає вхідні дані.

Встановлено, що оцінка критерію Ліпшиця ШНМ відображається добутком оцінок критеріїв Ліпшиця окремих шарів нейронів цієї мережі. Отже недостатня величина цього критерію для одного шару ШНМ може суттєво знизити його загальну величину, а за умови зниження критерію Ліпшиця шару за рахунок використаного виду функції активації не може компенсуватися попередніми шарами нейронів. Тобто, за умови використання в різних шарах ШНМ нейронів з різними за складністю функціями активації перевагу, з точки зору можливостей ШНМ обробляти складні вхідні сигнали, слід віддавати структурам, в яких шари нейронів зі складнішими функціями активації розміщуються ближче до виходу цієї

мережі.

Умови збільшення оцінки критерію Ліпшиця ШНМ безпосередньо пов'язані з ускладненням архітектури цієї мережі, процесу її навчання та функціонування. Крім того ШНМ складної архітектури зазвичай мають більший рівень стабільності, а отже менший рівень пластичності, що може зменшувати ефективність (а то і взагалі, стати перепорою) використання технології ШНМ при розв'язанні практичних задач.

Зазначимо, що вхідні функції, з якими доводиться мати справу у практичній діяльності, зазвичай не є монотонними, тобто критерій Ліпшиця для окремих інтервалів визначення вхідної функції матиме різні значення. Таке відрізнєння призводить до того, що параметри ШНМ, яка побудована з огляду на супремум значення критерію Ліпшиця вхідної функції, на окремих інтервалах визначення цієї функції неминуче виявляються надмірними. Це, звичайно, призводить до нераціонального витрачання обчислювальних ресурсів та часу в процесі навчання та функціонування нейронної мережі. Така ситуація стає особливо відчутною під час оброблення вхідних даних з великим динамічним діапазоном, який до того ж різко неоднорідний в області їх можливого змінення. Таким чином, вибір архітектури ШНМ завжди є компромісом між можливостями та складністю цієї мережі.

На підставі наведеного аналізу, авторами запропоновані перспективні, з наведених позицій, структури ШНМ, зокрема, модифіковані ансамблі ШНМ, що на підставі декомпозиції вхідних даних дозволяють роздільно «обробляти» інтервали з суттєво різними значеннями критерію Ліпшиця.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ МЕТОД ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ЧИСЛОВИХ ОЗНАК

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Махно Г.О., студент

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

В процесі використання технології штучних нейронних мереж (ШНМ) актуалізується задача попереднього оброблення вхідних даних, для реалізації якого на сьогодні використовуються декілька методів, кожен з яких має свої недоліки і переваги. В даній роботі розглядається функціональний метод оброблення вхідних даних числового типу. Цей метод спрямований на зниження критерію Ліпшиця поставленої задачі (сукупності вхідних даних) за рахунок «викривлення» простору змінення цих ознак. Вказане викривлення реалізується використанням відповідної (характеристичної) функції. Автором проаналізовано процес функціонального оброблення ознак. в узагальненому вигляді як процес відображення вхідної числової ознаки x в k -вимірний вектор z .

Задамося набором з k чисел, які задовольняють умовам

$$x_{\min} < y_1 < \dots < y_{k-1} < y_k < x_{\max}.$$

Розглядатимемо деяку (характеристичну) функцію φ , яка визначена на інтервалі $[x_{\min} - y_k, x_{\max} - y_1]$, при цьому $\varphi_{\min}$, $\varphi_{\max}$ - відповідно, мінімальне і максимальне значення функції φ на вказаному інтервалі. За таких умов i -а координата вектора $\mathbf{z}$ розраховуватиметься на підставі застосування оператора:

$$z_i = \frac{(\varphi(x - y_i) - \varphi_{\min})(b - a)}{\varphi_{\max} - \varphi_{\min}} + a.$$

За видом характеристичної функції доречно виділити три види функціонального попереднього оброблення даних: лінійне, сигмоїдальне, радіальне («шапкове»).

Лінійне попереднє оброблення

Для реалізації лінійного попереднього оброблення даних по-більшості використовується кусочно лінійна функція як найпростіша та достаньо ефективна при розв'язанні більшості практичних задач:

$$z_i = \begin{cases} a, & x < a, \\ x, & a \leq x \leq b, \\ b, & b < x. \end{cases}$$

Легко бачити, що зі збільшенням значення ознаки x жодна з «часткових» функцій не спадає, а їх сума зростає.

Сигмоїдальне попереднє оброблення

Для реалізації сигмоїдального оброблення в якості характеристичної може використовуватися будь-яка сигмоїдальна функція. Наприклад, за умови використання сигмоїдальної функції виду

$$\varphi(x) = \frac{x}{1 + |x|}$$

оператор перетворення даних набуде вигляду

$$z_i = \frac{\left(\frac{x}{c + |x|} - 1 \right) (b - a)}{2} + a$$

Радіальне попереднє оброблення

Для радіального попереднього оброблення числових ознак можна використовувати будь-яку радіальну (центрально) функцію, графік якої нагадує «шапку». Це може бути, наприклад, функція

$$\varphi(x) = 1 / (1 + x^2).$$

Вибір виду характеристичної функції, а отже і оператора перетворення вхідних даних, має спиратися на детальний аналіз цих даних і на можливості вибраної штучної нейронної мережі щодо їх оброблення.

НЕЧІТКІ ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ЗАДАЧАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Жильцов А.В.¹, д.т.н, доц.; Єрошенко Г.П.², д.т.н.

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

*²Саратовський державний аграрний університет
м. Саратов, Росія*

Апарат нечітких множин і нечіткої логіки на сьогодні з успіхом використовується в для розв'язання задач, які базуються на даних, що недостатньо надійні та/або не достатньо формалізовані. Методологія нечіткості характеризується визначеними перевагами, серед яких близький до природного опис умови задачі та методу її розв'язання, а також універсальність та ефективність, які базуються на математично строго доведених положень щодо можливості апроксимації будь-якої математичної структури (функції) системою, що базується на нечіткій логіці.

Звичайно, нечітким системам притаманні й визначені недоліки, а саме: первісний набір аксіоматично прийнятих нечітких правил формулюється експертом-людиною і може виявитися неповним або містити визначені протиріччя; вид і параметри функцій приналежності, якими саме й подаються вхідні і вихідні дані, вибираються суб'єктивно і можуть не повністю відповідати реальності.

Для усунення (принаймні частково) вказаних недоліків було запропоновано створювати нечіткі системи адаптивними, реалізуючи їх на основі штучних нейронних мереж (ШНМ), що привело до виокремлення самостійного класу ШНМ – нечітких нейронних мереж, які зазвичай називають гібридними нейронними мережами.

Взагалі кажучи, різні типи обчислювальних (в тому числі, звичайно й інтелектуальних) систем мають свої особливості і свої області використання, для яких нерідко відповідна система і була розроблена. Це призводить до того, що кожна з таких систем є найбільш придатною для вирішення задач якогось конкретного класу. При цьому, звичайно, використання такої системи для розв'язання задач інших класів може виявитися неефективним.

Наприклад, ШНМ чудово пристосовані, зокрема, до задач розпізнавання образів, але вкрай незручні за умови необхідності пояснення як саме таке розпізнавання здійснюється. Такі мережі здатні автоматично набувати знань, але процес їх навчання нерідко відбувається занадто повільно, а аналіз навченої нейронної мережі занадто складний, адже навчена мережа з точки

зору споживача являє собою «чорний ящик». При цьому яку-небудь апіорну інформацію (наприклад, знання експерта) для прискорення процесу навчання ШНМ в загальному випадку використати, як правило, неможливо (або, принаймні, достатньо складно).

Системи нечіткої логіки, навпаки, добре пристосовані для пояснення сформованих ними висновків, але вони не здатні автоматично набувати знань, з метою використання цих знань під час формування висновків. Крім того, необхідність розділення універсальних множин на окремі області, як правило, обмежує (і суттєво) кількість вхідних змінних в таких системах.

Введення категорій нечіткої логіки до алгоритмів навчання та функціонування ШНМ дозволяє ввести функцію фузифікації (нечіткості) по відношенню до даних, які надходять на вхід нейронної мережі. А це, в свою чергу, створює необхідну базу для врахування можливого відхилення значень вхідних даних від номінальних (тобто тих, які саме й надходять на вхід мережі) під впливом різноманітних факторів, в тому числі тих, які на сьогодні для досліджуваного об'єкту чи процесу ще не достатньо вивчені.

Теоретично, системи з нечіткою логікою і штучні нейронні мережі подібні одна до одної, однак їх практичне використання виокремлює наведені вище переваги та недоліки кожної з цих систем. Саме це положення було покладене в основу створення апарату нечітких нейронних мереж, в яких висновки робляться (генеруються) на підставі апарату нечіткої логіки, але відповідні функції приналежності налаштовуються з використанням алгоритмів навчання ШНМ, наприклад, алгоритму зворотного поширення помилки. Як результат отримана система не тільки здатна використовувати апіорну інформацію, але може набувати знання, залишаючись логічно прозорою.

Вказане суттєво розширює можливості ШНМ щодо розв'язання задач ідентифікації та прогнозування стану електроенергетичних об'єктів і процесів їх експлуатації.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДБИРАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

***Жильцов А.В.¹, д.т.н; Мунтян В.В.², д.т.н. проф;
Чумак О.В.¹, студент***

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

²*Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна*

Після вибори загальної структури (архітектури) штучної нейронної мережі (ШНМ) слід підібрати параметри такої структури. Для різних за архітектурою ШНМ такі параметри, звичайно, будуть різними. Це може бути

кількість шарів ШН, кількість блоків ШН у прихованих шарах, наявність або відсутність обхідних з'єднань, передаточні функції ШН тощо. Якісний та кількісний склад параметрів, що мають бути встановлені, залежатиме як від вибраної архітектури ШНМ, так і від задачі, заради розв'язання якої така мережа синтезується. Найбільшої ефективності при реалізації цього етапу синтезу ШНМ на сьогодні можна досягти на підставі проведення відповідних експериментів з синтезованою ШНМ. При цьому доречно спиратися на відповідні правила та рекомендації.

Так, під час вибору кількості шарів і штучних нейронів (ШН) в кожному шарі, слід виходити з того, що здатність ШНМ до узагальнення тим вища, чим більша сумарна кількість зв'язків між ШН. З другого боку, кількість вказаних зв'язків між ШН обмежена зверху кількістю записів у навчальних даних (тобто об'ємом навчальної вибірки). Більше того, слід враховувати, що ШНМ з великою кількістю елементів та складної архітектури потребують витрачання більших зусиль під час навчання, а також виявляються більш консервативними, малопридатними для подальшого підучування (якщо таке, звичайно, передбачено алгоритмом використання ШНМ).

Вибираючи кількість нейронів і шарів ШНМ слід враховувати

- складність задачі;
- кількість даних для навчання;
- потрібну кількість входів і виходів мережі;
- наявні обчислювальні ресурси: об'єм пам'яті та швидкодію комп'ютера, на якому реалізується мережа.

За умови, що кількість нейронів і шарів надто мала

- мережа не навчиться, а отже помилка при її використанні залишиться великою;
- на виході мережі не будуть відображатися різкі коливання функції, що апроксимується.

За умови, що кількість нейронів і шарів надто велика

- швидкодія ШНМ буде низькою, а пам'яті комп'ютера така мережа потребуватиме чимало;

- мережа може «перенавчатися»; це «перенавчання» проявлятиметься в тому, що вихідний вектор буде передавати незначні і несуттєві деталі залежності, яка досліджується, наприклад, шум, помилкові дані тощо; ці несуттєві деталі, зазвичай заважають, або унеможливають, розв'язання поставленої задачі;;

- залежність виходу від входу виявиться різко нелінійною: вихідний вектор буде суттєво і не прогнозовано змінюватися при найменшому зміні вхідного вектора;

- мережа буде нездатна (або малоздатна) до узагальнення: в області де нема або мало (недостатньо) відомих точок вхідної функції, а вихідний вектор буде випадковим, його буде неможливо, або принаймні важко,

передбачувати, прогнозувати, він не буде адекватним задачі, яка розв'язується.

Досвід використання технології ШНМ вказує, що дотримання наведених узагальнених правил сприяє оптимізації архітектури ШНМ без суттєвого утруднення її подальшого навчання цієї мережі.

УЗАГАЛЬНЕНИЙ АЛГОРИТМ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Чумак О.В., студент

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

Досвід використання технології штучних нейронних мереж (ШНМ) для розв'язання різноманітних задач показує, що ефективний результат досягається, переважно, за умови дотримання певних правил (певного алгоритму), поданих у вигляді «дорожньої карти», дотримуючись якої можна послідовно пройти всі етапи розв'язання задачі з використанням ШНМ.

Алгоритм реалізації технології (ШНМ) має включати наступні етапи:

- збирання даних для навчання, які мають відповідати критеріям репрезентативності (який гарантує, що зібрані дані відображають істинний стан речей у змістовній області) та несуперечливості (який гарантує відповідну узгодженість зібраних даних, а отже і можливість в подальшому отримати високу якість навчання ШНМ);

- вибір топології ШНМ, який спирається на характер задачі та наявних даних для реалізації навчання (наприклад, якщо для навчання з учителем необхідна наявність експертної оцінки для кожного елемента вибірки, то необхідно пам'ятати, що отримання такої оцінки для великого масиву даних на сьогодні просто неможливе. В такому випадку, звичайно, слід вибирати мережу, що навчається без учителя. Якщо ж експертна оцінка не потрібна, а зібрані дані достатньо повно характеризують предмет дослідження, то можна вибирати архітектуру ШНМ, серед тих, що навчаються з учителем);

- експериментальний підбір параметрів ШНМ та параметрів навчання (процес підбору параметрів ШНМ має проводитися з урахуванням методу навчання, який передбачається використати. При цьому при реалізації процедур навчання може з'явитися чимало проблем (зокрема, оверфітінг, «прокляття розмірності» тощо), котрі неможливо передбачити, як і надати однозначні рекомендації щодо їх розв'язання;

- перевірка адекватності навчання є необхідним і чи не найважливішим етапом використання ШНМ, адже навіть у випадку на перший погляд успішного навчання ШНМ не завжди навчається саме тому, що від неї очікується;

- корегування параметрів, остаточне навчання;

- вербалізація ШНМ означає мінімізований опис роботи побудованої (синтезованої) та вже навченої ШНМ у вигляді декількох взаємозалежних алгебраїчних та/або логічних функцій. Процесу вербалізації має передувати спеціальна процедура спрощення ШНМ. Вербалізація не є обов'язковим етапом використання ШНМ для розв'язання конкретних, особливо прикладних, задач. Але вона бажана при розв'язання задач наукового характеру, пов'язаних з дослідженням процесів та об'єктів.

Кожен з цих етапів має свої особливості, потребує прискіпливої уваги і ретельності при реалізації відповідних процедур, притаманних цьому етапу. Цей процес не є однозначним, нерідко займає чимало часу, але є невідомою складовою успішності розв'язання навіть відносно нескладних задач за технологією штучних нейронних мереж.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ВИСОКИМ ДИНАМІЧНИМ ДІАПАЗОНОМ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Гончар Р.І., студент

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

Характерною рисою багатьох видів задач, що на сьогодні розв'язуються з використанням штучних нейронних мереж (ШНМ) є високий динамічний діапазон можливого змінення вихідних даних (параметрів). При цьому в різних областях вхідних даних критерій Ліпшиця, який можна прийняти як характеристику можливості навчання ШНМ відповідної структури, суттєво різнитиметься. За таких умов, невелика кількість шарів ШНМ та нейронів в цих шарах призведе до спотворення вихідної характеристики в області «швидкого» змінення вихідної функції. Це обумовлено тим, що кількість точок для вдалого відображення цієї області функції має бути значною. В той же час, при збільшенні кількості шарів та нейронів чутливість мережі до зміни функції зростає, але це може призвести (і, як правило, приводить) до так званого прокляття розмірності, яке проявлятиметься в області вхідних даних, де, враховуючи монотонність функції, доцільно використовувати меншу кількість точок. Все це врешті-решт призводить до несприйнятливої, неефективної роботи ШНМ поза точками навчальної вибірки, тобто суттєво зменшує здатність цієї ШНМ до узагальнення.

Наведене приводить до того, що широковживані методи підготовки даних для роботи ШНМ в означених умовах нерідко виявляються малоефективними, а отже для успішного використання технології ШНМ необхідні додаткові заходи. Серед таких додаткових заходів перспективним є змінення методичних засад формування топології ШНМ.

Одним з привабливих та перспективних варіантів топології ШНМ для

розв'язання задач проектування МО, в тому числі з високим діапазоном змінення характеристик, є використання ансамблю нейронних мереж, тобто поєднання окремих нейронних мереж в одну спільну архітектуру. При цьому ансамбль ШНМ характеризується тим, що навчається в єдиному циклі, тобто складові ансамблю заздалегідь не піддаються навчанню.

Розділення ШНМ, що входять до складу ансамблю, за принципом «відповідальності» окремих ШНМ за інтервали, на яких варіативність вихідної функції суттєво менша ніж у інших областях визначення цієї функції. Критерієм такого розподілу може слугувати, наприклад, значення параметру, від якого саме в найбільшій мірі й залежить динамічний діапазон вихідних характеристик досліджуваного об'єкту.

МІСЦЕ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ СЕРЕД ІНШИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

Мархонь М.В., асистент; Чумак В.В., студент

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

Питання щодо визначення доцільності використання ШНМ для розв'язання відповідної задачі відносяться до області методології застосування тих чи інших інструментів в тій чи іншій ситуації. В загальному випадку, звичайно, відповідь на такі питання не може бути однозначної.

На сьогодні однозначно встановлено, що задачі, які потребують великого об'єму обчислень або високої точності числового результату краще розв'язувати з використанням звичайних алгоритмів та математичних методів. За допомогою штучних нейронних мереж на сьогодні доцільно розв'язувати задачі, в яких є складова, пов'язана з прийняттям рішення не тільки, скоріше, навіть, не стільки на підставі детермінованих обчислень, скільки з використанням попередньо отриманих результатів розв'язання подібних задач, тобто з урахуванням накопичення відповідного досвіду.

В той же час на сьогодні виокремлено групу задач, які можна успішно розв'язувати за допомогою ШНМ. Більше того, встановлено, що адекватного розв'язку таких задач можна досягти переважно саме за умови використання ШНМ. До цієї групи задач зазвичай відносять:

- Розпізнавання зорових та слухових образів. Це величезна область використання ШНМ, яка включає задачі від розпізнавання тексту і цілей на екрані радара до систем голосового управління.

- Асоціативний пошук інформації і створення асоціативних моделей. До задач цього класу зокрема відносяться задачі синтезування мови і генерації нових знань;

- Формування моделей різноманітних систем, прогнозування розвитку таких систем у часі та використання їх в тих чи інших областях;

прогнозування розвитку природних процесів, тощо;

- Системи управління і регулювання с передбаченням; управління роботами та іншими складними апаратами;

- Різноманітні кінцеві автомати: системи масового обслуговування і комутації, телекомунікаційні системи;

- Прийняття рішень і встановлення діагнозу у випадках, коли виключається можливість використання процедур формальної логіки; особливо в областях, де відсутні чіткі математичні моделі: в медицині, криміналістиці, фінансовій сфері тощо.

Унікальна властивість ШНМ полягає в їх універсальності. Незважаючи на те, що майже для всіх перелічених вище задач існують ефективні математичні методи розв'язання, і незважаючи на те, що ШНМ програє спеціалізованим методам під час розв'язання конкретних задач, завдяки універсальності і перспективності використання для розв'язання задач глобального характеру, наприклад, побудови систем штучного інтелекту і моделювання процесу мислення, вони утворюють важливий напрямок дослідження, який на сьогодні інтенсивно розвивається і загально визнаний як перспективний.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЙНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

Ярошук Р.В., студент; Мірських Г.О., к.т.н., доц.

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

Характерною особливістю програмного продукту (ПП) є те, що, дефекти, які проявляються на стадії його експлуатації, є *помилками*, припущеними на стадії проектування, а отже ліквідація дефекту у ПП є, за своєю суттю, виправленням раніше припущеної помилки. Ця особливість веде до того, що безпомилкової роботи ПП під час експлуатації можна досягти відповідною організацією процесу проектування, яка б забезпечувала виявлення вже на цій стадії максимальної кількості допущених помилок.

Одним з найефективніших засобів, здатних виявити дефекти ПП, на сьогодні вважається *тестування*. Характерна особливість цього процесу – заздалегідь відомий результат, що має бути отриманий за умови правильного функціонування ПП. Отже, тестування за своєю суттю здатне продемонструвати наявність помилок у ПП, але воно ніколи не покаже відсутність помилок, тобто не є і не може бути пов'язане з мірою якості цих ПП.

Таблиця

	Метод тестування програмного продукту					
	"Знизу вверх"	"Зверху вниз"	"Зверху вниз" (модиф.)	Метод "великого стрибка"	Метод сандвіча	Метод сандвіча (модиф.)
Термін очікування зібраного ПП	Малий	Малий	Малий	Значний	Малий	Малий
Час появи працюючого варіанту ПП	Значний	Малий	Малий	Значний	Малий	Малий
Потреба драйверів	Так	Ні	Так	Так	Частков о	Так
Потреба заглушок	Ні	Так	Так	Так	Частков о	Частково
Можливості щодо організації паралельних робіт над ПП	Середні	Малі	Середні	Великі	Середні	Великі
Можливості щодо тестування окремих шляхів	Великі	Малі	Великі	Малі	Середні	Великі
Можливості щодо планування та контролю послідовності розроблення ПП	Великі	Малі	Малі	Великі	Малі	Малі

Аналіз показує, що всі категорії, за допомогою яких можна в тій чи іншій мірі характеризувати якість ПП, пов'язані з тестуванням – з розробленням відповідних тестів та їх розв'язанням за допомогою даного ПП на різних стадіях його життєвого циклу.

Оцінка придатності того чи іншого методу тестування ПП для конкретних умов розроблення відповідного апаратно-програмного комплексу (АПК) може бути реалізована на підставі запропонованих критеріїв, якими охоплюються основні особливості відомих методів інтеграційного тестування. Як приклад на підставі цих критеріїв отримані порівняльні характеристики деяких методів тестування ПП, що на сьогодні найчастіше використовуються в практиці проектування АПК (див. таблицю).

Перший критерій характеризує відрізок часу від початку тестування до моменту інтеграції модулів, оскільки це суттєво впливає на виявлення помилок, пов'язаних з обміном інформацією між модулями.

Другий - характеризує відрізок часу від початку тестування до моменту створення перших працюючих "скелетних" версій ПП, адже саме тут можуть проявитися головні дефекти проектування. Вочевидь, що чим раніше з'явиться така версія, тим менше часу й коштів доведеться витратити на здобуття інформації щодо суттєвих недоліків проекту в цілому, включаючи

апаратну частину АПК.

Третій та четвертий - характеризують міру "платні" за використання відповідних методів тестування, що визнані менеджерами проекту найбільш придатними для реалізації під час розроблення даного ПП.

П'ятий – характеризує можливості щодо паралельного розроблення окремих складових ПП. Пріоритетними слід вважати методи, що дозволяють реалізувати паралельну роботу над ПП на початкових етапах проектування.

Шостий критерій пов'язаний з можливостями вибраного методу тестування щодо перевірки будь-яких шляхів або умов, реалізованих в даному ПП.

Сьомий - характеризує складність планування, реалізації заходів з контролю над ходом робіт та управління цими роботами протягом всього часу проектування ПП (та АПК в цілому). Адже будь-який процес, який важко піддається контролю та управлінню, часто веде до упущень та помилок. Таким чином, специфіка ПП, як складової АПК, не дозволяє ввести для нього одиниці виміру таких показників як рівень якості та надійність, а отже унеможлиблює оцінювання та нормування цих показників. Для забезпечення якості складного ПП необхідно використовувати відповідні методи його проектування, що тісно пов'язані з поточним тестуванням під час виконання проектних робіт. Запропоновані критерії дозволяють обґрунтовано вибрати метод тестування на підставі аналізу сукупності факторів, серед яких виділяються структура та об'єм ПП, прив'язування до процесу проектування апаратної частини АПК, людські та фінансові ресурси.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВХІДНИХ ДАНИХ У ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Ковтюшенко А.Д., студентка; Мірських Г.О., к.т.н., доц.

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

В процесі навчання штучної нейронної мережі (ШНМ) інформація, що надходить на її входи, може бути інтерпретована як набір відповідей на деякий список питань. Аналіз таких списків показує, що в загальному випадку можна виокремити чотири основні типи відповідей (а отже, і чотири типи питань), яким відповідають чотири типи ознак об'єкту, а саме: 1. бінарна ознака; 2. якісна ознака; 3. кількісна або числова ознака; 4. комбінована ознака, яка містить як якісну, так і кількісну складові.

Бінарні ознаки характеризуються наявністю лише двох станів – «істина» і «лож». Однак навіть такі прості данні можуть різнитися за змістом. Дійсно, значення «істина» означає виключно наявність у об'єкта, що описується, якоїсь певної властивості, тоді як значення «лож» може означати або відсутність цієї властивості, або наявність іншої властивості.

Відповідь типу *якісна ознака* – це відповідь з кінцевим числом станів. Причому неможна ввести осмислену відстань між цими станами. В загальному випадку якісні змінні (ознаки) – це змінні, які не можуть мати кількісних числових значень. Значення кількісної змінної відображається числом, значення якісної змінної – текстовим описом, рисунком або деяким іншим способом, яким пояснюється зміст цієї змінної.

Зміст *числової ознаки* має бути таким, щоб виключити можливі неоднозначності. Адже, за наявності самої можливості неоднозначного сприймання мережею того чи іншого значення вхідного сигналу виникає потреба ускладнення (часто суттєвого) процедур навчання, щоб надати мережі здатності виявляти наявні неоднозначності сигналу й приймати правильні рішення за таких обставин.

Задача оброблення *комбінованих ознак* зазвичай виникає під час оцінювання інтегральних властивостей досліджуваного об'єкту, коли одна частина його характеристик (вихідних параметрів) - фізичні величини, тоді як друга - експертні оцінки. Розв'язання цієї задачі спрямоване на встановлення комплексної оцінки відповідної властивості об'єкту. Найефективнішою методологією подання такої комплексної ознаки на сьогодні вважається теорія не чітких множин. Автором проаналізовані всі вказані види ознак і представлені відповідні алгоритми їх попереднього оброблення, які спрощують навчання і розширюють (часто суттєво) можливості конкретної ШНМ щодо розв'язання практичних задач.

НЕЧІТКІ МНОЖИНИ В ЗАДАЧАХ СУМІСНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мархонь М.В., асистент; Чумак В.В., студент

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

В практиці використання тучних нейронних мереж нерідко виникає задача сумісного оброблення кількісних та якісних даних, якими подається окрема характеристика досліджуваного матеріального об'єкту. При цьому кількісна оцінка деякої характеристики об'єкту може бути подана у вигляді відповідного інтервалу, а якісна у вигляді словесного висловлювання.

За вказаних умов кількісна і якісна оцінки вибраної характеристики об'єкту сформульовані, так би мовити, *нечітко*, тобто містять деяку інформацію, яка обумовлює можливість надати цій характеристиці будь-яке значення з діапазону дозволених. Такою інформацією для кількісної оцінки є допустимі границі її зміни, а для якісної – відповідне формулювання оцінки у вигляді, що передбачає побажання експерту відносно можливого діапазону її зміни. Звичайно, за оцінками різних експертів вказаний діапазон буде різним.

Таке формулювання кількісних та якісних оцінок фактора визначає їх приналежність до математичного класу *нечітких множин*, а отже для встановлення значення характеристики об'єкту, яке враховує всю наявну на даний час інформацію доцільно використати відповідні алгоритми теорії нечітких множин (нечіткої логіки).

Авторами розроблений відповідний алгоритм узагальнення наявної інформації щодо характеристики об'єкту.

В основу розробленого алгоритму покладене подання кількісної оцінки характеристики у вигляді нечіткого числа, а якісної – у вигляді нечіткого інтервалу. При цьому відповідні функції приналежності були подані як кусково-лінійні функції, які графічно відображалися трикутником і трапецією, відповідно для кількісної і якісної інформації щодо досліджуваної характеристики, а співвідношення узгодженості задавалося операцією перехрещення зі згорткою типу «мінімум».

Розроблений алгоритм встановлення інтегрованої оцінки окремої характеристики об'єкту достатньо простий, але показав високу ефективність при розв'язанні практичних задач з проектування матеріальних об'єктів різного призначення при використанні штучних нейронних мереж.

ПОПЕРЕДНЄ ОБРОБЛЕННЯ ЧИСЛОВИХ ОЗНАК В ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Маринич Д.М., студент; Мірських Г.О., к.т.н., доц.

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

Аналіз характеру числових ознак (сигналів, даних щодо стану об'єкту тощо), які зазвичай надходять на вхід штучної нейронної мережі (ШНМ) при використанні відповідної технології розв'язання практичних задач, показує, що при попередньому обробленні вказаних ознак необхідно враховувати їх характерні властивості, які з визначеним ступенем умовності можна розділити на три категорії, а саме: зміст ознаки, розміщення значень ознаки в межах визначеного інтервалу, точність вимірювання ознаки.

Зміст числової ознаки має бути таким, щоб виключити можливі неоднозначності. Адже, за наявності можливості неоднозначного сприймання ШНМ того чи іншого значення вхідного сигналу виникає потреба ускладнення (часто суттєвого) процедури навчання, щоб надати мережі здатність виявляти наявні неоднозначності сигналу й приймати правильні рішення в умовах неоднозначності.

Технологія ШНМ на сьогодні широко використовується в інформаційно-вимірювальних системах, автоматичних та автоматизованих системах управління, апаратно-програмних комплексах реального часу та в інших подібних об'єктах, де в якості сигналів, що подаються до входу ШНМ,

використовуються результати вимірювань. За таких умов актуальною стає питання точності (або, як на сьогодні прийнято говорити – невизначеності) результатів вимірювання. Категорія точності вхідних сигналів може впливати не тільки на здатність розрізнення вхідних даних, але й на методологію подання вхідної інформації в цілому.

Характерною особливістю числової ознаки є варіативність її значення. Ця варіативність зазвичай відбувається в межах деякого інтервалу. При цьому змінення числового значення такої ознаки може бути як однаковим (рівнозначним, рівномірним) в межах усього вказаного інтервалу, так і варіюватися в різних його частинах. Отже, використовуючи числову ознаку як вхідний сигнал ШНМ, необхідно проаналізувати поведінку значення такої ознаки в різних частинах інтервалу можливого змінення її значень. Зазначимо, що, як правило, не рівномірний характер змінення значення числової ознаки на встановленому інтервалі пов'язаний з непрямыми вимірюваннями, коли замість однієї величини з тих чи інших причин вимірюється інша з подальшим виконанням відповідних обчислень для отримання шуканого результату.

Проведений аналіз характеру числових ознак покладений в основу алгоритмів попереднього оброблення вхідних даних, що надходять до ШНМ, а також для визначення потенційних можливостей вибраної ШНМ для розв'язання конкретної задачі.

АНАЛІЗ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЩОДО СПРОЩЕННЯ ЇХ АРХІТЕКТУРИ

Сілакова Т.Т.¹, к.ф.-м.н., доц.; Мірських Г.О.² к.т.н., доц.

¹*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

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

Одним із заходів спрощення архітектури, процесу навчання та функціонування штучної нейронної мережі (ШНМ) є зниження необхідної величини її критерію Ліпшиця за рахунок спрощення функції, яка відображає вхідні дані. Такого спрощення можна досягти декількома шляхами.

Перше. Реалізувати ефективне попереднє оброблення вхідних даних, спрямоване на зменшення варіативності вхідної функції.

Друге. Розділити вхідну інформацію (область визначення вхідної функції, якою відображаються вхідні дані) на окремі складові (якщо це не суперечить умовам задачі) і побудувати декілька ШНМ, кожна з яких оброблятиме лише визначену частку вхідної інформації. Цей (запропонований авторами) метод може бути вельми ефективним, особливо

за умови суттєвої неоднорідності вхідної функції в області її визначення з огляду на величину критерію Ліпшиця.

Визначаючи нейронну мережу, яка власне і будується для розв'язання поставленої задачі (мережу «відповідальну» за отримання кінцевого результату) як генеральну ШНМ, а її складові, що функціонують в окремих областях вхідних даних, як складові ШНМ (компоненти генеральної ШНМ), можна навести узагальнену схему реалізації цього методу.

Вхідна інформація на вході генеральної ШНМ потерпає декомпозиції – ділиться (розгалужується) на декілька паралельних потоків. Для кожного з таких потоків будується відповідна складова ШНМ, яка за характеристиками найбільш пристосована для оброблення саме цього потоку. В якості складових ШНМ, звичайно, можуть бути використані мережі як одного, так і різних видів. На виході генеральної ШНМ вихідні дані отримані складовими ШНМ об'єднуються в єдиний потік, утворюючи розв'язок поставленої задачі (ця процедура, взагалі кажучи не є необхідною, і як кінцевий результат нерідко можуть бути безпосередньо використані дані з виходів складових ШНМ).

Таким чином, генеральна ШНМ складатиметься з сукупності паралельно працюючих складових ШНМ. За такої структури генеральної ШНМ оцінка її критерію Ліпшиця не перевершуватиме суму оцінок критеріїв Ліпшиця окремих складових. Отже, параметри окремих складових ШНМ можна найкращим чином налаштувати до умов розв'язання задачі в окремому інтервалі змінення вхідних даних. Це призводить до того, що такі складові в багатьох випадках можуть бути надто простими, а подекуди взагалі замінені безпосередніми розрахунками за явними аналітичними співвідношеннями. Звичайно, при використанні цього методу об'єм генеральної ШНМ напряму залежатиме від кількості та складності складових ШНМ, однак, як правило, призводить до суттєвого спрощення процесів навчання та функціонування, а отже може рекомендуватися для розв'язання широкого кола практичних задач.

Цей метод покладений в основу побудови сукупності (класу) нейронних мереж, які авторами названі модифікованим (різнорідним) ансамблем ШНМ.

Третє. Будувати генеральну ШНМ з окремих компонентів (складових) різного рівня інтеграції, використовуючи при цьому окремі блоки (складові високого рівня інтеграції), що відповідають деяким заздалегідь навченими ШНМ, характеристики яких залишаються незмінними як в процесі навчання генеральної ШНМ, так і в процесі її функціонування. 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 ШНМ та спрощення процесів її навчання і функціонування досягається за рахунок використання «готових» (повністю сформованих та навчених) складових, а додаткові її можливості щодо розв'язання конкретної задачі реалізуються об'єднанням таких складових, для чого можуть використовуватися як методи технології ШНМ, так і інші математичні методи.

Зазначимо, що використання у складі ШНМ «готових» блоків є одним з варіантів розв'язання актуальної для практичного використання технології ШНМ задачі пластичності – стабільності. При цьому, з певною мірою умовності, можна говорити, що мережі з консервативними блоками є найпридатнішими для розв'язання вказаної задачі, адже властивості пластичності та стабільності в мережах цього класу забезпечуються різними структурними елементами (стабільність – консервативними блоками, пластичність – сукупністю «вільних» нейронів).

СЕКЦІЯ 6. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА

ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОФОСФАТІВ ЦИНКУ / МАНГАНУ

Бойко В.В., Гоменюк О.В., к. ф.-м. н; Неділько С.Г., д. ф.-м. н.
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Мета проведених досліджень – вивчити люмінесцентні властивості безводних подвійних фосфатів двовалентних металів цинку/мангану $Zn_{2-x}Mn_xP_2O_7$ ($x = 0 \div 2$). Такі дослідження мають не тільки науковий інтерес з позиції фізики люмінесцентних процесів в таких матеріалах, але і дають інформацію щодо структури гідратів подвійних фосфатів цинку/мангану, що відомі своїми практичними застосуваннями. Тому, такі дослідження є актуальним та перспективним.

Спектри люмінесценції при збудженні в області вакуумного ультрафіолету та спектри збудженні в цій області вимірювались на станції SUPERLUMI синхротрону DESY в м. Гамбург (Німеччина). Спектри люмінесценції записувалися в діапазоні довжин хвиль 275 – 950 нм і спектри збудження люмінесценції – в діапазоні 50 – 334 нм при температурах від низьких (гелієвих) 10 К до 300 К.

Показано, що іони мангану, Mn^{2+} , в матриці дифосфату цинку формують три типи центрів випромінювання, де іон Mn^{2+} знаходиться в нормальному октаедричному оточенні; в октаедрах, що мають вакансії кисню, та в тетраедричному оточенні. З центрами першого типу пов'язується смуга червоного випромінювання з максимумом в околі 690 - 700 нм; центри другого типу зумовлюють довгохвильову смугу червоного випромінювання (максимум в околі 730 нм); смуга «зеленого» випромінювання (максимум в околі 450 - 470 нм) обумовлена центрами третього типу.

ФЛУОРЕСЦЕНТНА СПЕКТРОСКОПІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Посудін Ю.І., д.б.н.; Залойло І.А., к.б.н.; Годлевська О.О., к.ф.-м.н.;
Кожем'яко Я.В., асистент**
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Флуоресцентна спектроскопія або флуориметрія - це різновид електромагнітної спектроскопії, який базується на аналізі флуоресценції зразку. Реєстрація залежності інтенсивності флуоресценції зразку від довжини хвилі випромінювання флуоресценції є основою

спектрофлуориметрії. Якщо як джерело збудження флуоресценції використовують лазер, йдеться про *лазерну спектрофлуориметрію* [1].

Залежність інтенсивності флуоресценції від часу після початку освітлення називається кривою *індукції флуоресценції хлорофілу*, або індукційною кривою. Реєстрація індукції флуоресценції дає можливість спостерігати часову кінетику інтенсивності флуоресценції попередньо адаптованого до темноти зеленого листка. При освітленні зеленого листка, що знаходився попередньо у темряві, в останньому флуоресценція хлорофілу набуває індукційної кінетики - повільного спадання флуоресценції від максимального рівня f_m до стаціонарного рівня f_s протягом 3-5 хвилин, відомої як "ефект Каутського" [2].

В експериментах було використано етіольовані паростки та жовті стеблини злакових культур (м'які й тверді види, озимі та ярові сорти) - пшениці, жита, ячменю та гібридів із колекції Національного університету біоресурсів і природокористування України, а також сільськогосподарські культури (соя, ріпак, салат, квасоля кущова), що знаходяться під впливом абіотичних та антропогенних факторів, і ґрунт із добривами, на якому вони вирощуються.

Лазерна спектрофлуориметрія інтактного листка дає можливість аналізувати залежність форми та інтенсивності спектрів випромінювання при збудженні флуоресценції хлорофілу. Недоліком цього методу є довготривалість процесу запису спектра, під час якого в листку можуть відбуватися певні зміни, викликані індукцією флуоресценції хлорофілу.

Позбавитися цих недоліків дає змогу метод реєстрації індукції флуоресценції. У цьому випадку дослідження проводили за допомогою портативного флуориметра.

Функції флуоресцентних індексів виконують такі флуоресцентні параметри, як індекс життєздатності $Rfd = f_d/f_s = (f_m - f_s)/f_s$, який вимірюють на двох довжинах хвиль: Rfd (690) і Rfd (735),

де f_m - максимальна флуоресценція;

f_s - стаціонарна флуоресценція;

$f_d = f_m - f_s$ - зменшення флуоресценції [3], а також індекс адаптації до стресів $A_p = 1 - [Rfd(735) + 1] / [Rfd(690) + 1]$.

Використання методу лазерної спектрофлуориметрії уможливило дослідження вікових та видових відмін злакових культур та кукурудзи.

Застосуванню методу лазерної спектрофлуориметрії сільськогосподарських рослин присвячені роботи [3-4].

Використання методу реєстрації індукції флуоресценції дало змогу дослідити вплив обробітку ґрунту, внесення агрохімічних препаратів та добрив, високих інтенсивностей фотосинтетично активного та ультрафіолетового випромінювання, зневоднення, температури на флуоресценцію хлорофілу адаптованих попередньо до темряви листків

сільськогосподарських культур [5-7]. Показано, що величини спектральних індексів чутливі до змін стану фотосинтетичного апарату в результаті дії несприятливих факторів або фізіологічно активних речовин, наприклад, гербіцидів.

Використання методу лазерної спектрофлуориметрії для діагностики вікових і видових відмін злакових культур та кукурудзи показало, що найсуттєвіші зміни флуоресцентних характеристик виявляються на різних фазах розвитку: паросток, жовта стеблина, зелена стеблина. Залежність флуоресцентних індексів від роду та сорту не знайдена. Те саме можна сказати щодо генетичних форм.

Техніка реєстрації індукції флуоресценції хлорофілу дає можливість реєструвати й аналізувати вплив різноманітних природних і антропогенних стресів на рослини.

У цілому, методи флуоресцентної спектроскопії дають змогу проводити швидкий, точний та неруйнівний контроль стану рослин через вимірювання *in vivo* параметрів флуоресценції хлорофілу зеленого листка.

Література

1. Посудін Ю. І. Біофізика рослин / Вінниця : - Нова книга, 2004. - 252 с.
2. Kautsky H. Neue Versuche zur Kohlenstoffassimilation/ Kautsky H. and Hirsch A. *Naturwissenschaften*, 19: 964 (1931).
3. Посудин Ю. И. Оптические методы исследования фотобиологических реакций высших и низших растений: дисс. д-ра биол. наук: 06.01.03 / Посудин Ю. И. Украинская сельскохозяйственная академия. - К., 1992. - 433 с.
4. Posudin Yuri I. Laser spectrofluorometry of agronomic plants *in vivo* (SPIE Proceedings Paper) 1997.
5. Застосування портативного флуорометра для оцінювання толерантності рослин до біотичних факторів / О. О. Годлевська, І. А. Залоїло, Я. В. Кожем'яко, Ю. І. Посудін // Науковий вісник НУБіП України. - 2011. - Вип. 161. - С. 217-225.
6. Posudin Yu.I., Godlevska O.O., Zaloilo I.A., Kozhem'yako Ya.V. Application of portable fluorometer for estimation of plant tolerance to abiotic factors / *Int. Agrophysics*, 2010, Vol. 24, No. 4. - P. 363-368.
7. Posudin Yu., Godlevska O., Zaloilo I. Portable fluorometer for fluorescence analysis of agronomic plants. *International Scientific Electronic // Earth Bioresources and Life Quality*. - No 3. - 2013.

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мірських Г.О.¹, к.т.н., доцент; Stinen O.², Lecturer

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

²*Universiteit Maastricht (UM) Minderbroedersberg 4, 6211 LK Maastricht,
Nederland*

Побудова математичних моделей технічних об'єктів на сьогодні, зазвичай, переслідує декілька цілей, згідно яких ці моделі можна укрупнено

та з визначеною долею умовності розділити на окремі класи. До першого класу віднесемо моделі, що спрямовані на дослідження процесів перетворення енергії в технічному об'єкті (ТО). При цьому, як розв'язання прикладної задачі, зазвичай, встановлюються залежності функціональних характеристик об'єкту від його структури. Математичні моделі цього класу доречно назвати *дослідницькими*. До другого класу віднесемо моделі, призначенням яких є побудова алгоритмів визначення відповідних фізичних (структурних) параметрів ТО, які б забезпечили отримання його заданих функціональних характеристик. Головна мета таких моделей – отримати математичний зв'язок між структурними параметрами та функціональними характеристиками ТО з точністю, яка достатня для його практичної реалізації. Математичні моделі цього класу доречно назвати *розрахунковими*.

Практична реалізація будь-якого ТО з метою його подальшого використання у складі відповідної системи (комплексу), як правило, потребує додаткового уточнення функціональних характеристик. Це є наслідком залежності (часто суттєвої) функціональних характеристик ТО від умов виробництва та експлуатації. При цьому до умов експлуатації слід віднести і залежність характеристик ТО від параметрів навантажень, підключених до його входів/виходів (тобто від *параметрів включення*). Математичні моделі, призначення яких полягає у визначенні можливості використання виготовленого за визначеним технологічним процесом ТО в заданих умовах експлуатації доречно виділити в окремий клас та визначити як *імітаційні*, з огляду на те, що моделями цього класу має передбачатися імітування впливу на функціональні характеристики об'єкту відповідних зовнішніх факторів.

Авторами пропонується методика побудови моделі ТО, якою імітується його включення до реального (в загальному випадку неузгодженого) тракту, тобто методика побудови *імітаційної моделі включення*.

Для побудови такої моделі слід враховувати, що під час проектування ТО та його експериментального відпрацювання зазвичай вважається, що параметри включення заздалегідь відомі і дорівнюють вхідним параметрам відповідної вимірювальної апаратури. В той же час в тракті реальної технічної системи «перераховані» до входу/виходу ТО значення параметрів включення здебільше мають складний характер і, звичайно, можуть не відповідати умовам узгодженості тракту. В реальній ситуації параметри включення не визначені точно. Їх можна моделювати лише відповідними імовірнісними величинами. Як результат функціональні характеристики включеного у тракт реальної системи ТО визначатимуться відповідними імовірнісними характеристиками.

Авторами розроблені алгоритми та комп'ютерні програми імітаційного моделювання окремих видів мікрохвильових пристроїв, що дозволяють на підставі чисельних експериментів з відповідними розрахунковими моделями визначити статистичні параметри функціональних характеристик таких

пристроїв при різних законах змінення параметрів включення.

Представлені імітаційні моделі включення дозволяють отримати додаткову інформацію щодо функціональних характеристик ТО при включенні в тракт реальної системи, вказавши умови нормальної роботи. Крім того, такі моделі надають інформацію, яка може стати базовою під час проектування відповідного тракту системи, де передбачається використати даний (заздалегідь спроектований) технічний об'єкт.

РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В БАГАТОШАРОВИХ ОБМОТКАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРИСТРОЇВ

Гарасимчук И.Д.¹, к.т.н.; Березюк А.О.², к.т.н., ст. викл.

¹*Інститут механізації і електрифікації сільського господарства,
Каменець-Подольський, Україна,*

²*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 електрофізичними властивостями та геометричними розмірами індукуючого проводу, а саме: довжиною намотки, числом шарів, кількістю витків у шарі, зазором між витками, конфігурацією індукуючого проводу. ККД розраховується як відношення корисної потужності до повної потужності, яка складається з корисної потужності та потужності втрат в обмотках.

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) [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, звичайно, конструктивних особливостей обмотки.

Для обчислення додаткових втрат потужності в обмотці застосуємо чисельний метод скінченних елементів, який враховує особливості просторового розподілу електромагнітного поля навколо витків обмотки.

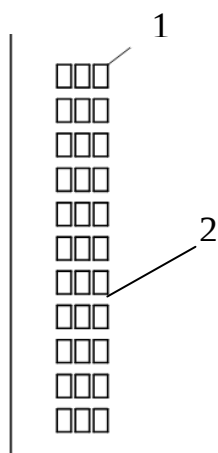


Рис. 1. Схема досліджуваної індукційної установки:

2 – багатошарова обмотка

Виконаємо моделювання електро-магнітного поля для такої системи (Рис. 1) 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).

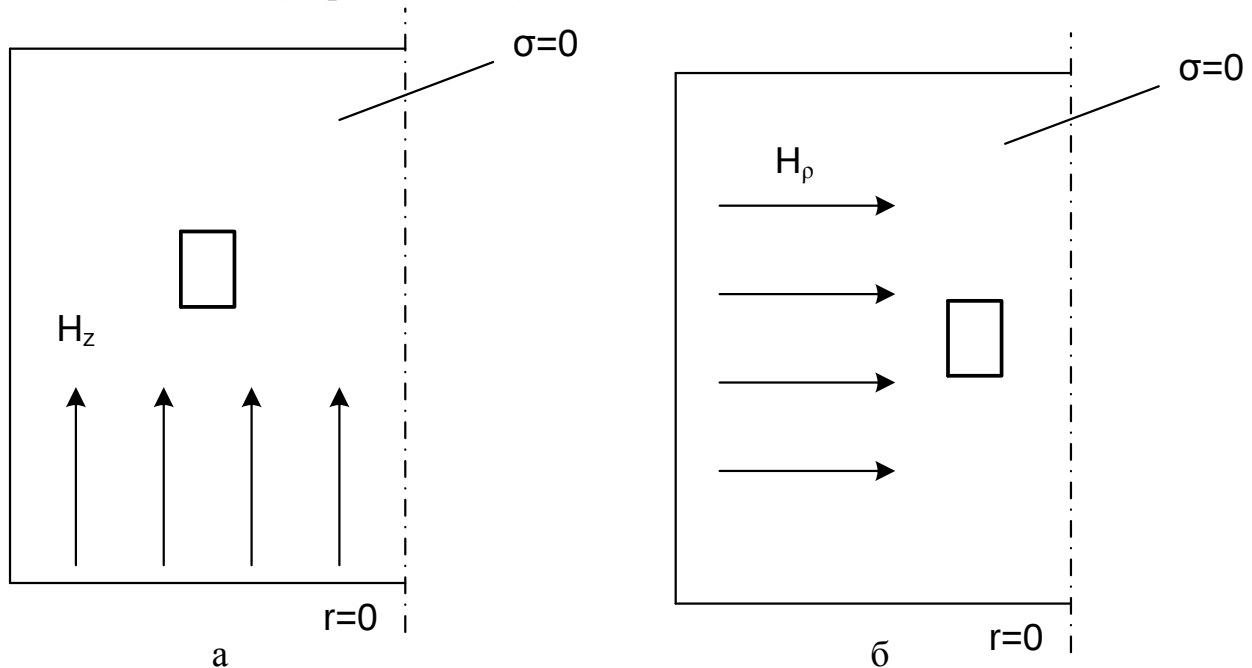


Рис.2. Виділення одиничного витка в сторонньому магнітному полі:

- а) при дії на виток ρ -складової напруженості магнітного поля;
- б) при дії на виток z -складової напруженості магнітного поля

Таким чином, виокремивши в кожному шарі одиничний виток (рис. 2) 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.

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.

МАЛОЕНЕРГОЗАТРАТНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА НА ОСНОВІ НОВІТНІХ ЛЮМІНЕСЦІЮЮЧИХ ОРГАНІЧНИХ МОЛЕКУЛ

Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О., к.ф-м.н.; Малюта М.В.

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

Розглянуто можливість створення низькоенергозатратних і дешевих за ціною джерел випромінювання світла, основою яких є органічні світловипромінюючі пристрої (OLED), які ефективно випромінюють світло при протіканні електричного струму через них. Піднято проблему пошуку нових органічних сполук з високою фото стабільністю та високим квантовим виходом люмінесценції, які, крім цього, можуть бути ще й легко синтезовані. Наведено результати спектральних досліджень (оптичного поглинання, флюоресценції та фосфоресценції) ряду нових люмінесціюючих молекул (спеціально синтезованих для виготовлення OLED), що містять пі-електронні системи.

Поставлена мета може бути вирішена частково використанням полімерної матриці, яка повинна бути оптично "прозорою" в діапазоні фосфоресценції світловипромінюючої молекули та мати збуджені енергетичні рівні вищими, ніж відповідні рівні світловипромінюючих молекул. Цей полімер, з одного боку, може легко зв'язати світловипромінюючі молекули та сформувати єдиний світловипромінюючий шар і, з іншого боку, може захистити ці молекули від впливу навколишнього кисню.

У роботі наведено результати спектральних досліджень (оптичного поглинання, флюоресценції та фосфоресценції) ряду нових молекул з високим квантовим виходом люмінесценції (спеціально синтезованих для виготовлення OLED), що містять пі-електронні системи. Було оцінено положення перших збуджених синглетного та триплетного рівнів енергії цих молекул.

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ПРИ ПОРІВНЯННІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

***Мірських Г.О.¹, к.т.н., доцент; Савченко П.І.² д.т.н., професор;
Пасєка Р.А.¹, студент***

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

²*Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. Петра Василенка, м. Харків, Україна*

Якість виконання енергетичним об'єктом заданих споживачем функцій (споживча якість) визначається не величиною якогось окремого параметра, а

всією їх сукупністю, котра дозволяє розрізнити однакові за призначенням об'єкти та визначити пріоритети їх використання. Це потребує формування на підставі сукупності вихідних параметрів об'єкта деякого узагальненого параметра, котрий міг би слугувати критерієм якості цього об'єкта, як цілісної системи [1, 2]. Такий узагальнений параметр (показник, критерій) якості залежить від первинних параметрів об'єкта й, за своєю суттю, є його відповідною математичною моделлю, яка зазвичай подається у вигляді деякої синтезуючої функції, до структури якої крім окремих показників якості входять додаткові параметри (вагові коефіцієнти), що визначають міру впливу (вагу) відповідного вихідного параметра на узагальнений критерій якості.

Як правило, первинна інформація щодо величин вагових коефіцієнтів (ВК) є результатом експертного опитування. При цьому незалежно від кількості факторів, котрі впливають на узагальнений критерій якості, судження експертів відносно величини цього впливу, тобто відносно величини ВК, звичайно, будуть різнитися. Тому визначення величини ВК передбачає, з одної сторони, узагальнення суджень експертів, а, з другої, - актуалізує задачу розроблення алгоритмів об'єктивізації формування критерію якості.

Зазначимо, що *розрізненість варіантів виконання об'єкта (а отже й його споживчі властивості) має бути пов'язана виключно зі зміною його первинних параметрів і не за яких умов не може залежати від вибору вагових коефіцієнтів*. Інакше кажучи, функція, якою задається узагальнений показник якості (функція якості), має бути (в ідеалі) стаціонарною відносно варіації ВК. Наприклад, якщо вибрана сукупність ВК забезпечує максимум узагальненим показникам якості всіх (на практиці, звичайно, визначеної сукупності) варіантів виконання об'єкта, то можна вважати (як мінімум не має підстав для заперечення), що ці варіанти порівнюються об'єктивно. Приймаючи наведене положення як базовий принцип об'єктивності вибору ВК можна ввести *критерій об'єктивності*, величина якого дорівнюватиме нулю, коли функція якості об'єкта співпадає з максимальним значенням, яке можна досягти за рахунок вибору ВК (тобто за рахунок максимізації вказаної функції в області можливих змін ВК при заданих первинних параметрах об'єкта).

При практичному використанні цього методу слід прийняти правило: *величини ВК визначені правильно за умови, що в області можливих змінень параметрів об'єкта, значення критерію об'єктивності мінімальне*.

Узагальнено алгоритм визначення ВК згідно наведеного методу можна подати в наступному вигляді.

1. Встановити область можливих змінень параметрів об'єкта й методику її сканування (наприклад, випадковим чином). Ця область, звичайно, має містити точку, яка відповідає оптимальному варіанту виконання об'єкта.

2. Визначити область можливих змінень значень ВК, використовуючи, наприклад, метод експертного опитування.

3. Для кожного значення вектора параметрів об'єкта знайти вектор ВК (звичайно, в межах області його можливих змін), який максимізує зведений показник якості.

4. Знайти значення зведеного показника якості для всіх установлених значень вектора параметрів об'єкта, прийнявши отримані в п.3 значення ВК.

5. Виконати п.3 та п.4 для всіх встановлених у п.1 значень параметрів.

6. Сортують результати, отриманих в п. 5, вибрати вектор ВК, який забезпечує мінімальне значення критерію об'єктивності, що буде відповідати мінімальному відхиленню зведеного показника якості, котре обумовлене впливом ВК.

Отримані результати показують, що для визначення ВК в процесі формування узагальненого показника якості з метою порівняння варіантів виконання енергетичних об'єктів, найприйнятнішою є гнучка стратегія, згідно якої результати експертного оцінювання доповнюються розрахунковими методами. Прийнявши таку методику можна суттєво зменшити, а то й практично нівелювати суб'єктивний фактор, притаманний традиційним методам визначення вагових коефіцієнтів.

Література

1. Хованов Н.В. Модели учета неопределённости при построении сводных показателей эффективности деятельности сложных производственных систем / Н.В. Хованов, Федотов Ю.В. / Научные доклады № 28R. СПбГУ, 2006. 37с.

2. Неклюдов Ю.В. О расчетном методе определения весовых коэффициентов при скаляризации векторного критерия качества / Материалы Всероссийской НТК "Наука и образование – 2002". Московский гос. техн. ун-т. М.: 2002. -С. 141-142.

CALCULATION OF MAGNETIC FIELD WINDING ON THE STATOR THE BRUSHLESS DC ELECTRIC MOTOR

Lyktej V., post-grad; Zhiltsov A., D. Sc. (Eng.)

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

Analysis of magnetic field of brushless DC electric motor is an important part in the task of designing and informed choice of electromagnetic loads of electric motors. Previously has been developed a mathematical model of brushless DC electric motor with permanent magnet that allows use to calculate the characteristics of the magnetic field taking into account the heterogeneity of the magnetic properties of the material. Its implementation in the first phase is to calculate the stator field. In general event, this requires the use of numerical integration methods of the Biot-Savart-Laplace law, which leads to the error in the calculation of magnetic field components. In some cases, at a certain geometry

stator winding brushless DC electric motor is allowed to obtain analytical expressions for the components of magnetic induction, which they create.

The purpose of research — calculation of the magnetic field currents in the stator winding in brushless electric motors with closet grooves under conditions adoption of planar magnetic field. We consider an electric motor with stator and rotor.

Design feature of the present electric motor is the presence of ferromagnetic thin jumper between the stator winding and the gap in the stator and rotor. In nominal mode, the motor ferromagnetic material from which it is made is included in the state of magnetic saturation. This is to a significant reduction in shunting the magnetic flux of the stator currents and permanent magnets these bridges, insight magnetic material which is close to the value of the magnetic permeability of air. This makes it necessary to take account of the nonlinear magnetic characteristics of the material in the calculation of the average motor torque provided by the design. Three-dimensional and two-dimensional mathematical model for calculating the characteristics of the magnetic field in Brushless DC electric motor with closed grooves taking into account nonlinear magnetic characteristics has been developed on the basis of method of secondary sources. The advantage of the method of secondary sources is narrowing the search area of unknown.

Findings. The calculation of the magnetic field currents in the stator winding in brushless electric motors with closet grooves is one of the stages of determining its characteristics. Therefore, on the basis the direct integration expressions for the components of the magnetic field created by the system of currents that are located in the grooves in the form of a curved trapeze, has been derived analytical formulas, which eliminates the error of numerical calculation of field currents in the stator winding in brushless electric motor.

References

1. Zhiltsov, A.V. and Lyktej, V.V. (2014), “Boundary value problem for the three-dimensional magnetic field inhomogeneity based on the magnetic properties of the medium”, *Problemy enerhoresursozberezhennia v elektrotekhnichnykh systemach. Nauka, osvita i praktyka. Naukove vydannia*, Vol. 1, no. 2, pp. 124–126. (in Ukrainian)
2. Stadnik, I.P. (2012), *Elektrodinamika: leksii s voprosami i zadachami* [Electrodynamics: Lecture with Questions and Problems], Tekhnika, Kyiv. (in Ukrainian)
3. Tosoni, O.V. (1975), *Metod vtorynnykh istochnikov v elektrotekhnike* [Method of secondary sources in electrical engineering], Energiya, Moscow. (in Russian)

СЕКЦІЯ 7. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ НА ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ РЕЛЕ

Мрачковський А.М., к.т.н., доцент; Дудар А.В., магістр

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

В електроустановках сільського господарства широко застосовується електромагнітні реле типу РПЛ-2204 з контакт-деталлями, що виготовлені із композиційного матеріалу СrН-10. Найбільш ненадійним і недовговічним елементом реле є контактна система, доля відмов якої складає 40-60% від всіх відмов електромагнітних реле.

Для підвищення надійності роботи реле був розроблений композиційний матеріал з інгредієнтами, які характеризуються термодинамічною стійкістю, відсутністю хімічної взаємодії з срібною матрицею і створення ерозійної мікроструктури на робочій поверхні контакту.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРІЙНОГО І КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Важливе практичне значення має розрахунок та аналіз механічних характеристик компенсованих асинхронних двигунів (КАД). Точність розрахунку механічної характеристики КАД багато в чому залежить від точності розрахунку струмів короткозамкненої обмотки ротора. На розподіл і величину струмів ротора суттєво впливає ефект витіснення вихрових струмів в масивних стрижнях ротора, який в різній мірі проявляється при різних ковзаннях ротора. В класичній теорії електричних машин дана задача розв'язується за допомогою колової схеми заміщення машини. Причому урахування ефекту витіснення виконується шляхом корегування параметрів обмотки ротора в залежності від величини ковзання за допомогою поправочних коефіцієнтів, які отримано при аналітичному розв'язанні окремої задачі про проникнення магнітного поля в один ізольований паз ротора з масивним електропровідним провідником.

Здійснити порівняльний аналіз механічних характеристик серійного асинхронного двигуна (АД) та КАД.

Проведено порівняльний аналіз механічних характеристик серійного АД типу АИР71В2 та розробленого на його основі КАД. Характеристики обох

двигунів розраховані польовим методом. Для розрахунку механічних характеристик використовувалася задана залежність струму в обмотці статора від ковзання. Дана залежність отримана попередніми розрахунками з використанням відомих значень параметрів і схеми заміщення короткозамкненого АД.

Результати порівняльного аналізу механічних характеристик серійного АИР71В2 і КАД зображено на рис. 1.

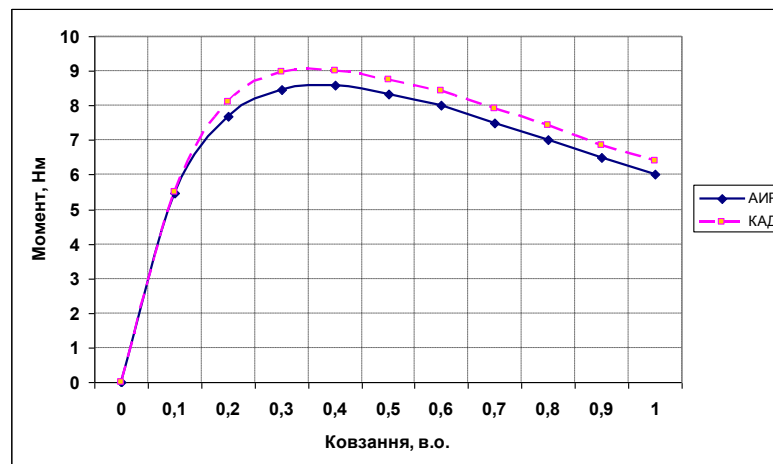


Рис. 1 – Механічні характеристики серійного АД та КАД

З точки зору експлуатаційних вимог механічна характеристика КАД має кращі показники ніж у серійного АИР71В2. На більшій частині характеристики крива КАД проходить вище за криву механічної характеристики АИР71В2. Зокрема, механічна характеристик КАД має вищий на 7% максимальний електромагнітний момент і вищий на 8% пусковий момент.

КАД має більш синусоїдний розподіл магнітного поля в повітряному проміжку (більшу амплітуду першої гармоніки магнітної індукції) завдяки наявності дванадцятизонної структури обмотки статора КАД. Покращення форми магнітного поля спричиняє більш ефективне електромеханічне перетворення енергії в КАД у тому числі і при пуску. Це сприяє перш за все покращенню динамічних показників КАД: збільшення миттєвих значень електромагнітного моменту КАД на протязі пуску двигуна призводить до зменшення часу пуску КАД.

Література

1. Васьковський Ю.М. Польовий аналіз електричних машин / Васьковський Ю.М. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 192 с. – (Навчальний посібник).
2. Васьковський Ю.М. Математичне моделювання електромагнітного поля компенсованого асинхронного двигуна / Васьковський Ю.М., Чуєнко Р.М. // Електротехніка і електромеханіка. – 2012. №2. – 26-30.

ЕРОЗІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДІВ НА ОСНОВІ МІДІ В УМОВАХ ДУГОВОГО РОЗРЯДУ НА ПОВІТРІ

Мрачковський А.М., к.т.н., доцент; Доценко Д.В., магістр
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Вивчено вплив структури спечених і конденсованих композиційних матеріалів на основі Cu і Mo на особливості процесів електричної ерозії під впливом тепла дуги на відкритому повітрі. Показано, що утворення легких сплавів і з'єднань в системі мідь-молібден-кисень обумовлює переважну роль високотемпературної корозії на стадії руйнування вихідної структури і формування вторинної в робочому шарі електрода під впливом дугового розряду.

Зміна фазового складу композиційного матеріалу в робочому шарі електрода і його вплив на масо- і електро перенос в міжелектродному проміжку впливають на температуру дугового розряду та інші його параметри.

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ

Мрачковський А.М., к.т.н., доцент; Єнько С.С., магістр
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Охарактеризовано срібловмісткі порошкові композиційні матеріали для розривних контактів низьковольтних автоматичних вимикачів, поява яких була обумовлена розвитком порошкової металургії, збільшеними вимогами до комутаційних апаратів та досягненнями матеріалознавства електричних контактів. Встановлено, що компонентами цих матеріалів поряд зі сріблом, були вольфрам, графіт, карбіди вольфраму, оксиди ряду металів і нікель.

Проаналізовано еволюцію контактних матеріалів і конструкцій контактних пар автоматичних вимикачів. Показано, що відбулися зміни пов'язані не стільки з розширенням набору компонентів контактних матеріалів, скільки з появою нових і вдосконаленням традиційних технологій їх виготовлення, які радикально вплинули на структуру і властивості контактів.

Шаруваті електричні контакти, контакти з нано і анізотропною структурою в даний час доступні провідним виробникам електричних контактів і широко використовуються лідерами в області виробництва низьковольтних автоматичних вимикачів. Нові за структурою електричні компоненти відрізняються істотно більш високими ерозійною стійкістю і стійкістю проти зварювання в порівнянні з їх історичними попередниками.

Шаруваті електричні контакти за рахунок меншого вмісту срібла відрізняються також і порівняно низькими цінами. Поява в цьому сегменті ринку нових за хімічним складом матеріалів в першу чергу з екологічними вимогами, обмежує вміст кадмію в контактах 0,01 масового відсотка.

Альтернативна композиція срібло - оксид олова не знайшла ще досить широкого застосування в якості контактів для низьковольтних автоматичних вимикачів, хоча використовується всіма провідними виробниками контактів і масово застосовується в інших видах комутаційних апаратів.

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ

Васюк В.В., асистент

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

Один з найважливіших видів контролю – допускний, полягає у встановленні співвідношень між значеннями параметру, що контролюється та встановленими певним чином границями (допусками) на його відхилення. Так як вимірювальним пристроям властиві похибки, результати, вимірювань потребують кількісних характеристик, що відображають ступінь довіри до отриманих результатів.

Достовірність результатів контролю – це показник ступеня об’єктивного відображення результатами контролю дійсного технічного стану об’єкта контролю. Вона може бути уявлена у вигляді двох складових частин – методичної достовірності та інструментальної достовірності.

Достовірність контролю (діагностування) визначається наступним чином:

$$D_K = D_M \cdot D_{\text{інстр}},$$

де D_M – методична достовірність контролю; $D_{\text{інстр}}$ – інструментальна достовірність контролю.

Методична достовірність визначається достовірністю алгоритму і достовірністю метода контролю.

Методична достовірність – складова достовірності контролю, яка визначається мінімальною сукупністю параметрів, які контролюються, методикою контролю та прийнятим сим в ній критеріями оцінки технічного стану об’єкта.

Величина методичної достовірності може бути визначена як відношення кількості інформації Jn_k , яка отримана в результаті обробки n_k ознак об’єкта, до апріорної ентропії об’єкта $H_o(N)$:

$$D_M = \frac{Jn_k}{H_o(N)} = \frac{H_o(N) - \sum_{i \in n_k} p_i \cdot H_o(N)}{H_o(N)}, \quad (1)$$

де $H_o(n_n) = - \prod_{i \in n_k} p_i \cdot \log_2 \prod_{i \in n_k} p_i - (1 - \prod_{i \in n_k} p_i) \log_2 (1 - \prod_{i \in n_k} p_i)$ – ентропія множини n_n ознак об'єкта, які не входять до складу n_n ознак; p_i – ймовірність отримання інформації об об'єкті при обробці інформації по i -ю ознаці; n_n – множина ознак об'єкта, за якими обробка інформації не здійснюється (інформація не відома); N – загальна кількість ознак.

Якщо $n = N$ то $D_M = 1, 0$.

Інструментальна достовірність – складова достовірності результатів контролю, яка визначається ймовірнісними властивостями ознак об'єкта, видом алгоритму обробки ознак, точнісними характеристиками засобів вимірювання та ін.

При допусковому контролі «придатним» визначається об'єкт з параметрами, результати вимірювань яких знаходяться в межах заданих допусків, та «непридатним» – об'єкт з параметрами, результати вимірювання яких знаходяться не в межах.

Величина експлуатаційних меж встановлюється інструкцією з експлуатації чи іншими відповідними документами для тих параметрів об'єкта, які контролюються в умовах експлуатації.

Межі – це встановлені досвідом або розрахунком границі для значень параметрів об'єкта, при яких він здатний виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники протягом необхідного часу при визначених умовах. При цьому допускається повна безвідмовність засобів контролю, а можливі результати контролю, обумовлені лише їх точнісними характеристиками і фактичним станом об'єкту контролю.

У результаті здійснення контролю отримаємо або результат, який визначає об'єкт контролю придатним (результат контролю знаходиться в межах встановлених допусків) – випадок, або результат, який визначає об'єкт контролю непридатним (результат контролю знаходиться за межами встановлених допусків) – випадок. У силу властивих вимірювальним пристроям помилок вимірювання отримані результати не можуть розглядатися як абсолютні.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНДЕНСОВАНИХ КОРОЗОСТІЙКИХ КОНДЕНСОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МІДІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Мрачковський А.М., к.т.н., доцент; Щур Д., магістр

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

Запропоновано процес легування мідної матриці цирконієм та ітрієм з загальним вмістом від 0,05 до 0,1% мас. В композиційних матеріалах шляхом випаровування міді через ванну-посередник зі сплаву Cu-0Zr-Y, що

забезпечує одночасно з легуванням збільшення швидкості випаровування міді в 2-3 рази. Проведено комплексні дослідження структури, фізико-механічних та експлуатаційних властивостей композиційних матеріалів Cu-Mo, Cu-W, Cu-Cr (Cu-Y, Zr-Cr)-Mo, (Cu-Zr, Y-Al)-Mo в широкому інтервалі концентрацій тугоплавкої фази. Встановлено формування шаруватої структури при концентрації молібдену 7-8% мас., вольфраму 4-5% мас., хрому – більше 7% мас. Поява шаруватості на макро- мікро і субмікрорівнях залежить від природи тугоплавких складових, їх взаємодії з міддю, наявності домішок та технологічних параметрів процесу. Встановлено утворення пересичених твердих розчинів в композиційних матеріалах Cu-W, Cu-Mo, Cu-Cr, які при розпаді утворюють шаруватість на всіх структурних рівнях дисперсності. Проведено комплексні дослідження корозійної стійкості конденсованої міді. Двох- та трьохкомпонентних композиційних матеріалів, та розраховано бал корозійної стійкості за результатами гравіметричних досліджень. На зразку системи Cu-Al визначено механізм плину корозійних процесів та представлено формулу для розрахунку глибини корозійних ушкоджень. Електронічними дослідженнями на просвіт вперше встановлено, що композиційні матеріали складу (мас.) Cu-0,1(Zr, Y)-(8/12) Mo мають середній розмір зерна приблизно 80 нм. В об'ємі матеріалу рівномірно розподілені дисперсні частинки молібдена. Мікроелектроннограма композиту має характерну кільцеподібну форму, що підтверджує факт, що вказані матеріали відносяться до нанокристалічних матеріалів. Випробування показали, що по експлуатаційній надійності розроблені матеріали не поступаються срібловмісним порошковим композиціям, але дешевші за них у 5-6 разів.

ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ПУСКУ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Трифазний асинхронний двигун, який складає основу електроприводу робочих машин, характеризується високими номінальними енергетичними показниками. Проте внаслідок технологічних похибок при виготовленні АД, недовантаження та важких умов експлуатації його реальні енергетичні показники погіршуються, що призводить до підвищених витрат електроенергії та зниження енергоефективності споживачів. Для покращання енергетичних характеристик асинхронного двигуна пропонується застосувати внутрішню ємнісну компенсацію реактивної потужності.

Визначити вплив внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності на величину струмів обмотки статора та електромагнітний момент компенсованого асинхронного двигуна під час його пуску.

Реалізація внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності в асинхронному двигуні полягає у тому, що за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності. Система рівнянь електричної рівноваги обмотки ротора складена для загальмованого електродвигуна, інваріантного за магніторушійними силами реальному двигуну, який обертається. Правомірність такої заміни підтверджується дотриманням однієї з найважливіших умов електромеханічного перетворення енергії – взаємної нерухомості магніторушійних сил нерухомої частини машини, та тієї яка обертається, в силу рівності швидкостей їх переміщення у просторі.

Характер розрахункових осцилограм пуску компенсованого асинхронного двигуна відповідає фізичним уявленням щодо динаміки пуску двигуна. Зокрема спостерігаються коливання струму статора, які після завершення розгону ротора закінчуються протіканням номінального струму. Спостерігаються також коливання електромагнітного моменту і частоти обертання ротора. Оскільки розглядається пуск КАД за номінального моменту опору на валу, то після завершення розгону електромагнітний момент також дорівнює номінальному.

Відношення амплітуди пускового струму до номінального складає $I_{1max}/I_{1y} = 15,2 / 3,4 = 4,47$, а пускового моменту $M_{max}/M_y = 13 / 3,76 = 3,45$. Наведені результати збігаються із розрахунковими значеннями даних відношень для струмів $I_{1max}/I_{1y} = 16,1 / 3,7 = 4,35$ та моментів $M_{max}/M_y = 12,8 / 3,54 = 3,61$.

Виконання компенсованого асинхронного двигуна за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності, не призводить до недопустимого збільшення пускового струму та електромагнітного моменту, величини яких призводили б до зменшення експлуатаційного ресурсу КАД у порівнянні з аналогічним серійним асинхронним двигуном.

Література

1. Копылов И.П. Электрические машины / Копылов И.П. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с.
2. Мишин В.И. Эффект внутренней емкостной компенсации реактивной мощности в асинхронных двигателях / Мишин В.И., Чуенко Р.Н., Гаврилюк В.В // Электротехника. – 2009. №8. – С. 30 – 36.
3. Сипайлов Г.А. Математическое моделирование электрических машин / Сипайлов Г.А., Лоос А.В. – М.: Высшая школа, 1980. – 176 с.
4. Методика розрахунку характеристик компенсованого асинхронного двигуна у несиметричних режимах / Чуенко Р.М., Гаврилюк В.В // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2011. – Вип. 166. – С. 261 -268.

CLASSIFICATION OF THE MATERIALS FOR THE LOW-VOLTAGE SWITCHING EQUIPMENT ELECTRICAL CONTACTS AND SPHERES OF THEIR APPLICATION IN THE ELECTRICAL ENGINEERING

Mrackovskyi A.M.

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

The primary materials being utilized for the electrical contacts of the low-voltage switching equipment have been classified by groups. The classification is based on the nature of the material (alloy or powder compound), its phase composition, as well as preferable functional purpose. As per the classification the 1st group of the materials includes pure and low doped silver, as well as alloys of the silver-copper system; 2nd group involves composite materials of silver – 10//69 mass. % nickel; 3rd – composite materials such as silver – metal oxide (CdO, SnO₂, CuO, ZnO) with oxide content of 8 to 20 mass.%; 4th group – composition of silver – 2//5 mass% graphite; 5th group – compositions of the silver – tungsten (molybdenum) or silver – tungsten carbide containing silver of 20 to 60 mass.%.

The contact material physical and mechanical properties are presented that are pertinent at their comparison and commonly used in the handbooks and technical electrical contact data documents.

The comparative contact features and primary spheres of application have been evaluated.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ НА КОНТАКТ-ДЕТАЛЯХ РЕЛЕ

Мрачковський А.М., к.т.н., доцент; Щур Д., магістр

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

Електроерозійна стійкість контактів реле в основному визначається матеріалом контактів та параметрами електричної дуги: величиною напруги, сили струму та тривалістю її горіння. Тривалість горіння дуги є визначальним фактором зносостійкості контактів. Тому було проведено осцилографування параметрів електричної дуги на контактах реле типу РПЛ-2204 для постійного струму величиною $I=10$ А, при напрузі $U=64$ В і постійній часу $\tau=40$ мс.

В результаті проведених досліджень на осцилограмах напруги виявлено три області. Перша область характеризує розрив робочих поверхонь контакт-деталей між собою, при цьому падіння напруги миттєво збільшується від 45 мВ до 13,5 В. Друга область характеризує напругу горіння дуги, що складає 13,5-17,0 В, а час горіння дуги – 3,5 мс. Третя область показує горіння дуги,

внаслідок чого струм зменшується до нуля, а напруга збільшується до 280 В, внаслідок дії індуктивності.

Напруга на контакт-деталях є безперервно зростаючою функцією часу; сила струму в дузі і час її горіння визначаються із рівняння електричного кола:

$$U = i \cdot R + L \frac{di}{dt} + U_{\text{Д}},$$

де: U - напруга джерела живлення, В; R – активний опір кола. Ом; L – індуктивність, Гн; $\frac{di}{dt}$ – швидкість зміни струму в дузі, А/с; i – струм дуги, А; $U_{\text{Д}}$ – напруга дуги, В;

На основі проведених досліджень встановлено:

1. Тривалість горіння дуги, яка виникла на контакт-деталях типу СрН-90 реле РПЛ-2204 визначається в основному величиною сили струму та індуктивністю.

2. Робочі поверхні і мікроструктура контакт-деталей значно змінюється, що знижує їх термін служби та надійність контактування.

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ГАРМОНІЧНОГО СКЛАДУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Санченко О.В.; Голодний І.М., к.т.н.

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

Сучасний регульований асинхронний привод, який базується на електронних перетворювачах напруги, є стає найбільш масовим. В той же час вказані перетворювачі створюють імпульси напруги та вищі гармоніки в мережі, що негативно впливає на роботу як самого електродвигуна, так і на інші споживачі електроенергії. Покращити гармонічний склад вихідної напруги можна при використанні частотних перетворювачів з синусоїдальною широтно-імпульсною модуляцією. Але вони мають високу вартість, що знижує ефективність їхнього використання для малопотужного електропривода.

Мета дослідження – зменшення вартості регульованого асинхронного електропривода малої потужності без погіршення якості електроенергії живлення.

Прийнятним рішенням для поставленої мети є регулятор напруги з керуванням за принципом широтно-імпульсного перетворювача ШІП, в якому чергуються періоди включення і виключення силових електронних приладів. Період циклу на кілька порядків менший періоду синусоїди

напруги живлення. При такому управлінні спотворення синусоїди мінімальні, а найближча вища гармоніка, за аналогією автономним інверторів з синусоїдальної ШІМ, спостерігається на несучій частоті.

На комп'ютерній моделі перетворювача, в якій до складу силового блоку входив діодний міст, в діагональ змінної напруги якого послідовно включені джерело змінної напруги і активне навантаження, а у діагональ постійної напруги – силовий транзисторний ключ на транзисторі IGBT, проведено порівняльний аналіз спектрального складу вихідної напруги. Схеми управління транзисторним ключем реалізована відповідно до функціональної схеми управління широтно-імпульсним перетворювачем.

Проведеними дослідженнями встановлено, що вихідна напруга перетворювача у своєму спектральному складі має вищі непарні гармоніки при частотах кратним несучій частоті f_0 . Їх дольовий вміст щодо першої гармоніки збільшується при зменшенні вихідної напруги.

Із збільшенням f_0 перші вищі гармоніки також зсуваються в бік вищих частот, але при цьому зростають втрати при комутації транзистора, тому потрібні подальші дослідження для оптимізації частоти комутації з урахуванням втрат у перетворювачі і якості спектрального складу вихідної напруги особливо при роботі перетворювача на активно-індуктивне навантаження.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНТАКТІВ КОНТАКТОРА ПРИСТРОЇВ РПН ТРАНСФОРМАТОРІВ

Мархонь М.В., асистент

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

На частоту обслуговування пристроїв регулювання напруги силових трансформаторів під навантаженням (пристрій РПН) під час експлуатації в основному впливає електрична зносостійкість контактів його контактора, яка в свою чергу залежить від матеріалу контактів.

У процесі досліджень проведено порівняння електричної зносостійкості контактів різних виробників в умовах експлуатації пристроїв РПН.

Досліджено контакти наступних виробників:

- НВП "Технологія" м. Кинешма на основі міді – вольфрамової композиції КМК-Б4Ж;
- ІПМ НАН України, м. Київ на основі міді – вольфрамової композиції КМК-Б45;
- НВП "Геконт", м. Вінниця на основі вольфраму – молібденової композиції МДК.

Література

1. Белкин Г.С. Адаптивные методы определения коммутационных характеристик выключателей / Г.С. Белкин // Электротехника, 2003. – №11. – С. 12–18.
2. Хольм Р. Электрические контакты / Р. Хольм. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961. – 464с.
3. Гамазин, С.И. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий./ С.И. Гамазин, Б.И. Кудрин, С.А. Цырук. – М., Московский энергетический институт, 2010. – 748 с.

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У СПОЖИВЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ЗАСІБ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ В АПК

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Аналіз показників розвитку сільського господарства протягом останніх років показує випереджувальне зростання енерго- та електроспоживання та неефективне споживання паливно-енергетичних ресурсів. Як наслідок, в умовах енергетичної кризи в Україні особливої актуальності набуває питання енергозбереження і розробки конкретних заходів з економії енергетичних ресурсів.

Визначити вплив індивідуальної компенсації реактивної потужності на техніко-економічні показники споживачів електроенергії.

Повну електричну енергію електричного кола можна розглядати як таку, що складається з двох частин: активної, що витрачається на виконання корисної роботи, та реактивної, яка коливається в електричному колі і не виконує корисної роботи. Активна потужність використовується електроприймачами для виконання корисної роботи і покриття теплових втрат, а реактивна – витрачається лише на створення магнітних полів в електродвигунах, трансформаторах, електричних котушках тощо [1].

Передача реактивної потужності по мережі призводить до додаткових втрат активної електроенергії та інших негативних наслідків. Загалом в Україні перетоки реактивної потужності між електричними мережами енергопостачальних організацій та споживачів викликають втрати активної електроенергії, які складають 5–7% від всієї електроенергії, що виробляється електричними станціями.

Індивідуальна компенсація полягає в розміщенні компенсуючого обладнання безпосередньо біля споживачів, групова – у розміщенні їх у вузлах системи електропостачання (наприклад, біля силових шаф та шинопроводів у цехах), централізована – у підключенні компенсуючого обладнання безпосередньо біля генераторів та вторинних обмоток трансформаторів (наприклад, на шинах 0,38, 6-10 кВ підстанцій). Крім цього, компенсація реактивної потужності призводить до ряду додаткових техніко-

економічних переваг: зменшення встановленої потужності, кількості трансформаторів та зменшення площі перетину кабелів.

Сільські споживчі мережі вкрай недостатньо оснащені засобами компенсації реактивної потужності, чим зумовлюється їх низькі техніко-економічні показники. Найбільш ефективним засобом обмеження рівнів реактивної електроенергії у споживчих мережах є використання індивідуальної ємнісної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів.

Література

1. Корчемний М.О., Федорейко В.С., Щербань В.В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
2. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.
3. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк / За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.
4. Марочкин В.К., Байлук Н.Д., Брилевский М.Ю. Экономия топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве. – Минск.: Ураджай, 1987. – 152 с.

RESEARCH of RELIABILITY of CONTACTS-DETAILS of ELECTROMAGNETIC STARTERS of a SERIES PML

Mrackovskyi A.M.

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

The electromagnetic starter of a series PML-1100.04 and PML-2100.04 are included into structure of an electric equipment of all technological systems of manufacture of products of animal industries. The named starters are completed by contacts-details from compositions on the basis of silver Ag-Ni, Ag-CdO, and also from an alloy CpM-0,2.

The influence of force of a current on electro erosive deteriorations of serial contacts-details is investigated. Is established, that the mobile and motionless contacts have various factor of electro erosive deterioration, at switching an electrical current.

Is investigated contacts-detail from a composition on a basis of copper, taking into account it higher (in comparison with silver) corrosion stability in aggressive environment, which is inherent in conditions of work on cattle-breeding farms. For increase of reliability of work of contacts – details the additives molybdenum, nickel and other components were entered into structure of the copper. Is an investigated law of change of transitive resistance of contact pairs under influence of chemically active components of technological environments.

The results of researches and tests allow to make a conclusion about an opportunity of application of the offered material on a basis of copper in contact.

RESEARCH of ELECTRICAL EROSION and TRANSITIVE RESISTANCE of CONTACTS-DETAILS of ELECTROMAGNETIC

Mrackovskyi A.M.

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

In electro installations of agriculture the electromagnetic relays such as RPL-2204 with contacts-details are widely applied which are made of a composite material CpH-10 (Ag-10of%; Ni-10of%).

With the help oscillography the record of electrical parameters of an arch on serial contacts-details of the relay RPL-2204 at switching an electrical circuit of a constant current by size 4,0; 6,3; 10A was carried out. The analysis of oscillogram has shown that the force of a current in the channel of an arch depends on size of a voltage in an arch, physics-mechanical properties of a contact material and time of burning of an arch. The dependence of size of electro erosive destruction of a material of contacts-details on force of a current and quantity of commutations is investigated. During tests marked the directed carry of a material from the cathode on the anode under action of a plasma arch.

The research of influence of an environment on change of transitive resistance of contact pair is carried out, the prevailing influence presence of a mix Sulphur hydrogen and ammonia on change of resistance is marked.

The nonlinear dependence of change of electrical erosion on the force of a current, character of loading (parity of paraments R and L), quantity of commutations, physics-mechanical properties of a material and his microstructure for materials is established on the basis of silver.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент

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

Для визначення впливу внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності на величину струмів обмотки статора та електромагнітний момент компенсованого асинхронного двигуна під час його пуску розробленою математичною моделлю [1, 2] в обчислювальному комплексі MATLAB – SIMULINK була створена віртуальна модель для дослідження компенсованих асинхронних двигунів (рис. 1). До складу моделі входять досліджуваний КАД (CAD), джерело змінної трифазної напруги (Voltage source), блок для задання механічного моменту на валу двигуна (Load Machanical Torque), універсальний блок вимірювання параметрів двигуна та осцилографи.

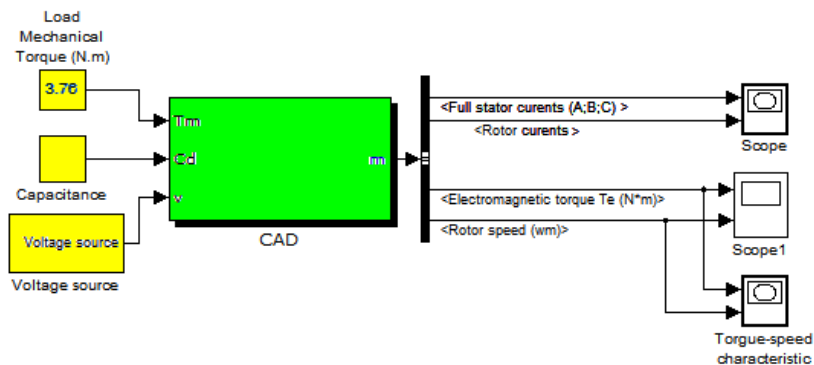


Рис. 1. Віртуальна модель для дослідження перехідних процесів в КАД

Характер розрахункових осцилограм пуску компенсованого асинхронного двигуна (рис. 2) відповідає фізичним уявленням щодо динаміки пуску двигуна. Зокрема спостерігаються коливання струму статора, які після завершення розгону ротора закінчуються протіканням номінального струму. Спостерігаються також коливання електромагнітного моменту і частоти обертання ротора. Оскільки розглядається пуск КАД за номінального моменту опору на валу, то після завершення розгону електромагнітний момент також дорівнює номінальному.

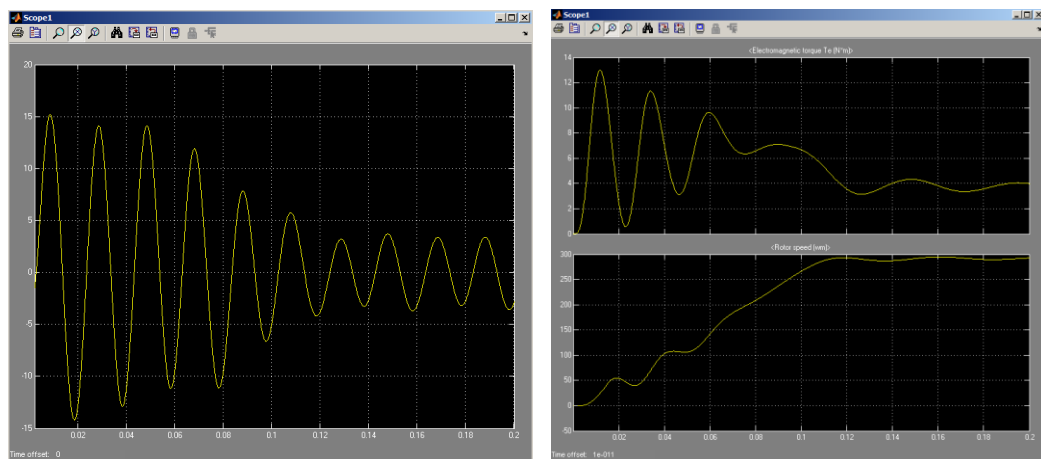


Рис. 2. Осцилограма струму статора, електромагнітного моменту та частоти обертання КАД

Відношення амплітуди пускового струму до номінального складає $I_{1max}/I_{1y} = 15,2 / 3,4 = 4,47$, а пускового моменту $M_{max}/M_y = 13 / 3,76 = 3,45$. Наведені результати збігаються із розрахунковими значеннями даних відношень для струмів $I_{1max}/I_{1y} = 16,1 / 3,7 = 4,35$ та моментів $M_{max}/M_y = 12,8 / 3,54 = 3,61$.

Виконання компенсованого асинхронного двигуна за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності, не призводить до недопустимого збільшення пускового струму та електромагнітного моменту, величини яких призводили б до

зменшення експлуатаційного ресурсу КАД у порівнянні з аналогічним серійним асинхронним двигуном.

Література

1. Мишин В.И. Эффект внутренней ёмкостной компенсации реактивной мощности в асинхронных двигателях / Мишин В.И., Чуенко Р.Н., Гаврилюк В.В // Электротехника. – 2009. №8. – С. 30 – 36.
2. Методика розрахунку характеристик компенсованого асинхронного двигуна у несиметричних режимах / Чуенко Р.М., Гаврилюк В.В // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2011. – Вип. 166. – С. 261 -268.

ОДНОФАЗНИЙ КОМПЕНСОВАНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент; Мархонь М.В., асистент

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

Відомий трифазний асинхронний електродвигун [1, 2], принцип дії якого заснований на використанні обертового магнітного поля m -фазної (коли $m \geq 2$) системи струмів, є конструктивно простим, дешевим та надійним. Проте умови створення обертового магнітного поля обумовлюють низку недоліків такого двигуна, головним із яких є споживання ним двох видів електричних потужностей – активної та реактивної. Ще більш вагомими недоліками мають однофазні асинхронні двигуни, які за однофазного живлення створюють пульсуюче магнітне поле за нульового пускового моменту. Коефіцієнт корисної дії та коефіцієнт потужності однофазного асинхронного двигуна є ще нижчими, ніж у трифазного.

Мета досліджень – розробка засобів для покращання енергетичних показників однофазного конденсаторного асинхронного двигуна шляхом перетворення його на двофазний із використанням фазозсувного елемента у вигляді конденсатора електричної ємності.

Загальна обмотка статора однофазного компенсованого асинхронного двигуна складається із двох окремих обмоток, які вмикаються за схемою поворотного АТ на електричну ємність C_d (рис. 1). Поте на відміну від трифазного асинхронного двигуна, де величина кута θ просторового зміщення обмоток одна відносно одної становить 30° , в однофазному конденсаторному асинхронному двигуні $\theta = 90^\circ$ (тобто у загальному випадку $\theta = \frac{\pi}{2m}$). При цьому відбувається подвоєння кількості фаз однофазного конденсаторного двигуна, чим забезпечується створення обертового магнітного поля та пускового моменту з його збільшенням від нуля до деякої величини M'_n (рис. 2, а), яка є більшою за величину пускового моменту базового двигуна, та можливістю запуску ОКД за відносно малого навантаження (до 0,5 від номінального).

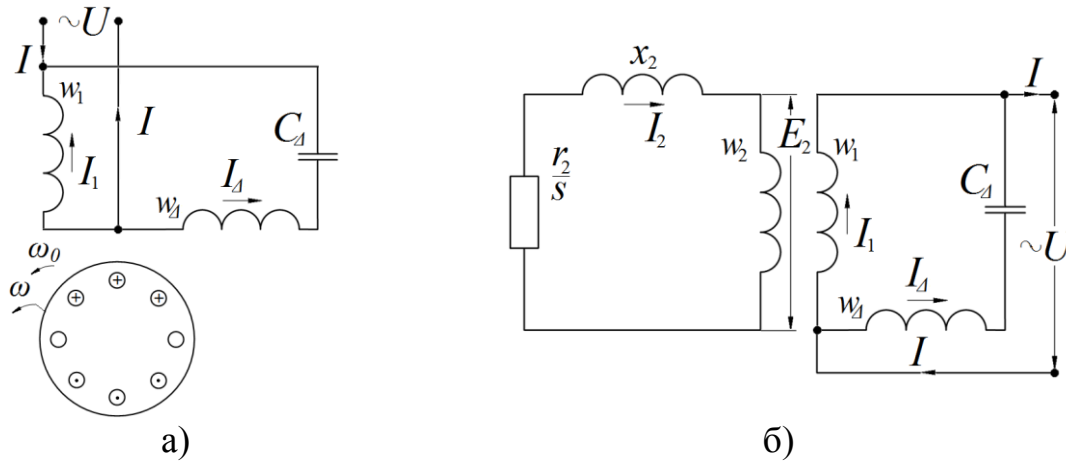


Рис. 1 – Принципова електрична схема обмотки статора (а) та схема заміщення (б) однофазного компенсованого електродвигуна

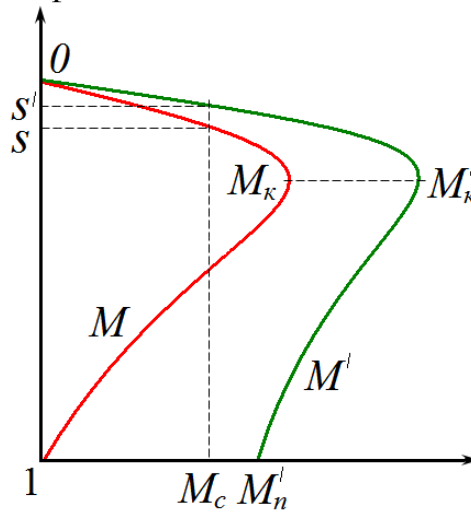


Рис. 2 – Механічні характеристики однофазного двигуна $M(s)$ і однофазного конденсаторного (компенсованого) двигуна $M'(s')$ (а) та трифазного базового асинхронного двигуна $M(s)$ і КАД $M'(s')$ (б)

Рівняння електричної рівноваги для фази ОКД за другим законом Кірхгофа, мають вигляд

$$\begin{aligned}\dot{U} &= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 z_1; \\ \dot{U} &= \dot{U}_\Delta + \dot{U}_{C\Delta} = -\dot{E}_\Delta + \dot{I}_\Delta Z_\Delta - jx_{C\Delta} \dot{I}_\Delta; \\ 0 &= -\dot{E}_2 + \dot{I}_2 z_2,\end{aligned}\quad (1)$$

де $\dot{E}_1 = \dot{E}_2 = -jx_m \dot{I}_0$, В – основна ЕРС обмоток w_1 статора та w_2 ротора; $\dot{E}_\Delta = j\dot{E}_1$, В – ЕРС додаткової обмотки Δw ; $z_1 = z_\Delta = r_1 + jx_1 = r_\Delta + jx_\Delta$, Ом – власні опори однакових обмоток w_1 та Δw ; $r_1 = r_\Delta$, Ом – їх активні опори; $x_1 = x_\Delta$, Ом – реактивні опори розсіювання; $z_2 = r_2/s + jx_2$, Ом – опір вторинної обмотки (ротора); x_m , Ом – опір кола намагнічування двигуна, який вважається сталим за [3] і визначається за кривою намагнічування з урахуванням її нелінійності [4, 5]; s – ковзання двигуна.

За заданих напруги живлення $\dot{U}$, параметрів двигуна [3] та внесеного реактивного опору $x_{сд}$ ємності C_d , вибраної величини ковзання $0 \leq s \leq 1$ режиму двигуна система рівнянь (1) розв'язується відносно шуканих струмів $\dot{I}_1, \dot{I}_d, \dot{I}_2, \dot{I}_0$ та залежних від них напруг $\dot{U}_d, \dot{U}_{сд}$, потужностей та моменту двигуна.

Наведена методика розрахунку характеристик однофазного компенсованого асинхронного двигуна. Аналіз отриманих характеристик дає можливість обґрунтувати зміну параметрів двигуна для підвищення енергетичної ефективності та покращання його пуско-регулювальних характеристик.

Література

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник /А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф В.И. Афонин, Е.А. Соболевская/ – М.: энергоиздат, 1982. – 504 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины / Вольдек А.И. – Л.: Энергия, 1976. – 782 с.
3. Компенсовані асинхронні машини: монографія / [В.І. Мішин, В.В. Каплун, Р.М. Чуєнко та ін.]. – К.: КНУТД, 2012. – 221 с.
3. Копылов И.П. Электрические машины / Копылов И.П. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с.
4. Мишин В. И. Эффект внутренней емкостной компенсации реактивной мощности в асинхронном электродвигателе / Мишин В. И., Чуєнко Р. Н., Гаврилюк В. В. // Электротехника. –М., – 2009. – №8. – С. 30–36.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Лут М.Т., к т н., професор; Коробський В.В., к.т н.,доцент

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

Метою дослідження є вивчення особливостей застосування компактних люмінесцентних ламп та дослідження їх характеристик.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

- дослідити технічні характеристики компактних люмінесцентних ламп;
- визначити умови економічно доцільної заміни ламп розжарювання на енергоощадні компактні люмінесцентні лампи.

Дослідження особливостей експлуатації компактних люмінесцентних ламп проводились у лабораторії експлуатації електрообладнання кафедри електричних машин і експлуатації електрообладнання Національного університету біоресурсів і природокористування.

При цьому використовувалися стенд для перевірки компактних люмінесцентних ламп і пускорегулювальних апаратів, цифровий мультиметр

ДМК 32, цифровий осцилограф GDS-820 та компактні люмінесцентні лампи ряду виробників.

Тліючий розряд у люмінесцентних лампах виникає за рахунок емісії електронів з активуючого покриття двох катодів(ниток розжарювання), розташованих з протилежних сторін трубки. При відсутності проблем в усталеному режимі в момент включення лампи (поки температура катодів не досягла номінального рівня) режим випромінювання електронів відбувається не стаціонарно, з більшою енергією і локалізацією місця їх випускання, що викликає відрив активного поверхневого шару катодів.

Як відомо, що холодна нитка розжарювання має менший опір, чим розігріта, що обумовлює при холодному пуску лампи значний імпульс струму, який може з часом викликати перегорання нитки.

Для звичайних ламп розжарювання «холодний» пуск є стандартним і у переважній більшості випадків ці лампи згорають під час увімкнення. Для люмінесцентних ламп переважнішим є «гарячий» пуск, коли лампа запалюється плавно, протягом 1-3 с, чого достатньо для розігрівання ниток розжарення катодів ламп.

При випаровуванні покриття катодів дещо змінюється режим «горіння» (що може виявлятися в зміні кольору свічення лампи) і зростають втрати в самому катоді. Як наслідок, нитка розжарювання починає нагріватися до більшої температури, зростає інтенсивність випаровування матеріалу нитки і процес «перегорання» різко прискорюється.

Обов'язковими вимогами щодо широкого застосування компактних люмінесцентних ламп є вимоги до їх надійності і вартості.

Останнім часом у продажу можна зустріти компактні люмінесцентні лампи з гарантійним терміном 0,5–1,5 років.

З'ясуємо, якою має бути гранична вартість лампи із середнім терміном служби 1 рік для того, щоб вона стала привабливою для покупця, розглянувши варіанти:

- 1) лампа розжарювання;
- 2) компактна люмінесцентна лампа.

Термін окупності становить:

$$T=(K_2-K_1)/(Z_1-Z_2),$$

де T – термін окупності; K_1 і Z_1 – капітальні витрати і річні витрати за першим варіантом; K_2 і Z_2 – те ж за другим варіантом.

Література

1. Фишман В. Энергосберегающие лампы. Эффективность и специфика применения // Новости ЭлектроТехники. – 2010. – № 5(60) . – с. 23-29.
2. Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе): ГОСТ Р 51317.3.2-2006 - [Чинний від 2006-01-07], - М.: Изд-во стандартов, 2006. – 22 с.

3. Электрическая энергия. совместимость технических средств электромагнитная. нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. 2006 - [Чинний від 1999-01-01], - М.: Изд-во стандартов, 1997. –57 с.

СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБМОТКОЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ТОКА

Брагида М.В., к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
г. Киев Украина*

Проектируя сварочные трансформаторы небольшой мощности (2,5...4 кВт), по техническому решению [2] был обнаружен существенный недостаток. Вследствие того, что мощность его небольшая, следовательно, масса магнитопровода малая и число витков обмоток будет увеличиваться. Исходя из выражения МДС [1]

$$H = \frac{I_{2min} \cdot W_2}{l_{cp}}, \quad (1)$$

где I_{2min} – минимальный сварочный ток, принимаем 60 А; H – напряженность магнитного поля магнитопровода регулирования сварочного тока, А/м; W_2 – число витков вторичной обмотки, вит; l_{cp} – длина средней линии магнитопровода, м,

Следует, что при неизменном минимальном сварочном токе увеличивается число витков, а значит, увеличится напряженность магнитного поля системы регулирования сварочного тока.

Система регулирования сварочного тока для трансформаторов малой мощности будет работать в режиме "глубокого" насыщения стали магнитопровода.

Уменьшить величину напряженности можно следующим образом:

– увеличить длину средней линии магнитопровода, т. е. увеличить его внутренний и внешний диаметры;

– вторичную обмотку сделать распределенной, а именно, часть вторичной обмотки намотать непосредственно по первичной, а другой ее частью охватить магнитопровод регулирования сварочного тока.

Обоснование параметров и методика расчета будут приведены в следующих работах.

Литература

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. М.: Высшая школа, 1973 – 750 с.
2. Пат. 72397 України МПК Н 01 F 30/06/ Трансформатор для зварювання /Васьковський Ю. М., Брагіда М. В., Чуєнко Р. М., Брагіда Є. М.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – №201014661; заявл. 06. 12. 10; опубл. 27. 08 12. Бюл. №16.

СИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ В СИСТЕМІ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Жильцов А.В., д.т.н., доц.; Кітнюк Д.О., аспірант

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

Для аналізу роботи синхронного генератора з постійними магнітами, як елемента системи живлення необхідно скласти схему заміщення. Потрібно розробити математичну модель для розрахунку характеристик електромагнітного поля в синхронному генераторі з постійними магнітами та на її основі встановити зв'язок між законом руху ротора машини з ЕРС, що виникають на обмотках статора, в режимі холостого ходу. Для цього необхідно розв'язати польову задачу на основі рівнянь Максвелла та рівняння руху [1]. Розв'язок може бути реалізовано скінченно-різницевиими методами або редукцією рівнянь Максвелла за допомогою метода вторинних джерел до інтегральних рівнянь з наступним чисельним їх розв'язанням [2]. В лінійному, необмеженому, кусково-однорідному просторі розроблено математичну модель для розрахунку характеристик магнітного поля постійних магнітів в синхронному генераторі у статичному режимі, шляхом зведення крайової задачі для рівнянь Максвелла до еквівалентного інтегрального рівняння відносно простого шару магнітних зарядів з наступним його розв'язком або методом послідовних наближень або зведенням його до системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

На основі методу вторинних джерел розроблено математичну модель для розрахунку характеристик електромагнітного поля в синхронному генераторі з постійними магнітами та встановлено зв'язок між законом обертання ротора машини з законом зміни ЕРС на обмотках статора без їх навантаження.

Література

1. Стадник И.П. Электродинамика. Лекции с вопросами и задачами. – К.: Техника, 2012. – 336 с.
2. Тозони О. В., Маергойз И. Д. Расчет трехмерных электромагнитных полей. – К.: Техніка, 1974. – 352 с.

ОЦІНКА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ЗАМКНУТИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ

Радько І.П., к.т.н., доцент

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

Нашими дослідженнями на підставі дифузійної моделі окислення плями контакту отримано залежності, що описують зростання опору контакту у

часі. На підставі цих залежностей запропоновані формули для прогнозування терміну служби замкнутих електричних контактів.

На практиці за критерій відмови приймають зростання опору в $k = R / R_0$ разів порівняно із початковим значенням. Крім цього, для теоретичного розрахунку терміну служби контакту необхідно розташовувати значеннями коефіцієнта дифузії і середнім розміром п'ятна контакту. Обидві ці величини не завжди можливо визначити для конкретного електроконтактного з'єднання. У цьому випадку запропонована практична методика прогнозування залишкового ресурсу контактного з'єднання, заснована на періодичному вимірюванні опору контакту у процесі експлуатації.

На основі цих вимірювань для даного конкретного контакту прогнозується залишковий ресурс. Методика перевірена на електричних контактах різної конструкції, в т.ч. в умовах фреттінг - корозії.

При експлуатації якості контактних з'єднань контролюється або шляхом визначення температури нагрівання контактів, або на основі вимірювання їх електричного опору.

Температура нагріву, як правило визначається дистанційними електротермометрами (пірометр, тепловізор) або різними індикаторами. Дуже перспективна діагностика стану контактів шляхом індикації температури спеціальними термоплівками.

Література

1. Родштейн Л. А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 304 с.
2. 71. Способ оценки эрозии контактов в коммутационной аппаратуре / И.И. Стручков, Г.И. Гончаренко, Б.Г. Кахан // Электротехника. 1983 №4. С. 1 – 8.
3. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. 5-е изд. Л.: Энергия, 1975.

ТРАНСФОРМАТОР З ПЛАВНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ СТРУМУ

Брагіда М.В., к.т.н., доцент; Зубков І.С., магістр

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

Запропоноване технічне рішення трансформатора [1-3] дозволяє плавно регулювати струм та напругу у визначених межах. Трансформатор складається із двох кільцевих магнітопроводів. На один намотана первинна обмотка, яка приєднана до електричної мережі. На другому магнітопроводі розміщена обмотка регулювання. Вторинна обмотка трансформатора охоплює обидва магнітопроводи.

Параметри магнітопроводу обмотки регулювання розрахуємо, виходячи із оптимальних режимів діапазону регулювання струму, що обумовлюється технологічним процесом.

Суть регулювання струму полягає в тому, що сам магнітопровід, який охоплюється вторинною обмоткою є індуктивним опором для неї. Змінюючи цей індуктивний опір завдяки проходженню струму по обмотці регулювання (аналогічно явищу "реакція якоря"), змінюємо величину вихідного струму плавно і в широких межах.

Пристрій можна використовувати як трансформатор з плавним регулюванням напруги. Для цього необхідно до вторинної обмотки приєднати змінний опір або електронний пристрій для регулювання струму. Змінюючи струм вторинної обмотки, в обмотці регулювання отримаємо змінну напругу.

Такий трансформатор можна ефективно використовувати, наприклад, для зварювання; як джерело струму для перевірки теплових реле та розчіплювачів автоматичних вимикачів тощо. Енергія, що виділяється при регулюванні не розсіюється і не витрачається на нагрівання магнітопроводу. Вона може бути використана для технологічних потреб (нагрівання води, вентиляції, зарядки акумуляторної батареї тощо).

Література

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. М.: Высшая школа, 1973 – 750 с.
2. Вольдек А. И. Электрические машины: [учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений] /А. И. Вольдек. — [2-е изд. перераб. и доп.]– Л.: Энергия, 1974. — 840 с.
3. Пат. 72397 України МПК Н 01 F 30/06/ Трансформатор для зварювання /Васьковський Ю. М., Брагіда М. В., Чуєнко Р. М., Брагіда Є. М.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – №201014661; заявл. 06. 12. 10; опубл. 27. 08 12. Бюл. №16.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТОПРОВОДУ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ

Брагіда М.В., к.т.н., доцент; Зубков І.С., магістр

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

В технічному рішенні [3] величина та діапазон струму та напруги залежать від параметрів регульовального магнітопроводу, а саме від його площі поперечного перерізу та середньої довжини кільця. Слід пам'ятати, що регулювання струму можна здійснювати лише в сторону його збільшення, а тому потрібно задати необхідний мінімальний струм вторинної обмотки та її напругу.

Струм, що протікає по вторинній обмотці при замиканні виводів, буде обмежуватись індуктивним опором магнітопроводу. Нехтуючи активним опором провідників можна записати

$$U_2 = I_{2min} \cdot \omega L = I_{2min} \cdot 2\pi fL \quad (1)$$

де f – частота змінного струму, Гц; $f=50$ Гц; L – індуктивність обмотки регулювання, Гн.

Згідно із [1] індуктивність для кільцевого магнітопроводу визначається із виразу:

$$L = \frac{\omega_2 \mu \mu_0 h}{2\pi} \cdot \ln \frac{R_1}{R_2}, \quad (2)$$

де h – висота магнітопроводу мм; R_1 – внутрішній радіус кільця магнітопроводу мм; R_2 – зовнішній радіус кільця магнітопроводу мм;

Величину μ_0 виразимо через величини магнітної індукції B та напруженості магнітного поля H згідно таблиці намагнічування сталі [2].

Зовнішній та внутрішній радіуси кільця приймемо рівними параметрам магнітопроводу трансформатора, а величину напруженості магнітного поля H визначимо із рівняння МРС:

$$H = \frac{l_{2min} \cdot W_2}{l_{cp}}, \quad (3)$$

де W_2 – число витків вторинної обмотки, шт.; l_{cp} – довжина середньої лінії кільця, мм.

Підставивши (1), (3) в (2) отримаємо:

$$h = \frac{U_2 \cdot H}{f \cdot \omega^2 \cdot B \cdot \ln \frac{R_2}{R_1} \cdot l_{2min}}. \quad (4)$$

Литература

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. М.: Высшая школа, 1973 – 750 с.
2. Гольберг О.Д. Проектирование электрических машин: [учеб. для втузов] / Гольберг О. Д., Гурин Я. С., Свириденко И. С. – М.: Высш. шк., 1984. – 431 с.
3. Пат. 72397 України МПК Н 01 F 30/06/ Трансформатор для зварювання /Васьковський Ю. М., Брагіда М. В., Чуєнко Р. М., Брагіда Є. М.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – №201014661; заявл. 06. 12. 10; опубл. 27. 08 12. Бюл. №16.

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО НЕРУЙНІВНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ

Васюк В.В., асистент

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

Для суттєвого полегшення обробки металів, використовують додаткову дію електричним струмом, густина якого перевищує деяке граничне значення (сотні А/мм²). При цьому відбувається пружне розвантаження залишкових напружень в металі, це явище вочевидь і служить основою способу

визначення залишкових напружень методом електронної спекл-інтерферометрії.

Метою дослідження є визначення параметрів струмових імпульсів, при яких досягається місцева релаксація залишкових напружень в металевому зразку.

Експериментально встановлено, що розвантаження настає при поєднанні двох взаємодіючих факторів – імпульсу струму та динамічного тиску на зону контакту. Для сплаву АМг6 амплітуда струму 800 А, динамічне зусилля 250 Н.

Отже, для отримання результатів необхідно: забезпечити надійний (100%) контакт «електрод-зразок», який можливий при початкових зусиллях притискання електрода не менше ~ 1 кг, електрод в місці контакту повинен мати радіус заокруглення 2,5...3 мм, параметри розрядного кола повинні бути стабільні.

НАНЕСЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ

Мархонь М.В., асистент

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

Відомі на сьогодні теоретичні та експериментальні дані однозначно вказують на ефективність застосування композиційних покриттів для підвищення фізико-механічних та втомних характеристик металів і сплавів на їх основі. Велика кількість матеріалів матриці та наповнювача вимагає реалізації широкого діапазону технологічних параметрів електролізу, контролю складу електроліту, вмісту наповнювача, можливості його дозування, контролю кількості та рівномірності розподілу частинок в об'ємі електроліту.

Для реалізації вищеописаних процесів пропонується використовувати установку на базі рН-метру, яка дозволяє проводити електроліз на вертикальному і горизонтальному катоді. До складу установки входить рН-метр, який призначений для контролю величини рН безпосередньо під час проведення електролізу.

Для розширення меж робочих температур при електролізі, точності і стабілізації температури електроліту та рівномірності розподілу температури в об'ємі електроліту в гальванічній ванні розміщується мідний змішувач теплообмінник, який може працювати в режимах нагрівання та охолодження електроліту.

Потрібно також відмітити, що важливими факторами [1], які забезпечують якість композиційних електролітичних покриттів є рівномірність розподілу частинок наповнювача, об'ємний вміст частинок в

матриці, якість зарощування частинок в матеріалі основи. Ці основні характеристики забезпечуються встановленням різного типу мішалок.

Література

1. Теория процессов на контактах. Омельченко В.Т. - Харьков: Вища школа. Из-во при Харьк. ун-те, 1979. 128 с.

ОБГУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИБОРУ ІНГРЕДІЄНТІВ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ

Мархонь М.В., асистент

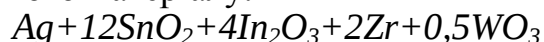
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Практично неможливо створити універсальний контактний матеріал, який би відповідав всім існуючим вимогам, а тому залежно від функціонального призначення контактної вузла доводиться приймати компромісне рішення. Для надійної роботи комутаційних апаратів з екологічно безпечними контактами вони повинні протидіяти впливу електричної дуги, хімічно і біологічно агресивному середовищу тваринницьких і птахівничих приміщень, а також механічним навантаженням.

Матеріали для контакт-деталей комутаційних апаратів вибираються на основі аналізу характеристик компонентів композиційних контактних матеріалів [1].

Контактний матеріал на основі срібло-оксид олова ($Ag-SnO_2$) згідно є одним із перспективних матеріалів для заміни контактів з наявністю в них оксиду кадмія (CdO), токсичність якого спонукає до пошуку замінювача.

На основі проведених досліджень був встановлений оптимальний склад композиційного контактної матеріалу:



Він має дрібнозернисту структуру з рівномірним розподілом оксидів всередині зерна та перевищує композицію матеріалу контактів КМК-А10 за величиною зносостійкості при комутації струму 100-150 А.

Шар напрацювання з тонкодисперсною структурою обмежено зв'язаний з основним матеріалом контакту. Він відрізняється від основного матеріалу фазовим і хімічним складом, структурою і властивостями, що в значній мірі визначають характер ерозії і ерозійну стійкість контактів.

Шари напрацювання виникають, як результат реакції матеріалу контакту на вплив електродугового розряду і вібрацій при комутації. Як показали дослідження, окремі типи шарів напрацювання здатні виконувати захисні функції, підвищувати ерозійну стійкість контактів.

Література

1. Теория процессов на контактах. Омельченко В.Т. - Харьков: Вища школа. Из-во при Харьк. ун-те, 1979. 128 с.

ПРОГНОЗУВАННЯ І МОНІТОРИНГ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ В УМОВАХ АПК

*Квітка С.О., к.т.н., доцент; Квітка О.С., аспірант
Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Подальше зростання енергоозброєності АПК потребує вирішення проблем надійності і довговічності електроустаткування, що експлуатується. Основним споживачем і перетворювачем електроенергії служить електропривод на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, від надійності якого залежить нормальне протікання будь-якого технологічного процесу. Експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором, як у промисловості так і у сільському господарстві, залишається невисокою. Їх аварійність щорічно складає 20-25 %. В аварійних режимах роботи струми, які протікають в обмотках статора і ротора електродвигуна, перевищують номінальні значення. В результаті чого перегріваються обмотки й зношується ізоляція, стан якої визначається не тільки значенням струму, але і його тривалістю [1]. Тому моніторинг експлуатаційних режимів роботи та прогнозування остаточного ресурсу ізоляції обмоток трифазних асинхронних електродвигунів в умовах АПК є актуальною задачею.

Внаслідок аналізу умов експлуатації електродвигунів в умовах АПК були сформульовані вимоги до пристрою моніторингу експлуатаційних режимів роботи трифазних асинхронних електродвигунів, в якому передбачений контроль наступних діагностичних параметрів: споживаного електродвигуном струму по фазах; фазної напруги мережі; температури ізоляції обмотки статора електродвигуна.

Даним вимогам відповідає запропонований пристрій (рис. 1). Пристрій призначений для моніторингу експлуатаційних режимів роботи і прогнозування остаточного ресурсу ізоляції обмоток трифазних асинхронних електродвигунів.

Пристрій реалізований на сучасній елементній базі, а його основою є мікроконтролер 4 [2]. Пристрій складається з наступних блоків: блоку контролю температури ізоляції обмотки статора електродвигуна 1, блоку контролю споживаного струму 2 і фазної напруги 3, блоку звукової сигналізації 5, блоку виконавчих реле 6, клавіатури 7, блоку цифрової індикації 8 і світлової сигналізації 9, пристрою пам'яті 10, комунікаційного порту 11, годинника реального часу 12 і блоку живлення 13.

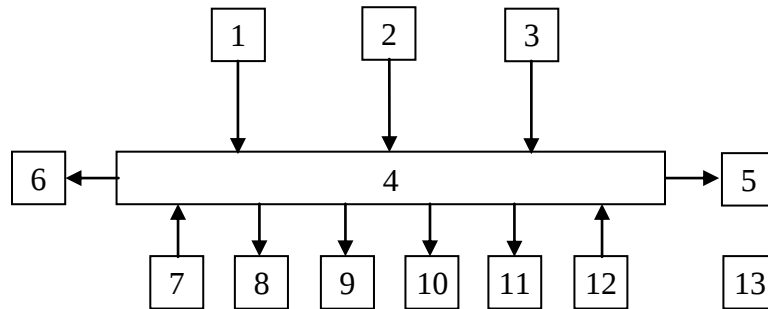


Рисунок 1 – Пристрій моніторингу експлуатаційних режимів роботи трифазних асинхронних електродвигунів

Запропонований пристрій моніторингу експлуатаційних режимів роботи і прогнозування остаточного ресурсу ізоляції обмоток трифазних асинхронних електродвигунів дозволяє контролювати температуру ізоляції обмотки статора, струм споживаний електродвигуном, фазну напругу (наявність і рівень) і, при небезпечному їх відхиленні від заданих значень, автоматично відключати електродвигун, що дозволяє захистити його від основних аварійних режимів роботи; повністю використовувати перевантажувальну здатність електродвигуна в межах допустимих перевищень температури; прогнозувати остаточний ресурс ізоляції обмоток асинхронних електродвигунів.

Література

1. Квітка С.О. Дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під впливом неповнофазного режиму роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, Ю.О. Стьопін, О.С. Квітка // Праці ТДАТУ. – Вип. 15. Т.2. – Мелітополь : ТДАТУ, 2015. – С. 218-222.
2. Пат. 67971 Україна, МПК H02H 7/09 (2006.01). Пристрій автоматичного захисту групи електродвигунів від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, О.С. Квітка (Україна). – № u201110072; заявл. 15.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5. – 4 с.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ

Васюк В.В., асистент

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

Підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості продукції, що випускається – основні завдання, що стоять перед сільським господарством. Успішне вирішення цих завдань в основному залежить від розробки і впровадження прогресивних технологій на основі нових методів і новітнього сучасного технологічного обладнання, що забезпечить багаторазове підвищення продуктивності праці, зниження трудомісткості та

енергоємності виробництва при одночасному підвищенні якості і високої надійності.

Залишкові напруження (ЗН) це пружні деформації і відповідні їм напруження, врівноважені всередині тіла при відсутності зовнішніх сил. Переважно залишкові напруження відіграють негативну роль та істотно впливають на надійність і довговічність техніки.

В самий початковий період створення конструкцій, на стадії їх проектування, необхідно передбачати можливість появи в них значних ЗН і деформацій, які можуть змінити проектні форми та розміри. У тих випадках, коли зміна розмірів конструкції виходить за межі допустимих, доводиться застосовувати спеціальні заходи щодо запобігання або зменшення залишкових деформацій і напружень. Для цього необхідно знати систему їх класифікацій і основні закони їх виникнення. Залишкові напруження зазвичай класифікують за ознаками протяжності силового поля і фізичної сутності.

Загально прийнятою є класифікація:

Напруження 1-го роду – макронапруження. Вони охоплюють області, співмірні з розмірами деталі, і мають орієнтацію, пов'язану з формою деталі, викликані неоднорідністю силового, температурного або матеріального поля всередині тіла. Вони виникають в результаті різних технологічних факторів при його виготовленні. Їх величина визначається щільністю дислокацій, а знак залежить від характеру розташування однорідних дислокацій по відношенню до поверхні деталі, наприклад стискаючі ЗН.

Напруження 2-го роду – мікронапруження(кристалічні), що поширюються на окремі зерна металу або на групу зерен також і напруження всередині окремого зерна. Вони виникають у полікристалічних металах в процесі деформації великих обсягів в результаті взаємодії зерен. Ці напруження є наслідком неоднорідності фізичних властивостей різних компонентів полікристала, а також обмежених умов деформації окремого зерна і анізотропії властивостей всередині його. Основними причинами їх виникнення є фазові перетворення, зміни температури, анізотропія механічних властивостей окремих зерен, межі зерен і поділ зерна на фрагменти і блоки при пластичній деформації.

Відмінність мікро і макро напружень полягає не тільки у величині масштабу їх прояву. Макронапруження можуть виникати в будь-якому суцільному однорідно ізотропному середовищі. Мікронапруження в такому матеріалі існувати не можуть, вони можуть виникати внаслідок істотної неоднорідності кристалічного матеріалу і його анізотропних властивостей.

Напруження 3-го роду – субмікроскопічні напруження пов'язані з спотворенням атомної решітки кристала. Скупчення великої кількості дислокацій в граничних шарах викликає численні спотворення атомної решітки, а це створює напруження. Поряд з цим граничний шар – зона

силової взаємодії між окремими зернами – створює поле мікронапруження, що охоплює всю поверхню зерна.

Виникнення залишкових напружень пов'язано з різними процесами, що відбуваються в металі. Технологічні фактори (способи та режими обробки поверхні, стан інструменту, системи та ступінь охолодження та ін) роблять визначальний вплив на величину і знак залишкових напружень. Протягом однієї технологічної операції можуть діяти один або декілька чинників різної природи.

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОПЛАСТИЧНОГО ЕФЕКТУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ

Васюк В.В., асистент

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

У сучасних умовах низької інноваційної активності все більш актуальною стає розробка способів зниження і стабілізації рівня залишкових напружень, що дозволяють максимально продовжити експлуатацію діючих об'єктів.

Залишкові напруження (ЗН) це пружні деформації і відповідні їм напруження, врівноважені всередині тіла при відсутності зовнішніх сил. Особливість роботи конструкцій і обладнання умовах сільського господарства полягає в дії підвищеного тиску і температури, агресивних середовищ, абразивного зносу, перевищенням розрахункового терміну експлуатації, що й обумовлює виникнення ЗН. Вони виникають в металах при виготовленні, після завершення будь-яких технологічних процесів: зварюванні, процесах обробки металів (штампування, лиття, термічна обробка), зміцнення і відновлення деталей і елементів конструкцій[1,2]. Можливості регулювання рівня ЗН технологічними прийомами обмежені, і зазвичай їх рівень залишається досить високим навіть при оптимальній технології виготовлення.

Переважно залишкові напруження відіграють негативну роль та істотно впливають на надійність і довговічність техніки. Існує достатньо прикладів руйнувань, викликаних значними технологічними залишковими напруженнями, знижується міцність при змінних циклічних навантаженнях, металеві вироби часто руйнуються або приходять в непридатність через зміну їх розмірів в результаті що знижується точність, що призводить до підвищеного зносу, порушується нормальна робота машин і механізмів, погіршується корозійна стійкість. Сумуючись з напруженнями від зовнішніх сил, ЗН можуть перевищити межу пружності, що призводить до нерівномірної пластичної деформації, викривлення, скручування і т.д. [3].

Але, в деяких випадках стискаючі залишкові напруження в поверхневих шарах деталі підвищують втомну міцність і довговічність матеріалу. [4]

Для суттєвого полегшення обробки металів використовують додаткову дію електричним струмом, густина якого перевищує деяке граничне значення (сотні А/мм²). При цьому відбувається пружне розвантаження залишкових напружень в металі.

Метою дослідження є визначення параметрів струмових імпульсів, при яких досягається місцева релаксація залишкових напружень в металевому зразку.

Експериментально встановлено, що локальне розвантаження настає при поєднанні двох взаємодіючих факторів – імпульсу струму та динамічного тиску на зону контакту. Для сплаву АМТ6 амплітуда струму склала 800 А, динамічне зусилля 250 Н. Моделювання електромеханічного процесу виконано для заданих елементів розрядного ланцюга при спільному вирішенні польової електромагнітної задачі та рівняння руху.

Література

1. Биргер И.А. Остаточные напряжения. / И.А. Биргер – М. : Машгиз, 1963.-232 с.
2. Винокуров В.А. Сварочные деформации и напряжения / В.А. Винокуров – М.: Машиностроение, 1968. - 345 с.
3. Петушков В.Г. Влияние электрогидроимпульсной обработки на дислокационную структуру сварных соединений / В.Г. Петушков, В.С. Опара, Е.С. Юрченко // Сварочное производство. 1984. № 10. С. 10-11.
4. Стеклов О.И. Стойкость материалов и конструкций к коррозии под напряжением. / Стеклов О.И. М.: Машиностроение, 1990. - 384 с.

АНАЛІТИЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Васюк В.В., асистент

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

Основою для прогнозування технічного стану є аналітичне прогнозування, при якому по багатовимірному вектору станів $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$ або діагностичних сигналів $X(x_1, x_2, \dots, x_m)$, виміряних в моменти часу $t_1, t_2, \dots, x_i, \dots, x_k$, необхідно визначити їх значення в наступні моменти часу $t_j (j = k+1, \dots, k+l)$. Задача прогнозування технічного стану об'єкта полягає в отриманні масиву значень прогнозованого параметра $X(t_i)$, його аналізі та виділенні тенденції в вигляді тимчасової функції, визначенні прогнозованої величини параметра $X(t_j)$ й оцінці точності прогнозу.

СЕКЦІЯ 8. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТА З КОМПАКТНИМ ПУЧКОМ ТРУБ

Троханяк В. І.¹, асистент; Горобець В. Г.¹, д.т.н.;

Богдан Ю.О.², ст. викладач

¹*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

²*Київська державна академія водного транспорту
ім. гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного*

Для визначення теплового стану трубного пучка теплообмінного апарата необхідно знання температур і коефіцієнтів тепловіддачі на поверхні пучка. Дані результати можна отримати в ході експериментальних досліджень. Однак підготовка експерименту та обробка результатів досить трудомісткий процес. Другий спосіб – отримання розподіл параметрів для реальної конструкції за допомогою комп'ютерного математичного моделювання. Дане моделювання допомагає в ході процесу вдосконалювати конструкцію з метою отримання бажаних результатів.

В основі досліджень лежить проведення експериментів по теплообмінному апараті нової конструкції з компактним розміщенням пучків труб та порівняння їх з чисельним математичним моделюванням.

За допомогою проведення чисельного моделювання переносів тепло- і масопереносу та розрахунку локальних гідродинамічних і теплових характеристик теплообмінника-рекуператора за допомогою пакету САПР ANSYS Fluent 14. Проведені розрахунки та загальна концепція комп'ютерно-математично моделювання дали можливість розробити нову установку кожухотрубного теплообмінника-рекуператора зі змінно-дотичним методом розміщення пучка труб.

Проведені експериментальні дослідження для системи охолодження припливного повітря водою підземних свердловин. Схема експериментальної установки представлені на рис. 1. В якості робочого середовища використовувалось підігріте повітря, яке охолоджувалось водою.

При проведенні експериментального дослідження повітря, яке надходило в установку й підігрівалося за допомогою ТЕНів до температур +27, + 41 °С, з вхідною швидкістю 9,25, 11,1 та 12,85 м/с. Одночасно в теплообмінний апарат для охолодження припливного повітря, надходила вода з температурою в межах від 12 до 13 °С із витратою 40, 45 та 50 л/хв.

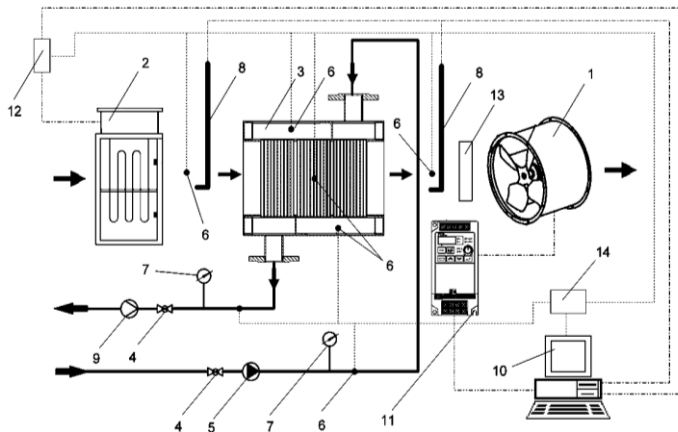


Рис. 1. Тепло-гідравлічна схема експериментальної установки.

1 – Вентилятор, 2 – ТЕНи, 3 – Теплообмінник-рекуператор, 4 – Вентиль, 5 – Циркуляційний насос, 6 – Накладні датчики температури, 7 – Манометр, 8 – Трубка Піто-Прандтля, тепловіддачі може досягати $310 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

В результаті обробки результатів вимірювань отримано графічні залежності, які представлені на рис. 2-3. Крім того, на цих графіках представлені результати чисельного моделювання [1].

На рис. 2, 3 показано залежність числа Нуссельта та усередненого по поверхні коефіцієнта тепловіддачі від числа Рейнольдса для повітряного теплоносія. Як видно з рис. 2, 3 значення числа Нуссельта та коефіцієнта тепловіддачі зростає при збільшенні числа Рейнольдса, причому значення коефіцієнта

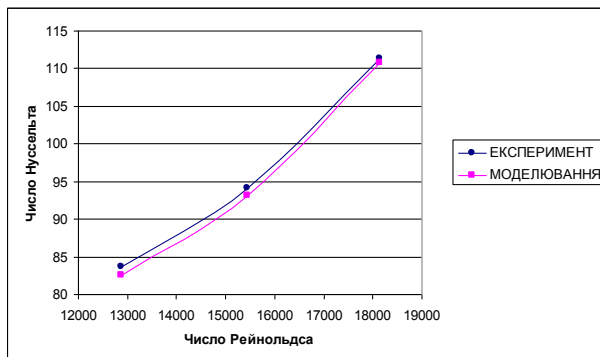


Рис. 2. Залежність числа Нуссельта від числа Рейнольдса для повітряного теплоносія

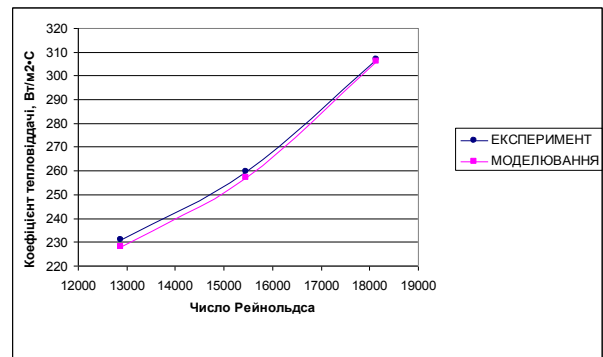


Рис. 3. Залежність коефіцієнта тепловіддачі від числа Рейнольдса для повітряного теплоносія

Проведено порівняння результатів чисельного розрахунку математичного моделювання та експериментальних даних по тепловіддачі трубного пучка за допомогою статистичного аналізу. Отримана похибка результатів чисельного моделювання не перевищує 6%.

Література

1. Горобець В. Г. Чисельне моделювання процесів переносу при поперечному обтіканні компактних пучків труб у кожухотрубних теплообмінниках / В. Г. Горобець, В. І. Троханяк. // К.: ВЦ НУБіП України. – 2015. – №209. ч.1. – С. 42–49.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

Антипов Е.А., ассистент

*Национальный университет биоресурсов и природопользования
Украины, г. Киев, Украина*

Аккумуляция теплоты целесообразна и может широко применяться в тех случаях, когда есть избыток тепловой энергии, которую посредством ее аккумуляции можно использовать в другие периоды времени, для которых потребность в ней растет. Аккумуляция теплоты в тепловых аккумуляторах (ТА) может осуществляться либо за счет только теплоемкости теплоносителя, либо дополнительного использования эффекта фазового перехода теплоаккумулирующего материала (ТАМа) из твердого состояния в жидкое [1, 2].

Эффективность таких аккумуляторов в значительной степени зависит от степени использования потенциала накопления и отдачи энергии за полный цикл работы соответствующего устройства. Это ставит перед исследователями задачу выбора оптимальных параметров конструкции ТА, куда входят объем, масса теплоаккумулирующего материала и т. п.

Из комплекса проведенных экспериментальных исследований были выделены три этапа, которые характеризует все основные режимы работы реальных аккумуляторов теплоты фазового перехода.

Исследования, относящиеся к первой серии, осуществлялись при одновременном включении насоса и нагревателя воды, меняя при этом температуру теплоносителя (воды) в пределах $55 \div 80$ °С. Вторая серия экспериментов проводилась с предварительным нагревом воды в баке до температуры 80 °С, и последующей ее прокачкой через модуль.

Третья серия отличалась от второй почти синхронным, в заданный момент времени, отключением ТЭНа и переключением насоса на циркуляцию по контуру опытный модуль – система отопления "теплый пол", что характерно для работы аппарата в режиме "разряд". При этом, температура воды в системе поддерживалась в пределах $45 \div 35$ °С.

Анализируя полученные данные первых двух этапов исследований установлено, что в нижней части рабочего объема, расположенного под тепловым источником, возникают "застойные зоны", что подтвердило результаты, полученные в работе [3].

Сравнение результатов исследований первой и второй серий показало, что работа аккумулятора теплоты в условиях предварительного подогрева теплоносителя привела к лучшему прогреву материала нижних слоев на 9%, и на 4% улучшило эффективность процесса аккумуляирования в целом.

Установлено, что в нижней части рабочего объема, расположенного под тепловым источником, возникают "застойные зоны", температура которых на 12% ниже, чем в области интенсивного плавления материала.

Для уменьшения объема "застойных зон" и повышения эффективности работы теплоаккумулятора, размещенные первого ряда нагревательных труб, от дна и стенок его корпуса, необходимо выполнять на определенном расстоянии, превышение которого на 20% уменьшает коэффициент полезного использования массы аккумулирующего материала на 7%.

Литература

1. Бекман Г. Тепловое аккумуляирование энергии / Г. Бекман, П. Гилли; пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 272 с.
2. Быстров В.П. Теплоаккумуляторы с использованием фазового перехода / В.П. Быстров, А.В. Ливчак / Вопросы экономии теплоэнергетических ресурсов в системах вентиляции и теплоснабжения: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во ЦНИИЭПИО, 1984. – С.75–90.
3. Горобец В.Г. Компьютерное моделирование процессов тепломассопереноса в сезонном аккумуляторе теплоты. / В.Г. Горобец, Е.А. Антипов // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №1(14). – С. 15–20.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ У ТЕПЛИЦІ

Лисенко В.П., д.т.н., професор; Чернов І.І., аспірант; Лендел Т.І., асистент

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

Для побудови просторової моделі розподілення температур у теплиці визначимо фактори, що мають найбільшу вагу при формуванні температурного поля. Температура повітря в теплиці є результатом тепло- і масообміну між внутрішнім повітрям, певними елементами в середині теплиці (система опалення, вентиляції, рослини) та зовнішніми чинниками (повітря за межами теплиці, сонячна радіація). У такому разі тепловий баланс можна визначити у такому вигляді:

$$q_s = \rho V c_\alpha \frac{d\theta_i}{dt} + q_l + q_c + q_w + A_g (q_{sen} + q_{lat}), \quad 1)$$

де θ_i – температура в теплиці, V – об'єм простору теплиці, c_α – питома теплоємність повітря, q_l – тепловий потік в результаті дії сонячної радіації, q_c – тепловий потік системи опалення, q_w – тепловий потік через систему вентиляції, A_g – площа ґрунту на якому вирощуються рослини, q_{sen} –

теплообмін між поверхнею листа та навколишнім середовищем, q_{lat} – приховане тепло при проходженні процесу транспірації в рослині.

Розглядаючи процес формування температурного поля, можна дослідити його як в динаміці, так і при впливі тих чи інших зовнішніх факторів. На рисунках 1-2 показано розвиток температурного поля у динаміці в першому випадку без урахування природної вентиляції (при закритих фрамугах) а у другому із урахуванням цього фактору (при відкритих фрамугах).

Розроблено модель розподілення температурних полів в теплиці та порівняно отримані данні із результатами натуральних вимірів у теплиці. Аналізуючи результати моделювання виявлено зони подібності температурних полів які можливо використовувати в подальшому для навігації мобільних робото технічних комплексів.

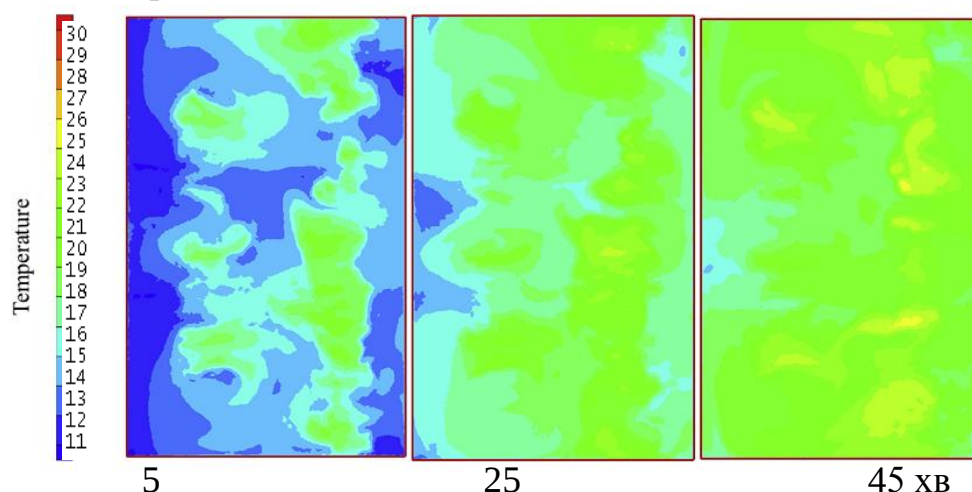


Рис. 1. Розвиток температурного поля при закритих фрамугах на висоті 1м

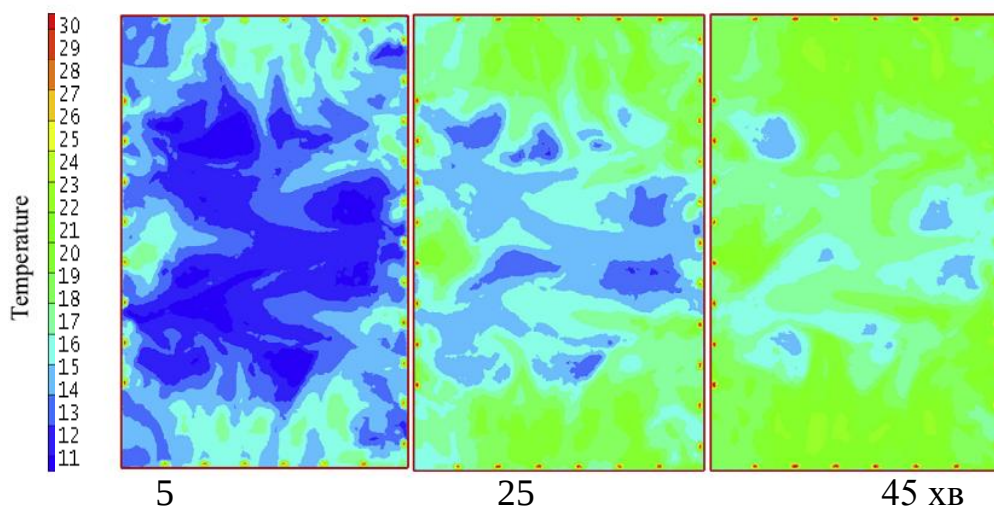


Рис. 2. Розвиток температурного поля при відкритих фрамугах на висоті 1м

Література

1. Теплотехніка: підручник. / Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський, В.О. Лазоренко, А.В. Міщенко, О.В. Шеліманова / 2 – ге вид., перероб і доп.– Київ «Фірма Інкос», 2005р. – 400 с.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг – М.: Наука, 1974. –148 с.
3. Белов И. А. Моделирование турбулентных течений: учебное пособие / И. А. Белов, С. А. Исаев, Балт. Гос. Техн. ун-т. СПб., 2001. 108 с.

МЕТОД ОЦЕНКИ РЕАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Питолин В. Е., к.т.н., доцент

*Полоцкий государственный университет,
г.Новополоцк, Беларусь*

Энергоэффективность вихревого теплогенератора (ВТГ), использующего механическую энергию приводного электродвигателя для нагрева теплоносителя в системах отопления зданий и сооружений подвергается сомнению многими исследователями, поскольку при этом нарушается принцип преобразования электрической/механической энергии в тепловую [1].

Разработанный на базе типовых учебных стендов по теплотехнике метод позволяет оценить реальный КПД ВТГ, как источника теплоты. Метод основан на замещении вихревого теплогенератора эквивалентным источником теплоты (электрическим водоподогревателем) для выполнения равной работы по нагреву воздуха в заданном объеме. Схема опытной установки показана на рис.1.

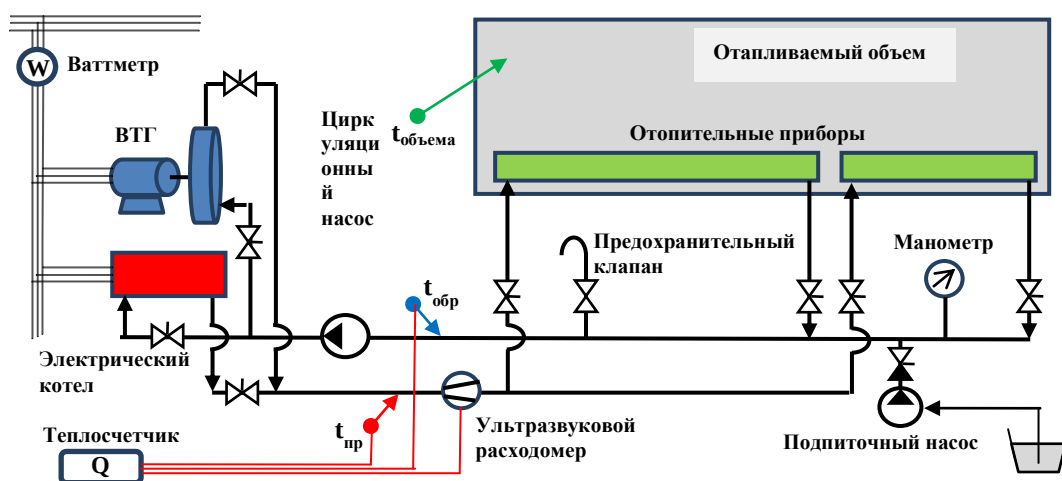


Рис. 1. Схема экспериментального стенда.

Для проведения исследований использовались два совмещенных стенда: НТЦ-14.50 «Теплоснабжение» с навешиваемым боксом, имитирующим отопляемый объем $V=0,5 \text{ м}^3$, и НТЦ-14.82 «Энергосберегающие

технологии. Исследование вихревого теплогенератора», производства НТП «Центр» (г.Могилев, Беларусь) (www.ntprcentr.com).

При проведении опытов обеспечивались идентичные условия теплопередачи в боксе для обоих источников теплоты: расход теплоносителя $F=0,6 \text{ м}^3/\text{час}$, давление в системе $P=200 \text{ кПа}$ и температурный напор $\Delta t=f(\tau)$.

Целью исследований являлось определение количества теплоты, зафиксированное теплосчетчиком, обеспечивавшее нагрев воздуха в боксе до температуры 40°C за 1000 секунд и затраченной на это электрической энергии.

Естественно предположить равенство выработанной теплоисточниками тепловой энергии, израсходованной на нагрев одного и того же объема, т.е.

$$Q_{\Sigma}^{\text{ВТГ}} = Q_{\Sigma}^{\text{ЭК}} \quad (1)$$

Но в опытах измеренное количество теплоты было различным:

- для ВТГ оно составило 1900 кДж при расходе электроэнергии 590 Вт*час,

- для электрического котла 1200 кДж при расходе 390 Вт*час.

Причину этого расхождения следует искать в недостоверных показаниях теплосчетчика, вычисляющего количество теплоты (2):

$$Q_{\Sigma} = \int_{\tau=0}^{\tau=1000} \rho(t)F [h_{\text{пр}}(t) - h_{\text{обр}}(t)] d\tau, \quad (2)$$

где F – измеренный объемный расход теплоносителя, $\rho(t)$ – вычисляемое значение плотности теплоносителя[2],

$h_{\text{пр}}(t), h_{\text{обр}}(t)$ – энтальпия теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе.

Величина энтальпии определяется по формулам для воды [2], исходя из измеренных значений температуры в точках, показанных на схеме (рис. 1).

Расчет энтальпии теплоносителя, находящегося в 2-х фазном (вспененном) состоянии после ВТГ по этим формулам невозможен. Поэтому воспользуемся равенством (1) для оценки количества тепла, выработанного ВТГ.

Рассчитаем КПД теплоисточников по формуле (3), полученной из определения теплового эквивалента электрической энергии [1].

$$\eta = \frac{Q}{3,6W} \cdot 100\% \quad (3)$$

КПД для электрического котла составит $\eta_{\text{ЭК}}=85,5\%$, для ВТГ $\eta_{\text{ВТГ}}=56,5\%$.

Такой низкий КПД вихревого теплогенератора объясняется малым КПД приводного электродвигателя.

Литература

1. Базаров И.П. Термодинамика. –М.:Высшая школа, 1991. -376с.
2. МИ2412-97 Рекомендация. ГСОЕИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерения тепловой энергии и количества теплоносителя. –М.:ВНИИМС, 1997. – 5 с.

МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ

Ситніков О.В., ст. викладач; Захарчук А.С., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

м. Київ, Україна

Процес каталітичного крекінгу проводять з рециркуляцією газойльових фракцій із блоку ректифікації продуктів крекінгу на установках із використанням аморфних алюмосилікатних каталізаторів. Рециркуляція продуктів крекінга виконується з метою збільшити конверсію сировини та повернення каталізатора, винесеного з парами продуктів із регенератора.

До не регулюючих параметрів каталітичного крекінгу відносять якість сировини та каталізатора, тип та конструкцію реакційних апаратів. Оперативним параметром регенератора є температура у зоні крекінгу, час контакту сировини з каталізатором, кратність циркуляції каталізатора і коефіцієнт рециркуляції залишкового крекінгу. Кокс, грає роль в матеріальному балансі процесу, але не виводиться із установки і повністю згорає в регенераторі.

Вводимо певні позначення: Q_H – надлишкова теплота, t_G – температура попереднього нагрівання сировини, G_K – значення кількості коксу, що виділяється. Знаходимо кількість циркулюючого каталізатора A і вміст коксу на обробленому каталізаторі (до регенерації) s_K , шляхом спільного вирішення рівняння теплового балансу регенератора з рівняння матеріального балансу по коксу:

$$G_K = A(s_K - s_0)$$

де s_0 – вміст коксу на необробленому каталізаторі.

Кратність циркуляції каталізатора N в розрахунку на нову сировину:

$$N = A/G_K$$

На діючих установках каталітичного крекінгу з псевдо зрідженим шаром каталізатору величина $N=7..14$.

При розв'язку рівняння теплового балансу регенератора параметри балансу повинні вираховуватись за математичними закономірностями або визначати параметри за дослідями на виробництві. Результати каталітичного крекінгу визначаються в цілому такими показниками, як конверсія сировини, вихід цільових продуктів та їх якості.

Литература

1. Ахметов С.А. Технологія глибокої переробки нафти і газу./ С.А. Ахметов –Уфа: Гілем, 2002. – 672 с.

2. Слобко А.И. Процессы и аппараты нефтепереработки и нефтехимии: Учебник для вузов/ А.И. Слобко, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, В.А. Щелкунов –М.: Недра, 2000. – 677 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ

Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент

*Сумський національний аграрний університет,
Суми, Україна*

В промисловій тепломасообмінній апаратурі хімічних виробництв, переробної галузі та енергетичного призначення використовуються робочі середовища в рідкому та газоподібному стані.

Головною метою теоретичних і експериментальних досліджень є інтенсифікація процесів тепло та масопередачі, що забезпечує зменшення розмірів апаратури. Основним засобом інтенсифікації використовується активізація гідродинамічних процесів за рахунок збільшення швидкості переміщення рідин та газів. Але такий підхід збільшує гідравлічний опір проточної частини апаратів.

З економічної точки зору інтенсифікація зменшує масогабаритні показники обладнання і відповідно його вартість. З іншого боку, зростання гідравлічних опорів вимагає більшої потужності приводів для переміщення рідких та газоподібних технологічних середовищ, а значить зростають експлуатаційні витрати на збільшене енергоспоживання.

На стадії проектування, найбільш поширеного, теплообмінного обладнання спочатку окремо виконується розрахунок процесу теплопередачі, а потім - гідравлічний розрахунок.

В нашій роботі поставлена задача знайти можливий зв'язок між цими процесами на прикладі кожухотрубного теплообмінника із відомою кількістю теплообмінних трубок із заданими розмірами їхнього внутрішнього діаметра та довжини.

Гідравлічний опір пучка труб визначається за відомим рівнянням Дарсі-Вейсбаха, до якого входить коефіцієнт гідравлічного тертя, який, в першому наближенні, можна вважати сталою величиною. За цим виразом перепад тиску пропорційний співвідношенню довжини трубок до їх діаметру та швидкості течії теплоносія в другій ступіні. Довжину трубок можна записати із виразу для підрахунку поверхні теплообміну і підставити у вихідне рівняння, тоді виявляється новий геометричний комплекс – відношення поверхні теплообміну до сумарного прохідного перерізу трубок.

Рівняння тепловіддачі визначає теплову потужність апарату як добуток коефіцієнту тепловіддачі, поверхні теплообміну та середнього температурного напору. Якщо теплове навантаження виразити через добуток швидкості руху теплоносія, сумарного перерізу трубок, різниці температур на виході та вході в апарат, а також фізичних величин густини та теплоємності теплоносія, то і в цьому випадку також виділяється цей геометричний параметр.

Отримані вирази із єдиним комплексом дають гнучкий підхід до одночасного аналізу впливу геометричних і кінетичних параметрів, як на теплообмін, так і на енергозатратність цього процесу.

СЕКЦИЯ 9. ЭНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ПРИБЛИЖЕННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ИСКАЖЕНИЯ СИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ПОКАЗАНИЯМ ВОЛЬТМЕТРОВ

Вершинин А.С., к.т.н., доцент; Авдейко В.П., к.т.н., доцент

*Полоцкий государственный университет,
г.Новополоцк, Беларусь*

Важной задачей современной электроэнергетики является контроль и поддержание показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в соответствии с требованиями ГОСТ 13109 – 97 [1]. Измерение ПКЭ возможно частично с помощью измерительных приборов общего назначения [2] либо с применением специальных средств измерений ПКЭ [3,4].

При необходимости, и при отсутствии специальных приборов для измерения ПКЭ ГОСТ 13109 – 97 допускает измерение некоторых ПКЭ с помощью приборов общего назначения [1].

С помощью вольтметров могут быть измерены такие ПКЭ, как установившееся отклонение напряжения δU_y , глубина провала напряжения δU_n , несимметрия напряжений по обратной последовательности K2U и по нулевой последовательности K0U [5]. Предлагается приближенный метод оценки коэффициента искажения синусоидальности напряжения по показаниям вольтметров:

$$K_{U_i} = \left| 1 - \frac{U_{Im}}{\sqrt{2} \cdot U_{И}} \right| \cdot 100\% + 1,3 \quad (1)$$

где: U_{Im} – измеренная амплитуда переменного напряжения; $U_{И}$ – измеренное действующее значение переменного напряжения.

Целью данной работы является экспериментальная сравнительная оценка точности определения коэффициента искажения синусоидальности напряжения приближенным методом согласно выражению (1) с помощью специального прибора для измерения ПКЭ – энерготестера ПКЭ.

Оценка точности определения коэффициента искажения синусоидальности напряжения приближенным методом по показаниям вольтметров согласно (1) была проведена сравнением с результатами параллельных измерений тех же значений указанного коэффициента энерготестером ПКЭ-03 (НПО Марс-энерго). Для измерения действующего значения контролируемого напряжения был применен цифровой вольтметр В7-27А. Для измерения амплитуды контролируемого напряжения был применен однополупериодный выпрямитель с конденсатором вместо

нагрузки и вольтметр В7-27А в режиме измерения напряжения постоянного тока.

В результате проведения серии измерений указанного коэффициента в различных режимах работы силовой сети с разной нагрузкой, были получены результаты в виде графика, представленного на рис.1.

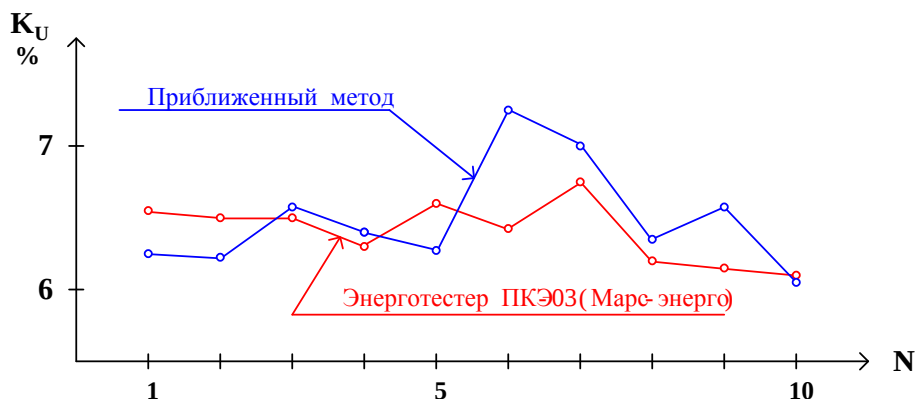


Рис. 1. Серия измерений коэффициентов искажения синусоидальности напряжений, выполненных приближенным методом и с использованием энерготестера ПКЭ -03.

Из рис.1 видно, что расхождение результатов измерений коэффициента искажения синусоидальности напряжения приближенным методом по показаниям вольтметров и энерготестера ПКЭ-03 составляет не более $\pm 0,5\%$.

Таким образом, полученные результаты подтверждают работоспособность приближенного метода оценки коэффициента искажения синусоидальности напряжения по показаниям вольтметров.

Литература

1. ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». - Минск: Изд-во Межгосстандарт, 1997.-30 с.
2. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии на промышленных предприятиях. - М.: Энергия, 1977.-127 с.
3. Качество электрической энергии / В.В. Суднова. – М.: ЗАО «Энергосервис». 2000. – 80 с.
4. IEC 61000-4-30: 2008. Electromagnetic compatibility (EMC) -Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods (MOD).
5. Железко Ю. С., Артемьев А. В. Определение симметричных составляющих напряжений с помощью вольтметра. – Известия вузов. Энергетика, 1985, №2. – С. 10 – 15.

СЕКЦІЯ 10.
ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ
ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ
ЖИТТЯ

Ковтун П.М., старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування
м. Київ, Україна

Головна цінність суспільства – життя і здоров'я людини. В умовах ускладнення життя, між особистісних зв'язків і стосунків державний курс освітньої політики в Україні передбачає пропаганду здорового способу життя, виховання здорового молодого покоління, якому жити і працювати в новій державі.

Основними причинами негативних змін у здоров'ї нації є погіршення економічної ситуації, низький рівень державного медичного обслуговування, несприятливі умови, соціальна напруженість. Україна підтримала Конвенцію ООН про постійний розвиток людства. Головне – це безпека кожної людини, рівень якої залежить від стану навколишнього середовища, державної системи підтримки безпеки людства та індивідуальної захищеності.

Здоровий спосіб життя (ЗОЖ) – 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.

Багато студентів вищих навчальних закладів зневажають таким найважливішим аспектом як здоровий спосіб життя.

Здоров'я – безцінне надбання не тільки кожної людини, але й усього суспільства. При зустрічах, розлуках із близькими і дорогими людьми ми бажаємо їм доброго та міцного здоров'я тому, що це – основна умова і запорука повноцінному та щасливому життю. Здоров'я допомагає у навчанні виконувати поставлені плани, успішно вирішувати основні життєві завдання, долати труднощі, а за необхідності, то й значні перевантаження. Добре здоров'я, що розумно зберігається і зміцнюється самою людиною, забезпечує їй довге і активне життя.

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

ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПЛАНУВАННІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРІВ- ЕНЕРГЕТИКІВ

***Подобайло В.Г., к.т.н., доцент; Потапенко М.В., ст. викладач;
Рамш В.Ю., к.т.н., доцент***

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

Планування самостійної роботи студентів не завжди базується на реально існуючому бюджеті часу, зокрема не повністю враховуються завдання, які покладаються на різні дисципліни, а також складність і трудоємність матеріалів, які вивчаються. При аналізі навчальних планів видно, що час, який затрачається на самостійну підготовку з окремих дисциплін не відповідає їх значущості в системі підготовки фахівців. Більше того, час на самостійну роботу обумовлюється особистими якостями викладачів, часто не в повній мірі враховуються можливості застосування інформаційно – комунікаційних технологій, що призводить до нераціональних його затрат та зниження ефективності навчання.

Одним із основних критеріїв оптимізації навчального процесу можна вважати досягнення кожним студентом реально - можливого рівня успішності, при дотриманні встановлених норм часу на самостійну підготовку.

Застосування методів математичної статистики для опрацювання і аналізу затрат часу на самостійну роботу дозволяє дати кількісну оцінку, яка характеризує бюджет і затрати часу на її виконання з кожної дисципліни з врахуванням її складності і ваги в системі підготовки бакалаврів-енергетиків.

При дотриманні регламентованого наукового змісту та методичної побудови навчальних курсів, методика вивчення окремих розділів і набуття практичних навичок повинні відповідати середньому рівню підготовки та здібностям студентів, зокрема студенти із середніми здібностями, повинні засвоювати увесь теоретичний матеріал і набувати всі необхідні практичні навички приблизно за час, який планується на самостійну роботу.

Так, час який відводиться на самостійну підготовку для засвоєння певної дисципліни прийнято характеризувати коефіцієнтом самостійної роботи. В зв'язку з введенням регламентних годин на самостійну підготовку, його можна визначити за формулою:

$$K_{\text{ПЛ}} = \frac{t_{\text{СП}} + t_{\text{СР}}}{t_{\text{заг}}}, \quad (1)$$

де $t_{\text{СП}}$ – час, що планується кафедрою на самостійну роботу із даного навчального курсу; $t_{\text{СР}}$ – регламентований час самостійної роботи відповідно до типової програми дисципліни; $t_{\text{заг}}$ – загальний час, що виділяється типовою програмою на вивчення даної дисципліни.

Дійсний час на самостійну підготовку визначається як середньо – арифметичне із затрат часу всіма студентами:

$$t_{\text{д}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (2)$$

де t_i – час, який затрачається i - тим студентом; n - число студентів.

Фактичний коефіцієнт самостійної роботи визначається як відношення:

$$K_{\text{Ф}} = \frac{t_{\text{д}}}{t_{\text{заг}}}. \quad (3)$$

Коефіцієнти самостійної роботи бажано визначати по видах занять та окремих розділах дисциплін.

Довірчий інтервал $t_{\text{д}} \pm \varepsilon$, за межі якого з ймовірністю P не виходить $t_{\text{д}}$, при нормальному розподілі часу на самостійну підготовку можна визначити із співвідношення:

$$\varepsilon = t_k \cdot \sigma_{\text{д}}, \quad (4)$$

де t_k - коефіцієнт Стюдента; $\sigma_{\text{д}}$ - середньоквадратичне відхилення $t_{\text{д}}$:

Співставлення $K_{\text{Ф}}$ і $K_{\text{ПЛ}}$ дозволяє зробити висновки як про трудомісткість і складність дисципліни, так і про ефективність занять.

При недостатній ефективності $K_{\text{Ф}}$ буде більшим за $K_{\text{ПЛ}}$, а це свідчить про занадто завищений об'єм або ускладнення навчального матеріалу. Так, окремі викладачі завищують об'єм індивідуальних самостійних завдань не враховуючи реального бюджету часу студентів, а це впливає на якість вивчення інших дисциплін.

Для аналізу самостійної роботи різних категорій студентів та виявлення відсотка студентів, які вкладаються в запланований згідно навчального плану час, пропонується експериментально визначити ймовірнісні характеристики, а саме зняти функцію та густину розподілу самостійної роботи для кожної конкретної дисципліни.

Дані про середні затрати часу на самостійну підготовку студентів з кожної навчальної дисципліни дозволяють з'ясувати як розподіляється сумарний бюджет часу на самостійну роботу з усіх семестрових курсів за цей період, що дасть можливість розробити заходи і забезпечити рівномірне завантаження студентів.

Література

1. Болюбаш Я.Я. Організація навчального процесу у вищих закладах освіти : навч.посібник для слухачів закладів підвищення кваліфікації системи вищої освіти / Я. Я. Болюбаш - К.: Компас, 1997. 64 с.
2. Бугір М.К. Теорія ймовірності та математична статистика./ М.К.Бугір – Тернопіль: Підручники і посібники, 2008 – 176 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Венцель – М.: Наука, 1976 – 576 с
4. Закс, Л. Статистическое оценивание / Л. Закс, В.Г. Горский / Пер. с нем. / Под. ред. Ю.П. Адлер. – М. : Статистика, 1976. – 598 с.

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ОСОБИСТІСНО-РОЗВИВАЮЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Мархонь М.В., асистент; Шумейко О.О.

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

Інтернаціоналізація й глобалізація освіти, природно, висуває до освітньої системи визначені вимоги, котрі (з визначеною долею умовності) можна розділити на три окремі, але тісно пов'язані групи.

Перш за все, це вимоги, пов'язані з необхідністю ідентифікації відповідними громадськими інститутами (підприємствами, організаціями) як в окремій країні, так і за її межами професійних властивостей, котрі притаманні особам з визначеною спрямованістю професійних знань, вмінь та навичок (далі за текстом узагальнено - знання), отриманих під час навчання у відповідній освітній установі. Інакше кажучи, професійні знання, що отримані в даній галузі випускниками вищих навчальних закладів (ВНЗ), мають відповідати визначеним критеріям – стандартам, котрі встановлені та визнані адекватними міжнародною спільнотою. Такі критерії відображаються у відповідних чинних документах кожної країни, серед яких найголовнішими слід вважати національні освітні стандарти. Ці стандарти доступні всім зацікавленим особам (в тому числі на міжнародному рівні) і надають випускникам ВНЗ визначеної преференції при виборі місця працевлаштування та посади.

Вимоги другої групи, пов'язані з визнанням вищої освіти відповідною послугою суспільству, яка надається відповідним навчальним закладом. Споживачами цієї послуги, з одного боку, є громадяни, котрі отримують у навчальному закладі визначену спеціальність, а з другого, - організації та підприємства, в рамках яких формується матеріальна й духовна компоненти людської культури та які виступають як роботодавці. Якість такої освітньої послуги має бути підтверджена відповідними документами ВНЗ. Ці документи характеризують (за визначенням ВНЗ) загальнокультурний та професійний рівень випускника. При визначених умовах вони можуть суттєво впливати як на соціальний статус випускника, так і на рейтинг

самого навчального закладу, причому не тільки в національному, але й у міжнародному освітньому просторі.

Третя група вимог пов'язана з тим, що процес освіти в сучасних умовах вже не може бути зведений до процесу навчання, тобто до процесу засвоєння студентами відповідного об'єму статичних знань, що відображаються у підручниках та/або надаються викладачем. Згідно сучасної освітньої парадигми набуття вищої освіти – це процес становлення особистості людини, визначення ним своїх життєвих пріоритетів, свого місця як в професійному, так і в соціальному середовищі, формування внутрішніх мотивів, котрі в подальшому сприятимуть розвиненню та поглибленню освіти протягом усього життя.

Все вищенаведене обумовлює специфіку визнання не тільки необхідності розроблення та реалізації систематичного й всебічного моніторингу всіх складових освітнього простору, спрямованого на встановлення відповідності освітянських послуг стандартам і нормам, які прийняті в даному суспільстві (в даній країні) та визнані міжнародною спільнотою. При цьому слід враховувати, що моніторингові процедури самі по собі не підвищують якість, а лише створюють необхідні умови для вибору напрямку та можливих шляхів реалізації відповідного процесу підвищення якості. Вочевидь, що моніторингові операції можна вважати ефективними лише за умови їх сприяння підвищенню якості освітніх послуг, наближення рівня цих послуг до сучасних умов. При цьому суттєва кількість факторів, що впливають на якість підготовки спеціалістів будь-якого профілю, а також значний об'єм параметрів, за якими ця якість може бути встановлена, значно ускладнюють вказані процеси моніторингу, потребують встановлення узагальненого критерію. Таким інтегрованим критерієм, інтегрованим показником якості отриманої освіти на думку авторів можна прийняти здатність працевлаштування випускника ВНЗ за вибраною спеціальністю, з урахуванням, звичайно, варіативності видів діяльності, пов'язаних з даною спеціальністю.

НАГАЛЬНІСТЬ НОВОЇ ПАРАДИГМИ НАВЧАННЯ І ОСВІТИ

Мархонь М.В., асистент; Овчаренко Р.П.

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

Необхідність постійної передачі інтелектуального потенціалу суспільства (культурних надбань) від старшого покоління молодшому потребує реалізації визначених дій, організації відповідного процесу та створення відповідної методології – освіти. Зв'язок між рівнем інтелектуального потенціалу і освітою проявляється, зокрема, в тому, що одним з головних принципів існування та розвитку освіти є її

«культуровідповідність». За таких умов освіта має розглядатися, перш за все, як соціальний інститут, серед функцій якого найважливішою є відтворення культурних надбань (інтелектуального потенціалу) суспільства, людства.

Підкреслюючи зв'язок культури з суспільними інститутами, вчений-педагог А.Г. Асмолов виокремлює поняття «культури корисності» і «культури гідності».

Культура корисності, або культура, що орієнтована на корисність, має єдину мету – відтворення самої себе без будь-яких змін; в такій культурі скорочується час дитинства, старість не має цінності, а освіті відводиться роль соціальної сироти, яку терплять, витрачаючи час на підготовку людини до виконання корисних службових обов'язків.

Культура гідності – відносно новий тип культури, що орієнтований на всебічну підтримку відчуття гідності у людини в процесі навчання в будь-якому віці. В такій культурі ведучу цінність являє цінність особистості людини, незалежно від того, що можна отримати від цієї людини для виконання тої чи іншої справи. В культурі гідності діти, старики й люди з відхиленнями у розвитку священні, рівноправні.

Проблема внутрішнього зв'язку загальнолюдської культури, і зокрема її традицій, норм, стереотипів і взаємодії людей в різних типах соціальних структур, наприклад в освіті, з позиції гуманістичної психології приводить до висновку, що сьогодні не можна навчити й виховати молоде покоління так, як колись вчилася й виховувалося старше покоління.

Очевидно, що культура гідності, яка з часом стане основою взаємодії людей у всіх розвинених країнах світу, потребує нової парадигми освіти – освіти, що орієнтована на виховання відчуття людиною власної гідності, відчуття свободи, професійної й загальноосвітньої (загальнокультурної) компетентності, розуміння необхідності постійного (протягом усього життя) підтримання та підвищення цієї компетентності.

СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ УСПІШНОСТІ НА ТЕРЕНАХ ПРОФЕСІЇ

Бідненко С.А., студентка; Мірських Г.О. к.т.н., доц.

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

Методика підготовки спеціалістів у вищих навчальних закладах (ВНЗ) базуються на відповідній інформації, яку з огляду на сучасну освітню парадигму можна розділити на два блоки. До першого блоку слід віднести інформацію щодо якісного та кількісного змісту знань, вмінь та навичок, які має набути студент ВНЗ для отримання вибраної професії. Ця інформація може бути визначена як *необхідна умова* оволодіння професією, набуття відповідного кваліфікаційного рівня. До другого блоку віднесемо

інформацію щодо особистісних соціально-психологічних властивостей студентів, які надають можливість випускнику ВНЗ успішно працювати на теренах вибраної професії, реалізуючі відповідну до його психологічного типу професійну діяльність. Ця інформація є основою для реалізації особистісно-орієнтованого підходу в навчальному процесі та може бути визначена як *достатня умова* оволодіння професією з огляду на успішність та кар'єрне зростання фахівця.

За результатами наявного досвіду роботи, спілкування з фахівцями, що працюють в галузі електроенергетики та аналізу відповідних стандартів вищої освіти авторами було виділено сім основних видів професійної діяльності, в яких здебільше працюють фахівці з електроенергетичних та суміжних спеціальностей, використовуючи в тій чи іншій мірі отримані у ВНЗ освітні надбання, а саме:

- науково-дослідна діяльність;
- проектна діяльність;
- трансферна діяльність;
- експлуатаційна діяльність;
- організаційно-управлінська діяльність;
- комерційна та підприємницька діяльність;
- педагогічна діяльність.

Відмітимо, що викладачами фахових дисциплін у ВНЗ є, зазвичай, спеціалісти з відповідних професій (або, принаймні, випускники ВНЗ за відповідними професійними напрямками). Зважаючи на це, одним з видів професійної діяльності на теренах будь-якої професії слід вважати педагогічну діяльність і розглядати її як один з видів відповідної професійної діяльності.

У кожному з виділених видів діяльності можна виявити відповідні соціально-психологічні властивості фахівця, що визначають його успішність.

Наприклад, встановлено, що для успішної науково-дослідної діяльності найважливішими властивостями особистості є когнитивність та рефлексивність, проявлення інтересу до узагальнення наявної інформації, схильність до індивідуальних дій, самостійність та незалежність тощо; менш суттєвими для цього виду діяльності виявляються точність та виконавча дисциплінованість у штатних ситуаціях, спрямованість на отримання кінцевого результату, комунікабельність та вміння спілкуватися тощо.

Отримані результати, на думку авторів, можуть слугувати основою для розроблення відповідного алгоритму реалізації орієнтованого на студента особистісно-розвиваючого освітнього процесу підготовки спеціалістів у ВНЗ.

Реалізація наведеного алгоритму у вигляді визначеного пакету комп'ютерних програм спрямована на реальну гуманізацію освітнього процесу, веде до підвищення мотивації студентів до оволодіння вибраною спеціальністю, зменшенню спроб необґрунтованої зміни професійних

спрямувань протягом навчання у ВНЗ, що, врешті-решт, сприятиме збільшенню кількості кваліфікованих та успішних фахівців в галузях науки, совіти та промисловості.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Рибін¹ О.І., д.т.н., проф.; Мірських² Г.О., к.т.н., доц.

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

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

Педагогічне тестування, яке на сьогодні є найпоширенішим видом контролю знань студентів, не можна сприймати як панацею. Впровадження цієї методології має спиратися на відповідну інформацію, якою враховуються переваги та недоліки відібраних для розгляду методів контролю навчальних надбань. З огляду на це, необхідно виявити основні переваги та недоліки такого виду контролю знань.

Переваги педагогічного тестування обумовлені

- можливістю досягти найбільшої якості та об'єктивності оцінювання навчальних надбань (звичайно за умови рівноцінності інших факторів), що в значній мірі обумовлене стандартизацією процедури проведення, перевірки показників якості окремих завдань і тестів в цілому;

- справедливістю методики, згідно якої всі студенти поставлені в рівні умови, як в процесі контролю, так і в процесі оцінювання результатів; можливий суб'єктивізм викладача практично виключений;

- можливістю виявити знання студента з усієї дисципліни (змістовної області), виключивши елемент випадковості при використанні традиційних білетів;

- економічною ефективністю, адже основні витрати при тестуванні пов'язані переважно з розробкою самого тесту, тобто мають разовий характер; витрати ж на реалізацію процесу тестування значно нижчі у порівнянні з письмовим або усним контролем.

Недоліки педагогічного тестування обумовлені

- тривалістю та трудомісткістю (а отже суттєвими витратами) розроблення тестових завдань та ефективних процедур реалізації процесу тестування;

- неможливістю отримати інформацію щодо причин виявлених пробілів у знаннях студентів;

- неможливістю перевіряти та оцінювати високі, продуктивні рівні знань, що пов'язані з творчістю, тобто імовірнісні, абстрактні та методологічні знання;

- необхідністю з метою забезпечення об'єктивності та справедливості результатів тестування приймати спеціальні заходи щодо підтримання конфіденційності тестових завдань та зниження імовірності вгадування правильної відповіді на тестові питання.

З наведеного видно, що вибір методу контролю навчальних надбань студентів не може бути «механічним», а має спиратися на результати аналізу конкретної ситуації з урахуванням переваг та недоліків методів, що розглядаються.

ОСВІТА, ЯК ВІДДЗЕРКАЛЕННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

Іванюк¹ Н.О., к.т.н., ст. викл.; Мірських² Г.О., к.т.н., доц.

¹*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

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

З точки зору характеру розвитку та методологічних основ освіта найтіснішим чином пов'язана з культурними надбаннями суспільства. При цьому категорію «культурні надбання» слід розуміти в широкому сенсі, як всю сукупність інтелектуального потенціалу суспільства, включаючи, звичайно, науку, техніку, технологію тощо.

Необхідність постійної передачі культурних надбань від старшого покоління молодшому потребує реалізації визначених дій, організації відповідного процесу та створення відповідної методології. Цей зв'язок не є простим обумовленням одного явища іншим. Він проявляється, зокрема, в тому, що одним з головних принципів існування та розвитку освіти є її «культуровідповідність». За таких умов освіта має розглядатися, перш за все, як соціальний інститут, серед функцій якого найважливішою є відтворення культурних надбань (інтелектуального потенціалу) суспільства.

Принцип «культуровідповідності» означає орієнтацію освіти на характер і цінності культури, на оволодіння її досягненнями, на її подальше розвинення. Культура розуміється як відтворювальна категорія при зміні поколінь.

На сьогодні набуває актуальності виокремлення вченим-етнографом М. Мідом трьох типів культури (*постфігуративну, кофігуративну і префігуративну*) з подальшим співвіднесенням кожного типу з характером освіти.

За *постфігуративної* культури (примітивні суспільства й т.п.) нове покоління вчиться у своїх попередників. Базові основи управління, освіти, інститути влади у суспільстві з такою культурою засновується на минулому.

Вчителі (старше покоління) не уявляє собі можливості, не відчуває потреби у змінах і тому передають своїм нащадкам відчуття незмінності життя.

Кофігуративний тип культури передбачає, що одні члени суспільства (і діти, і дорослі) вчать у других, тобто, головною моделлю поведінки людей є поведінка їх сучасників. Цей тип містить постфігуративну складову. В «чистому» вигляді кофігуративна культура може проявлятися в гіпотетичному суспільстві, де відсутні старші за віком, наприклад, внаслідок катастрофи, як результат розвинення нових невідомих дорослим форм техніки або революційного впровадження нових принципів та норм життя для молоді.

Префігуративна культура передбачає навчання дорослих, в т.ч. у своїх дітей. Це культура, яку передбачають, це *світ, який буде*. За таких умов освіта має підготувати дітей до нового, зберігаючи при цьому й ті цінності, що були в минулому, адже зв'язок поколінь є історія цивілізації.

АНАЛІЗ ПРОТИРІЧЧЯ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ

Мірських Г.О.¹, к.т.н., доц; Kochanowski T.², prof; Шапошніков Є.Г.¹, студент

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

²*Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska*

Освіту, яка покликана формувати свідомість людини, слід відрізнити від навчання, задача якого полягає в тому, щоб наділити людину корисними знаннями та вміннями. Освіту слід відрізнити і від виховання, яке полягає в тому, щоб наділити людину здібностями служіння відповідному суспільству, відповідній справі. Процес формування свідомості – освічення – передбачає формування людини *"в собі і для себе"*, на відміну від навчання і виховання, які передбачають формування людини *"зовні і для інших"*. З цієї точки зору навчання і виховання є *епіфеноменами* освіти. В системі освіти індустріального суспільства, яка базується на прагматичних засадах, навпаки, освіта є *побічний продукт* навчання та виховання.

Узагальнена, стратегічна послідовність формування людини через знання спирається на головну, структурну особливість свідомої життєдіяльності – *зворотність результату на процес, цим результатом породжений*. На рівні педагогічних практик ця умова є тривіальною: *отримані знання лише тоді досягають своєї мети, коли вони занурюються в основу процесу навчання та самі стають умовою засвоєння інших знань*. А зануритися в основу в повному об'ємі знання можуть лише за умови, що вони є результатом *особистої* пізнавальної діяльності. Тим самим фіксується реальне протиріччя: для того, щоб розвиватися людина має виходити назовні та повертатися назад до себе. Тобто освіту можна подати як процес, що

розгортається в комунікативному просторі, де завжди присутній "той, хто вчить". Присутність "того, хто вчить", вельми двозначна. Насамперед (якщо він займається саме освітою, а не вихованням або навчанням) він має дозволити тому, хто отримує освіту, вийти назовні у формі свого власного твору (результату пізнавальної діяльності) і, відповідно, прослідкувати, щоб заздалегідь був підготовлений простір, в якому цей твір міг би розміститися. Тобто простір, в якому розміщуються твори "того, хто вчить" не може пересікатися з, простором, в якому мають розміщуватися твори "того, хто вчиться (освічується)".

В ситуації навчання твори учня накладаються на представлений зразок (поданий вчителем), порівнюються на співпадіння, оцінюються. В ситуації освіти твори "того, хто вчить" та "того, хто вчиться" не перехреснюються, розміщуються поруч, і між ними розгортається діалог. Інакше кажучи, "той, хто вчиться" повинен мати можливість сказати своє слово, а "той, хто вчить" має своєчасно і природно відступати, звільняючи місце для нового – для твору "того, хто вчиться". Але, з іншого боку, "той, хто вчить", не повинен випускати цей твір (результат) за межі комунікативного простору, бо цей результат має повернутися в якості основи, фундаменту для наступного пізнавального кола. Для цього комунікативний простір освітнього процесу має бути оперативно замкненим, тобто має бути створена оперативно замкнене середовище, яке виробляє лише комунікації з комунікацій і накладає заборону на будь-які дії зовні, поза цього середовища. Таким чином освітянський процес виявляється ефективним лише за умови достатньої затримки ефективних дій, спрямованих на процедури жорсткого контролю знань, набутих "тим, хто вчиться" безпосередньо зі слів "того, хто вчить"

Головний парадокс освітянського простору полягає в тому, що процес освіти за будь-яких умов виступає як процес самоосвіти. Набути освіти людина може лише сама. Звідси і головне протиріччя сучасної освітньої парадигми – неможливість вирішення проблеми освіти як задачі відповідних інституцій, які згідно поставлених умов принципово не здатні на її вирішення, але вони не можуть (відповідно до свого статусу у соціальному середовищі) відмовитись від процесу рішення освітянських задач, а поруч з цим і від їх обговорення та пошуку реального, дієздатного рішення.

СКЛАДОВІ ЗМІСТУ СУЧАСНОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мархонь М.В.¹, асистент; Трентал А.С.², к.п.н., Овчаренко Р.П.¹

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

*²Воронежский государственный педагогический университет,
г. Воронеж, Россия*

Відходячи від поняття вищої освіти як формування у студентів образу заздалегідь встановленої подібності визначеній сукупності культурних

надбань (зокрема, сукупності визначених знань), поняття вищої освіти слід поширити на всі аспекти взаємодії учасників освітнього процесу. Освіта, яка є (або все більше стає) за своєю суттю керованим зовні процесом самоосвіти, тобто побудови образу «Я» відповідно до рівня розвитку культури суспільства, має розглядатися в трьох взаємопов'язаних спрямуваннях: як *освітня система*, як *освітній процес*, як *результат освітнього процесу*.

Освіта як необхідна умова подальшого розвинення культури соціуму на сьогодні сформована як визначена система, всередині якої виокремлюються різні підсистеми. Освіта як соціальний інститут є складною системою, яка містить різні елементи та відповідні зв'язки між ними. Складові такої системи, поєднані відповідними зв'язками в єдине ціле, проявляють емерджентність – надають системі властивостей, які не притаманні жодній з цих складових. Ця система характеризується ціллю, змістом, структурованими навчальними програмами й планами, в яких, зокрема, враховуються попередні та прогнозуються наступні рівні освіти.

Освіта як система включає в себе поняття педагогічної системи, тобто системи яка співвідноситься з навчальним процесом. Ця система, в свою чергу складається з п'ятих структурних елементів: мета, навчальна інформація, засоби комунікації, студенти, викладачі.

Освітня система функціонує та розвивається в освітньому процесі навчання та виховання людини, конкретніше – в навчально-виховному процесі. Освітній процес на сучасному етапі розвитку людства вже не можна подати виключно як передачу якоїсь інформації від однієї людини до другої. Не можна цей процес вважати й деяким посередником між поколіннями, деякою трубою, крізь яку культура переливається від одного покоління до другого. Адже передача найважливіших культурних надбань та навчання нового покоління є лише зовнішньою стороною цього процесу, тоді як його внутрішньою стороною, його сутністю є саморозвиток людини. Тобто протягом усього освітнього процесу основною є задача розвитку та саморозвитку людини як особистості. Освіта, як процес, не переривається до кінця свідомого життя людини. Вона лише безперервно змінюється за видом, ціллю, змістом та формою. Безперервність освіти на сьогодні виступає як її головна риса.

Освіта, звичайно, передбачає наявність результату, який має бути отриманий конкретно освітньою системою, і зафіксований у формі відповідного освітнього стандарту. Очевидно, що зміст такого стандарту є потенційно досяжне подання соціокультурного досвіду, який зберігається в ідеальній формі. З другого боку, результат освіти – це людина, яка пройшла навчання у визначеній освітній системі. За такого підходу результатом освіти є інтелектуальний і культурний рівень людини, не тільки у вузькому професійному, але й в широкому загальнокультурному змісті.

Таким чином, побудова освітнього простору з урахуванням і оптимізацією всіх вказаних складових дозволить забезпечити суспільство широкою і системною освітою, яка робить людину освіченою, закладає основу відчуття власної гідності, впевненості, конкурентоспроможності в умовах швидкого розвитку культурних цінностей та соціальних умов життя.

Наукове видання

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

Матеріали
Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 14-18 грудня 2015 р.

Відповідальний за видання
А.В. Жильцов, д.т.н., доц.

Технічний редактор
Комп'ютерне складання та верстання

Мірських Г.О.
Ликтей В.В.
Васюк В.В.