

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
VI Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 15-19 травня 2017 р.

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

Материалы
VI Международной
научно-технической конференции
г. Киев, 15-19 мая 2017 г.

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

Proceedings of the
VI International
Scientific-Technical Conference Kiev, 15-19 of May, 2017

Київ 2017

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
VI Міжнародної науково-технічної конференції
м. Київ, 15-19 травня 2017 р.

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

Материалы
VI Международной научно-технической конференции
г. Киев, 15-19 мая 2017 г.

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

Proceedings of the
VI International Scientific-Technical Conference
Kiev, 15-19 of May, 2017

Київ 2017

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., асистент, Україна

Члени організаційного комітету

Лисиченко М.Л., д.т.н., професор, Україна; Кондратенко І.П., д.т.н., член-кореспондент, 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 15-19 травня /**

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

Видання розраховане на науковців, аспірантів, студентів.

©НУБіП 2017

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ	9
АНАЛІЗ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКОВИХ, НВЧ І МЕХАНІЧНИХ ХВИЛЬ НА ВЯЗКІСТЬ СУМІШЕВОГО БІОДИЗЕЛЯ (<i>Кушлик Р.Р., Назаренко І.П.</i>)	9
ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ШИРОКОСМУГОВИХ ІМПУЛЬСНИХ СИГНАЛІВ (<i>Волошин Ю.А., Куліш С.М., Олійник В.П.</i>)	11
ВИКОРИСТАННЯ СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ В ЗЕРНОВІЙ ГАЛУЗІ (<i>Усенко С.М.</i>)	13
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ (<i>Усенко С.М., Науменко О.В.</i>)	15
ВПЛИВ ПОЛЯРИЗОВАНOSTІ МОЛЕКУЛ-РЕАГЕНТІВ РЕАКЦІЇ ГОРІННЯ НА ЕНЕОГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПАЛИВНИХ УСТАНОВОК (<i>Ковалишин Б.М.</i>)	17
ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ МЕТОДИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ ГОРОХУ (<i>Стьопін Ю.О., Перова Н.П.</i>)	19
ОБОСНОВАНІЕ И РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ (<i>Червинский Л.С., Луцак Я.Н.</i>)	20
СИНХРОТРОННЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ (ОГЛЯД) (<i>Бойко В.В., Іноземцев Г.Б.</i>)	22
ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ ФОТОСИНТЕЗНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ (<i>Червінський Л.С., Луцак Я.М.</i>)	24
ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ФОТОСИНТЕЗНОЇ РАДІАЦІЇ ДО ТЕПЛИЦІ (<i>Сабо А.Г., Речина О.М.</i>)	25
РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ НА БАЗІ ЗЕРНОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР (<i>Горобець В.Г.</i>)	27
ФЛУОРЕСЦЕНТНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН (<i>Кожем'яко Я.В.</i>)	28
ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ КУКУРУДЗИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ (<i>Лазарюк К.О., Чміль А.І.</i>)	29
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ЕНЕРГІЯ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТІВ (<i>Іноземцев Г.Б.</i>)	30
ОВП ЯК ФАКТОР ПРОГНОЗУВАННЯ ЛЕЖКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА (<i>Окушко О.В.</i>)	32

СЕКЦІЯ 2. ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ. ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	35
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТИПОВИХ СТРУКТУРНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ (<i>Сивенко М.М, Мірошник О.О.</i>).....	35
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ СИСТЕМИ ЗА РАХУНОК РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ, ЯКА РОЗСІЮЄТЬСЯ ПІД ЧАС ПОСТРІЛУ (<i>Шабатура Ю.В., Баландін М.В.</i>)	36
АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ДЛЯ ПОТРЕБ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ЗА ДАНИМИ ВИМІРІВ НА БОТІЇВСЬКІЙ ВЕС (<i>Лисенко О.В., Адамова С.В.</i>)	38
СЕКЦІЯ 3. SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ.....	41
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТА РАДІАЛЬНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (<i>Гай О.В.</i>)	41
СЕКЦІЯ 4. РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	42
КОНТРОЛЬ ТА ЗАХИСТ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ВІД ВИТКОВИХ ЗАМИКАНЬ (<i>Чернишев В.І.</i>)	42
СЕКЦІЯ 5. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ. 44	44
СИСТЕМА КРИПТОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ НА БАЗІ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ КЛЮЧІВ (<i>Казбан М.О.</i>).....	44
АЛГОРИТМИ КЕРУВАННЯ БІОТЕХНІЧНИМИ ОБ’ЄКТАМИ АГРАРНОГО СПРЯМУВАННЯ (<i>Лисенко В.П.</i>)	45
ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАНУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ РУХОМ БЕЗПІЛОТНИХ КОМБАЙНІВ (<i>Шворов С.А., Лукін В.Є., Чирченко Д.В.</i>)	46
ВИСОКОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ (<i>Шворов С.А., Лукін В.Є., Устимчук В.В., Гунченко С.Ю.</i>).....	47
АЛГОРИТМ ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ WONDERWARE INTOUCH (<i>Ковалюк Д.О., Остапенко В.О.</i>)	49
ХАОС ТА ЧУТЛИВІСТЬ ДО ПОЧАТКОВИХ УМОВ В ПИТАННЯХ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ І АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ (<i>Кузьменко Б.В., Лисенко В.П.</i>).....	52
ІШТУЧНИЙ НЕЙРОН – МАТЕМАТИЧНИЙ АРТЕФАКТ ЧИ МОДЕЛЬ БІОЛОГІЧНОГО НЕЙРОНА? (<i>Мірських Г.О.</i>).....	55
НАГАЛЬНІСТЬ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ В ПРАКТИЦІ ВИКОРИСТАННЯ ІШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (<i>Реутська Ю.Ю., Мірських Г.О.</i>).....	55

ПІДГОТОВКА ЧИСЛОВИХ ОЗНАК ДО ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (Реутська Ю.Ю., Мірських Г.О.).....	57
ШЛЯХИ СПРОЩЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (Реутська Ю.Ю., Мірських Г.О.)	58
КРИТЕРІЙ ЛІПШИЦЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (Реутська Ю.Ю., Мірських Г.О.).....	60
СУМІСНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ (Мархонь М.В.).....	60
НЕЧІТКІ МНОЖИНИ В ЗАДАЧАХ СУМІСНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ (Мархонь М.В.)	62
СЕКЦІЯ 6. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА	64
CHARACTERISTICS OF PLASMA ENVIRONMENT ACCORDING TO THE DISCHARGE GAP PARAMETERS (Shefer Oleksandr).....	64
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ МІРНОСТІ ДПФ ПРИ ВИЯВЛЕННІ І РОЗРІЗНЕННІ СИГНАЛІВ НА ФОНІ БІЛОГО ШУМУ (Чесановський І.І., Ткачук А.В.).....	66
INCREASING ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES OF DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS THROUGH THE USE OF INDUCTION HEAT GENERATORS (Andrii Zhylytsov, Andrii Bereziuk).....	68
ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ ТРИФАЗНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО ІНДУКТОРА (Кондратенко І.П., Березюк А.О.)	69
ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ ВІДГУК МАЛИХ ЧАСТИНОК НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ (Стеценко С.В.).....	71
ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУШІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ (Жильцов А.В., Березюк А.О.)	72
ВИПРОБУВАННЯ ДІЮЧОГО МАКЕТУ ЕЛЕКТРОФОТОПОЛЯРИМЕТРА НА ТЕЛЕСКОПІ (Неводовський П.В., Відьмаченко А.П., Мороженко О.В., Збруцький О.В., Івахів О.В.).....	73
ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЕКРАНУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОПЕРЕЧНИХ ХВИЛЬ В ПЛАСТИНАХ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ КРИСТАЛІВ КЛАСУ 6_{mm} (Ільїн П.П.)	75
ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (Мірських Г.О.)	77
ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ У НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ (Неводовський П.В., Відьмаченко А.П., Мороженко О.В., Збруцький О.В., Івахів О.В.).....	78

РОЗРАХУНОК МАГНІТНОГО ПОТОКУ ВІД ПОСТІЙНОГО МАГНІТУ В ФОРМІ ЦИЛІНДРА ЗА НАЯВНІСТІ ФЕРОМАГНЕТИКІВ (<i>Жильцов А.В., Ликтей В.В.</i>).....	80
СЕКЦІЯ 7. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ	82
ПРИСТРІЙ ВИЯВЛЕННЯ РАДІОЗАКЛАДОК ТЕЛЕФОНІХ АПАРАТІВ НА ОСНОВІ ВХІДНИХ ІМПЕДЕНСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК (<i>Наконечний Т.А., Євграфов Д.В.</i>).....	82
ПЕРЕХІДНИЙ ОПІР І КОРОЗІЙНА ТРИВКІСТЬ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ДІЄЮ АГРЕСИВНОЇ АТМОСФЕРИ (<i>Коробський В.В.</i>)	84
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ ЗВАРЮВАННЯ (<i>Брагіда М.В.</i>)	86
МАГНІТНЕ ПОЛЕ В БІМЕТАЛЕВОМУ ДИСКОВОМУ МАСИВНОМУ РОТОРІ ТОРЦЕВИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ (<i>Кондратенко І.П., Кришук Р.С., Ращепкін А.П.</i>).....	87
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА (<i>Брагіда М.В.</i>)	89
ДІАГНОСТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ДВИГУНА (<i>Березюк А.О., Гарасимчук І.Д.</i>).....	91
ОДНОФАЗНИЙ КОМПЕНСОВАНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН (<i>Чуєнко Р.М., Мархонь М.В.</i>).....	92
ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА (<i>Чуєнко Р.М.</i>)	94
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНТАКТІВ КОНТАКТОРА ПРИСТРОЇВ РПН ТРАНСФОРМАТОРІВ (<i>Мархонь М.В.</i>)..	96
ОЦІНКА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ЗАМКНУТИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ (<i>Радько І.П.</i>).....	96
СПОСОБНОСТЬ К ХРАНЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ (<i>Карпович Т.П.</i>).....	97
ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ (<i>Васюк В.В.</i>).....	97
СЕКЦІЯ 8. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА	101
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ КАВІТАЦІЇ (<i>Гайдук О.І., Василенков В.Є.</i>).....	101
ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ (<i>Топалов Д.В., Василенков В.Є.</i>).....	101
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА ПІДТРИМАННЯ МІКРОКЛІМАТУ У ПТАШНИКАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ГРУНТОВИХ МАСИВІВ (<i>Горобець В.Г., Троханяк В.І.</i>)	103
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ОБІГРІВУ БУДИНКІВ (<i>Березюк А.О.</i>)	104

INFLUENCE OF COATINGS WITH A HIGH DEGREE OF BLACKNESS TO CHOICE THE OPTIMAL SIZE OF FINS IN THE DESIGN OF SOLAR COLLECTORS (<i>Gorobets V.G.</i>)	105
ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИПУСКНОГО ТРАКТУ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК (<i>Горобець В.Г., Богдан Ю.О.</i>).....	105
АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД ПОНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ НА ОСНОВІ ФАЗОПЕРЕХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ (<i>Горобець В.Г., Антипов Є.О.</i>)	106
РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ КОНДЕНСАЦІЇ В ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ТРУБАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ХМАРНИХ ФУНКЦІЙ У ПАКЕТІ MATHCAD (<i>Середа В.В.</i>)	107
КІНЕТИЧНЕ РІВНЯННЯ ДЛЯ ІНГІБІТОРА КАЛЬЦІЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ В ОБОРОТНІЙ ВОДІ ЗУТЕС (<i>Кочмарський В.З., Трофимчук І.П.</i>)	109
СЕКЦІЯ 9. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ	112
АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ (<i>Шабасюк Р.М., Середа В.В.</i>).....	112
ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ, ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕНЕРГОСЛУЖБИ (<i>Наливайко В.А.</i>).....	114
СЕКЦІЯ 10. ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ	116
SUCCESS FACTORS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES (<i>Stinen O.</i>) .	116
ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ ПО ЛАБОРАТОРНИМ РОБОТАМ (<i>Панько Г.О., Василенков В.Є.</i>)	117
ДЕЯКІ ФОРМИ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ (<i>Дюженкова О.Ю.</i>).....	118
ОБРАЗОВАНИЕ И ОБУЧЕНИЕ - ЕДИНСТВО И ПРОТИВОРЕЧИЯ (<i>Станкевич Н.Г.</i>)	120
МАТЕМАТИЧНІ ПАКЕТИ В КУРСІ ІНФОРМАТИКИ (<i>Головін В.А.</i>)	121
ЯКІСТЬ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ (<i>Лут М.Т.</i>)	123
МЕТОДОЛОГІЯ ОБРАЗОВАНИЯ – ОТРАЖЕНИЕ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ ОБЩЕСТВА (<i>Тренгал А.С.</i>)	125
DEFINITIONS OF CONTROL TESTS KNOWLEDGE (<i>Berdsman D.</i>)....	126
ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ (<i>Ковтун П.М.</i>)	128
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF TEST CONTROL (<i>Kochanowski T.</i>).....	129

СЕКЦІЯ 1. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

УДК 662.756.3:620.178.2

АНАЛІЗ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКОВИХ, НВЧ І МЕХАНІЧНИХ ХВИЛЬ НА В'ЯЗКІСТЬ СУМІШЕВОГО БІОДИЗЕЛЯ

*Кушлик Р.Р., аспірант; Назаренко І.П., д.т.н., професор
Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Практичне використання біодизельного пального в Україні офіційно дозволене національним стандартом ДСТУ 4840:2001 «Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови», який передбачає сертифікацію дизельного пального з 5 % добавкою (B5) метилових ефірів жирних кислот.

Як показує практика, при зростанні частки метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО) у дизельному пальному (ДП) більше 5%, в'язкість біодизеля (тобто суміші МЕРО з ДП) підвищується. Унаслідок цього відбувається коксування паливної апаратури, зниження потужності дизельного двигуна і зростання витрат ним пального. З огляду на це, розроблення методів і пристроїв, які забезпечують зменшення в'язкості біодизеля, до складу якого входить більше 5% МЕРО, не втрачає своєї актуальності і нині.

Метою експериментальних досліджень є виявлення впливу ультразвукової, надвисокочастотної (НВЧ) електромагнітної і механічної обробок на в'язкість сумішевого біопального, яке складалось із дизельного пального та МЕРО у процентному відношенні: 90 % ДП + 10 % МЕРО (суміш 1), 80 % ДП + 20 % МЕРО (суміш 2), 70 % ДП + 30 % МЕРО (суміш 3), 60 % ДП + 40 % МЕРО (суміш 4), 50 % ДП + 50 % МЕРО (суміш 5).

Встановлено, що для зменшення в'язкості сумішей дизельного пального з МЕРО у середньому на 15–20 % достатньо піддати її впливу ультразвуком протягом 5 хв. [1].

Вплив НВЧ електромагнітного поля на суміші дизельного пального з МЕРО протягом 5 хв дозволяє зменшити їх в'язкість у середньому на 5,6 %. При обробці НВЧ модулем приготовлених проб на протязі 10 хвилин кінцева в'язкість всіх проб зросла в середньому на 6,4 % по відношенню до оброблених проб на протязі 5 хвилин, а обробка приготовлених проб на протязі 15 хвилин призвела до зростання кінцевої в'язкості на 14,2% по відношенню до оброблених проб на протязі 5 хвилин.

Обробка біодизеля механічними хвилями в гомогенізаторі не призвела до зменшення в'язкості по відношенню до його необробленого стану.

На установці «Тангенс – 3М–3» було проведено вимірювання тангенса кута діелектричних втрат ($\text{tg}\delta$) в сумішах оброблених ультразвуком, НВЧ

електромагнітними хвилями і в гомогенізаторі. Результати вимірювань представлені на рис 1.

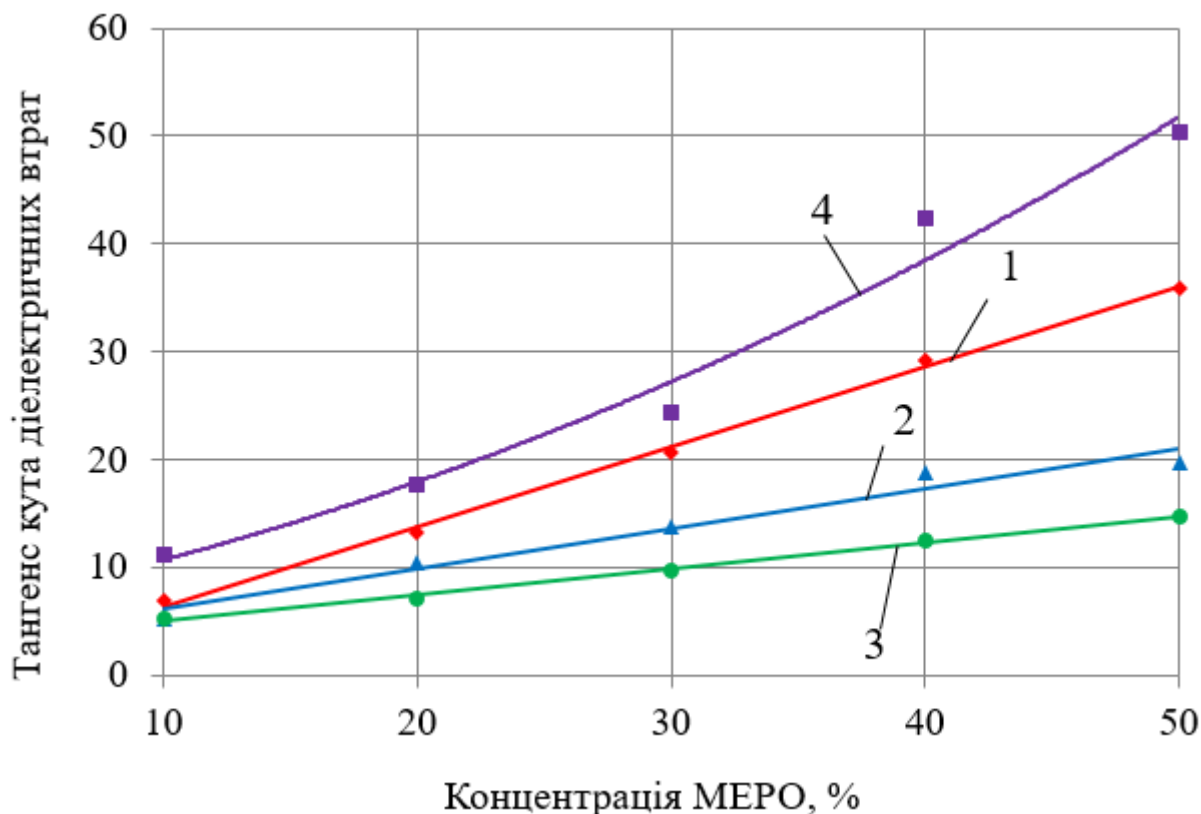


Рис. 1. Залежність тангенса кута діелектричних втрат від концентрації МЕРО в дизельному пальному: 1 – до обробки; 2, 3, 4 – після обробки ультразвуком, НВЧ модулем і в гомогенізаторі відповідно

Слід звернути увагу на те, що при обробці сумішей дизельного пального і МЕРО ультразвуком та НВЧ електромагнітним полем (криві 2 і 3, рис. 1), тангенс кута діелектричних втрат менший, ніж в контрольних пробах (крива 1). Це свідчить про підвищення чистоти і якості продукту після його обробки. Водночас, при обробці сумішей дизельного пального і МЕРО в гомогенізаторі (крива 4, рис. 1) тангенс кута діелектричних втрат більший, ніж в контрольних пробах (крива 1) [2]. Такий результат свідчить про погіршення чистоти і якості продукту, що слід враховувати при розробленні електротехнологічного комплексу для обробки біодизеля.

Література

1. Назаренко, І.П. Ультразвукова обробка сумішевого біодизеля / І.П. Назаренко, Р.Р. Кушлик, Р.В. Кушлик. – Вісник Сумського національного аграрного університету. Випуск 10/1 (29). Суми, 2016. – с. 174–178 с.
2. Пат. на корисну модель № 110097, F02M27/08, H04R15/00, C10L1/00 Спосіб покращення якості сумішевого біодизеля / І.П.Назаренко, Р.Р.Кушлик, Р.В.Кушлик (Україна); заявник Таврійський державний агротехнологічний університет. - Опубл. 26.09.2016, Бюл.№18, 2016 р.

ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ШИРОКОСМУГОВИХ ІМПУЛЬСНИХ СИГНАЛІВ

Волошин Ю.А., аспірант; Куліш С.М., к.т.н., професор;

Олійник В.П., к.т.н., професор

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

Для повного та коректного аналізу складних сигналів, особливо шумоподібних, імпульсних недостатньо застосування формул класичної математики, отриманих на основі представлення сигналів в просторі цілочисленних мір і гладких функцій, тому виникає необхідність у використанні інших методів, як наприклад, фрактального аналізу. До згаданої групи сигналів відносяться фактори лікувального впливу, які формуються радіоелектронними апаратними засобами дарсонвалізації, ультратонової та інформаційно-хвильової терапії. Всіх їх об'єднує використання електромагнітних процесів, що породжуються струмами іскрових газових розрядів.

Завданням даного дослідження є визначення фрактальних характеристик газорозрядних струмів з метою пошуку об'єктивних критеріїв ефективності формування терапевтичних чинників впливу.

Для експериментів був використаний періодичний імпульсний іскровий розряд в атмосферному повітрі в коаксиальній системі електродів, які розміщувались в порожнині діелектричної циліндричної антени міліметрового діапазону. Іскровий розряд характеризується проходженням електричного струму через газ по зигзагоподібним розгалуженим вузьким каналам (стрімерам) в яких відбувається лавиноподібна іонізація газу впродовж імпульсу. Такий процес, в значній мірі, може бути віднесений до явищ, які мають ознаки фрактальності [3]. З іншої сторони, іскровий періодичний розряд характеризується як джерело надширокопasmового електромагнітного випромінювання від інфразвукових до частот міліметрового діапазону. Як показано в роботі [2] наявність діелектричної антени дозволяє виділити та спрямувати до об'єкту біологічно ефективно випромінювання край високих частот (30 – 300 ГГц). В цій же роботі стверджується, що структура випромінювання є поєднанням лінійчатого (зумовленого періодичністю імпульсних струмів) та безперервного (зумовленого тепловими процесами в плазмі) спектрів, причому спектральна потужність знижується відповідно до закону $\sim 1/f^n$, де f – частота спектральної складової, а n – показник ступеню, який залежить від конструкції розрядника та фізико-хімічних параметрів газової суміші.

Очевидно, що всі перелічені явища повинні бути прямо, чи опосередковано, пов'язані зі струмом в розрядному ланцюгу. Тому доцільно для пошуку фрактальних ознак провести аналіз динаміки розрядних струмів.

Структурна схема вимірювального стенду представлена на рисунку 1 [1].

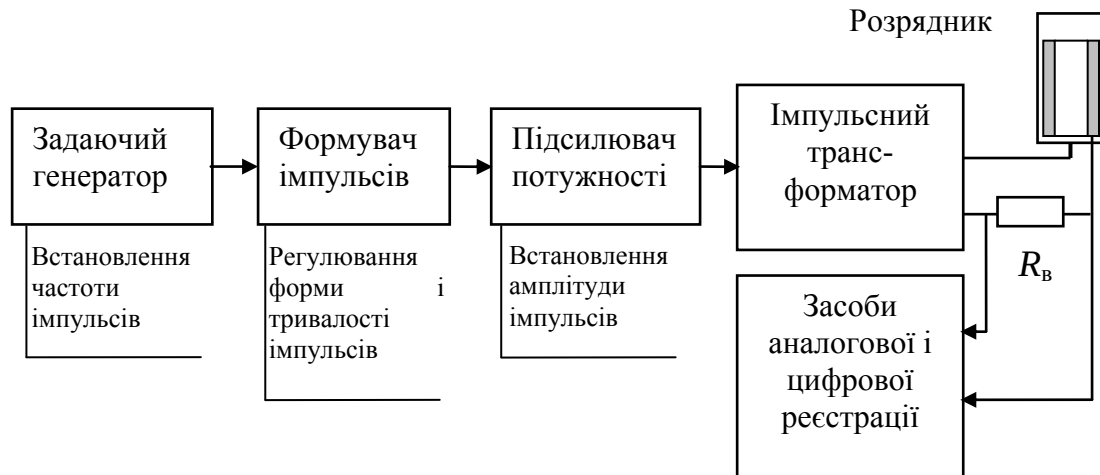


Рис. 1. Основні елементи вимірювального стенду

Сигнал напруги пропорційний розрядному струму знімався з безіндуктивного резистора R_b , який послідовно включений в ланцюг розрядника. Масив числових даних формувався з частотою дискретизації 20 МГц за допомогою цифрового осцилографу.

Для даних вибірок, розраховувались значення фрактальної розмірності (D) за R/S методом шляхом визначення показника Херста (H) [3]. Середнє значення цього показника за результатами експериментів склало – 0,986. Як відомо, якщо $0,5 < H < 1$, то часова послідовність ряду значень має ознаки фрактальності. Такий же метод був використаний для оцінки стабільності періоду повторення розрядів. За отриманими експериментальними даними розрахована фрактальна розмірність становила $D = 1,307$. Це свідчить що флуктуація періоду імпульсних іскрових розрядів відповідає критерію хаосу.

Виявлені властивості вважаються доцільними для факторів терапевтичного впливу [2], а отримані кількісні значення фрактальних характеристик розрядних струмів можуть бути застосовані як об'єктивний критерій визначення біологічного впливу медичної апаратури даного класу.

Література

1. Исследование характеристик газоразрядного импульсного источника КВЧ излучения для медицинских применений [Текст]/ В.П. Олейник, С.Н. Кулиш, О.А. Волошина, Аль Отти Сами // 20-я Международная Крымская Конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2010). Севастополь, 13 – 17 сентября 2010 г.: материалы конф. - Севастополь: Вебер, 2010. – Том 2. – С. 1129 – 1130.

2. 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.

3. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов. Коллективная монография [Текст]/Под ред. Р.Э. Пашенко. – Х.: ХООО «НЭО «Эко Перспектива»», 2006. – 348 с.

УДК 621.3: 631.53.027.33

ВИКОРИСТАННЯ СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ В ЗЕРНОВІЙ ГАЛУЗІ

Усенко С.М., к.т.н., доцент

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

Досліджуючи зернову масу під дією електричного поля високої напруженості було встановлено виникнення часткових розрядів, що супроводжуються іонізаційними процесами в повітряних проміжках зернової маси. Результатом іонізаційних процесів є утворення озону, який відомий своїми бактерицидними властивостями.

На основі встановлених явищ розроблено способи обробки зернової маси в електричному полі високої напруженості (рис.1.)[1,2,4].

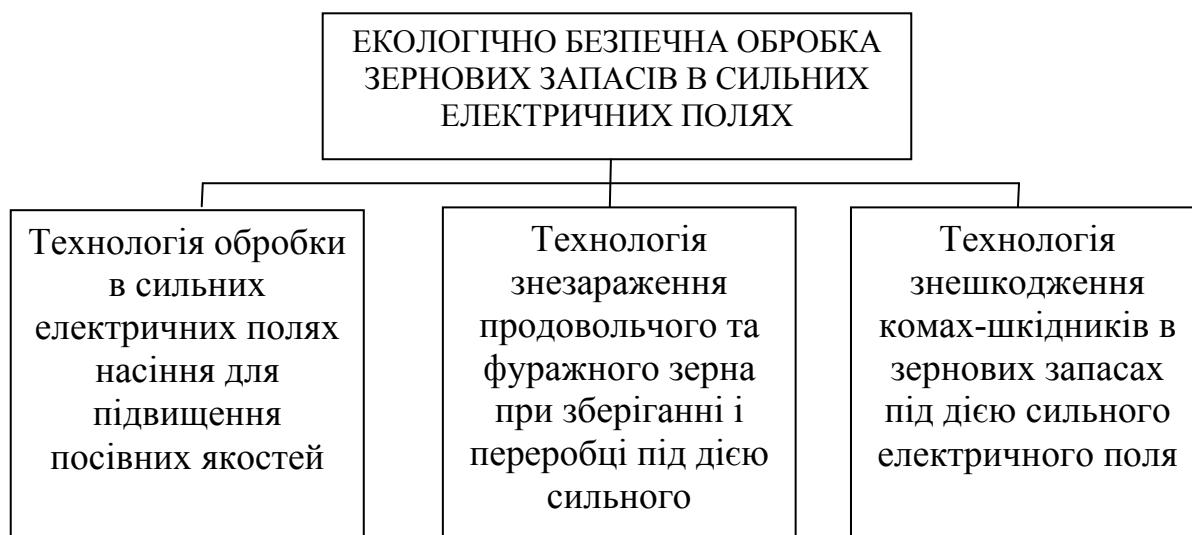


Рис.1. Напрямки використання сильних електричних полів в зерновій галузі

Для обґрунтування механізму стимуляції біологічних процесів у зерні було розглянуто окрему насінину під дією електричного поля високої напруженості постійного струму. Була висунута і теоретично обґрунтована

гіпотеза про зміну концентрації іонів у міжклітинній рідині і відповідно трансмембранного потенціалу клітин в результаті проходження струму провідності під дією електричного поля високої напруженості [1,3,4]. Результатом чого є вихід зернини із стану спокою, що забезпечить їй при висіві значно активніший процес проростання і подальшого росту. Крім того в об'ємі насіннєвої маси утворюється озон, який знешкоджує шкідливу мікрофлору на поверхні насінин і забезпечує зменшення захворюваності проростків. Таким чином розроблений спосіб передпосівної обробки зернових базується на двох групах факторів: перший - вплив на фізичні процеси безпосередньо в зернині, що призводить до біологічного стимулювання; другий - вплив на мікроорганізми, які знаходяться на поверхні зерна, з метою знешкодження їхньої згубної діяльності.

В результаті проведених досліджень встановлено, що обробка насіннєвого матеріалу в електричному полі високої напруженості постійного струму дозволяє підвищити врожайність сої на 27...34 %, ячменя на 18...40 %, пшениці на 17...35 %.

При вирішенні задачі знезараження зерна, що може використовуватись при його зберіганні та в харчовій і переробній галузях непотрібно стимулюючої дії на зерно, що відбувається при постійному струмі. Ефективність знезараження в даному випадку залежить в першу чергу від концентрації озону. Встановлено, що інтенсивність розрядних процесів, а відповідно і концентрація озону буде більшою при застосуванні електричного поля змінної напруги. В результаті проведених експериментальних досліджень щодо впливу способу обробки на мікрофлору озимої пшениці було встановлено: зменшення зернівок заселених збудниками *Alternaria alternata* Keis на 43 % по відношенню до контролю; *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Nees et T.Nees: Fries) Wiltshire – на 59 %; *Bipolaris sorokiniana* shoemaker – на 70 %. Серед збудників роду *Fusarium*: кількість зернин, заражених *Fusarium sporotrichiella* Bilai зменшилась на 80 %; *Fusarium graminearum* Schw – на 80%, *Fusarium culmorum* (W. C. Sm.) Sacc – на 64 %; *Fusarium oxysporum* Shlech – на 80 % і *Fusarium moniliforme* Sheld на 85 %.

Таким чином встановлено, що обробка зернової маси в сильному електричному полі дозволяє підвищити врожайність різних зернових культур до 40 % та знешкодити до 85 % шкідливої мікрофлори на поверхні зернин.

Література

1. Берека О. М. Дія сильних електричних полів на насіння сільськогосподарських культур / О. М. Берека // Електрифікація та автоматизація сільського господарства № 1 (20) – С. 23 – 29.
2. Берека О. М. Установка для обробки насіння в електричному полі високої напруги / О. М. Берека, Л. С. Червінський, С. М. Усенко // Наука та інновація: Зб. заверш. наук. та іннов. розробок НУБіП України. – 2010. – Вип. 1(7). – С. 21

3. Берека О. М. Обробка насіння сільськогосподарських культур в електричному полі високої напруги: дис. доктора технічних наук: 05.09.03 / Берека Олег Миколайович. – К., 2010. – 322 с.

4. Берека О. М. Сильні електричні поля в зерновій галузі рослинництва: монографія / О. М. Берека. – К.: ВЦ НУБіП України, 2011. – 400 с.

УДК 621.3: 631.53.027.33

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ

Усенко С.М., к.т.н., доцент; Науменко О.В., асистент

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

Актуальність. Суттєвим фактором, що призводить до втрат зерна при зберіганні є діяльність комах-шкідників зернових запасів. Для знищення шкідників застосовують фуміганти, які є токсичними. Як альтернатива застосовується озонування, але сучасні способи використання озону є енергозатратними та неефективним із-за втрат озону при його подачі від генератора озону до зерна та нерівномірністю обробки [0].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На кафедрі електроприводу та електротехнологій розробляються засоби та пристрої [0, 0], в яких утворення озону відбувається безпосередньо в зерновій масі під дією сильного електричного поля (СЕР). Дослідження показали можливість застосування даного методу для боротьби зі шкідниками зернових [0].

Концентрація озону в повітряних проміжках зернової маси залежить від інтенсивності іонізаційних процесів, а саме частоти часткових розрядів в повітряних проміжках, яка змінюється в залежності від напруженості СЕР. Напруженість СЕР можна збільшувати до значення, перевищення якого призведе до пробоя у зерновій масі [0]. Введення металевих включень в діелектричний матеріал призводить до перерозподілу електричного поля, внаслідок чого напруженість електричного поля біля поверхні металевих включень встановлюється більшою, ніж напруженість зовнішнього електричного поля [0]. Всередині зернової маси теж відбувається перерозподіл електричного поля, що призводить до підвищення інтенсивності розрядних процесів у зерновій масі.

Мета. Дослідити розрядні процеси в зерновій масі та встановити вплив металевих включень на їх інтенсивність.

Методи. В запропонованому методі обробки зерно розміщується між плоско-паралельними електродами, до яких підводиться висока напруга. Особливістю такого виду обробки є те, що на зернову масу, мікрофлору та комах-шкідників діють фактори впливу: сильне електричне поле, поверхневий та об'ємний струм, іонізаційні процеси, що відбуваються в

повітряному просторі зернової маси, аероіони та озон, які утворюється під дією часткових розрядів [0].

Результати. Для досліджень взято зразки зерна ячменю сорту «Вакула» вологістю 14%. Розміри камери обробки: відстань між електродами – 3 см; довжина електрода – 10 см; висота засипки зерна – 6 см. В якості додаткових електродів використовувались металеві стержні хвилеподібної форми. Результати досліджень наведені на рис. 1.

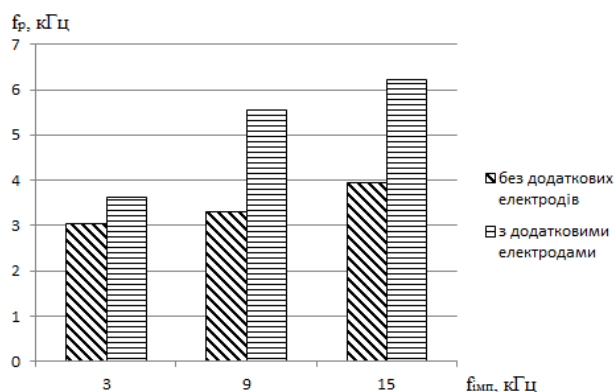


Рис. 1. Вплив додаткових електродів на інтенсивність розрядних процесів при частоті імпульсів: 3 кГц; 9 кГц; 15 кГц.

Висновки і перспективи. За результатами досліджень встановлено, що введення додаткових електродів у зернову призводить до підвищення інтенсивності розрядних процесів у зерновій масі, але ефективність використання додаткових електродів суттєво залежить від частоти імпульсів джерела. При зміні частоти від 3 до 15 кГц інтенсивність розрядних процесів в зерновій масі з встановленими додатковими електродами змінювалась в межах 20–70%, що вказує на необхідність проведення додаткових досліджень в цьому напрямі.

Література

1. Берека О. М. Обробка насіння сільськогосподарських культур в електричному полі високої напруги [Текст]: дис. доктора технічних наук: 05.09.03 / Берека Олег Миколайович. – К., 2010. – 322 с.
2. Берека О. М. Часткові розряди в зерновій масі під дією сильного електричного поля [Текст] / О. М. Берека, С. М. Усенко, С. В. Петриченко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. – Том 6. – С. 184–191.
3. Патент на винахід № 105984 Україна, МПК А23L 3/32 (2006.01), А01F 25/14 (2006.01). Пристрій для знешкодження комах-шкідників зерна у сильному електричному полі [Текст] / Берека О.М., Науменко О.В. Заявник і патентовласник НУБіПУ. – № а201303445; заяв. 20.03.2013; опубл. 10.07.2014, Бюл. №13.
4. Щерба М. А. Закономерности распределения электрического поля в диэлектрической среде при изменении размеров и формы проводящих включений [Текст] / М.А. Щерба // Техническая электродинамика. – 2012, №2 - с. 19-20.

УДК 544.642: 539.194: 62–623

ВПЛИВ ПОЛЯРИЗОВАНOSTI МОЛЕКУЛ-РЕАГЕНТИВ РЕАКЦІЇ ГОРІННЯ НА ЕНЕОГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПАЛИВНИХ УСТАНОВОК

Ковалишин Б.М., к.т.н., доцент

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

Наявність та ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів визначають рівень розвитку і добробут практично всіх країн світу. Крім того, відомо, що терміни вичерпання запасів розвіданих і прогнозних традиційних вуглеводневих енергоносіїв становлять кілька десятків років [1]. Підвищення ефективності енергогенеруючих установок є тим напрямком розвитку технологій спалювання, який дозволить збільшити строки використання викопних вуглеводневих енергоносіїв і тому є актуальним і своєчасним.

Підвищення енергоефективності паливних установок ґрунтується на використанні основного положення теорії хімічної кінетики – закону Арреніуса [2,3]. Закон Арреніуса характеризує можливість і швидкість протікання протікання хімічних реакцій між молекулами-реагентами. Теоретичні та експериментальні дослідження показали можливість підвищення ефективності спалювання газоподібних вуглеводневих енергоносіїв у повітрі через електроактивацію молекул-реагентів реакції горіння. Теоретично доведено [4,5], що енергоефективність паливних установок при спалюванні вуглеводневого палива в повітрі може бути підвищена через дію на компоненти реакції горіння високовольтним пульсуючим нерівномірним електричним полем високої напруженості.

Експериментальні дослідження електроактивації молекул-реагентів реакції горіння пропану і природного газу в повітрі показали можливість практичної реалізації запропонованого способу в паливних установках різних типів для газоподібних вуглеводневих енергоносіїв.

Експериментальні дослідження полягали в нагріванні 1,0 л води від 20 °С до 40 °С. Досліджувалося імпульсне електричне поле в діапазоні частот 0÷140 Гц. Ефективність електроактивації компонентів реакції горіння оцінювалась за перевищенням часу нагрівання води без активації компонентів реакції горіння над часом при їх активації.

Отримані результати експериментальних досліджень показують, що електроактивація на частоті 100÷120 Гц обох компонентів реакції горіння пропан-бутанової суміші в повітрі, порівняно з контролем, суттєво (на 21,5÷22,0 %) скорочує час нагрівання води.

Результати досліджень при спалюванні природного газу в повітрі показують, що активація природного газу і повітря скорочує час нагрівання води в обох варіантах дослідження. При активації повітря високовольтними імпульсами з частотою 100 Гц скорочується час нагрівання води на 11,1 %. При спільній активації природного газу і повітря скорочення часу нагрівання води склало 12,0 %. Розрахована $HIP_{0,05}=2,46$ свідчить про неістотність відмінностей між обома варіантами досліду. Така неістотність відмінностей пояснюється, з нашої точки зору, тим, що у варіанті з одночасною активацією обох компонент реакції горіння ефективною була лише активація повітря. Внесок в загальну ефективність реакції горіння активованого природного газу був незначним. Можна також зробити висновок про те, що у цьому варіанті експерименту параметри електричного поля не дозволили в достатній мірі провести активацію молекул природного газу. Так як вміст в природному газі метану складає 89÷99 % [6], то, на нашу думку, отриманий результат пояснюється неефективністю впливу електричного поля на гомеополлярні молекули метану. Різницю в ступені електроактивації молекул пропану і метану можна пояснити їх будовою, а значить поляризованістю молекул.

Висновки

1. Проведено теоретичне та експериментальне обґрунтування можливості підвищення енергоефективності паливних установок, які використовують газоподібне вуглеводневе паливо, при активації молекул-реагентів реакції горіння високовольтним пульсуючим нерівномірним електричним полем.
2. При активації молекул-реагентів хімічних реакцій важливим є врахування ступеню їх полярності.
3. Отримані експериментальні результати підтверджують теоретичні висновки про важливу роль поляризації молекул для їх електроактивації.

Література

1. Гуков Я.С. Використання відновлюваних джерел енергії в сільському господарстві (наукова доповідь).–ННЦ „ІМЕСГ”.–2005.–24 с.
2. Физическая химия. / Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001.– Кн. 1.– 512 с; кн. 2, - 319 с.
3. Эйрінг Г. Основы химической кинетики/ Эйрінг Г., Лин С.Г., Лин С.М.– М.: Мир, 1983.–528 с.
4. Ковалишин Б.М. Підвищення енергоефективності паливних установок через активацію молекул-реагентів реакції горіння / Б.М. Ковалишин.– Наукові вісті НТУУ "КПІ", №1, 2011.–с.136–139.
5. Ковалишин Б.М. Застосування електричного поля високої напруги для підвищення енергоефективності паливних установок / Б.М. Ковалишин.– К.: Науковий вісник НУБіП України, “Техніка та енергетика в АПК”, вип. 161.–2011, с. 27–32.
6. ГОСТ 30319.2-96. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости.

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ МЕТОДИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ ГОРОХУ

*Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент; Пєрова Н.П., інженер
Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Електротехнологічну дію на рослини можна здійснювати з метою стимуляції їх зростання, розвитку, підвищення. Різноманіття видів і способів електричної обробки сільськогосподарської сировини можна розбити на дві великі групи: обробка електроконтактна та у високочастотному і надвисокочастотному полях.

При цьому сама дія може виконуватися різними видами електричних і магнітних полів, різними видами і стадіями електричних розрядів, і різнорідними електричними струмами: постійним, імпульсним, змінним синусоїдальним, змінним несинусоїдальним струмами з використанням електроіскрового розряду.

Нашою метою є вдосконалення способу передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур, зокрема, гороху, високочастотним електромагнітним полем, постійним магнітним полем та високовольтним електричним полем постійного струму. Задачею досліджень є вибір способу обробки насіння, який дозволяє отримати найбільшу врожайність. При цьому продуктивність пристрою, що здійснює обробку, була максимальною, а питомі витрати електроенергії мінімальними. На основі теоретичного аналізу й експериментальних даних ми знайдемо найбільш доцільний, з практичної точки зору, спосіб та діапазон опромінювання.

Ефективність опромінення визначаємо шляхом оцінки схожості насіння після опромінення. Висів опроміненого й неопроміненого (контрольна партія) насіння будемо здійснювати в касетах та в закритому ґрунті.

При оцінці електромагнітного випромінювання використовуються різні величини: напруженість електричного поля, магнітна індукція, потужність установки, тривалість обробки.

Енергія проростання зерна у відсотках визначається за формулою:

$$E = \frac{50-n}{50} \cdot 100\% \quad (1)$$

де n – кількість зерна, що не проросли за 72 год, шт.; 50 – кількість зерна в аналітичній пробі.

Здатність проростання зерна у відсотках визначається за формулою:

$$ЗП = \frac{50-n_1}{50} \cdot 100\% \quad (2)$$

де n_1 – кількість зерна, що не проросли за 120 год, шт.

Високовольтна передпосівна обробка гороху проводилась при напруженості 4 кВ/см протягом 5 хв. Енергія проростання без обробки склала 80%, з обробкою – 96%.

Мікрохвильова передпосівна обробка гороху проводилась при частоті 20 МГц при потужності 100 Вт протягом 1 хв. Енергія проростання без обробки склала 82%, з обробкою – 98%.

Обробка гороху постійним магнітним полем проводилась при магнітній індукції 0,1 Тл протягом 5 хв. Енергія проростання склала без обробки 80%, з обробкою – 82%.

Таким чином, для даної культури попередньо можна вважати способи передпосівної обробки високовольтним та високочастотним полями найкращими. Однак кінцевий результат – це врожайність гороху.

Планується отримати зв'язок між параметрами опромінювання (тривалість і потужність обробки, напруженість електричного і магнітного поля) та електро-фізичними і фізіолого-біологічними якостями насіння (ємність, кут діелектричних втрат, поляризація мембран, енергія проростання, схожість насіння).

В цілому спосіб може бути використаний для інтенсифікації виробничих процесів в рослинництві.

Література

1. Берека О.М. Обробка насіння сільськогосподарських культур в сильному електричному полі. / О.М. Берека. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2011. – 335 с.
2. Прищеп Л.Г. Эффективная электрификация защищенного грунта. /Л.Г. Прищеп // М.: Колос, 1980. – 208 с.
3. Щербаков К.Н. Стимуляция ростовых процессов растений низкоэнергетическим магнитным полем / К.Н. Щербаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – №7. – С. 26–29.
4. Ярошенко П.Е. Электрическое и магнитное воздействие при переработке с.-х. продукции / П.Е. Ярошенко, Б.С. Монахов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – №4. – С. 27–28

УДК 621.385: 631.234

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ

***Червинский Л.С., д.т.н., профессор, Луцак Я.Н., инженер
Национальный университет биоресурсов и природопользования
Украины***

На сегодня в осветительных установках Украины расходуется примерно 25% генерирующей электрической энергии, то есть около 25 млрд. кВт.ч. Поэтому, рассмотрены новые возможные пути интенсификации производства растений и рационального использования электрической энергии при искусственном облучении растений.

Рассмотрены энергоэффективные источники света и системы облучения. Обоснована необходимость использования светодиодных источников света в теплице для облучения растений и разработана энергоэффективная система облучения.

Показано, что отсутствие в излучении ламп отдельных участков спектра может привести к нарушению роста растений при длительном выращивании их под этими источниками света (Табл.1).

Таблица 1

Влияние на растения различного оптического излучения

Диапазон длин волн, нм	Влияние на растения
400...500 (синий цвет)	Формирование низкорослых растений с низкой производительностью в результате накопления в листьях ингибитора роста. При этом стебли укороченные, листья утолщенные, но мелкие.
500...600 (зеленый цвет)	Формирование растений с вытянутыми формами и тонкими листьями, с низкой производительностью.
600...780 (красный цвет) важная зона 640...680 нм	Формирование у растений высокого ростового эффекта. При недостатке этого излучения у растений формируются неполноценные генеративные органы, что приводит к низкой урожайности.

Современные светодиодные лампы перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от красного до фиолетового цвета. Составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне. Поэтому использование в фитолампе комбинации синих и красных светодиодов позволяет эффективно использовать энергию только на полезный для растений свет.

Учитывая, что современные теплицы представляют собой сложные технические комплексы, в большей части роботизированные, управление которыми осуществляется при помощи автоматизированных систем, в которые достаточно органично можно добавить и управление освещением, причём как по интенсивности, так и по спектральному составу излучения, и производить такие управляющие операции по программам, учитывающим фазу развития растений. Для это наиболее подходят светодиодные источники.

Литература

1. Государственная целевая экономическая программа энергоэффективности на 2010-2015 годы. Утверждена постановлением Кабинета Министров Украины от 1.03.2010, №243.

2. Червінський Л.С. Використання світлодіодів у світлокультурі тепличних рослин / Червінський Л.С., Сторожук Л.О., Луцак Я.М. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. –Київ: НУБіП, 2015. – вип.209, частина 2: Техніка та енергетика АПК. – С.153–159

3. Червінський Л.С. Особливості застосування світлодіодних джерел світла в світлотехнічних установках / Червінський Л.С., Луцак Я.М.// Науково-технічний журнал «Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК». – Харків: ХНТУСГ, 2015 – №1 (3). – С, 43–45.

4. Червинский Л.С. Обоснование влияния спектрального состава источников световой энергии на жизнедеятельность растений в сооружениях закрытого грунта / Червинский Л.С., Луцак Я.Н. // Теоретический и научно-практический журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства «Инновации в сельском хозяйстве». – Москва: – ВИЭСХ. 2016 – Выпуск №4(9) – С. 180-187.

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

УДК 535.37

СИНХРОТРОННЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ (ОГЛЯД)

***Бойко В.В., к.ф. – м.н., доцент; Іноземцев Г.Б., д.т.н., професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна***

В прискорювачах елементарних частинок при русі в магнітному полі по криволінійній траєкторії електронів, позитронів, протонів зі швидкостями, близькими до швидкості світла, виникає гальмівне (магніто - гальмівне) випромінювання, або як його називають синхротронне випромінювання (СВ).

Ця назва обумовлена тим, що детальні дослідження характеристик цього випромінювання (поляризація, кутовий розподіл, інтенсивність та ін.) розпочинались саме на прискорювачах – синхротронах. В даному огляді проаналізовані особливості фізичних властивостей та перспективи використання СВ, що обумовлені їх унікальними властивостями.

Перші серйозні спостереження, дослідження характеристик СВ почалось вже в 50 – і роки попереднього століття, коли почалися роботи на перших потужних прискорювачах елементарних частинок – синхротронах, а дещо пізніше - при русі заряджених частинок через так звані ондулятори та вігглери (періодичні магнітні структури, якими почали користуватись для створення СВ). На той момент СВ розглядалось, як шкідливий ефект, що приводив до втрат в прискорювачах елементарних частинок високих енергій. Цей ефект називали ще «прожекторний ефект», або «електрон, що світиться». Коротко зупинимось на основних фізичних особливостях цього випромінювання.

СВ – випромінювання з надзвичайно високою колімацією пучка. Пучок СВ випромінюється електроном по дотичній до траєкторії і має кутову розбіжність менш, ніж долі мілірадіана для типових значень енергій електронів в сучасних прискорювачах 300 Мев – 10 ГеВ.

СВ характеризується широким, неперервним спектром, що легко перебудовується. Він перекриває практично весь рентгенівський діапазон і область ультрафіолетового випромінювання (0,1 нм – 300 нм). Можна використовувати також і випромінювання видимої та інфрачервоної області спектра.

СВ має дуже високу інтенсивність, яка в найбільш важливому для досліджень і технологій рентгенівському діапазоні більш, ніж на п'ять порядків перевищує інтенсивність рентгенівських трубок.

Синхротронне випромінювання дуже анізотропне. При русі частинки по колу в прискорювачі воно в основному зосереджене в площині орбіти, при використанні ондулятора - направлене вперед у напрямку руху частинок. СВ характеризується природною поляризацією: строго лінійною на осі пучка (вектор напруженості електричного поля лежить в площині орбіти електронів) і строго циркулярною на його периферії. Поляризація СВ грає важливу роль в багатьох прецизійних методах досліджень матеріалів та структур мікроелектроніки. Перераховані вище унікальні властивості СВ дозволяють підняти на новий якісний рівень субмікронну мікротехнологію і аналітичні методи діагностики субмікронних функціональних структур.

Перші використання особливих властивостей СВ почалось в атомній спектроскопії, а потім і в фізиці твердого тіла. Відомі роботи по використанню СВ для досліджень високоенергетичного збудження люмінесценції; на багатьох синхротронах були створені лабораторії вакуумного ультрафіолетового та рентгенівського каналів СВ. Одна з найвідоміших таких лабораторій функціонує на прискорювачі DESY (м. Гамбург, Німеччина). Лабораторія HASYLAB, в якій є більше 30 каналів (так званих *beamlines*) видимого випромінювання, ультрафіолетового (UVIS), вакуумного ультрафіолетового та рентгенівського (X-rays) СВ. Лабораторія розміщена над накопичувачем позитронів DORIS III, який і є джерелом СВ. На обладнанні цієї лабораторії мають можливість проводити дослідження науковці багатьох країн.

Перераховані вище властивості СВ дозволяють в фізиці та матеріалознавстві створити прецизійні методи досліджень речовини, а в техніці та технологіях підняти на новий якісний рівень мікротехнологію і аналітичні методи діагностики субмікронних функціональних структур мікроелектроніки. Так, відомі використання СВ в біологічних дослідженнях, наприклад, для розшифрування структури білка, а в медицині для створення нових лікарських препаратів. Розширюються використання СВ рентгенівського діапазону в клінічних дослідженнях: мікроангліографія,

лімфографія, томографія мозку та судин, денситометрія кісток, мікроелементний аналіз.

Звичайно, широке використання цього випромінювання значно ускладнене тим, що воно отримується на даний час практично тільки в небагатьох світових наукових центрах, зв'язаних з прискорювачами елементарних частинок (синхротронами), або з так званими накопичувачами електронів. Але надзвичайно швидкий розвиток технологій у світі в цьому напрямку мабуть в найближчий час зробить можливим використання цього поки що «екзотичного» та високовартісного випромінювання в більш доступних межах. Варто сказати, що ще кілька десятиліть назад важко було представити використання різного роду прискорювачів, що містяться практично «на столі», і широко використовуються, наприклад, в медицині.

УДК 631.563

ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ ФОТОСИНТЕЗНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Червінський Л.С., д.т.н, професор; Луцак Я.М., інженер

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

В результаті багаторічних досліджень вченими в різних країнах [2] було встановлено, що всі рослини можна розділити на дві основні групи: світлолюбні і сутінколюбиві.

Для порівняння ефективності впливу спектрального складу штучних джерел фотосинтезного випромінювання опромінення використовували опромінювачі типу РСП-ВОТ-02 з лампами ДНаТ-250 та ДРИ-250-5 та світлодіодний випромінювач з червоними і синіми світлодіодами (у співвідношенні 3:2 відповідно).

Для визначення ефективного режиму опромінення було вибрано п'ять рівнів опромінення ФАР: 40, 50, 60, 70, 80 Вт/м² при застосуванні розрядних ламп та 5, 7,5, 10, 12,5, 15 Вт/м² при застосуванні світлодіодних світильників, при кожному з яких проводилися чотирикратні вимірювання та обчислення. При цьому питома споживана потужність установки з розрядними лампами становила 312 Вт/м², світлодіодного опромінювача – 18,5 Вт/м². Дослідження проводились на ранніх тепличних культурах: салаті-латук та цибулі-шалот, яка вирощується на зелене перо.

Висновки.

Найбільш сприятливими для вирощування світлолюбних рослин є інтенсивності світла в межах 150-350 Вт/м², а оптимальний склад випромінювання має наступне співвідношення енергій по спектру: 30% - у

синій області (380-490 нм), 20% - в зеленій (490- 590 нм) і 50% - в червоній області (600-700 нм).

Встановлено, що морфометричні показники рослини досягають максимального значення при рівнях опромінення 60-70 Вт/м² для розрядних джерел світла та 12-15 Вт/м² для світлодіодів. В умовах низького освітлення формуються тонкі та більш зневоднені паростки .

Література

1. Червінський Л.С. Використання світлодіодів у світлокультурі тепличних рослин / Червінський Л.С., Сторожук Л.О., Луцак Я.М. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. –Київ: НУБіП, 2015. – вип.209, частина 2: Техніка та енергетика АПК. – С.153–159
2. Червінський Л.С. Особливості застосування світлодіодних джерел світла в світлотехнічних установках / Червінський Л.С., Луцак Я.М.// Науково-технічний журнал «Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК». – Харків: ХНТУСГ, 2015 – №1 (3). – С, 43–45.
3. Червинский Л.С. Обоснование влияния спектрального состава источников световой энергии на жизнедеятельность растений в сооружениях закрытого грунта / Червинский Л.С., Луцак Я.Н. // Теоретический и научно-практический журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства «Инновации в сельском хозяйстве». – Москва: – ВИЭСХ. 2016 – Выпуск №4(9) – С. 180-187.
4. Червінський Л.С. Метод визначення просторової фотосинтезної опроміненості / Червінський Л.С., Усенко С.М., Книжка Т.С., Луцак Я.М.// Технічна електродинаміка, Інст. Електродинаміки НАН України, №5 – 2016- м.Київ, С. 88-90.

УДК 631.2:535.24

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ФОТОСИНТЕЗНОЇ РАДІАЦІЇ ДО ТЕПЛИЦІ

Сабо А.Г., к.т.н., доцент; Речина О.М., асистент

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

Завдання раціонального використання електроенергії та зниження витрат на штучне освітлення тепличних культур завжди відносили до найважливіших проблем сільськогосподарського виробництва. У структурі енергоспоживання більшості тепличних господарств України майже 40% електричної енергії витрачається на додаткове опромінення рослин. Нова Енергетична стратегія України: безпека, енергоефективність, конкуренція (НЕС) головною метою розвитку енергетики на період до 2035 року визначає забезпечення енергетичної безпеки і перехід до енергоефективного та енергозощадливого використання і споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій. Тому удосконалення існуючих та

розробка нових методів ведення світлокультури рослин залишається актуальною проблемою сьогодення.

Одним із способів зниження енергоспоживання теплиць є максимальне використання природної фотосинтезної радіації (ФАР). Саме прогнозуванню надходження природної ФАР і присвячена дана робота.

Мета роботи. Розробка концепції прогнозування надходження природної ФАР з метою її максимального використання у світлокультурі рослин.

Результати досліджень. У теплицях як біотехнічних об'єктах зі штучним регулюванням мікроклімату фізіологічну дію сонячного випромінювання на рослини враховують переважно в якості додаткового джерела тепла. Точний облік природної фотосинтезної радіації у світлокультурі рослин не ведуть, що пов'язано зі стохастичною природою надходження ФАР.

У роботі наведено статистичні метеорологічні дані щомісячного надходження сонячної радіації на території України, показано можливість економії енергоресурсів у тепличних господарствах при точному обліку природної фотосинтезної радіації.

Методики прогнозування радіаційного режиму посівів розглядаються в [1, 3]. У метеорологічній практиці розрахунок напівсферичних потоків сонячної радіації ведуть числовими методами теорії переносу випромінювання: метод Монте-Карло, сферичних гармонік та ін. Проте застосування цих методів у тепличних господарствах пов'язано із певними труднощами, насамперед необхідністю оперативного отримання даних від метеостанцій. На території України виміри інсоляції здійснюють лише 15 метеорологічних станцій, розташованих переважно у центральних та західних областях, що унеможливорює достовірне локальне прогнозування приходу фотосинтезної радіації до теплиці.

Запропоновано прогнозування надходження ФАР до теплиці за добу вести із застосуванням моделі «безхмарного неба» при прямому вимірюванні сонячної фотосинтетичної радіації на рівні точки росту рослин. Інтервали часу вимірювання інсоляції визначаються необхідною точністю та ступенем стійкості надходження сонячної енергії, а також умовою стійкої роботи джерел штучного опромінення в теплиці. За опосередкованими на даному інтервалі часу даними вимірювань інтенсивності ФАР проводиться розрахунок ймовірного надходження природної фотосинтезної радіації до кінця світлового дня. Відтак, прогнозування є динамічним процесом, що відкриває можливість прийняття гнучких рішень щодо необхідності включення штучного освітлення.

Реалізувати поставлену задачу можливо за допомогою створення моделюючого комплексу надходження ФАР, структурна схема якого представлена на рисунку 1.

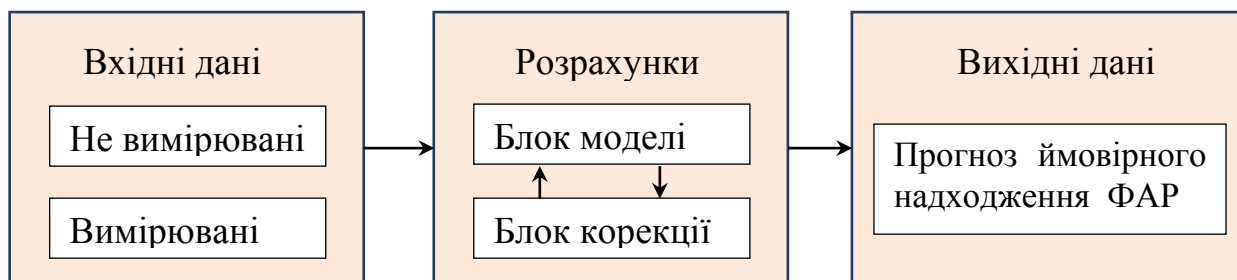


Рис. 1. Структурна схема моделюючого комплексу надходження ФАР

Висновки. Запропонований спосіб прогнозування надходження природної фотосинтезної радіації до теплиці є легким в реалізації і може застосовуватись при веденні світлокультури рослин з метою зменшення енергоспоживання.

Література

1. Полуэктов Р.А. Математическое моделирование радиационного режима посева и прогноза темпов развития растений и урожайности сельскохозяйственных культур/ Р.А. Полуэктов, А.Т. Нагиев, М.Ш. Шукуров / Известия национальной академии наук Azerbaijan. – 2004. - №2. – с.1-5.
2. Сабо А.Г. Підвищення ефективності енергоспоживання в спорудах захищеного ґрунту шляхом максимізації використання природної фотосинтетично активної радіації / А.Г.Сабо, О.М. Речина - Праці Таврійського державного агротехнологічного університету вип.8.т.5. - Мелітополь: ТДАТУ, 2008.-с 63-69.
3. Тимофеев Ю. М. Теоретические основы атмосферной оптики / Ю. М. Тимофеев, А. В. Васильев - Санкт-Петербург: «Наука», 2003 - 474 с.

УДК 536.24

РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ НА БАЗІ ЗЕРНОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

Горобець В.Г., д.т.н.

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

Відомі апарати та пристрої для приготування кормів для великої рогатої худоби, свиней, птиці та інших тварин з використанням зерна (пшениці, жита, проса та інших культур) побудовані на принципі подрібнення зерен в молоткових дробарках. При цьому необхідно витратити велику кількість електроенергії для функціонування таких пристроїв, а отримані сухі кормові суміші мають значну вартість і є недостатньо ефективними при годівлі тварин та птиці.

Пропонується апарат для приготування кормів із зернових і овочевих культур, що базується на новому принципі, який полягає у використанні механізму, що складається з циліндричного ротора і статора з прорізами,

через які поступає суміш води і зернової маси. Швидкість обертання ротора складає 3000-5000 об/хв. При проходженні зерен через прорізи ротора і статора в момент їх суміщення зерно подрібнюється, а також відбувається одночасний нагрів кормової суміші до 30-40 °С, що обумовлено кавітаційними ефектами перетворення механічної енергії в теплову енергію у вузькому каналі між ротором і статором. Крім приготування зернової суміші в апараті передбачено ножовий пристрій для нарізки овочів (буряка, моркви, картоплі, тощо), які зміщуються із зерновою масою для приготування високоякісних кормів. Запропонований роторно-пульсаційний апарат для приготування кормів потребує в 1,5-2 рази менше енергії та забезпечує кращу якість кормів порівняно з наявними апаратами при однаковій продуктивності.

УДК 577.34

ФЛУОРЕСЦЕНТНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН

Кожем'яко Я.В., пошукач

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

Реєстрація індукції флуоресценції дає можливість спостерігати часову кінетику інтенсивності флуоресценції попередньо адаптованого до темноти зеленого листа. Вона характеризується двома інтервалами: швидке зростання флуоресценції до максимального значення f_m протягом 100-500 мс і повільне спадання флуоресценції до стаціонарного рівня f_s протягом 3-5 хвилин.

Для оцінки функціонування фотосинтетичного апарату було використано відношення зменшення флуоресценції ($f_d = f_m - f_s$) до стаціонарної флуоресценції ($R_{fd} = f_d / f_s$) – це міра апроксимації потенціалу фотосинтетичної діяльності листка, демонструє наявність фотосинтетичної функції; його названо індексом життєздатності. Величину R_{fd} визначали на двох довжинах хвиль: 690 nm (R_{fd}') та 735 nm (R_{fd}''), що призводить до введення додаткового параметра флуоресценції – індексу адаптації до стресів

$$Ap = 1 - [R_{fd}'' + 1] / [R_{fd}' + 1].$$

Був проведений вегетаційний дослід в теплиці ботанічного саду НАУ за п'ятьма варіантами внесених добрив (кількість добрив на 1 га площі): 1 - контроль (без добрив), 2 – $N_{90}P_{60}K_{60}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60} + 12$ т/га гною, 4 – $N_{90}P_{60}K_{60} + 2,4$ т/га соломи + N_{24} , 5 - $N_{90}P_{60}K_{60} + 12$ т/га гною + 2,4 т/га соломи + N_{24} . Добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,5%), гранульованого суперфосфату (19,5%), калійної солі (40%), гною та нетоварної частки врожаю.

Найменше значення R_{fd}' у рослин, вирощених без добрив, і зростає у рослин, в ґрунт яких вносились відповідно NPK, гній, солома. Фото

синтетично активні листки рослини демонструють високі значення Ар такі, як при мінімальному обробітку з 4-м та 5-м варіантом внесених добрив.

Література

1. Холл Д. Фотосинтез.- М.: Мир, 1983. – 132 с.
2. Kautsky H., Hirsch A., Das Fluoreszenzverhalten grüner Pflanzen // Biochem. Z., – 1931, V. 274 - P.422.
3. Посудін Ю.І., Кожем'яко Я.В. Флуориметр для аналізу сільськогосподарських рослин в стресових умовах // Науковий вісник НАУ, 2002.-Вип.58. – С.39–41.

УДК 621.7.044.7:631.51.01

ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ КУКУРУДЗИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ

Лазарюк К.О., аспірант; Чміль А.І., д.т.н., професор

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

Питанню передпосівної обробки сільськогосподарської продукції приділяється значна увага, особливо в останні роки коли постійно зростає собівартість аграрного виробництва.

Отримання повноцінного врожаю багато в чому залежить від якості посівного матеріалу, а технологія вирощування включає в себе ряд заходів: післязбиральне зберігання, передпосівна обробка, знезараження, посів. На кожному етапі виробництва і зберігання на насіння, можливий негативний вплив екзогенних чинників, що знижують їх якість. При незадовільних умовах зберігання або вирощування, насіння втрачає природну схожість, заражається хворобами, пошкоджується комахами-шкідниками, травмується при механічній обробці. У зв'язку з цим, обробка насіння перед посівом є однією з важливих передумов рентабельного виробництва сільськогосподарських культур. [1]

На даний час в сільському господарстві почали широко використовувати фізичні методи впливу на культурні рослини. Вони виступають альтернативою хімічним методам обробки, і при цьому досить ефективні. Один з таких методів – вплив на насіння сільськогосподарських культур електромагнітним полем надвисокої частоти (ЕМП НВЧ).

Дана технологія направлена на стимуляцію метаболічних процесів в рослинних біологічних об'єктах з метою підвищення їх врожайності та якості і має цілий ряд переваг, а головною перевагою, НВЧ обробки насіння, являється значна економія часу, так як процес обробки відбувається досить швидко. [3] Окрім того, дана технологія дозволяє зберегти в насінні всі поживні речовини, вітаміни та мінерали, що при обробці іншими методами домогтись досить складно. [2]

В якості оброблювального об'єкта було вибрано насіння кукурудзи «ЕМІЛІО», яке оброблялось енергією ЕМП НВЧ. Досліджувалось кілька варіантів впливу на енергію проростання та лабораторну схожість насіння; при цьому контрольна проба не піддавалася впливу ЕМП НВЧ. Насіння оброблялось на лабораторній установці з частотою магнетрона 2,45 ГГц в трьох режимах потужності 1.4, 1.2 та 0.8 кВт/кг, та в п'ятих режимах експозиції обробки – 45,60,75,90 і 105 с. Після обробки насіння висівалось в контейнери із зволоженим піском. Досліди проводились в трьох кратному повторенні. Енергія проростання та схожість насіння кукурудзи визначались на 4-ту та 7-му добу відповідно за стандартною методикою (Визначення проростання та схожості, ДСТУ 12038-84).

Аналіз дослідження показав що найбільш сприятливі зміни відбулися при питомій потужності обробки в 1.2 кВт/кг та 0.8 кВт/кг і експозицією в 60 і 105 с. відповідно. Енергія проростання склала +10 і +7% відносно до контролю, а лабораторна схожість відповідно +13 і +9%. При НВЧ-обробці протягом 75 та 90 с. і потужності 1.4 кВт/кг, а також при 105 с. і потужністю 1.2 кВт/кг спостерігалось зниження енергії проростання та лабораторної схожості порівняно з контролем.

Література

1. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/download/5252/5165>
2. Електротехнології обробки сільськогосподарської продукції: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, О.М. Берека, О.В. Окушко, С.М. Усенко; за ред. Г.Б. Іноземцева. – К.: «ЦП «КОМПРИНТ». – 2015. – 306 с
3. Никифорова Л. Е. Низкоэнергетические электромагнитные технологии для активации семян тепличных культур : дис. ... доктора тех. Наук : 05.11.17 / Никифорова Лариса Евгеньевна. – Мелитополь, 2009. – 305 с.

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.

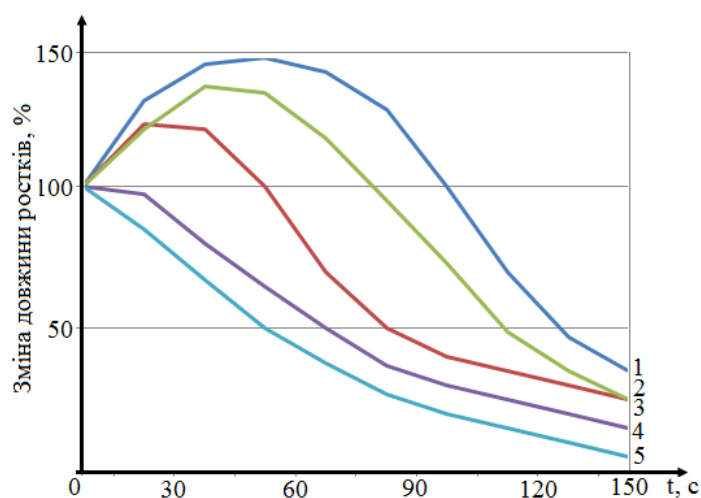


Рис. 1 Зміна довжини ростків різних рослин від дози електромагнітної енергії

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. / И. П. Верещагин – 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.

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 с.

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

УДК 621.316.1

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТИПОВИХ СТРУКТУРНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Сивенко М.М.; Мірошник О.О. д.т.н., професор

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

Проблема якісного електропостачання з мінімальними втратами в нашій країні є дуже актуальною. На сьогоднішній день в електромережах України наявні значні резерви економії та підвищення якості енергетичних ресурсів. За статистичними даними втрати в електричних мережах сягають від 14 до 17%, а з неофіційних джерел відомо, що вони досягають 20 %. Здебільшого це обумовлено відсутністю сучасних систем обліку, що дозволяє використовувати її майже без обмежень, застаріле обладнання електромереж та недосконалість структурної системи електропостачання в лініях електропередач 0,38/0,22 кВ, що не дозволяє знизити додаткові втрати в лініях.

Сучасним рішенням – є модернізація розподільних мереж, а саме структура побудови мережі. Найбільш поширеними є два проекти побудови систем електропостачання – США та Європи.

У США типовою системою живлення електроустановок будівель є система TN-C-S. Використовуються понижуючі однофазні трансформатори, з номінальною потужністю 10 - 50 кВА і напругою 120/240 В від вторинної обмотки з заземленим середнім виводом. У тих випадках, коли понижуючий трансформатор живить одночасно житлові будівлі та комерційні підприємства, живлення житлових будинків здійснюється від двох фазних і від нульового робочого провідника, зв'язаного з заземленою нейтраллю вторинною обмоткою трансформатора, з'єднаною за схемою «зірка» напругою 120/208 В. Трифазну напругу, використовується для живлення комерційних підприємств. Для живлення електроустановок житлових будівель трифазне живлення використовується порівняно рідко. Залежно від щільності забудови однофазний трансформатор може обслуговувати одного споживача в сільській місцевості або кілька споживачів в місті. Виходячи з цього, величина падіння напруги обумовлює довжину вторинної мережі для побутових споживачів і не перевищує 80 метрів. У проектах США живлять лінії вторинної мережі використовуються як основні гілки системи. Трифазну напругу використовується для живлення комерційних підприємств.

Багаторазово заземлення первинної розподільчої мережі дає багато переваг з точки зору безпеки.

Країни Європи широко використовують в якості розподільної системи електропостачання житлових і громадських будівель трифазну чотирьох провідну систему напругою 400/230 В з глухо заземленою нейтраллю. Зазвичай використовуються 3-фазні трансформатори, які отримують живлення від високовольтних ліній напругою 10 або 20 кВ з ізольованою нейтраллю. Це робиться з метою обмеження струму замикання на землю до декількох ампер в разі єдиного пошкодження ізоляції. Номінальна потужність кожного трансформатора приблизно 100 – 1000 кВА. Зазвичай один трансформатор живить кілька незалежних споживачів. Окремі квартири можуть житися однією фазою, в той же час приватні будинки, ферми та аналогічні будівлі отримують трифазне живлення. Рівень вторинної напруги в Європі досягає рівня 220 В, 230 В або 240 В. Лінії вторинної мережі рідко використовуються як основні, але при цьому вторинна мережа прокладається на довжину більш ніж 1.5 кілометра.

Таким чином порівняльний аналіз типових структурних систем електропостачання Європи та США показав, що в Американська система електропостачання більш гнучка, а втрати електроенергії значно нижчі, ніж в Європейській системі, при цьому аварії в американській системі рідше призводять до перебоїв електропостачання.

Література

1. Левин М. С. Анализ несимметричных режимов сельских сетей 0,38 кВ. / М. С. Левин, Т. Б. Лещинская //– Электричество, 1999. - №5. – С. 18 – 22.
2. Ангелов Д. Д. Исследование нессиметрии в воздушных электrorаспределительных сетях 0,38/0,22 кВ и пути ее ограничения: Автореф. дис. канд. техн. наук. – София, 1980. – 24 с.
3. Мирошник А. А. Энергосберегающие решения при проектировании систем электроснабжения сельских потребителей / А. А. Мирошник // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Донецьк : ДНТУ, 2013. – №1(14). – С. 189 – 192.

УДК 623.4:536.1

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ СИСТЕМИ ЗА РАХУНОК РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ, ЯКА РОЗСПЮЄТЬСЯ ПІД ЧАС ПОСТРІЛУ

***Шабатура Ю.В., д.т.н., завідувач кафедри, Баландін М.В., ад'юнкт
Національна академія сухопутних військ, м. Львів Україна***

Досвід застосування артилерійських підрозділів в Антитерористичній операції показав необхідність покращення основних характеристик вогневого ураження противника – зменшення часу на відкриття вогню, підвищення

точності вогню та зменшення часу на управління вогнем. Основним сучасним напрямом, який дозволяє вирішити зазначені задачі є використання у заходах підготовки стрільби і управління вогнем засобів, які базуються на використанні новітніх технологій. Для прикладу, можливе проведення модернізацію гармат – встановлення електронних прицілів та автоматичних систем наведення гармат, забезпечення командирів гармат уніфікованими приладами управління вогнем та іншого обладнання. Все це дозволить значно зменшити час на проведення розрахунків командиром гармати, прискорити та підвищити точність наведення гармати, забезпечити оперативний і надійно захищений зв'язок між командиром гармати та старшим офіцером батареї. Поряд з тим, встановлення на гармату такої кількості додаткового обладнання призведе до необхідності створення додаткової енергетичної установки для забезпечення живлення і підзарядки акумуляторів даних пристроїв, що для причіпної гармати буде значною проблемою, в зв'язку з відсутністю подібної системи енергоживлення.

Вирішення проблеми отримання електричної енергії для заряджання навісного обладнання гармати, в тому числі системи освітлення прицільних пристроїв можливе за рахунок використання рекуперації енергії, яка розсіюється під час пострілу артилерійської гармати.

Так, наприклад, під час пострілу 122 мм гаубиці Д-30 на максимальному заряді виділяється енергія, що становить еквівалент 18050 кДж. При цьому, осколково-фугасному снаряду ОФ-462 вагою 21,76 кг надається початкова швидкість 690 м/с, на що витрачається енергія в розмірі 5180 кДж. Решта енергії витрачається на виконання другорядних робіт, тобто, по суті безповоротно втрачається.

Виконаний вище аналіз показує, що безповоротна втрата таких величезних обсягів енергії під час артилерійських пострілів, особливо тоді, коли артилерійські підрозділи відчують гостру потребу в автономних джерелах енергії є неприпустимою, а отже становить актуальну задачу.

Вирішення цієї задачі передбачає відбір енергії, що розсіюється під час пострілу, її перетворення в інші види енергії, їх накопичення, збереження і використання для потреб артилерійського підрозділу.

Аналіз технічних можливостей та урахування тактико-технічних характеристик показує, що основними видами енергії, які можливо використати з метою енергетичного перетворення є: кінетична енергія руху відкатних частин гармати; теплова енергія нагріву ствола гармати в наслідок теплообміну; енергія дисипації порохових газів в атмосферу.

Поставлена задача виконується шляхом встановлення на гармату системи енергетичних перетворювачів – п'єзоелектричних [1], індукційних, термоелектричних та пневматичних [2], пристрою імпульсного відбору отриманої енергії та зарядного пристрою з ємністю для зберігання енергії для її подальшого використання та забезпечення енергетичних потреб гармати та

артилерійського підрозділу. Слід зазначити, що вирішення поставленої задачі не вплине на тактико-технічні характеристики гармати та не погіршить балістичні характеристики пострілу.

В подальшому електрична енергія буде передаватись до зарядного пристрою, який буде розподіляти електричну енергію між споживачами електричної енергії.

В цілому, за рахунок встановлення на артилерійських установках системи відбору та перетворення розсіюваної енергії гарматного пострілу дозволить вирішити завдання альтернативного енергетичного забезпечення артилерійського підрозділу, що зменшить витрату паливно-мастильних матеріалів, та в свою чергу підвищить енергетичну незалежність артилерійського підрозділу і відповідно збільшить його автономність, живучість і ефективність виконання поставлених завдань.

Література

1. Пат. 110392 України, МПКНО2N2/18FO3G3/00. Спосіб і пристрій для отримання електричної енергії на основі використання розсіювання енергії гарматного пострілу/ Ю.В.Шабатура, М.В.Баландін. заявл. 26.08.2014; опубл. 25.12.2015, Бюл. №24.

2. Пат. 103082 України, МПКF41A 25/00F41A 25/02. Пристрій для отримання енергії стисненого повітря на основі використання розсіюваної енергії гарматного пострілу/ Ю.В.Шабатура, М.В.Баландін. заявл. 10.02.2014; опубл. 10.12.2015, Бюл. №23.

УДК 620.92

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ДЛЯ ПОТРЕБ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ЗА ДАНИМИ ВИМІРІВ НА БОТІЇВСЬКІЙ ВЕС

*Лисенко О.В., к.т.н, доцент; Адамова С.В., асистент
Таврійський державний агротехнологічний університет,
м. Мелітополь, Україна*

Важливою характеристикою вітрового режиму є його поривчастість, в даному випадку темп зміни швидкості вітру за короткий часовий проміжок. Для стабільної роботи електричної мережі показовим є темп зміни генеруючої потужності. Наявні метеодані дають можливість оцінити зміну потужності ВЕУ (в умовних одиницях, або в долях номінальної потужності) за 10 хвилин. Використовуючи нелінійну залежність (1) масив даних щодо швидкості вітру трансформуємо в масив значень потужності ВЕУ. [2]

$$P_1(v) = \begin{cases} 0, & v < V_0, v \geq V_m \\ P(v, a_1, a_2, \dots), & V_0 \leq v \leq V_p, \\ P_w, & V_p < v < V_m \end{cases} \quad (1)$$

де V_0 , V_p та V_m – відповідно стартова, розрахункова (що відповідає номінальній потужності P_H) та максимальна швидкості вітру, a_i – параметри, що описують вигляд кривої потужності на ділянці без обмежень.

Попередній аналіз для характерних місяців 2016 р., що стосуються висоти 94 м показав що, математичне очікування стрибків близьке до нуля, а їх розподіл має ознаки симетрії. Припускаючи нормальність розподілу величини стрибків, знаходимо максимальну амплітуду стрибків з імовірністю 0,99 (квантиль нормального розподілу 2,58) та з імовірністю 0,95 (квантиль 1,96).[1]

Значні стрибки (більше половини номінальної потужності) мають характер окремих викидів, і вже при відсіюванні 1% екстремальних значень (симетрично по 0,5% додатних та від'ємних) розмах стрибків становить близько 0,17 номінальної потужності ВЕУ, а при відкиданні 5% – 0,13 номінальної потужності. Імовірність 0,95 тут розглядається як прийнятний показник, що зокрема застосовується до технічної надійності ВЕУ чи до забезпечення частоти в електромережі. Імовірність 0,99 демонструє вплив імовірних збоїв при вимірюванні, які мають нетиповий для даного процесу характер.

Графічне порівняння фактичного, нормального та коригованого розподілів наведено на рис. 1.

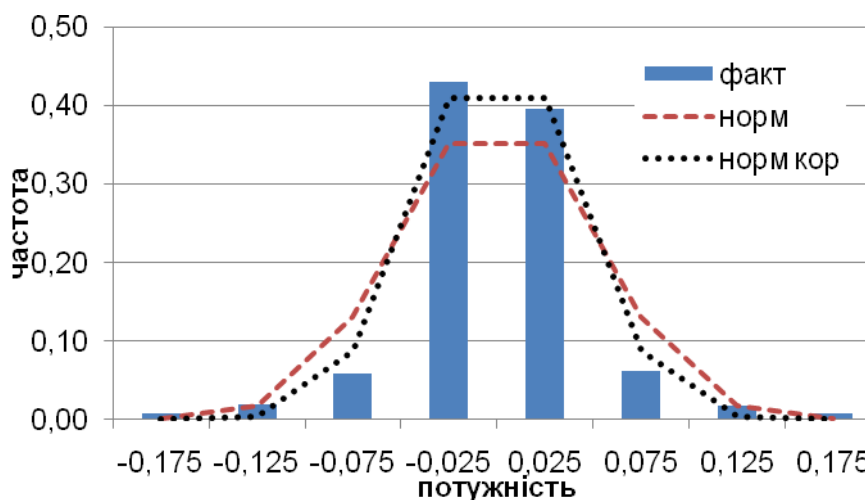


Рис. 1. Гістограма стрибків потужності ВЕУ (фактична та нормальна)

Основні закономірності розподілу стрибків потужності справедливі на обох висотах. Цей висновок важливий при проведенні передінвестиційних досліджень для проектів будівництва ВЕС, тому що прийняті в даний час правила (законодавчі чи у вигляді сталої практики) передбачають не менш як річний цикл вимірювання швидкості вітру безпосередньо на майданчику планованого будівництва. При цьому висота розташування датчиків швидкості вітру має бути якомога ближчою до осі ротора ВЕУ, які

проектуються до встановлення, проте не менше як на $2/3$ цієї висоти. Отже, досліджені дані свідчать про допустимість мінімальної в межах допустимого висоти вимірів, що суттєво впливає на вартість вимірювання.

Література

1. J.A.Carta, P.Ramirez, C.Bueno. A joint probability density function of wind speed and direction for wind energy analysis // Energy Conversion and Management – 2008, V.49. – P.1309–1320
2. ГОСТ Р ИСО 5479-2002: Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения

СЕКЦІЯ 3. SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТА РАДІАЛЬНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Гай О.В., к.т.н., доцент

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

Традиційно найбільш слабкою ланкою в системі електропостачання є повітряні розподільні мережі 10 (6) кВ – останній етап на шляху електричної енергії до споживача.

Повітряні лінії електропередач 10 (6) кВ сільських регіонів побудовані за радіально-магістральним принципом деревовидної конфігурації. Переріз проводів східчасто зменшується від головних ділянок до кінця лінії, мають місце велике число резервних зв'язків, виконаних на лінійних роз'єднувачах.

В рамках роботи аналізується специфіка функціонування магістральних повітряних розподільних мереж середньої напруги в розрізі сучасної технічної політики та рекомендується до критичного аналізу і обговорення використання нового поняття – розгалуджена магістраль. Наведемо оцінки технічної ефективності автоматичного секціонування ліній електропередачі 10 (6) кВ із застосуванням сучасних комутаційних апаратів – вакуумних реклоузер з використанням в якості основного показника надійності електропостачання – величини недовідпуску електричної енергії споживачам.

Відповідно нормативного документу ГІД 34.20.178 магістральна лінія повинна бути одного перерізу по всій довжині, так як в кінці лінії може бути встановлено засіб підвищення надійності (АВР, ДРГ та ін.).

За основні параметри, по яким будуть визначатися магістраль і відгалудження у певному вузлі прийматимемо сумарну потужність (ΣS , ΣP , ΣQ), довжини ліній ділянок (ΣL), «електричний момент» ($\Sigma S \cdot L$), втрати активної та реактивної потужності ($\Sigma \Delta P$, $\Sigma \Delta Q$), втрати напруги (ΣU), збиток від недовідпуску електроенергії (Σy).

В рамках дослідження доведено, що при проектуванні розподільних систем електроживлення та використанні норм законодавчих актів стосовно перерізу магістралі необхідно роботи перевірку на можливість утворення розгалуженої магістралі.

СЕКЦІЯ 4. РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

УДК 621.313.3

КОНТРОЛЬ ТА ЗАХИСТ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ВІД ВИТКОВИХ ЗАМИКАНЬ

Чернишев В.І., асистент

Індустріальний інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна.

Експлуатація асинхронних електродвигунів, що знаходяться в незадовільному технічному стані, призводить до раптових фінансових втрат, зниження якості продукції та безпеки виробництва. Незадовільний стан електрообладнання гірничих машин в обмежених просторах підземних виробок, небезпечних за газом та пилом може бути причиною пожежі або вибуху. З цих причини виникає необхідність контролю та захисту асинхронного електродвигуна в процесі його роботи.

Види та причини відмов збірних одиниць вибухозахищених низьковольтних асинхронних двигунів наведено в таблиці 6.9[1]. З таблиці слідує, що на статор з висипними обмотками доводиться 45,4% первинних відмов, з них 10,1% припадає на виткове замикання. На статор з твердими обмотками доводиться 38% первинних відмов, з них 17,2% припадає на виткове замикання. Для обмоток статора високовольтних двигунів у відповідності до таблиці 2.1 виткові замикання є відносно поширеним видом несправностей [2].

Виткові замикання обмотки статора виникають наступним шляхом[3]. Природне старіння ізоляції приводить до зниження електричної міцності ізоляції. На швидкість старіння ізоляції впливають наступні чинники: циклічні перепади температури, вібрації, вологість, вугільний пил, який утворює струмопровідні смужки на ізоляції обмоток статора. У замкнутих витках під впливом наведених у них великих струмів, набагато переважаючих номінальний, відбувається різке підвищення температури, що супроводжується нагріванням сталі сердечника і неушкодженої частини обмотки. Це ще більше руйнує ізоляцію обмотки. Якщо вчасно не відключити асинхронний двигун, виткове замикання може привести до пробоя на корпус або до міжфазних замикань. Як наслідок, двигун виходить з ладу з більшими пошкодженнями.

Пропонується, для визначення виткового замикання, контролювати спектральний склад струму, споживаного асинхронним двигуном [4,5].

Новий підхід полягає у тому, що із нескінченного складу вищих гармонік струму асинхронного електродвигуна контролюють гармоніку, яка

знаходяться в резонансі у нормальному режимі. Частотне вікно спостереження прив'язується до цієї резонансної гармоніки. По напрямку зміщення частоти резонансу, величині амплітуди та часу її дії приймається рішення. Контроль спектрального складу струму проводять під час роботи електродвигуна, без зупинки технологічного процесу. За цим підходом пропонується спосіб захисту від виткового замикання обмотки асинхронного електродвигуна [6].

Резонансна частота визначається індуктивністю обмоток статора і ротора та ємностями кабелю живлення та обмоток відносно корпусу. Появі виткового замикання в обмотці статора відповідає резонансна гармоніка струму іншої частоти, ніж при нормальному режимі.

Запропонований спосіб раціональний для контролю і захисту високовольтних двигунів, в які з умов безпеки не встановлюють датчики температури в статорні обмотки.

Висновки. Обґрунтовано резонансну гармоніку струму в якості інформаційного сигналу для контролю і захисту асинхронного електродвигуна від виткових замикань. Розроблено спосіб захисту, який миттєво реагує на виткове замикання. Підприємство отримає економічний зиск за рахунок підвищення безпеки виробництва, та зменшення втрат на ремонт пошкодженого асинхронного двигуна.

Література

1. Обеспечение надёжности асинхронных двигателей / П.И.Захарченко, И.Г.Ширшин, Б.Д.Ванеев, В.М.Гостищев. – Донецк: УкрНИИВЭ, 1998. – 324с
2. Корогодский В.И., Кужеков С.Л., Паперно Л.Б. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 248 с.
3. Гимоян Г.Г. Релейная защита горных электроустановок. Изд.2, перераб. и доп. – М.: Недра, 1978. – 349с.
4. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий /И.В.Жежеленко. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 331с.
5. Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320с.
6. Пат. на винахід №105420 Україна, МПК (2014.01) H02H7/08 (2006.01), G01R31/00, H02H7/00. Спосіб захисту асинхронного електродвигуна від виткових замикань /В.І. Чернишев; заявн. Держ. вищ. закл.«Донецький національний технічний університет». – №а201211385; заявл. 02.10.2012; опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9. – 8с.

СЕКЦІЯ 5. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ

УДК 004.33.07.08

СИСТЕМА КРИПТОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ НА БАЗІ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ КЛЮЧІВ

Казбан М.О., студент

НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського", м.Київ, Україна

На теперішній час Україна глибоко інтегрована у світовий інформаційний простір, швидкими темпами впроваджуються новітні досягнення комп'ютерних і телекомунікаційних технологій. Існує потреба у нових алгоритмах шифрування для захисту інформаційних ресурсів.

Актуальними проблеми захисту інформації залишаються питання проектування, створення і використання сучасних інтегрованих інформаційних систем за рахунок алгоритмів шифрування даних.

Під мережею Фейстеля розуміють розбиття оброблюваного блоку на кілька субблоків, один з яких оброблюється деякою функцією $f(x)$, що далі накладається на один або декілька інших субблоків. На рис. 1 приведена структура на основі мережі Фейстеля [1].

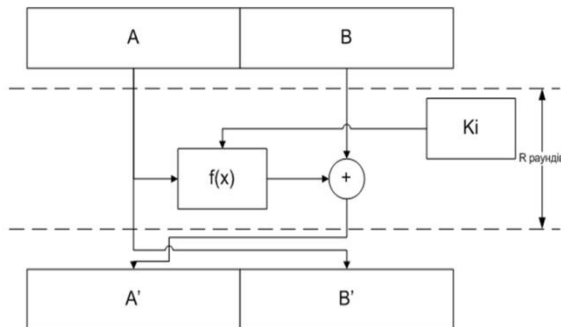


Рис. 1. Структура алгоритмів на основі мережі Фейстеля

Додатковий аргумент функції $f(x)$, що позначено на рис. 1 як K_i називається ключем раунду. Ключем раунду є результат обробки ключа процедурою розширення. Задача цієї процедури — отримання необхідної кількості ключів K_i з вхідного ключа відносно невеликого розміру. В простих випадках розширення ключа передбачає його розбивання на фрагменти, які використовуються по

черзі в раундах шифрування. Як правило процедура розширення ключа є доволі складною, а ключі K_i залежать від значень більшості біт вхідного ключа шифрування [2].

Застосовуваний алгоритм передбачає симетричність, так як вимагається використання одного і того самого ключа для шифрування та дешифрування. Нехай довжина блоків алгоритму дорівнює 32 біта. Також використаємо хеш-функцію для шифрування та дешифрування, що дає змогу приймати довільний блок даних і повертати рядок встановленого розміру. Для кодування вихідного повідомлення використовується алгоритм шифрування «base64».

Для досягнення стійкості парольної фрази пропонується використовувати подвійне хешування, яке захистить від атак та константну довжину парольної фрази для шифрування. Для унікальності створюються блоки шифрування нестандартної довжини, що дає змогу зменшити довжину блоку з 32 біт та перетворення виконувати з субблоками по 27 біт. Завдяки цьому вдається під час криптозахисту варіювати довжиною вихідного повідомлення та вхідного повідомлення, що суттєво ускладнює процес підбору ключа.

Запропоновано модифікований алгоритм шифрування текстової інформації. Створена аналітична модель алгоритму шифрування застосовує при криптозахисті варіювання довжини вхідного та вихідного повідомлення. При цьому зберігається ефективність математичних операцій шифрування та дешифрування інформації. Криптографічний алгоритм не використовує стандартні розміри блоків, що суттєво ускладнює процедуру підбору ключа.

Література

1. Нечаев В.И. Элементы криптографии (Основы теории защиты информации): учеб. [учеб. пособие для ун-ов и пед. вузов] / В.А. Садовничьего – Москва: М-во.высш. шк., 1999 – 109с.
2. Нильс Фергюсон Практическая криптография = Practical Cryptography: Designing and Implementing Secure Cryptographic Systems. – М.: «Диалектика», 2004. – 432 с.

УДК 681.5.015

АЛГОРИТМИ КЕРУВАННЯ БІОТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ АГРАРНОГО СПРЯМУВАННЯ

Лисенко В.П., д.т.н., професор

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

Аграрний сектор економіки України наповнений високотехнологічними підприємствами промислового типу, характерною ознакою котрих є наявність біологічної складової – тварини чи рослини. До таких підприємств у першу чергу слід віднести птахофабрики, тваринницькі комплекси, тепличні комбінати. Стани птиці (тварин) і рослин суттєво впливають на їх розвиток і, у кінцевому варіанті, на продуктивність, і, як наслідок, на економічну ефективність таких підприємств.

Для забезпечення технологічно обґрунтованих параметрів життєдіяльності живих організмів використовують значні за обсягами енергетичні потоки, що суттєво впливає на собівартість виробленої продукції. Так у структурі собівартості продукції птахівництва доля енергетики сягає 20%, а в структурі продукції, що виробляється тепличними комбінатами, – до 80%. Зрозуміле бажання виробників мінімізувати

витрати енергії, ціна котрої щорічно стрімко зростає. Проте навіть світові лідери птахівництва і рослинництва закритого ґрунту використовують системи автоматизації, що формують найпростіші стратегії керування такими потоками. Досвід використання таких систем показав їх неефективність [1]. Пропонується на основі використання методу невизначених множників Лагранжа реалізувати оптимальне керування, забезпечивши максимізацію прибутку підприємства, котрий залежить від затрат на створення технологічних вимог та цінової політики на ринку товарної продукції [2].

Метод Лагранжа не враховує станів біологічної складової відповідної технології та природніх збурень, що діють на такі об'єкти. Пропонується формування стратегії керування електротехнічними комплексами, що є складовою відповідної технології, здійснювати на основі бази знань, наповненій відповідною інформацією про стани тварин чи рослин, результатами аналізу природніх збурень, цінової політики на ринку товарної продукції та правилами використання цієї інформації, що забезпечують максимізацію прибутку з високою надійністю [3].

Література

1. Лисенко В. П. Аналіз традиційних систем управління мікрокліматом пташників. Способи зниження енергетичних затрат та підвищення ефективності роботи птахофабрик яєчного напрямку / В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, М. О. Русиняк // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2008. – № 118. – С. 174–181.
2. Лисенко В. П. Розробка алгоритму визначення оптимальних параметрів мікроклімату в промисловому пташнику / В. П. Лисенко, М. О. Русиняк // Аграрна наука і освіта. – 2003. – Т. 4, № 3–4. – С. 92–97.
3. Лисенко В. П. Економічна та технологічна ефективності інтелектуальної системи керування мікрокліматом у теплиці / В. П. Лисенко, А. О. Дудник, В. М. Штепа // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2013. – № 142. – С. 39–41

УДК 629.113

ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАНУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ РУХОМ БЕЗПІЛОТНИХ КОМБАЙНІВ

Шворов С.А., д.т.н, професор; Лукін В.Є., к.пед.н.; Чирченко Д.В.
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

На даний час все більше уваги приділяється «точному землеробству», що забезпечує максимальну продуктивність сільськогосподарських робіт. Найбільш перспективним є використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для планування та керування рухом безпіотної збиральної техніки (БЗТ) в залежності від наявності врожаю, стаціонарних та рухомих перешкод на кожній ділянці поля. Однак, у зв'язку з великими обсягами початкових

даних і відсутністю ефективних технологій вирішення даної задачі, виникає необхідність у проведенні цілеспрямованих досліджень у цьому напрямку.

Метою досліджень є розробка технології планування маршрутів та керування рухом безпілотної збиральної техніки в залежності від наявності врожаю та перешкод на ділянках поля, визначених за допомогою БПЛА.

Як показують результати експериментальних досліджень, звичайні цифрові фотокамери БПЛА можна ефективно використовувати при прогнозуванні врожаю та визначенні різних перешкод на шляху руху БЗТ на кожній ділянці поля. Після проведення фотозйомки на електронній карті поля на основі статистичної обробки RGB-сигналів визначається декілька контрастних за оптичними характеристиками зон (ділянок). Для кожної з цих зон експериментально розраховуються контрольні обсяги врожаю, а відповідні RGB-сигнали використовуються для навчання нейронної мережі. За допомогою спеціального програмного забезпечення обробки спектральних характеристик цифрових знімків кожної ділянки місцевості з використанням апарату нейронних мереж визначаються обсяги врожаю на шляху руху безпілотної комбайнів, що забезпечує оперативне прийняття рішень для розподілу, планування маршрутів та керування рухом БЗТ. Задача синтезу оптимальних траєкторій руху в заданих умовах розв'язується методом динамічного програмування з узагальненим критерієм оптимальності по нелінійній схемі компромісів.

Таким чином, процес планування змісту та часу виконання польових робіт поділяється на декілька етапів, а саме: формування електронної карти місцевості, визначення обсягів урожаю та оптимальних маршрутів руху збиральної техніки на кожній ділянці з урахуванням перешкод та складних геометричних форм поля. Застосування запропонованої технології передбачає більш високу оперативність та точність керування БЗТ, а також зменшення вартісних витрат на збиральну кампанію.

УДК 519.68

ВИСОКОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ
Шворов С.А.¹, д.т.н, професор; Лукін В.Є.¹, к.пед.н.; Устимчук В.В.;
Гунченко С.Ю., студент²

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

²*Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна*

Аналіз існуючих технологій отримання біогазу показує, що у біогазових установках (БГУ) не передбачається застосування різних видів сезонної біомаси. Крім того, недостатньо повно розроблені технології отримання біогазу з різних видів енергетичних культур. При цьому, неоптимальне

керування процесом завантаження різних видів субстратів може призвести до значного зменшення виходу біогазу [6, 8]. Перспективним напрямом усунення зазначених недоліків є розробка біогазової технології, за допомогою якої забезпечується завантаження БГУ різними видами субстратів і спеціальних домішок та створення необхідних умов для отримання максимально можливого об'єму біогазу.

Метою досліджень є розробка інноваційної високоефективної біогазової технології щодо підготовки вхідних субстратів та оптимальне дозування спеціальних домішок для отримання максимальних об'ємів біогазу.

Отримання максимально можливих об'ємів біометану планується на основі використання не лише різноманітних відходів з великих ферм, а й вирощування, збору та застосуванню спеціальних енергетичних культур і домішок, що стимулюють процес бродіння при їх переробці у БГУ.

Як показують результати теоретичних та практичних досліджень, найбільший вихід біометану дають субстрати з високою концентрацією енергії: свіжа трава, бадилля буряка, кукурудза, зернові рослини [1, 2, 6, 8]. Найменший вихід біогазу з органічного сухого субстрату має солома. Одним із напрямків інтенсифікації процесів зброджування є деструкційна (кавітаційна) обробка сировини та оптимальне дозування спеціальних домішок, необхідне підігрівання і перемішування з оптимальною інтенсивністю завантажуваного субстрату, що забезпечує ефективне використання всього об'єму резервуара БГУ, виключає утворення «мертвих» зон, розшарування осаду, відкладання мінералізованого осаду та утворення кірки, а також сприяє вирівнюванню температурного поля та покращенню газоутворення [4, 7].

Процес інтенсифікації зброджування полягає в тому, що потік різних видів сировини у роторно-пульсаційному апараті БГУ подрібнюється до необхідного мікроскопічного рівня та гомогенізується. У процесі обробки рвуться зв'язки довгих волокон (лігнін, целюлоза). Дисперсність збільшується так, що частинки субстрату зменшуються в розмірах до 0,1 мкм. Тому штамам бактерій, які беруть участь в процесах утворення біогазу, легше розкладати біогенні матеріали. У результаті цього вміст метану в біогазі збільшується до 70-75%.

За допомогою спеціального імунного біосенсора визначається кількість та інтенсивність росту мікробної популяції у зброджуваній біомасі, що необхідно для оптимального дозування різних видів спеціальних домішок, які дозволяють значно збільшити вихід біогазу.

Були отримані результати кількісного аналізу бактерій в біореакторній системі за допомогою імунного біосенсора на основі поверхневого плазмонного резонансу. З огляду отриманих результатів можна впевнено стверджувати, що чутливість аналізу біологічної складової досягає необхідного рівня, а головне, вона покриває діапазон коливання концентрації

мікробних клітин для забезпечення оптимального стану каталітичного процесу бродіння.

Отримані дані добре узгоджуються з раніше отриманими результатами щодо кількісного тестування деяких патогенних бактерій [3, 5].

Висновки. На основі проведеного аналізу ключових умов, що впливають на ефективність виробництва біометану, розроблена інноваційна високоефективна біогазова технологія щодо підготовки вхідних субстратів та оптимального дозування спеціальних домішок для отримання максимальних об'ємів біогазу.

Література

1. Гелетука Г.Г. Перспективи біогазу в Україні. – Економічна правда, 2013. [Електронний ресурс]. / Режим доступу: <http://www.epravda.com.ua/columns/2013/07/3/383399/>.
2. Гелетука Г.Г. Развитие биогазовых технологий в Украине и Германии: нормативно-правовое поле, состояние и перспектива / Гелетука Г.Г., Кучерук П., Матвеев Ю. Б. Киев-Гюльцов, 2013. – 71 с.
3. Efficiency of Instrumental Analytical Approaches at the Control of Bacterial Infections in Water, Foods and Feed / N. Starodub, J. Ogorodniichuk, O. Novgorodova // Biosensors for Security and Bioterrorism Applications, Edited by Dimitrios P. Nikolelis - 2016. – 199 p.
4. Метод оптимального дозування вхідних субстратів та спеціальних домішок для біогазових установок / С. А. Шворов, О. М. Юрченко, Д. С. Комарчук, П. Г. Охріменко // Відновлювальна енергетика. – 2015. – № 2. – С. 80-83.
5. Optical Immune Biosensors for Salmonella Typhimurium Detection // J. Ogorodniichuk, N. Starodub, T. Lebedeva, P. Shpylovy // Advances in Biosensors and Bioelectronics (ABB). – 2013. – V 2. – Is. 3. – P. 39-46.
6. Сидоров Ю. І. Сучасні біогазові технології / Biotechnologia acta, v. 6, no1, 2013. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://biot_2013_6_1_6.pdf.
7. Шворов С.А. Система керування процесом завантаження біомаси та спеціальних домішок в біореактор для отримання максимальних об'ємів біогазу та органічних добрив / С.А. Шворов, П.Г. Охріменко, Д.В. Чирченко // Енергетика і автоматика. – 2014. – № 3. – С. 155-161.
8. Эдер Б. Биогазовые установки. Практическое пособие / Эдер Б., Шульц Х. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zorg-biogas.com>.

УДК 66.021.2.071.4

АЛГОРИТМ ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ WONDERWARE INTOUCH

Ковалюк Д.О., к.т.н., доцент; Остапенко В.О., студент

*Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ Україна.*

Сучасні технологічні процеси повністю автоматизовані, забезпечують безперебійну надійну роботу та отримання бажаного результату. Одним з таких процесів є процес ізомеризації н-бутану в ізобутан, у якому кінцевий

продукт (ізобутан) широко використовується в холодильній промисловості, як компонент пального для двигунів внутрішнього згоряння, в якості сировини для процесу алкілування та виробництва метілтретічнобутілового ефіру (МТБЕ) [1].

Головною задачею при аналізі перебігу процесу та розрахунку керуючого впливу – є збір, систематизація, обробка та подальша візуалізація інформації з датчиків об'єкту. Для процесу ізомеризації важливим питанням є отримання наступних даних: температури суміші на вході та витрати ізобутану на виході з ректифікаційної колони [2].

На сьогодні найбільш доцільним є комплексне застосування комп'ютерно-інтегрованих технологій для автоматизації технологічних процесів. Одним з варіантів є впровадження SCADA-систем, серед яких добре зарекомендували себе продукти компанії Wonderware. Wonderware - світовий лідер ринку програмних рішень для управління операціями в режимі реального часу, від провідного постачальника систем автоматизації і інформаційних технологій [3]. Однією з найвідоміших розробок цієї компанії – є SCADA-система – Wonderware InTouch. Саме за допомогою вищезгаданої програми є можливість отримувати дані з датчиків та здійснювати постійний їх моніторинг, обробку.

В роботі змодельовано частину роботи процесу, а саме розділення суміші на кінцевий продукт (ізобутан) та вторинну сировину у ректифікаційній колоні.

Далі було здійснено отримання та запис даних з датчиків температури суміші на вході та витрати на виході, створено інформаційні вікна з сигналами тривоги, якщо дані параметри перевищують максимально допустимі, або ж навпаки, занадто низькі, що є дуже шкідливим для даного виробництва.

Для подальшої обробки і збереження даних технологічного процесу запропоновано запис інформації датчиків у OPC-сервер Matrikon та збереження їх у базі даних Microsoft Access. Схема такого алгоритму, зображена на рисунку 1.

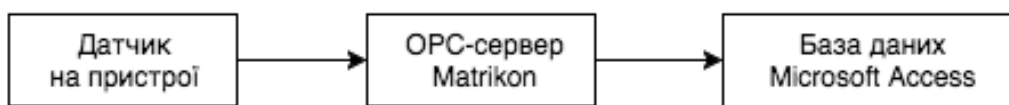


Рис.1. Схема отримання та збереження даних процесу

Реалізація здійснюється за допомогою інтерфейсу з використанням наступних команд «Special – AccessName». У діалоговому вікні “Tagname Dictionary” вводимо параметри для автоматичного виводу даних у OPC-

сервер Matrikon, з якого в подальшому дані надходитимуть у базу даних Microsoft Access – рис. 2.

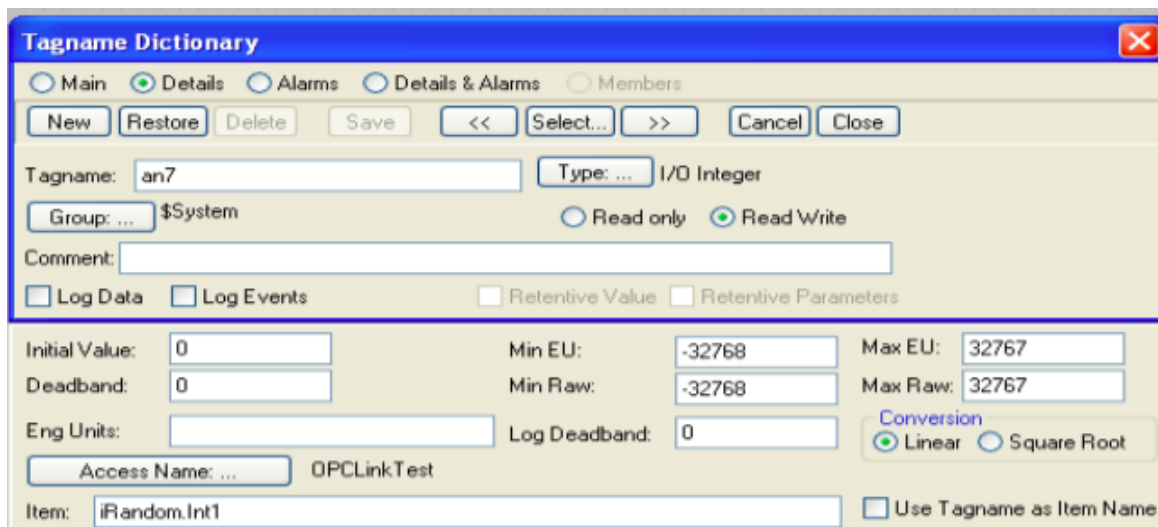


Рис.2. Діалогове вікно “Tagname Dictionary” для автоматичного виводу даних з датчиків у OPC-сервер Matrikon

Представлений варіант зручний та гнучкий у користуванні, забезпечує постійне спостереження, аналіз та контроль отриманими даними з датчиків.

Література

1. Рябова Н. Д. Адсорбенты для светлых нефтепродуктов [Текст] : монография / Н. Д. Рябова ; отв. ред. Э. А. Арипов ; Ин-т химии АН УзССР. – Ташкент: Фан, 1975. – 168 с. : ил. – Библиогр.: с. 95 – 98. – 100 пр.
2. Иванова Л. В. Технология переработки нефти и газа [Текст] : учебное пособие / Л. В. Иванова, М. И. Корнеев, В. Н. Юзбашев. – М. : Химия, 1966. – 419 с. : ил. – Библиогр. : с. 246 – 248. – 200 пр.
3. Інтернет джерело: офіційний сайт програмного забезпечення корпорації Wonderware - <http://www.wonderware.ru/>

**ХАОС ТА ЧУТЛИВІСТЬ ДО ПОЧАТКОВИХ УМОВ В ПИТАННЯХ
МОДЕЛЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ І АВТОМАТИЗАЦІЇ
ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ**

Кузьменко Б.В., д.т.н., професор, Лисенко В.П., д.т.н., професор

Інститут вугільних енерготехнологій НАНУ, м. Київ, Україна

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

Теорія хаосу – математичний апарат, що описує поведінку деяких нелінійних динамічних систем, схильних за певних умов до явища, відомого як хаос. Поведінка такої системи здається випадковою, навіть якщо модель, що описує систему, є детермінованою. Прикладами подібних систем є атмосфера, турбулентні потоки, біологічні популяції, суспільство як система комунікацій і його підсистеми: економічні, політичні та інші соціальні системи. Їх вивченням поряд з аналітичним дослідженням наявних рекурентних співвідношень, зазвичай супроводжується математичним моделюванням. Теорія хаосу - область досліджень, що зв'язує математику, фізику і філософію. Теорія хаосу стверджує, що складні системи надзвичайно залежні від початкових умов і невеликі зміни в навколишньому середовищі ведуть до непередбачуваних наслідків. Математичні системи з хаотичним поведінкою є детермінованими, то тобто підкоряються деякого суворому закону і, в якомусь сенсі, є впорядкованими. Таке використання слова «хаос» відрізняється від його звичайного значення (як хаос в міфології). Існує також така галузь фізики, як теорія квантового хаосу, що вивчає недетерміновані системи, що підкоряються законам квантової механіки. Піонерами теорії вважаються французький фізик і філософ Анрі Пуанкаре (довів теорему про повернення), радянські математики А. Н. Колмогоров і В. І. Арнольд та німецький математик Ю.К. Мозер побудували теорію хаосу, звану КАМ (теорія Колмогорова - Арнольда - Мозера). Теорія вводить поняття атракторів (в тому числі, дивних атракторів як притягують Канторова структур), стійких орбіт системи (т. Н. КАМ-торів). У побутовому контексті слово «хаос» означає «бути в стані безладу». У теорії хаосу прикметник хаотичний визначено більш точно. Хоча загальноприйнятого універсального математичного визначення хаосу немає, зазвичай використовується визначення каже, що динамічна система, яка класифікується як хаотична, повинна мати такі властивості: вона повинна бути чутлива до початкових умов; вона повинна мати властивість топологічного змішування; її періодичні орбіти повинні бути всюди густими. Більш точне математичні умови виникнення хаосу виглядають так: система повинна мати нелінійні характеристики, бути глобально стійкою, але мати хоча б одну нестійку

точку рівноваги коливального типу, проте розмірність має бути не меншою за 1.5 з порядком диференціального рівняння не менше третього. Лінійні системи ніколи не бувають хаотичними. Для того, щоб динамічна система була хаотичною, вона повинна бути нелінійною. По теоремі Пуанкаре-Бендиксона (Poincaré-Bendixson), безперервна динамічна система на площині не може бути хаотичною. Серед безперервних систем хаотична поведінка мають тільки неплоскі просторові системи (обов'язкова наявність не менше трьох вимірів або неевклідова геометрія). Однак дискретна динамічна система на якійсь стадії може виявляти хаотичну поведінку навіть в одновимірному чи двовимірному просторі.

Чутливість до початкових умов в такій системі означає, що всі точки, спочатку близько наближені між собою, в майбутньому мають значно відрізняються траєкторії. Таким чином, доволі невелика зміна поточної траєкторії може привести до значної зміни в її майбутній поведінці. Доведено, що останні дві властивості фактично мають на увазі чутливість до початкових умов (альтернативне, більш слабе визначення хаосу використовує тільки перші дві властивості з вищезгаданого списку). Чутливість до початкових умов більш відома як «Ефект метелика». Термін виник у зв'язку зі статтею «Пророцтво: Помах крил метелика в Бразилії викличе торнадо в штаті Техас», яку Едвард Лоренц в 1972 році вручив американської «Асоціації для просування науки» у Вашингтоні. Помах крил метелика символізує дрібні зміни в первісному стані системи, які викликають ланцюжок подій, що ведуть до великомасштабних змін. Якби метелик не плескав крилами, то траєкторія системи була б зовсім іншою, що в принципі доводить певну лінійність системи. Але дрібні зміни в первісному стані системи можуть і не викликати ланцюжок подій. Топологічне змішування в динаміці хаосу означає таку схему розширення системи, що одна її область в якійсь стадії розширення накладається на будь-яку іншу область. Математичне поняття «змішування» як приклад хаотичної системи відповідає змішуванню різнокольорових фарб або рідин. У популярних роботах чутливість до первинних умов часто плутається з самим хаосом. Грань дуже тонка, оскільки залежить від вибору показників виміру і визначення відстаней в конкретній стадії системи. Наприклад, розглянемо просту динамічну систему, яка неодноразово подвоює первинні значення. Така система має чутливу залежність від первинних умов скрізь, оскільки будь-які дві сусідні точки в первинній стадії згодом випадковим чином будуть на значній відстані один від одного. Проте її поведінка тривіальна, оскільки усі точки окрім нуля мають тенденцію до нескінченності, і це не топологічне змішування. У визначенні хаосу увага зазвичай обмежується тільки закритими системами, в яких розширення і чутливість до первинних умов об'єднуються зі змішуванням.

Навіть для закритих систем, чутливість до первинних умов не ідентична з хаосом в сенсі викладеному вище. Наприклад, розглянемо тор (геометрична фігура, поверхня обертання кола навколо осі, що лежить в площині цього кола - має форму бублика), заданий парою кутів (x, y) зі значеннями від нуля до 2π . Відображення будь-якої точки (x, y) визначається як $(2x, y+a)$, де значення $a/2\pi$ є ірраціональним. Подвоєння першої координати у відображенні вказує на чутливість до первинних умов. Проте, через ірраціональну зміну в другій координаті, немає ніяких періодичних орбіт - отже відображення не є хаотичним згідно з вищезгаданим визначенням. Атрактор (англ. attract - притягати, притягувати) - безліч станів (точніше - точок фазового простору) динамічної системи, до якого вона прагне з часом. Найбільш простими варіантами атрактора є притягуюча нерухома точка (приміром, в завданні про маятник з тертям) і періодична траєкторія (приклад - коливання, що самозбуджуються, в контурі з позитивним зворотним зв'язком), проте бувають і значно складніші приклади.

Деякі динамічні системи є хаотичними завжди, але у більшості випадків хаотична поведінка спостерігається тільки в тих випадках, коли параметри динамічної системи належать до деякого спеціального підпростору.

Найцікавіші випадки хаотичної поведінки, коли великий набір первинних умов призводить до зміни на орбітах атрактора. Простий спосіб продемонструвати хаотичний атрактор - це розпочати з точки в районі тяжіння атрактора і потім скласти графік його подальшої орбіти. Більшість типів руху описуються простими аттракторами, що є обмеженими циклами. Хаотичний рух описується дивними аттракторами, які дуже складні і мають багато параметрів. Наприклад, проста тривимірна система погоди описується відомим атрактором Лоренца (Едвард Лоренц) - одній з найвідоміших діаграм хаотичних систем, не лише тому, що вона була однією з перших, але і тому, що вона одна з найскладніших. Іншим таким атрактором є атрактор Ресслера (Отто Ресслер), яка має подвійний період, подібно до логістичного відображення.

Дивні атрактори з'являються в обох системах, і у безперервних динамічних (типу системи Лоренца) і в деяких дискретних (наприклад, відображення Ено (Hénon)). Деякі дискретні динамічні системи названі системами Жуліа за походженням. І дивні атрактори, і системи Жуліа мають типову рекурсивну, фрактальну структуру, [1].

Теорема Пуанкаре-Бендиксона доводить, що дивний атрактор може виникнути у безперервній динамічній системі, тільки якщо вона має три або більше вимірів. Проте це обмеження не працює для дискретних динамічних систем. Дискретні двох- і навіть одновимірні системи можуть мати дивні атрактори. Рух трьох або більшої кількості тіл, що випробовують гравітаційне тяжіння за деяких початкових умов може виявитися хаотичним рухом.

Література

1. Кузьменко Б.В., Лисенко В.П. Спеціальні розділи вищої математики: нечіткі множини, нечіткі відношення, нечітка логіка та основи теорії наближених міркувань, двійкові динамічні системи, теорія випадкових процесів і функцій, прикладна теорія катастроф. К: Фенікс, 2006.- 416 с.

ШТУЧНИЙ НЕЙРОН – МАТЕМАТИЧНИЙ АРТЕФАКТ ЧИ МОДЕЛЬ БІОЛОГІЧНОГО НЕЙРОНА?

Мірських Г.О., к.т.н., доцент

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

Штучний нейрон (ШН) зазвичай розглядають як модель біологічного нейрона, хоча ця модель настільки далека від оригіналу, що слід вважати за краще визначити ШН як математичний артефакт, елементарний процесор. Для усвідомлення цього висновку достатньо детального аналізу відрізнення біологічного нейрону від штучного.

1. Обчислення вихідного сигналу ШН 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 ШН 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 нейронної мережі.

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

5. ШН 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 ШН не прослідковується різниця між градуальними потенціалами і нервовими імпульсами. Будь-який сигнал подається у вигляді одного числа.

Наведене показує, що ШН не можна з вважати «біоподібним». Структура, яка зазвичай зветься штучним нейроном, скоріше схожа не на біологічний нейрон, а на деяку математичну абстракцію, математичний артефакт, на деякий елементарний процесор, функціонування якого спрямоване на виконання простих арифметичних розрахунків.

НАГАЛЬНІСТЬ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ В ПРАКТИЦІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Реутська¹ Ю.Ю., Мірських² Г.О., к.т.н., доц.

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

м. Київ, Україна

² 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 функціями активації. Досвід практичного використання цих алгоритмів показав можливість їх використання й для ШНМ з довільними функціями 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.

ПІДГОТОВКА ЧИСЛОВИХ ОЗНАК ДО ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Сілакова¹ Т.Т., к.ф.-м.н., доцент; Мірських² Г.О., к.т.н., доцент

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ, Україна

Аналіз характеру числових ознак (сигналів, даних), 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: 1) зміст ознаки, 2) розміщення значень ознаки в межах визначеного інтервалу, 3) 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 величини (числової) такої ознаки в різних частинах інтервалу її можливого змінення. Зазначимо, що, як правило, нерівномірний характер змінення величини числової ознаки на встановленому інтервалі пов'язаний з непрямыми вимірюваннями.

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

ШЛЯХИ СПРОЩЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Реутська¹ Ю.Ю.; Мірських² Г.О., к.т.н., доц.

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

*²Національний 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).

КРИТЕРІЙ ЛІПШИЦЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Сілакова¹ Т.Т., к.ф-м.н., доцент; Мірських² Г.О., к.т.н., доцент

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ, Україна

Встановлено, що за визначених умов, які пред'являються 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. 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 з 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.

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 перешкодою) 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, 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.

СУМІСНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мархонь М.В., старший викладач

*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.

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

Мархонь М.В., старший викладач

*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.

CHARACTERISTICS OF PLASMA ENVIRONMENT ACCORDING TO THE DISCHARGE GAP PARAMETERS

Shefer Oleksandr, Ph.D., associate professor

Poltava National technical Yuri Kondratyuk University, Poltava, Ukraine

The electric current passage in gases connected with the plasma creation, in which complicated and different phenomena are passing [1].

The essential meaning depends on the burning voltage of the glow localized discharge U and the discharge current I on the discharge gap length, or the rod electrodes l_c length. For small values of l_c , localized discharge operates on a large voltage U and with a large current density j_0 . With the increase of l_c the burning voltage U_a , the current density j_0 decreases almost linearly and the discharge current I growing.

The dependence $U=f(l_c)$ is occurred to the certain length of rod electrodes l_c , after which the volt-meter feature behaves differently. In localized discharge with diameter $D=4,6 \cdot 10^{-2}$ m, the number of electrodes $N=16$, and the neon pressure $p=21,33$ Pa, reaching the length $l_c=0,152$ m the voltage drop of combustion is terminated and the bit I increases, assuming the constant current density j_0 . The characteristic dependence is observed until the end of the discharge gap [2].

Unlike the glow discharge with the flat-parallel intervals in a localized discharge, volt-meter dependence $U=f(l_c)$ do not characterized the discharge with a variable distance between the electrodes but describes category with changes of electrode surface [3]. With the short length l_c , the discharge occurs in an abnormal mode. When $0,88 \leq l_c \leq 0,152$ m in the curves 1 and 2 behavior an abnormal discharge reflects. When $l_c = 0,138$ m, $\frac{l_c}{D} = 3$ the effect of the ends is rather small. In the point where $l_c = 0,152$ m, the normal discharge mode starts. However, the observations made with the rod cathodes indicate that they are in all regimes of combustion, when $0,152 \leq l_c \leq 0,21$ m is completely covered by the discharge. Free areas from the discharge on rod electrodes are not observed.

The same volt-meter feature is observed in other gases, in both inert and molecular. The difference is in character of burning voltage drop U_a . The study $U=f(l_c)$ is depending on the gas pressure shows that at small pressures in the

anomalous mode, there is a steep voltage drop burning, and with the increase in the mode there is an anomalous segment of the curve $U=f(l_c)$.

When measuring the current-voltage characteristics of the discharge at different length of rod electrodes a family of curves was obtained $U=\varphi(I)$, through every 0.01 m, in which the characteristic feature is detected (Fig. 1).

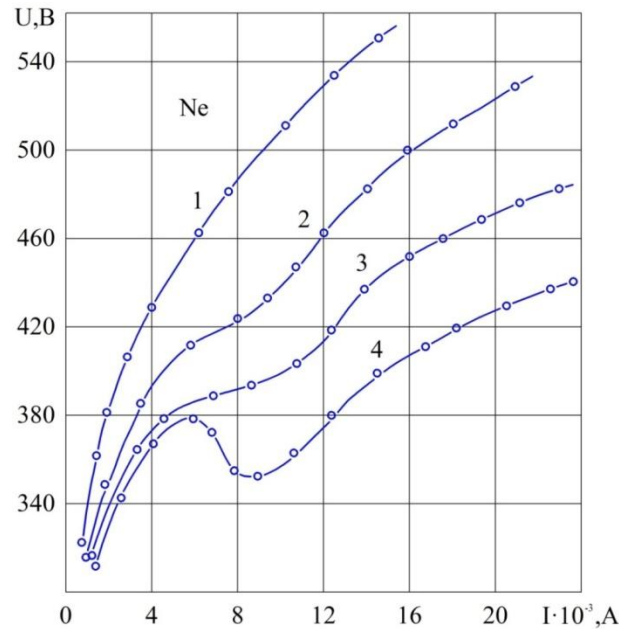


Fig. 1. The volt-ampere characteristic of the discharge in terms of the different lengths of the electrodes and stable pressure

With increased l_c in the neighborhood of the discharge current $9 \cdot 10^{-3}$ A. But extreme has been observed. When $l_c = 0,16$ m has clearly defined maximum (in $I = 6 \cdot 10^{-3}$ A), and minimum (when $9 \cdot 10^{-3}$).

Following the extreme, the slope of the volt-ampere characteristics changes, whereby the dependence of $U=\varphi(I)$ goes to the large discharge currents at the weak voltages of increase burning.

At the moment of discharge transition due to the extreme the expansion of cylindrical plasma's column diameter of total radiation and increased in the brightness are viewed visually clearly.

This effect is due to the discharge transition in the hollow cathode mode, as with the length increasing of the discharge gap, the square rod of cathode and the ionization and excitation of neutral atoms by electrons increase too. For this reason, the slope of the volt-ampere characteristics changes too.

References

1. A.Von Engel. Electric plasmas: their nature and uses. London, Taylor and Francis, Ltd., 1983, 2514 p.

2. Wolverton M. Piercing the Plasma: Ideas to Beat the Communications Blackout of Reentry. Scientific American. New York: Scientific American. 2009. no. 12. pp. 28–29.

3. Smirnov B. M. Theory of Gas Discharge. Plasma Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics, Switzerland, 2015, 423 p.

УДК 621.396.96

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ МІРНОСТІ ДПФ ПРИ ВИЯВЛЕННІ І РОЗРІЗНЕННІ СИГНАЛІВ НА ФОНІ БІЛОГО ШУМУ

Чесановський І.І.¹, к.т.н., доцент; Ткачук А.В.²

¹*Національна академія Державної прикордонної служби України імені
Богдана Хмельницького, м.Хмельницький, Україна.*

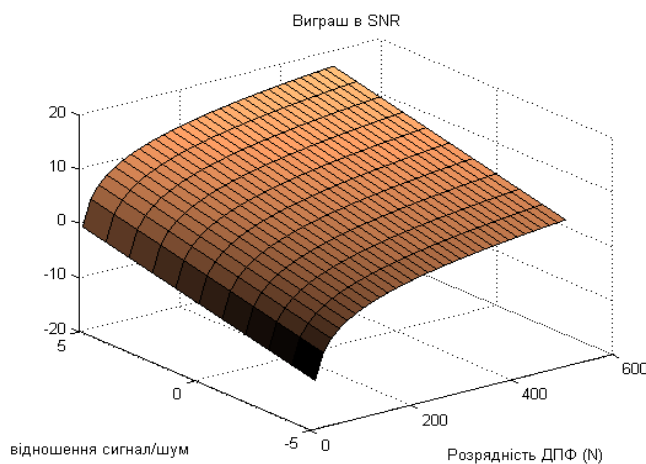
²*Хмельницький національний університет, м.Хмельницький, Україна*

Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), в силу особливостей механізму реалізації, володіє цілим рядом додаткових властивостей, через що, не завжди використовується інженерами лише для дослідження спектральної структури сигналів. З розвитком елементної бази вузлів цифрової обробки сигналів та обчислювальної потужності спеціалізованих процесорів, цифрова обробка сигналів почала здійснюватись на проміжній частоті, що відкрило широкий спектр її можливостей для більш глибокої математичної обробки. Одним із основних механізмів такої обробки, на сьогодні, є ДПФ, або модифікований «швидкий» варіант її реалізації ШДПФ. Саме при реалізації ДПФ на проміжній частоті чітко проявились його додаткові властивості, що полягають в наявності фільтруючого ефекту самого механізму математичного перетворення. Слід відмітити, що фільтруючі властивості ДПФ для гармонійних сигналів детально вивчені і описані в ряді робіт [2, 3], автори яких, з огляду на вже згаданий механізм ШДПФ, що реалізується з розмірністю $N = 2^m$ на цьому і обмежились.

Проте, враховуючи лінійність ДПФ, можна очікувати, що такі ж фільтруючі властивості, можливо дещо в меншій мірі, можуть проявитись і у випадку перетворення вузькосмугових сигналів, які достатньо точно апроксимуються полігармонійними функціями. Для широкосмугових сигналів фільтруючі властивості ДПФ не настільки очевидні і потребують дослідження. Враховуючи більш сильні кореляційні зв'язки окремих відліків таких сигналів, вибір мірності ДПФ при заданій частоті дискретизації може мати значний вплив на відношення сигнал/шум в процесі математичної обробки.

В задачах цифрової обробки сигналів теоретично встановлено чіткі межі допустимих частот дискретизації при обробці сигналів на проміжній частоті, що забезпечують неспотворене і безнадлишкове їх перетворення у цифровий

вигляд. Проте, при визначенні мірності основних алгоритмів спектральної і кореляційної (узгодженої) обробки, з'являється ще один важливий чинник – спектральна щільність шуму, який як правило, не враховується, хоча потенційно, його урахування може дати позитивний результат при вирішенні задачі виявлення. Для встановлення основних співвідношень між розмірністю дискретної системи і відношенням сигнал/шум на її виході, досліджені фільтруючі властивості ДПФ, що є основою синтезу дискретних систем, в умовах перетворення суміші шуму і сигналів. В результаті цього дослідження визначені оптимальні співвідношення між розмірністю ДПФ, базою сигналу та спектральною щільністю шумів.



На рис. показано характер залежності відношення сигнал-шум для вузькосмугового сигналу після обробки від мірності ДПФ, при зміні відношення сигнал-шум на вході.

Як видно з отриманої залежності, відношення сигнал/шум зі збільшенням мірності ДПФ монотонно збільшується. Це пов'язано з тим, що середньо-квадратичне

значення шуму зі збільшенням мірності ДПФ збільшується у $\sqrt{N}$ разів, а величина біну ДПФ пропорційна N [2].

Як показало моделювання, у випадку сигналів з широкою смугою частот, підвищення мірності ДПФ також призводить до виграшу у відношенні сигнал/шум. При цьому, слід зазначити, що величина виграшу вже не настільки відчутна як у випадку вузькосмугових сигналів, а залежність цього виграшу від мірності ДПФ носить асимптотичний характер. Це вказує на наявність оптимальної мірності ДПФ для таких сигналів при заданому відношенні сигнал/шум, вище якого виграш підвищується значно повільніше ніж обчислювальні затрати в блоці ДПФ, а чутливість цього виграшу до зміни SNR стає критичною. При цьому встановлено, що в умовах виявлення сигналів на фоні шуму, правильний вибір мірності дискретної системи дає змогу при незначній варіації досягти виграшу в 5 дБ і більше за значенням відношення сигнал/шум. Як показало дослідження, цього можна досягти лише з урахуванням рівня шумів на вході системи при розрахунку мірності основних алгоритмів цифрової обробки сигналів.

Література

1. Варакин Л.Е. Теория сложных сигналов / Л.Е.Варакин - Москва: Советское радио, 1970. – 376 с.

2. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Ричард Лайонс, 2-е изд., перев. с англ. под ред. А.А.Бритова. – Москва: Бином-Пресс, 2006. – 656 с.

3. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А.Оппенгейм, Р.Шафер; перев. с англ. С.А.Кулешова. – Москва: Техносфера, 2006. – 856 с.

INCREASING ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES OF DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS THROUGH THE USE OF INDUCTION HEAT GENERATORS

Andrii Zhylyts'ov¹, doctor of engineering sciences; Andrii Bereziuk¹, phd, sn. Lecture; Szymon Glowacki², dr inż.

¹National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Faculty of production engineering, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Poland

For drying of agricultural products and for removal processes of excess moisture today is extensive use dryer where the drying agent is hot air or the combustion products of mineral fuels.

The process of removal of excess moisture from the product is due to contact between the hot thermal agent (air) and raw materials, which is placed, for example on shelves. The disadvantages of this method of drying are:

1. Low productivity and energy efficiency;
2. Large enough fuel consumption (up to 2 kg fuel per 1 kg of moisture evaporation from the raw material due to large heat losses during drying);
3. Drying happens by combustion products, that leads to product contamination by carcinogens. Environmental degradation;
4. The risk of fire at the expense of dust and debris on the fuel combustion chambers, which can catch fire;
5. The need for constant cleaning of shelves from product residues and debris.
6. Uneven drying of agricultural products and inflexibility drying technology;
7. Limitation of sales market because the region is no fossil fuel and as a result transportation costs and loss during transportation products.

Another popular method currently is drying agricultural produce using solar energy in direct sunlight without preparing drying agent. These settings are unproductive and require long drying.

At this time we conducted the previous theoretical and experimental research involving the use of electric heating in the technological process of drying agricultural products [1]. The research of numerical and analytical mathematical models for calculation of electromagnetic and thermal fields of electrical induction type heaters and developed an analytical method for calculating the energy

characteristics of a cylindrical inductor which is loaded by a bundle of tubes or rods was conducted. On the other side were installed the relationship between processes that occur during drying and heat generator modes.

Conducted researches have found opportunities to increase the efficiency of drying of agricultural products due to the intensification of drying modes and improving mathematical models for calculation of electromagnetic and thermal fields of induction type heat generator.

Thus the energy efficiency of the drying process of agricultural products is achieved through:

- replace fossil fuels for electricity, which will contribute to energy independence and energy efficiency;
- gentle drying and final drying mode (after partial thermal drying) that allows to get products higher quality, excludes the fire and thermo-mechanical damage to agricultural products;
- ecological products and clean environment;
- flexibility and uniformity of drying technology for any harvesting humidity of agricultural products;
- use in any region of the world without limitations due to ease of making, installation and operation of such heat generators.

References

1. Kondratenko I.P. Thermal field's calculation of cylindrical inductor which is loaded by a bundle of ferromagnetic rods / I.P. Kondratenko., A.P. Rashhepkin, A.O. Bereziuk // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Agriculture No 62 (Agricultural and Forest Engineering) Warsaw 2013, 85–92 p.
2. Немков В. С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева /В. С. Немков, В. Б. Демидович – Л.: Энергоатомиздат, – 1988. – 280 с.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ ТРИФАЗНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО ІНДУКТОРА

Кондратенко І.П.¹, д.т.н., чл.-кор. НАНУ, зав. відділом електромагнітних систем; Березюк А.О.², к.т.н., ст. викладач

¹*Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ, Україна*

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

Найпоширеніша технологічна операція в металообробній промисловості є нагрівання з метою перетворення механічних властивостей або нанесення спеціальних покрівельних шарів для підвищення корозійної стійкості сталей виробів, тощо. У будь-якому випадку технологічна операція

нагрівання пов'язана з великою витратою енергетичних ресурсів – мінерального палива або електроенергії. Таким принципом цілком відповідає індукційний нагрів [1], який має можливість оптимізації процесів із застосуванням широкого діапазону частоти живлення. Сучасні досягнення перетворювальної техніки надають таку можливість не лише в однофазному варіанті виконання індукційного нагрівача, а й трифазному.

Нехай трифазний циліндричний індуктор (рис.1), складається з трьох секцій, що розміщені одна відносно одної на однаковій відстані, кожну секцію включено на окрему фазу, причому послідовність включення фаз відповідає схемі біжучого магнітного поля.

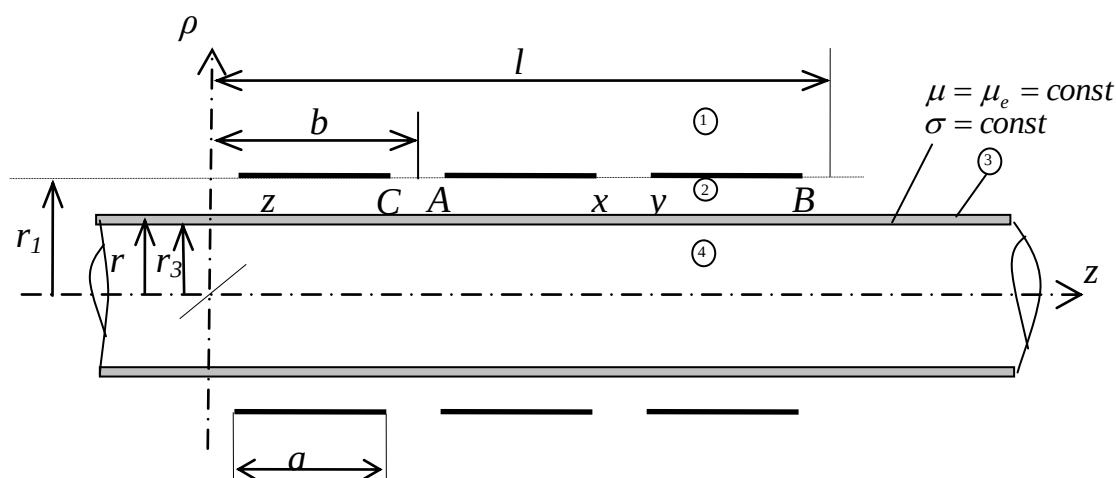


Рис. 1. Трифазний циліндричний індуктор

Як завантаження розглядається нескінченно довга феромагнітна труба зовнішнім радіусом r_2 та внутрішнім – r_3 .

Електромагнітне поле циліндричного індуктора може бути розраховане на підставі системи рівнянь Максвелла:

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

і матеріальних рівнянь:

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

де B, H, E, j – вектори магнітної індукції, напруженості магнітного і електричного поля, густини струму; σ, μ – питома електропровідність і магнітна проникність матеріалу труби, які для цієї задачі приймаємо сталими.

Для циліндричної системи координат, виділяючи чотири зони (рис.1) – зона над індуктором, зона під індуктором, зона, що займає тіло труби і зона в середині труби для азимутальної складової магнітного векторного потенціалу маємо рівняння:

$$\frac{\partial^2 A_{\varphi m}}{\partial \rho^2} + \frac{\partial^2 A_{\varphi m}}{\partial z^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial A_{\varphi m}}{\partial \rho} - \left(\frac{1}{\rho^2} + i\mu\sigma\omega \right) A_{\varphi} = 0, \quad (3)$$

Наведемо тут лише один кінцевий вираз для азимутальної складової магнітного векторного потенціалу в області 2 згідно рис.1

$$A_{\varphi 2} = \sum_{k=1}^{\infty} \bar{A}_2 \sin(p_k z) = -\frac{4\mu_0}{al} \sum_{k=1}^{\infty} r_1 K_1(p_k r_1) L_k T_k \sin\left(p_k \frac{a}{2}\right) \sin(p_k z), \quad (4)$$

Розподіл векторного магнітного потенціалу надає можливість визначити для вісесиметричної постановки усі складові електромагнітного поля.

Література

1. Немков В. С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева / В. С. Немков, В. Б. Демидович – Л.: Энергоатомиздат, – 1988. – 280 с.

УДК 535.3

ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ ВІДГУК МАЛИХ ЧАСТИНОК НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Стеценко С.В., старший викладач

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

Досліджено вплив електромагнітного випромінювання на взаємодію з малими частинками кульової форми і дисперсними системами на їх основі на межі розділу фаз. Узагальнено застосування теорії Максвелл-Гарнетта та наближення ефективного середовища для дисперсних систем з відповідними включеннями; проаналізовано умови збудження і поширення поверхневих електромагнітних мод в дисперсних системах під дією електромагнітного випромінювання та вплив міжфазних границь розділу на оптичні спектри поглинання і розсіяння. Наведено результати досліджень відгуку двошарових малих частинок на дію електромагнітного поля з точки зору їх можливого практичного використання. Отримати практично повну інформацію про відгук частинок на дію електромагнітного випромінювання дають частотні залежності діелектричної проникності. Показано, що в таких частинках екстремуми в частотних залежностях проникності пов'язані з колективними електронними збудженнями на міжфазних границях.

Отримано вираз для розрахунку поляризованості двошарової малої частинки (діелектричне ядро - напівпровідникова оболонка) в електричному полі, яке гармонічно змінюється у часі. Отримані частотні залежності ефективної діелектричної функції дисперсних систем з такими включеннями вказують на існування можливості керування не тільки положеннями резонансних частот в досить широкому частотному інтервалі, а також – величиною самих екстремумів.

На основі приведених розрахунків можна стверджувати, що наявність зовнішнього електричного поля призводить до зміни електродинамічних властивостей: перерозподілу зарядів, зсуву положення піків і зміни інтенсивності поглинання електромагнітного випромінювання системою малих частинок. При цьому характер зміни процесів поглинання залежить від електродинамічних параметрів (ефективні діелектричні проникності, власні моди коливань, фізико-хімічний стан тощо).

Література

1. Поглинання електромагнітного випромінювання в матрично-дисперсних системах з багатошаровими кулястими включеннями / Л.Г. Гречко, О.Ю. Гришук, Л.Б. Лерман [та ін.] // Металофізика: новітні технології. – 2008. – Т. 30, № 6. – С. 789-804.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУШІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Жильцов А.В., д.т.н., доцент; Березюк А.О., к.т.н., ст. викл.
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Застосування в технологіях сушіння сільськогосподарської продукції теплогенераторів індукційного типу обумовлено можливістю безконтактного впливу на теплоносії, що має переваги на відмінну від традиційних теплогенераторів [1], де сушильним агентом є нагріте повітря продуктами згоряння мінерального палива, що призводить до забруднення продукції канцерогенами, погіршення екології, створює небезпеку виникнення пожежі за рахунок можливих відкладень пилу та сміття на камерах згорання палива, яке може спалахнути.

Незважаючи на досить широке промислове впровадження вказаних технологій, питання створення нових та удосконалення відомих систем індукційного нагріву [2] для технологій сушки сільськогосподарської продукції залишаються актуальними, а методи їхнього проектування вимагають подальшого розвитку та узагальнення. Вагомого значення набуває пошук загальних підходів до аналізу та розробки математичних моделей електромагнітних процесів та процесів тепломасопереносу у розглянутому класі електротехнічних пристроїв на основі єдиної теоретичної бази.

Математичне моделювання впливу технологічних процесів і конструктивних параметрів на ефективність сушіння вимагає розв'язання в загальному випадку тривимірних крайових задач для системи рівнянь Максвелла в необмеженій області, що містить геометрично складні феромагнітні та провідні тіла, рівняння тепломасопереносу. Незважаючи на досягнуті результати в області моделювання електромагнітних процесів та процесів масопереносу, розробка ефективних методів і засобів математичного та комп'ютерного моделювання систем індукційного нагріву

для сушіння сільськогосподарської продукції є актуальною науково-прикладною проблемою.

Література

1. Лебедев П. Д. Расчёт и проектирование сушильных установок / П. Д. Лебедев. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 320 с.
2. Слухоцкий А. Е. Индукторы для индукционного нагрева / А. Е. Слухоцкий, С. Е. Рыскин. – Л., Энергия, 1974. – 264 с.

УДК 535.5: 621.38

**ВИПРОБУВАННЯ ДІЮЧОГО МАКЕТУ
ЕЛЕКТРОФОТОПОЛЯРИМЕТРА НА ТЕЛЕСКОПІ
Неводовський П.В.¹; Відьмаченко А.П.^{1,2}; Мороженко О.В.¹;
Збруцький О.В.³; Івахів О.В.⁴**

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м. Київ, Україна

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

³Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

⁴Національний університет «Львівська політехніка». м. Львів, Україна

Одна з причин змін клімату (зміна концентрації стратосферного озону) - обумовлена варіаціями оптичної товщини аерозолі у верхніх шарах земної атмосфери [3]. Для її дослідження необхідно провести космічний експеримент з отримання поляриметричних спостережних даних. Їх аналіз дозволить визначити фізичні параметри стратосферного аерозолі, зміни оптичної товщини стратосферного аерозольного шару з часом, і дасть можливість промоделювати швидкості утворення і руйнування молекули озону над різними ділянками земної кулі [1, 2]. Це дозволить вибрати механізм появи озонових дір, розробляти та приймати на Міжнародному рівні обґрунтованіші заходи щодо запобігання цього катастрофічного явища і його негативного впливу на кліматотворчі характеристики планети [10, 11]. Адже саме вони є основоположними для впливу на біоресурси як всієї планети, так кожної країни зокрема. Міжвузівська команда фахівців протягом тривалого часу працює над проектуванням і виготовленням електрофотополяриметрів взагалі, і для дослідження стратосферного шару Землі з борта штучного супутника [7, 8] у тому числі. Зараз ми сконструювали і виготовили діючий макет бортового малогабаритного ультрафіолетового поляриметра УФП [1-4]. Для випробувань наземного варіанту макету УФП його встановлено на телескопі АЗТ-2 ГАО НАН України.



Рис. 1. Макет малогабаритного УФП.

З його допомогою буде визначатись ступінь поляризації сутінкового світіння земної атмосфери по алгоритму, описаному в [9, 12]. Для цього нами розроблено і виготовлено комплекс спеціальної електронної апаратури, яка дозволяє керувати макетом УФП при роботі з телескопом [4-6]. Перед установкою на телескопі електронна частина електрофотополяриметра пройшла ретельне випробування на спеціально сконструйованому і виготовленому випробувальному стенді [6]. Ці спостережні дані дозволять визначити фізичні характеристики аерозольних частинок у верхній атмосфері Землі [1-3]. Таку ж методику планується впровадити при розробці космічного експерименту щодо дослідження стратосферного аерозолію з космосу.

Література

1. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskyi P.V. Aerosol in the Upper Layer of Earth's. // *Kinematika Fizika Nebesnykh Tel*, 2013, vol. 29, no. 5, p. 243-256.
2. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskiy P.V., Kostogryz N.M. On the efficiency of polarization measurements while studying aerosols in the terrestrial atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2014, vol. 30, no. 1, p. 11-21.
3. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskiy P.V., Kostogryz N.M. On the efficiency of polarization measurements while studying aerosols in the terrestrial atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 2014, vol. 30, no. 1, p. 11-21.
4. Nevodovskyi P., Morozhenko O., Vidmachenko A., Ivakhiv O., Geraimchuk M., Zbrutskyi O. Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation // *Proceedings of 8th IEEE International Conference IDAACS'2015.Poland*. 2015, vol. 1, p. 28-32.
5. Nevodovskyi P.V., Vidmachenko A.P., Geraimchuk M.D., Ivahiv O.V. The ability to use remote polarization studies of Earth from space in the national economy (Project of the onboard filter panoramic polarimeter) // 5th International conference "Aerospace technologies for sustainable development and security" (GEO-Ukraine). October 10-14 2016. Materials of reports. Kyiv, Ukraine, p. 72-74.
6. Nevodovskyi P.V., Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V., Zbrutskyi O., Ivakhiv O.V. On testing of the photometer-polarimeter UVP layout using a telescope on Earth's surface // 16 Ukrainian Conference on Space Research. Abstracts. 22-27 August 2016. Odessa, Ukraine.
7. Samoylov A.V., Samoylov V.S., Vidmachenko A.P., Perekhod A.V. Achromatic and super-achromatic zero-order waveplates // *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*. 2004, vol. 88, no. 1-3, p. 319-325.
8. Vid'machenko A.P., Nevodovsky P.V. A cooled photomultiplier with an InGaAs photocathode developed for the spectropolarimetry observations // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, Supplement. 2000, no.3, p. 283-285.

9. Vidmachenko A.P. Algorithm of processing and methodology of polarimetric measurement of light flux in the polarimeters with rotating hollow rotor // Proceedings of the 5 International Scientific-Technical Conference "Problems of modern power engineering and automation in the system nature management (theory, practice, history, education)". 14-18 of November 2016. Kiev, Ukraine, p. 90-92.

10. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, Publishing House Profi. 2014. 388 p.

11. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. The study Earth-like planets using spacecraft // Astronomical School's Report. 2014, vol. 10, no. 1, p. 6-19.

12. Vidmachenko A.P., Nevodovskyi P.V. Using motors with a hollow rotor for the modulator of the light flux in polarimeters // Proceedings of the 5 International Scientific-Technical Conference "Problems of modern power engineering and automation in the system nature management (theory, practice, history, education)". 14-18 of November 2016. Kiev, Ukraine, p. 117-119.

УДК: 534.2

**ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЕКРАНУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НА
ВЛАСТИВОСТІ ПОПЕРЕЧНИХ ХВИЛЬ В ПЛАСТИНАХ
П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ КРИСТАЛІВ КЛАСУ 6_{mm}**

Ільїн П.П., канд. фіз.-мат. наук, доцент

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

Для вдосконалення існуючих та створення нових акустoeлектронних приладів можливе використання зворотних пружних хвиль (які мають протилежно спрямовані фазову та групову швидкості) та хвиль, які мають нульову групову та скінченну фазову швидкості [3, 4]. Такі властивості можуть мати, зокрема, поперечні хвилі в пластинах п'єзoeлектричних кристалів [1, 3]. Відзначалося, що характеристики цих хвиль залежать від діелектричної проникності ε оточуючого середовища. Це вказує, що певний вплив на їх властивості здійснює електричне поле, яке супроводжує пружні хвилі і поширюється за межі пластини. Для з'ясування ступеню впливу цих полів доцільно для порівняння розглянути випадок, коли обидві поверхні пластини вкриті невагомими ідеально провідними заземленими електродами.

Дисперсійні рівняння для поперечних хвиль в пластинах з електродами на поверхнях були одержані з рівнянь для пластин кристалів класу 6_{mm} з вільними поверхнями [2] граничним переходом $\varepsilon_0 = \infty$. Поширення поперечних хвиль в пластинах п'єзoeлектричних кристалів описується трансцендентними рівняннями, які для довільних випадків можна розв'язувати лише чисельними методами. У даній роботі розв'язання цих рівнянь проводилося поблизу критичних частот аналітично. При наближенні

до критичної частоти Ω_c хвильове число k відповідної моди прямує до нуля. Це дозволяє розкласти тригонометричні функції, що входять у дисперсійні рівняння, в ряд Тейлора в околі критичних частот Ω_c і одержати наближені дисперсійні рівняння, які зв'язують безрозмірне хвильове число $q = kd$ з безрозмірною частотою $\Omega = \omega d / v_t$, v_t – швидкість об'ємних поперечних хвиль.

Розглядалися хвилі з циклічною частотою ω , що розповсюджуються в пластині кристалу товщиною $2d$ з діелектричними, п'єзoeлектричними та пружними сталими відповідно ϵ_{ij} , e_{ij} , c_{ij} . Для випадків $q \ll 1$ коефіцієнти при q та q^2 обчислювалися з точністю до членів, пропорційних квадрату коефіцієнта електромеханічного зв'язку K^2 . Приймалося $K^2 \ll 1$, що практично виконується в кристалах класу 6_{mm} . Для визначеності фазова швидкість хвиль вважалася додатною величиною, тобто приймалося що $q > 0$.

Шляхом наближеного аналітичного розв'язку поблизу критичних частот Ω_{ca} одержане наближене дисперсійне рівняння для антисиметричних мод:

$$\Omega^2 - \Omega_{ca}^2 = (1 + K^2)q^2.$$

Видно, завжди $\Omega > \Omega_{ca}$, дисперсія хвиль нормальна і в пластинах з електродами на поверхнях зворотних антисиметричних поперечних хвиль не існує, на відміну від випадків коли пластина оточена вакуумом або іншим діелектриком.

Для симетричних мод поблизу критичних частот Ω_{cs} було одержане таке рівняння:

$$\Omega^2 - \Omega_{cs}^2 = (1 - K^2)q^2.$$

Оскільки завжди $K^2 < 1$, то в пластинах з електродами на поверхнях зворотних симетричних поперечних хвиль не існує.

З одержаних результатів випливає, що можливість існування зворотних поперечних хвиль в пластинах п'єзoeлектричних кристалів обумовлена електричним полем, яке супроводжує пружні хвилі і поширюється за межі пластини.

Література

1. Бурлий П. В. О возможности существования обратных поперечных волн в пластинах / П. В. Бурлий, П. П. Ильин, И. Я. Кучеров // Письма в ЖТФ – 1982. – Т.8, вып. 9. – С. 568-571.
2. Кучеров И. Я. Взаимодействие поперечных ультразвуковых волн с носителями заряда в пластинках пьезополупроводников / И.Я. Кучеров, И.В. Островский // Физ. тверд. тела. – 1970. – Т.12, вып. 6. – С. 1686.1692.

3. Кузнецова И. Е. Чисто сдвиговые обратные волны в пьезоэлектрических пластинах ниобата калия х- и у-срезом / И. Е. Кузнецова, В. Г. Можаяев, И. А. Недоспасов // Радиотехника и электроника. – 2016. – Т.61, №11. – С.1122-1131.

4. Yantchev V. Thin-film zero-group-velocity Lamb wave resonator / V. Yantchev, L. Arapan, I. Katardjiev, V. Plessky // Appl. Phys. Lett. – 2011. – Vol. 99, iss. 3. 033505; <http://doi.org/10.1063/1.3614559>.

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Міръських Г.О., к.т.н., доцент

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

Побудова математичних моделей технічних об'єктів (незалежно від їх функціонального призначення) на сьогодні, зазвичай, переслідує декілька цілей, згідно яких ці моделі можна укрупнено та з визначеною долею умовності розділити на два окремих класи.

До першого класу віднесемо моделі, що спрямовані на дослідження процесів перетворення енергії в досліджуваному технічному об'єкті (ТО) та залежності характеру протікання цих процесів від параметрів структури ТО. При цьому, як розв'язання прикладної задачі, зазвичай, встановлюються залежності функціональних характеристик ТО 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 заданих функціональних характеристик цього об'єкту. При цьому реальні фізичні (та інші) процеси, що відбуваються у ТО та забезпечують реалізацію вказаних характеристик, здебільше, замінюються відповідними аналогіями. 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*.

Наведене розподілення моделей на два вказаних класи, звичайно, носить умовний характер, і визначає лише переважне використання відповідних математичних методів моделювання під час розв'язання тих чи інших задач. На практиці математичні моделі першого класу нерідко використовують для побудови алгоритмів розрахунку ТО, тоді як на підставі моделей другого класу часто досліджують можливості тих чи інших структур для реалізації відповідних функціональних характеристик. Ці два класи моделей знаходяться в діалектичному зв'язку з огляду на те, що побудова ефективних алгоритмів проектування ТО здебільше базується на використанні моделей обох класів.

Практична реалізація 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.

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

Основна складність врахування параметрів включення полягає в тому, що за реальних обставин ці параметри не визначені точно. Їх можна моделювати лише відповідними ймовірнісними величинами. Як результат функціональні характеристики включеного у реальний тракт ТО також визначатимуться відповідними ймовірнісними характеристиками.

Автором розроблені алгоритми імітаційного моделювання окремих видів ТО, що дозволяють на підставі чисельних експериментів з відповідними розрахунковими моделями визначити статистичні параметри функціональних характеристик ТО при різних законах змінення параметрів включення.

УДК 535.5:621.38

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ У НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

***Неводовський П.В.¹; Відьмаченко А.П.^{1,2}; Мороженко О.В.¹;
Збруцький О.В.³; Івахів О.В.⁴***

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м. Київ, Україна

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

³Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

⁴Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Поляризаційні дистанційні дослідження є потужним методом з вивчення фізичних властивостей планет і їх атмосфер. Він дозволяє проводити дослідження об'єктів як *in situ*, так *in vitro*. Для застосування цього методу нами розроблено, виготовлено та продовжуються розробки поляриметрів.

Суть запропонованого нами космічного експерименту полягає в тому, щоб за допомогою встановленого на борту мікросупутника поляриметра, систематично контролювати поляризаційні компоненти дифузно-відбитого атмосферою та поверхнею Землі сонячного випромінювання у заздалегідь визначених довжинах хвиль. Застосування цього методу у народному господарстві дає змогу отримувати поляризаційні зображення як земної атмосфери на різних висотах, так і поверхні планети.

Ми розробили і частково виготовили фотометричну та поляриметричну апаратуру [3, 4, 7], яка дасть можливість аналізувати та прогнозувати зміни погодних умов, завчасно помічати зародження ураганів, торнадо та інших стихійних лих. А можливість фіксації та аналіз зображень плівок розлитої в океані нафти дасть змогу швидше реагувати на такі надзвичайні техногенні ситуації. Дистанційний спектральний і поляриметричний моніторинг стану ріллі, посівів на різних стадіях дозрівання сільськогосподарських культур, дає суттєву допомогу при контролі поточного стану та прогнозуванні майбутнього урожаю. Накопичений нами досвід [1, 2] дає змогу успішно виконувати ці роботи. Розроблена нами оптична схема спектрополяриметра, його електронної частини та відповідне програмне забезпечення – дозволяють по спеціальному алгоритму [5, 6, 8] проводити розрахунки ступеня поляризації та фазової залежності дифузно-відбитого окремими ділянками земної поверхні сонячного випромінювання. Порівняння таких спостережних даних з результатами поляриметричних спостережень за спеціально підготовленими стандартизованими ділянками зі спеціалізованим наземним інструментальним контролем, дозволить суттєво поліпшити передбачуваність дистанційного контролю за поточним станом культур та їх майбутнім урожаєм.

Література

1. Nevodovskiy P., Morozhenko O., Vidmachenko A., Ivakhiv O., Geraimchuk M., Zbrutskiy O. Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation // Proceedings of 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2015) Warsaw, Poland, September 24-26, 2015. Vol. 1, p. 28-32.
2. Nevodovskiy P.V., Vidmachenko A.P., Geraimchuk M.D., Ivahiv O.V. The ability to use remote polarization studies of Earth from space in the national economy (Project of the onboard filter panoramic polarimeter) // 5th International conference "Aerospace technologies for sustainable development and security" (GEO-Ukraine). October 10-14 2016. Materials of reports. Kyiv, Ukraine, p. 72-74.
3. Samoylov A.V., Samoylov V.S., Vidmachenko A.P., Perekhod A.V. Achromatic and super-achromatic zero-order waveplates // Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer. 2004, vol. 88, no. 1-3, p. 319-325.
4. Vid'Machenko A.P., Nevodovskii P.V. Trial observations with a cooled photometer head built around a photomultiplier with the InGaAs photocathode // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. 2000, vol. 16, no. 1, p. 58-62.

5. Vid'Machenko A. Information-measuring and registering system of an astronomical polarimeter // Baltic Astronomy. 2000, vol. 9, p. 670-671.

6. Vidmachenko A.P. Algorithm of processing and methodology of polarimetric measurement of light flux in the polarimeters with rotating hollow rotor // Proceedings of the 5 International Scientific-Technical Conference "Problems of modern power engineering and automation in the system nature management (theory, practice, history, education)". 14-18 of November 2016. Kiev, Ukraine, p. 90-92.

7. Vidmachenko A.P., Nevodovskyi P.V. Using motors with a hollow rotor for the modulator of the light flux in polarimeters // Proceedings of the 5 International Scientific-Technical Conference "Problems of modern power engineering and automation in the system nature management (theory, practice, history, education)". 14-18 of November 2016. Kiev, Ukraine, p. 117-119.

8. Vidmachenko A.P., Nevodovskyi P.V. Using the standard Advantech PCL-830 card in processing of polarimetric measurements with polarimeter having a rotational hollow rotor // Proceedings of the 5 International Scientific-Technical Conference "Problems of modern power engineering and automation in the system nature management (theory, practice, history, education)". 14-18 of November 2016. Kiev, Ukraine, p. 94-96.

УДК 621.3.013.1

РОЗРАХУНОК МАГНІТНОГО ПОТОКУ ВІД ПОСТІЙНОГО МАГНІТУ В ФОРМІ ЦИЛІНДРА ЗА НАЯВНІСТІ ФЕРОМАГНЕТИКІВ

Жильцов А.В., д.т.н., доцент; Ликтей В.В., асистент

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

Розглянутий випадок, коли у речовині вирізана нескінченно довга циліндрична площа радіусом R_3 (статор). На її осі розташовані два коаксіальні нескінченно довгих циліндра з радіусами R_1 і R_2 (ротор), причому $R_1 < R_2 < R_3$ (рис.1).

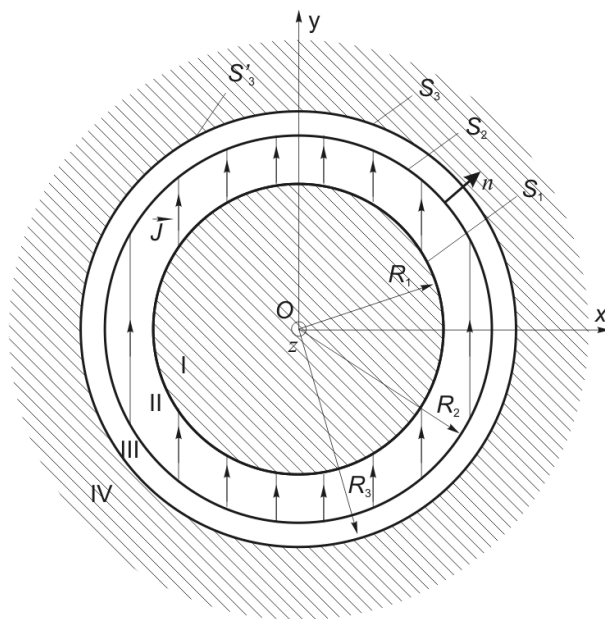


Рис 1. Переріз магнітної системи

Введемо циліндричну систему координат з центром у точці O , розташований на осі циліндрів. Простір, що задається умовою $r < R_1$ заповнений феромагнетиком ($\mu = \infty$), умовою $R_1 < r < R_2$ постійним магнітом із заданим вектором намагніченості $\vec{J}$ (система відліку обрана таким чином, щоб вектор $\vec{J}$ був перпендикулярний площині $\alpha = 0$), умовою $R_2 < r < R_3$ — речовиною з проникливістю μ_0 , умовою $r > R_3$ — феромагнетиком ($\mu = \infty$) (див. рис.1.). Виділені області позначаються відповідно I, II, III, IV.

Завдання полягає в знаходженні потоку Φ вектора магнітної індукції $\vec{B}$ через поверхню S_3 , яка (в циліндричній системі координат) задається системою рівнянь (див рис.1.):

$$\begin{cases} r = R_3 \\ 0 \leq \alpha \leq \pi \\ 0 \leq z \leq 1 \end{cases}$$

Потік вектора $\vec{B}$ через S_3 визначається виразом $\Phi = \int_{S_3} \vec{B} d\vec{S}$, звідки видно необхідність знання поля $\vec{B}$ на S_3 або в області III. Знайти його однозначно, не знаючи його розподілення в області II, неможливо, в силу теореми однозначності вирішення рівнянь Максвелла [2]. Таким чином, задача зводиться до знаходження поля $\vec{B}$ у кільці $R_1 < r < R_3$.

Хід розв'язку розглянутий у [1, ст.122-132]. У результаті була вирішена крайова задача розрахунку магнітного поля постійного однорідно-намагніченого магніту циліндричної форми в площині феромагнетику та отримано аналітичний вираз для магнітного потоку, створюваного магнітною системою, який дозволив встановити межі зміни внутрішнього радіусу феромагнітної вставки, на поверхні якої розміщені постійні магніти, з умови заданого відхилення магнітного потоку від максимального його значення.

Література

1. Жильцов А.В. Расчёт магнитного потока от постоянного магнита в форме цилиндра при наличии ферромагнетиков/ А.В Жильцов, В.В. Ликтей // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Техніка та енергетика АПК". — К., 2014. — Вип.194, ч.2. — С. 122—132.
2. Стадник И.П. Электродинамика. Лекции с вопросами и задачами. / И.П. Стадник. — К. : Техника, 2012. — 336 с.

СЕКЦІЯ 7. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ

УДК 631.31

ПРИСТРІЙ ВИЯВЛЕННЯ РАДІОЗАКЛАДОК ТЕЛЕФОННИХ АПАРАТІВ НА ОСНОВІ ВХІДНИХ ІМПЕДЕНСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

*Наконечний Т.А., магістрант; Євграфов Д.В., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського»,
м. Київ Україна.*

Закладні пристрої (ЗП) – це пристрої призначені витоку інформації. Вони можуть збирати інформацію в каналах акустичному, електричному, вібраційному, і передавати провідному, радіо, оптичному каналах[1].

ЗП можуть як під'єднуватися до провідної лінії телекомунікації передачі, так і бути вмонтованими в телефонний апарат [1,2]. Вмонтовані в телефонний пристрій ЗП часто маскують під радіоелементи електронної апаратури такі як резистори, конденсатори та інші. ЗП вмонтовані в телефонні апарати бувають двох видів за способом підключення: послідовного та паралельного[2,3].

При дослідженні залежності реактивної складової комплексного опору від частоти для принципових схем послідовних і паралельних ЗП (див.рис.1) встановлено ключову низку ознак зміни реактивного опору від частоти, а саме:

- для послідовних ємнісний склад характеристики і наявність екстремуму 2кГц–100кГц (див.рис.1а);
- для паралельних ємнісний склад характеристики і наявність екстремуму 0 Гц–200 Гц (див.рис.1б);

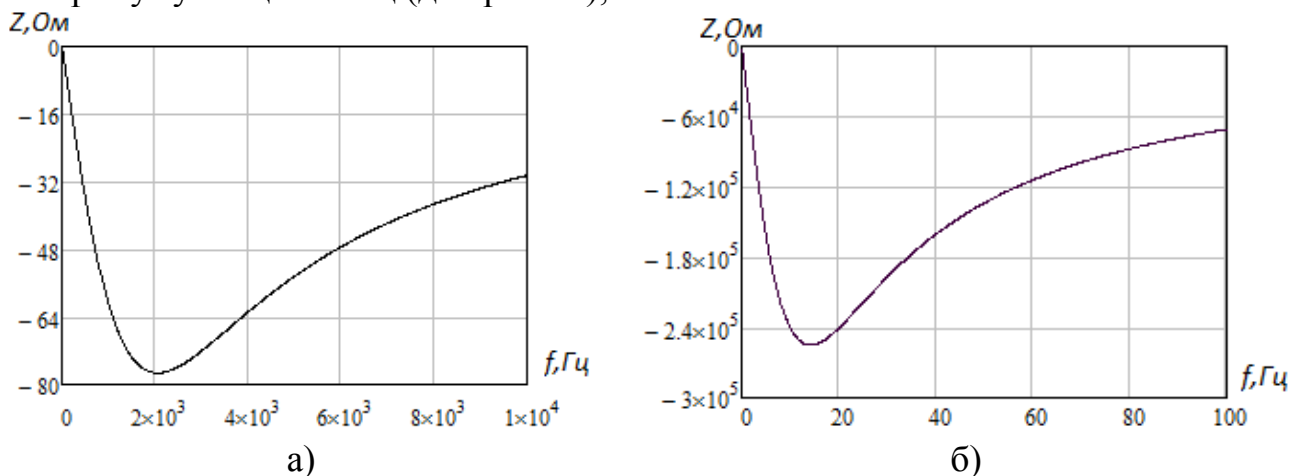


Рис.1. Реактивний опір послідовного і паралельного ЗП

Структурну схему пристрою виявлення приведено на основі залежності реактивної складової комплексного опору приведена на рис.2.

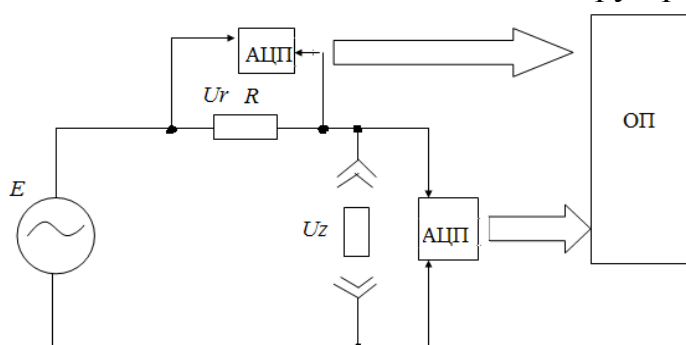


Рис. 2. Структурна схема пристрою виявлення
закладному пристрої падатиме напруга U_z .

Інформація про напругу на елементах через АЦП передається на оброблюючий пристрій (ОП). Оброблювачий пристрій розраховуватиметься імпеданс за формулою:

$$Z = \frac{U_z}{U_r} \cdot R.$$

В мікропроцесорі розраховуватиметься фаза різниці між напругами. За фазою зможемо знайти активну Re і реактивну Im складову комплексного опору за формулами:

$$Re = |Z| \cdot \cos(\varphi),$$

$$Im = |Z| \cdot \sin(\varphi).$$

Такий розрахунок відбуватиметься для частот з двох діапазонів можливого попадання ЗП, які приведені. Зважаючи на реактивні характеристики комплексного опору можливе пришвидшення роботи пристрою виявлення за рахунок розрахунку частот роботи джерела згідно геометричної прогресії. Це дозволить пришвидшити роботу не втративши в якості виявлення.

Мікропроцесор досліджувати залежність реактивної складової комплексного опору на наявність екстремуму.

Область частот в яких знаходиться мінімум вказуватиме на вид закладного пристрою, який під'єднаний до радіоелектронного апарату.

Література

1. Хорев А.А., Методы и средства поиска электронных устройств перехвата информации /А.А. Хорев . — М.: «Связь», 1998.. —224 с.
3. Зайцев А.П., Технические средства и методы защиты информации/А.П.Зайцев – М.: «Высшая школа», 2012.. – 616с.
4. Яковлев В.А., Шпионские и антишпионские штучки / В.А. Яковлев . — М.: Наука и техника, 2016. . —317 с

ПЕРЕХІДНИЙ ОПІР І КОРОЗІЙНА ТРИВКІСТЬ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ДІЄЮ АГРЕСИВНОЇ АТМОСФЕРИ

Коробський В.В., к.т.н., доцент

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

Мета досліджень – визначення можливості використання електроконтактних матеріалів на основі міді в низьковольтній апаратурі замість більш вартісних срібних при їх експлуатації в агропромисловому секторі в хімічно активних середовищах.

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

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

Результати досліджень. Як показали досліди, корозивне газове середовище суттєво впливає на властивості електроконтактних матеріалів. Внаслідок різних хімічних процесів, а також формування твердих шарів різної природи і товщини, значно змінюється перехідний контактний опір зразків.

Встановлено, що найбільш впливає корозивне середовище на контакти, які працюють в суміші сірководню з аміаком, особливо при наявності вологи.

Таблиця 1

Розчинність деяких d – металів в міді, ваг. %.

Температура, °C	Cu – Nb	Cu – Ti	Cu – Cr	Cu – Zr
1050	–	–	0,6÷0,48	–
1000	0,45÷0,6	3,0	–	–
950	–	–	–	1,0÷0,12
840	–	–	0,14...÷0,1	–
800	0,3	5,6÷3,9	–	0,046÷0,06
400	–	–	0,03	–
300	–	1,5÷0,13	–	0,03
20	0,2		–	0,022

Найбільшу тривкість мають контакти, випробувані в NH₃, CO₂. В цьому випадку поверхня контактів покрита матеріалом чорного кольору, який є оксидом

міді CuO . В середовищі аміаку при доступі повітря на поверхні міді та її сплавів виникає комплексний гідроксид $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH}_2) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, який розчиняється у воді.

Як в середовищі аміаку, так і в інших дослідних корозивних середовищах, оксиди металів-домішок ZrO_2 , Nb_2O_5 , MoO_3 , NiO , Cr_2O_3 і TiO_2 , які виникають в невеликих кількостях (<5 ваг.%) на зразках у вологому повітрі, петрографічно не визначаються. В той час підвищення перехідного опору і зниження корозійної тривкості контактних матеріалів, які містять крім міді порівняно велику (5-10 ваг.%) кількість Zr , Nb , Mo і інших перехідних металів, пояснюється утворенням в процесі взаємодії оксидів ZrO_2 , Nb_2O_5 , MoO_3 . Це сприяє розтріскуванню окалини і збільшує можливість проникнення аміаку до основи зразків з подальшим утворенням основного продукту взаємодії - гідроксиду тетраамінміді.

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

Механізм корозії вивчених електроконтактних матеріалів в корозивному середовищі $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ + повітря, визначається певним хімічними реакціями.

Висновки. Дослідження продемонстрували високу корозійну тривкість електроконтактних матеріалів на основі міді в NH_3 і CO_2 та значно менш задовільну в середовищах H_2S і $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3$. Плівки, які утворювались на зразках контактних матеріалів №20-24 (табл. 2) мають майже однорідний за складом характер, а їх товщина збільшується зі збільшенням тривалості впливу середовища. Подібна плівкова структура поверхні контактування сприяє зниженню перехідного опору за рахунок подрібнення локалізованих частинок і встановлення надійного металічного контакту.

Література

1. Альман Р.С. Коррозионная стойкость легированных серебропалладиевых сплавов для электрических контактов / Альман Р.С., Федоренко В.П., Шпичинецкий Е.С. // Конструкцион. и прецезионные сплавы цвет. мет. - М.:1987. - С.59-63.
2. Реми Р. Курс неорганической химии./ Реми Р. - М.: Мир, 1974.-Т. 2.-775 с.
3. Гордеев Ю.И. Монослойные электроконтакты на основе серебра и меди. /Гордеев Ю.И., Зеер Г.М., Теремов С.Г., Зеленкова Е.Г. // Наука производству. – 2000. - №3. – С. 25-28, 67.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ ЗВАРЮВАННЯ**Брагіда М.В., к.т.н., доцент***Національний університет біоресурсів і природокористування України,**м. Київ, Україна*

Особливістю такого типу зварювальних трансформаторів є те, що максимальний струм зварювання буде при відключеній обмотці регулювання. Задамося максимально допустимим струмом зварювання та визначимо індуктивний опір та параметри магнітопроводу регулювання струму зварювання [1].

$$X_L = \frac{f \cdot W_{2p}^2 \cdot h_p \cdot B_p}{H_p} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}, \quad (1)$$

де f – частота струму, $f=50$ Гц; W_{2p} – число витків вторинної обмотки, що охоплюють магнітопровід регулювання струму зварювання, вит.; h_p – висота магнітопроводу регулювання струму зварювання, м; B_p – магнітна індукція магнітопроводу регулювання струму зварювання, Тл; H_p – напруженість магнітного поля в магнітопроводі регулювання струму зварювання, А/м; R_1 , R_2 – внутрішній та зовнішній радіуси кільця магнітопроводу регулювання струму зварювання, м.

Із рівняння (1) видно, що найбільш доступним параметром, що змінює індуктивний опір є напруженість магнітного поля сталі. На неї можна впливати обмоткою, що намотується на магнітопровід регулювання струму зварювання. Так як при насиченій сталі регулювальна характеристика лінійна то величину напруженості H_p запишемо:

$$H_p = \frac{I_{2\max} \cdot W_{2p} - I_p \cdot W_p}{l_{cp}}, \quad (2)$$

де $I_{2\max}$, I_p – максимальний струм зварювання та струм в обмотці регулювання, А; W_{2p} , W_p – число витків вторинної обмотки, що охоплюють магнітопровід регулювання та обмотки регулювання, вит; l_{cp} – довжина середньої лінії кільцевого магнітопроводу, м.

Потребують додаткового дослідження діапазон регулювання струму та параметри обмоток регулювання і числа витків вторинної обмотки, що охоплює магнітопровід регулювання при виконанні обмотки розподіленою.

Література

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

УДК 621.313

**МАГНІТНЕ ПОЛЕ В БІМЕТАЛЕВОМУ ДИСКОВОМУ МАСИВНОМУ
РОТОРІ ТОРЦЕВИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

*Кондратенко І.П., д.т.н., чл.-кор. НАНУ, зав. відділу
електромагнітних систем; Крищук Р.С., мол. наук. співр.; Ращепкін А.П.,
д.т.н., професор, пров. наук. співр.*

Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ, Україна

В даній роботі досліджуються торцеві асинхронні двигуни (ТАД) та торцеві дугостаторні асинхронні двигуни (ТДАД) з дисковими масивними феромагнітними роторами з електропровідним покриттям. Така конструкція двигунів має свої переваги: малу осеву відстань, можливість модульного виконання – кілька роторів та статорів, проста конструкція ротора, регулювання величини повітряних проміжків, можливість суміщення дискових роторів з робочим тілом – наприклад розробка корморізки для сільського господарства з ріжучим механізмом, який одночасно виконує роль дискового масивного ротора.

Метод розрахунку торцевих двигунів з масивним однорідним ротором представлено в [1]. Встановлено, що виконання ротора з феромагнітного матеріалу, електропровідність якого є порядку $5 \cdot 10^6$ См/м, не досягає необхідних оптимальних величин енергетичних показників. Для підвищення силових характеристик, ККД бажаним є виконання ротора з електропровідного матеріалу (сплави міді чи алюмінію), що має вище, ніж сталь, значення електропровідності. Причому оптимальна товщина електропровідного матеріалу сягає кількох мм. [1]. Але виконання ротора такої товщини неможливо через незначну механічну міцність. Крім того, занадто велика товщина ротора з міді чи алюмінію призводить до еквівалентного збільшення немагнітного проміжку двигуна.

Розробка ТДАД і ТАД з масивними дисковими біметалевими роторами, коли несучою частиною ротора виступає сталевий феромагнітний диск з електропровідним покриттям, дозволяє отримати більш стійку до руйнування конструкцію, при якій підбирається оптимальна електропровідність ротора шляхом варіювання товщини металевого електропровідного покриття незалежно від величини несучої феромагнітної частини. Також до переваг можна віднести те, що при певній товщині феромагнітної частини взаємний вплив протилежних статорів буде відсутній, а тому виникає можливість відключення одного статора при зменшенні навантаження на валу. Тому питання вибору товщини феромагнітної частини для фізичної стійкості

ротора та товщини немагнітного електропровідного покриття для отримання оптимального співвідношення електропровідності та величини немагнітного проміжку є актуальним.

Метою роботи є дослідження загасання магнітного поля у масивних феромагнітних роторах з електропровідним покриттям торцевих дугостаторних асинхронних двигунів.

Особливістю розрахунку торцевих дугостаторних двигунів є те, що необхідно створювати тривимірну модель розподілу магнітного поля. Це можна зробити відомим методом скінченних елементів (МСЕ) для тривимірного моделювання. Але така модель вимагає великої потужності обчислювальної техніки та розробки складного програмного продукту, або використання відомих дороговартісних програм тривимірного моделювання магнітних полів. Оскільки дисковий ротор є масивним, то поставлену задачу можна вирішити з застосуванням аналітичного методу інтегральних перетворень рівняння магнітного поля [1], що має переваги над МСЕ в швидкості розрахунку, наприклад, в MathCad. Адекватність використаного аналітичного методу розрахунку досліджувалась в [2].

Приклад розрахунку електромагнітного поля з багатошаровим комбінованим ротором наведено на рис. 1 у вигляді розподілу магнітної

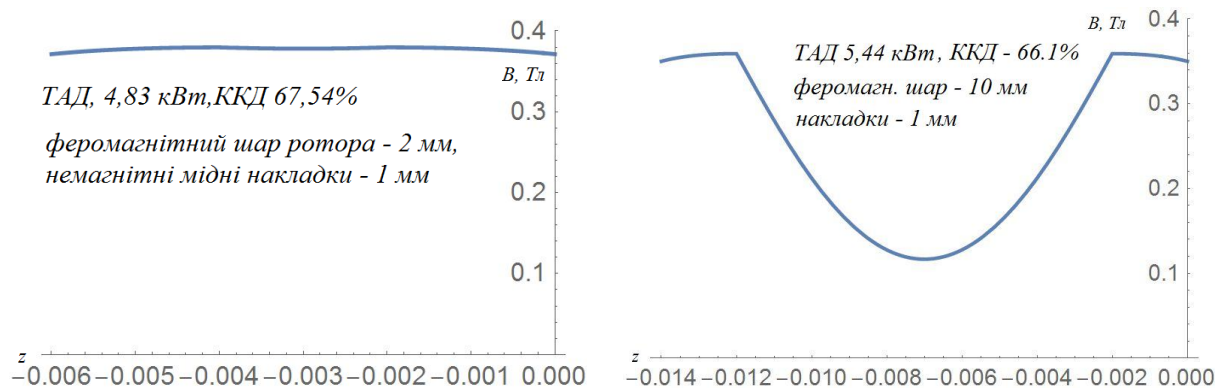


Рис. 1. Розподіл індукції $B_z(z)$

індукції по товщині зазору між статорами. Приклади розрахунку виконані для режиму живлення ТАД від лінійної напруги джерела живлення в припущенні постійної заданої магнітної проникності в феромагнітному шарі. Встановлено, що при збереженні основних конструктивних розмірів ТАД більша потужність досягається із використанням більшої товщини феромагнітного шару (10 мм порівняно з 2 мм).

Література

1. Ращепкін А. П., Крищук Р. С. Енергетичні показники торцевого дугостаторного асинхронного двигуна з дисковим феромагнітним ротором та компенсованою обмоткою // Вісник НТУ «ХПІ». Тематичний випуск «Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії». – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – №5(1114).– С. 76–84.

2. Кондратенко І.П. Моделювання торцевих дугостаторних асинхронних двигунів з масивними дисковими роторами / Кондратенко І.П., Кришук Р. С. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – 2016. – Вип. 175. – С. 71–73.

УДК 621.314.55(088.8)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Брагіда М.В., к.т.н., доцент

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

Проаналізовані характеристики зварювального трансформатора [3]. Заслужують на увагу характеристики короткого замикання та регулювальні. У такого типу зварювальних трансформаторів маємо сімейство характеристик короткого замикання, які залежать від струму регулювання.

Якщо обмотка регулювання розімкнена, то залежність $U_1=f(I_1)$ при короткозамкненій вторинній обмотці має виражений індуктивний опір рис. 1. Явно виражене насичення магнітопроводу регулювання струму зварювання.

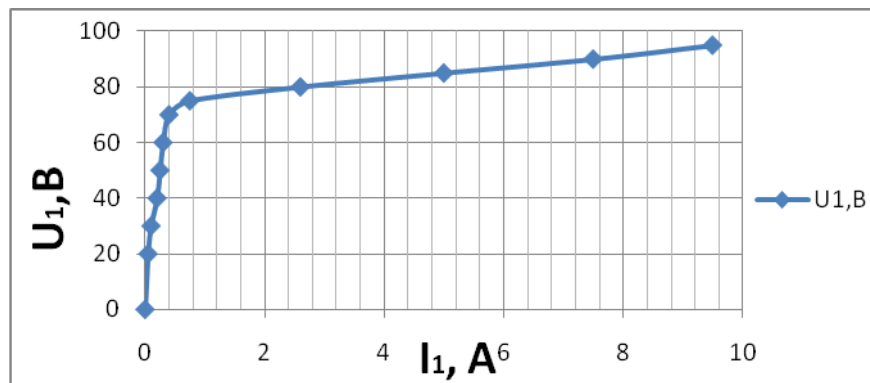


Рис. 1. Залежність напруги в первинній обмотці від струму при короткозамкненій вторинній обмотці

При замиканні обмотки регулювання струму зварювання на опір маємо сімейство характеристик з меншими насиченням сталі магнітопроводу, а при певному струмі регулювання можна отримати майже лінійну характеристику рис. 2.

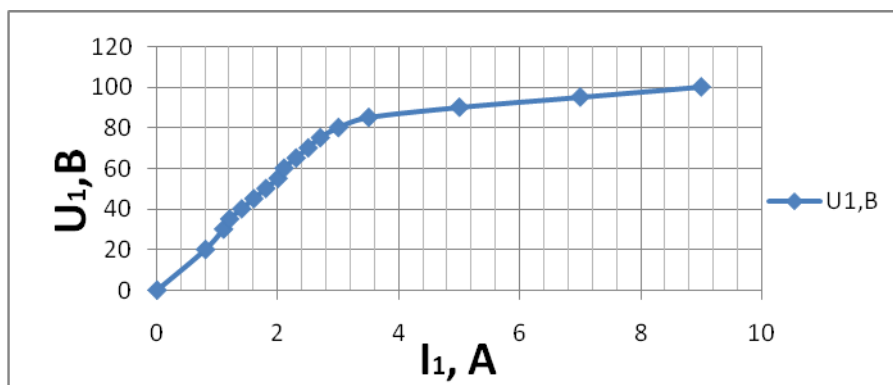
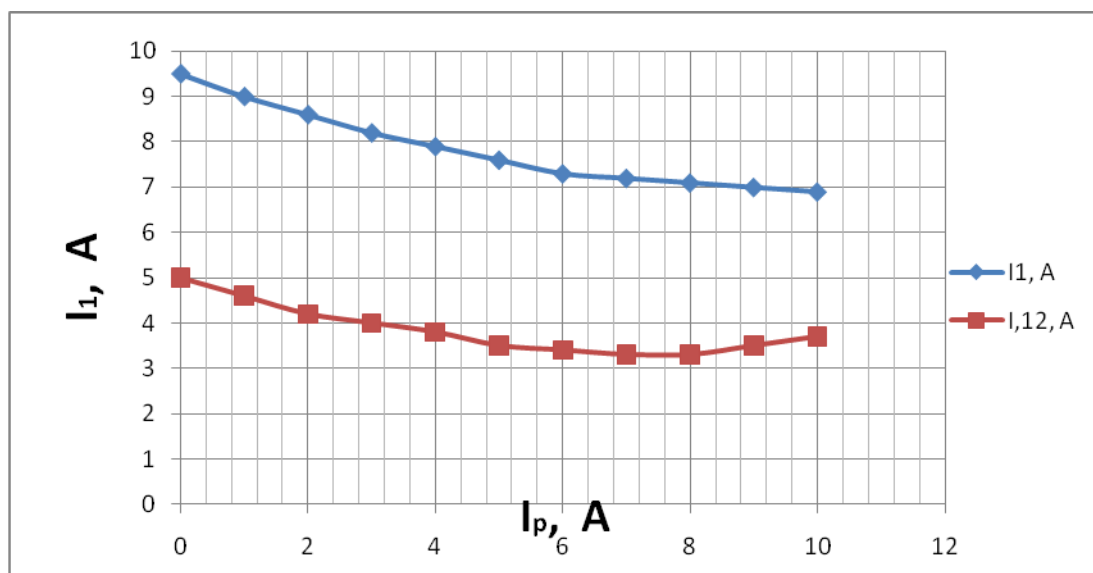


Рис.2. Залежність напруги в первинній обмотці від струму при короткозамкненій вторинній обмотці та струмі регулювання 10 А

Регулювальна характеристика – залежність струму первинної обмотки від струму регулювання при постійній напрузі живлення. Характеристики при різних напругах приведені на рис. 3.



Якщо сталь магнітопроводу регулювання струму зварювання насичена, то зі збільшенням струму регулювання струм в первинній обмотці зменшується практично лінійно (рис.3 верхня крива). При меншому насиченні сталі (нижня крива) характеристика має мінімальне значення до якого зменшується струм первинної обмотки при збільшенні струму в обмотці регулювання. Подальше збільшення струму регулювання приводить до збільшення струму первинної обмотки.

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.

З. 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.

ДІАГНОСТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ДВИГУНА

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

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

²*Подільський державний аграрно-технічний університет,
м. Кам'янець-Подільський, Україна.*

Система запалювання (СЗ) горючої суміші істотно впливає на роботу двигуна, його запуск, потужність, витрату палива, токсичність ОГ. Несправності СЗ можуть виникати як внаслідок спрацювання деталей у процесі експлуатації, так і через неякісне технічне обслуговування і ремонт системи.

Практично всі несправності СЗ [1] пов'язані з погіршенням експлуатаційних показників роботи автомобіля. Найбільший вплив СЗ має на витрату палива та зміст шкідливих речовин в ВГ.

У роботі пропонується розглянути три типи СЗ [2] , які в цей час є найпоширенішими і використовуються в переважній більшості автомобілів:

– *класична (контактна)* (рис.1). Система з нагромадженням енергії в індуктивній котушці запалювання та з механічними регуляторами випередження запалювання і механічним розподільником імпульсів високої напруги. Відсоток експлуатованих автомобілів з таким типом СЗ щорічно зменшується, але дана система дозволяє наочно розглянути методи їхнього діагностування;

– *безконтактна*, з датчиком Холла або індуктивним датчиком (рис.1). За принципом дії схожа на класичну, відрізняється принципом керування контуром низької напруги. Цей тип запалювання широко розповсюджений, (дотепер установлюється на автомобілях ЗАЗ, ВАЗ, ГАЗ і ін.), а також використовується на багатьох моделях автомобілів іноземного виробництва.

– *мікропроцесорні СЗ* і комплексні системи керування двигуном (рис.2). Є найбільш сучасними типами запалювання. Принцип іскроутворення залишився таким же, як і в попередніх системах, але суттєво вдосконалено процес керування котушкою запалювання.

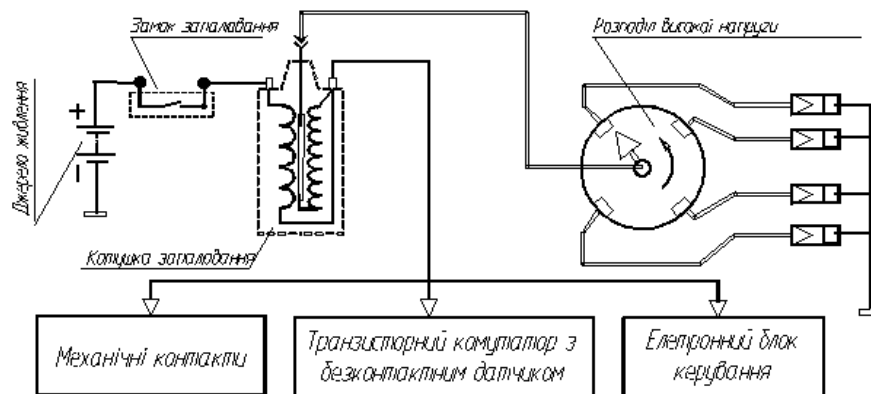


Рис.1. Принципова схема «класичної» контактної та безконтактної систем запалювання

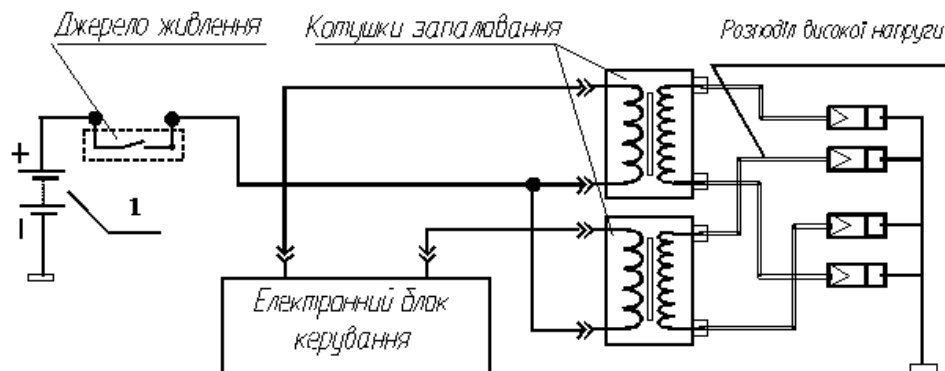


Рис.2. Принципова схема мікропроцесорної СЗ

Література

1. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь, 2002.
2. Шестопапов К.С., Чиняев В.Г. Устройство и эксплуатация автомобиля. – М., 1984.

ОДНОФАЗНИЙ КОМПЕНСОВАНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН

Чуєнко Р.М., к.т.н., доцент, Мархонь М.В., старший викладач

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

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.

Результати. 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). При цьому відбувається подвоєння кількості фаз однофазного конденсаторного двигуна, чим забезпечується створення обертового магнітного поля та пускового моменту з його збільшенням від нуля до деякої величини M'_n (рис. 1, в).

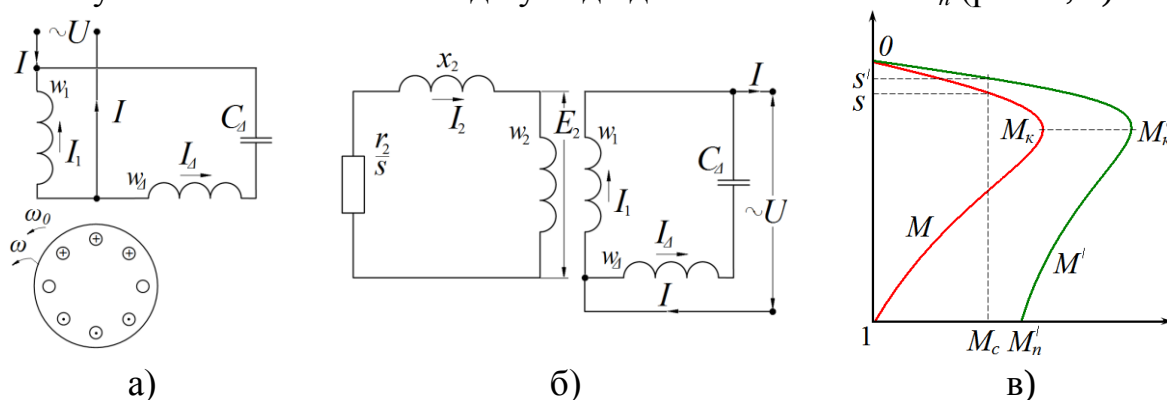


Рис. 1. Принципова електрична схема обмотки статора (а), схема заміщення (б) однофазного компенсованого електродвигуна та механічні характеристики однофазного двигуна $M(s)$ і однофазного конденсаторного (компенсованого) двигуна ($M'(s')$)

Рівняння електричної рівноваги для фази ОКД за схемою рис. 3, б за другим законом Кірхгофа, мають вигляд

$$\begin{aligned}\dot{U} &= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 z_1; \\ \dot{U} &= \dot{U}_\Delta + \dot{U}_{C_d} = -\dot{E}_\Delta + \dot{I}_\Delta Z_\Delta - jx_{C_d} \dot{I}_\Delta; \\ 0 &= -\dot{E}_2 + \dot{I}_2 z_2,\end{aligned}\quad (1)$$

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 розсіяння; $z_2 = r_2/s + jx_2$, 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_{C_d} ємності C_d , вибраної величини ковзання $0 \leq s \leq 1$ режиму двигуна система рівнянь (1) розв'язується відносно шуканих струмів $\dot{I}_1$, $\dot{I}_\Delta$, $\dot{I}_2$, $\dot{I}_0$ та напруг $\dot{U}_\Delta$, $\dot{U}_{C_d}$, потужностей та моменту двигуна.

Висновки. 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.
4. Копылов И.П. Электрические машины / Копылов И.П. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с.
5. Мишин В. И. Эффект внутренней емкостной компенсации реактивной мощности в асинхронном электродвигателе / Мишин В. И., Чуєнко Р. Н., Гаврилюк В. В. // Электротехника. –М., – 2009. – №8. – С. 30–36.

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 розроблено математичною моделлю [1, 2] в обчислювальному комплексі MATLAB – SIMULINK була створена віртуальна модель для дослідження компенсованих асинхронних двигунів (рис. 1). До складу моделі входять досліджуваній 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.

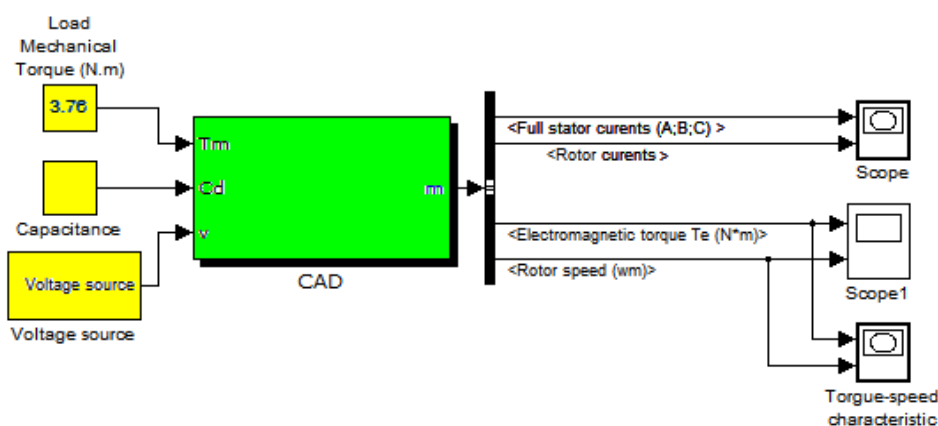


Рис. 1. Віртуальна модель для дослідження перехідних процесів в КАД

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.

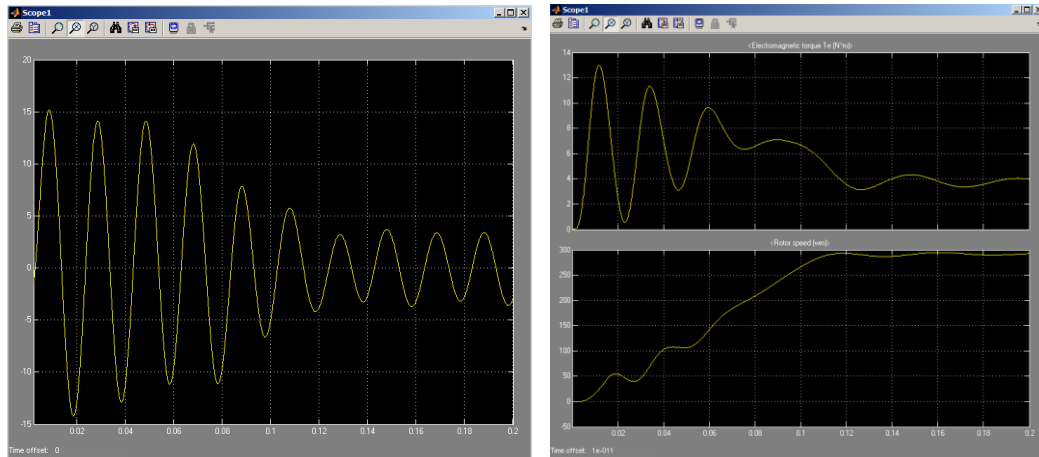


Рис. 2. Осцилограма струму статора, електромагнітного моменту та частоти обертання КАД

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 емкости 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.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНТАКТІВ КОНТАКТОРА ПРИСТРОЇВ РПН ТРАНСФОРМАТОРІВ

Мархонь М.В., старший викладач

*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.

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 якість 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. 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.

СПОСОБНОСТЬ К ХРАНЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Карнович Т.П., к.т.н., доцент

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Белоруссия*

Немаловажным, особенно для электрических аппаратов с длительными сроками хранения, есть свойство аппарата хранить на этапах хранения и транспортировки свои заданные эксплуатационные свойства. В процессе эксплуатации в элементах аппаратуры происходят природные физико-химические процессы, которые вызывают их старения. Кроме того, на аппаратуру влияют различные факторы внешней среды, которые ускоряют процесс старения элементов.

Все это приводит к изменению свойств, а также и параметров комплектующих элементов, в конечном итоге приводит к изменению технических и эксплуатационных характеристик аппаратуры. При значительном изменении параметров элементов эти характеристики могут выйти за пределы эксплуатационных припусков и привести к отказу аппаратуры.

Как одиночные показатели, которые позволяют количественно определить способность к сохранению, используют средний срок хранения и гамма-процентный срок хранения.

Средний срок хранения - это математическое ожидание срока хранения:

$$T_x = \int_0^{\infty} t_{x,i} f(t_x) dt, \quad (1)$$

где t_{xi} – срок хранения i -го аппарата; $f(t_x)$ – плотность распределения величины.

По статистическим данным средний срок хранения:

$$\bar{T}_x = \frac{\sum_{i=1}^N T_{x,i}}{N}, \quad (2)$$

где N – количество аппаратов; T_{xi} – срок хранения i -го аппарата.

Гамма-процентный срок хранения $T_{x\gamma}$ – это срок, в течение которого аппарат остается работоспособным с заданной вероятностью γ – процентов.

Гамма-відсотковий термін зберігання визначається:

$$1 - q(T_{x,\gamma}) = P(T_{x,\gamma}) = \gamma \cdot 100, \quad (3)$$

где $q(T_{x,\gamma})$ – функция распределения срока хранения.

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ

Васюк В.В., асистент

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

Існує багато методів прогнозування, але необхідно вибирати доцільний, для використання в кожній конкретній ситуації.

Метод прогнозування являє собою комплекс теоретичної і практичної дії, спрямованих на розробку прогнозів: від найпростіших екстраполяційних розрахунків до складних процедур багатокрокових експертних опитувань.

Достовірність прогнозів можна потім порівняти з дійсно реальними показниками, і, зробивши висновки, приступити до наступного кроку прогнозування вже з існуючими даними, тобто наявною тенденцією. Спираючись на отримані дані, можна в тимчасовому аспекті переходити на більш високу ступінь.

В даний час відомі численні способи класифікації методів прогнозування. У першу чергу слід звернути увагу на наступні:

1. за характером вихідних даних: фактографічний, статистичний, патентний, експертний;

2. по використовуваному підходу до прогнозування: експертних оцінок, аналіз і прогнозування рядів даних, причинно-наслідкові;

3. за способом обробки та аналізу вихідних даних і формування прогнозу: згладжування, екстраполяція, інтерполяція, аналогія, моделювання, прогнозний сценарій, морфологічний аналіз.

До основних методів прогнозування можна віднести.

1. Статистичні методи. Найпростіші методи відновлення використовуваних для прогнозування залежностей, виходять із заданого тимчасового ряду. Основні розв'язувані завдання - інтерполяція і екстраполяція. До сучасних статистичних методів прогнозування належать моделі авторегресії, модель Бокса-Дженкінса, системи економетричних рівнянь, засновані як на параметричних, так і на непараметричних підходах.

2. Експертні методи прогнозування. Широко використовуються метод Дельфі і метод сценаріїв. Комп'ютерне забезпечення діяльності експертів і робочої групи, економічні питання проведення експертного дослідження важливі для успішного проведення експертного дослідження. Існують різні методи побудови підсумкової думки комісії експертів. Найбільш простий з них - метод середніх рангів.

3. Моделювання. За отриманою моделі об'єкта прогнозування визначаються наукові та технічні напрями, по яких необхідно залучити експерта, виділяються групи експертів з приналежності питання до області фундаментальних, прикладних наук або до стикових наукових напрямів. Як правило, реалізується на поєднанні динамічної взаємодії колективів експертів і обчислювальної машини, що імітують об'єкт прогнозування в можливих майбутніх ситуаціях [3].

Статистичні, імовірнісні та логічні методи вимагають досить великого обсягу експериментальних даних і не дозволяють отримувати високоточні моделі багатовимірних об'єктів і процесів.

Велика частина відмов (близько 90%) проявляється поступово в зміні одного або декількох вихідних параметрів. Контролюючи зміну цих параметрів можна прогнозувати момент настання відмови.

Залежно від необхідної достовірності прогнозу і можливостей отримання інформації застосовують два підходи до прогнозування: спрощений, заснований на детерміністичних оцінках показників, і володіє меншою трудомісткістю. Залишковий ресурс оцінюється за допомогою коефіцієнтів запасу; уточнений, заснований на імовірнісних оцінках, що дає більш точний прогноз. Безпосередня експериментальна оцінка коефіцієнта варіації розподілу відмов із заданою точністю вимагає набагато більшої кількості статистичних даних.

Але встановлено, що коефіцієнт варіації розподілу відмов при дифузійному розподілі збігається з коефіцієнтом деградації (зміни визначального параметра). Це дозволяє оцінити коефіцієнт варіації розподілу відмов по наявній інформації про фізичні процеси деградації, що є причинами відмов об'єктів. Отже, можна використовувати інформацію про

аналоги, причому в як аналогії можна вибрати об'єкти, що мають аналогічну фізику процесів деградації.

Підвищення достовірності оцінок показників надійності при випробуваннях малих вибірок зразків може бути забезпечено при використанні апріорної інформації.

Використання як теоретичних функцій розподілу напрацювання на відмову ймовірнісно-фізичних моделей відмов, наприклад, стосовно компонентів друкованих плат, дифузійного немонотонного розподілу, рекомендованого стандартами [5], дозволяє успішно вирішувати поставлену задачу.

Використання прогнозування надійності при випробуваннях електричних компонентів дозволяє:

1. Отримати більш змістовну інформацію про надійність на більш ранніх етапах випробувань;

2. Покращити розуміння фізики відмов і виникаючих проблем надійності з можливістю корекції умов експлуатації електричних компонентів для підвищення надійності;

3. За рахунок прямого моделювання механізмів відмови отримувати більшу точність і достовірність оцінки показників надійності при подальшій екстраполяції по часу або за величинами навантажень;

4. Підвищити інформативність аналізу надійності електричних компонентів.

СЕКЦІЯ 8. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

УДК 631.3:621.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ КАВІТАЦІЇ

Гайдук О.І., магістр; Василенков В.Є., к.т.н., доцент

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

В лопатевих насосах кавітація супроводжується зменшенням подачі, напору, потужності і к.к.д. внаслідок того, що частина порожнини робочого колеса заповнюється паром. Тому вивчення фізичної природи кавітації, використання її енергії є важливим питанням.

Кавітація виникає при розриві щільного потоку руху рідини на окремих ділянках. На цих ділянках розрив щільного потоку рухомої рідини, відбувається, тому що місцевий тиск знижується до деякого критичного значення при даній температурі, а також коли відбувається закипання рідини з утворенням парогазових пузирів. Ці парогазові пузири швидко зростають в об'ємі при збільшенні швидкості руху рідини або зниженні тиску. Наприклад, при русі рідини через місцеве звуження труби (рис. 1).

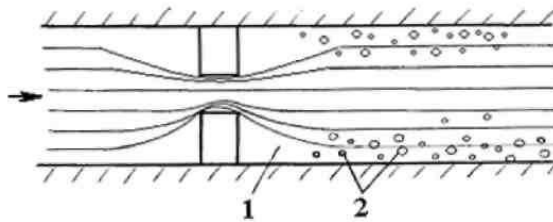


Рис. 1. Схема утворення кавітаційної зони при русі рідини в трубі з місцевим звуженням: 1 - зона зниженого тиску; 2 – парогазові пузири

І так, якщо в потоці рухомої рідини, присутні розтягувальні напружки, росте число кавітаційних (парогазових) пузирів. Вони повністю заповнюють собою область захоплену кавітацією, утворюючи великі каверни, постійно зв'язані з обтікаючим тілом або несучою поверхнею. А сам рух потоку здобуває струминний характер.

Утворення кавітаційних пузирів має багато загального з кипінням рідини, у зв'язку з чим ці два процеси часто ототожнюються: а критичний тиск, при якому починається кавітація розглядають як тиск насиченого пару рідини при даній температурі, при цьому звільнюється багато енергії.

Енергію, отриману в результаті кавітації, можна використовувати для тепловодопостачання житлово-комунального сектору.

Література

1. Пилипенко В.В. Кавитационные автоколебания и динамика гидросистем / – М.: Машиностроение, 1977. – 352с.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Топалов Д.В., студент; Василенков В.Є., к.т.н., доцент

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

Для визначення максимально необхідної теплової енергії при опаленні виробничих та соціальних приміщень агропромислового підприємства можна використовувати формулу для визначення теплових затрат:

$$Q_{Ti} = q_T S K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7, \text{ Вт}$$

де q_T - питома величина теплових затрат (65...8 Вт/м²); S - площа приміщень, м²; K - коефіцієнти, які враховують характеристику приміщень та температуру навколишнього середовища (вибираються з таблиці 1.).

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів, що враховують характеристику приміщень та температуру навколишнього середовища

Вікна	Потрійний склопакет			Подвійний склопакет			Звичайне подвійне застеклення		
K1	0,85			1			1,27		
Стіни	Хороша ізоляція			Ц (2), утеплювач (150 мм)			Погана ізоляція		
K2	0,85			1			1,27		
Відношення площі вікон до полу	10%	11-19%	20%	21-29%	30%	31-39%	40%	50%	
K3	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
Температура зовні приміщення	До -10	-10	-15	-20	-25	-30	-35		
K4	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3		
Кількість стін, що виходять на подвір'я		1	2	3	4				
K5		1	1,11	1,22	1,33				
Тип приміщення над розрахунковим	Опалювальне приміщення		Теплий дах		Холодний дах				
K6	0,82		0,91		1				
Висота приміщення	2,5 м	3 м	3,5 м	4 м	4,5 м				
K7	1	1,05	1,1	1,15	1,2				

Література

1. Енін П.М. Теплопостачання. / П.М. Енін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор 2007. – 243 с.

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА ПІДТРИМАННЯ МІКРОКЛІМАТУ
У ПТАШНИКАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ
ЕНЕРГІЇ ГРУНТОВИХ МАСИВІВ**

Горобець В.Г., д.т.н., доцент; Троханяк В.І., асистент.

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

В існуючих системах підтримання номінального мікроклімату на птахофермах для охолодження припливного повітря в літній період часу використовуються форсунки та зволожуючі касети, принцип роботи яких полягає у розпиленні води або зволоженні вентиляційного повітря, що подається у пташник. В зимовий період для підігріву припливного повітря використовуються газові або електричні калорифери. Вказані методи для охолодження та нагрівання повітря, що надходить у пташник, мають ряд недоліків, наприклад, підвищену концентрацію парів води, що негативно впливає на продуктивність птахокомплексів. Використання цих методів пов'язане з використанням великих обсягів природного газу, електроенергії та об'ємів води, що обумовлює значні економічні витрати для підтримання оптимального мікрокліму у приміщеннях пташників.

В роботі пропонується принципово новий підхід для підтримання номінального мікроклімату у пташниках, який полягає у використанні відновлювальної енергії ґрунтових масивів для охолодження (в літній період року) і нагрівання (в зимовий період року). Пропонується система підтримання мікроклімату, яка включає в себе ґрунтовий теплообмінник, у якому циркулює вода з температурою 8-10 °С, та кілька теплообмінників-рекуператорів, де відбувається охолодження (влітку) або нагрівання (взимку) зовнішнього припливного повітря, що надходить у пташник. Запропонована система дає змогу зменшити витрати природного газу в 3 рази, зменшити витрати електроенергії на 30% . Крім того вона дає можливість суттєво покращити мікроклімат у приміщеннях пташників (зменшити концентрацію вологи та вуглекислого газу), що підвищить продуктивність роботи птахопідприємств.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ОБІГРІВУ БУДИНКІВ

Березюк А.О., к.т.н., ст. викладач

*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

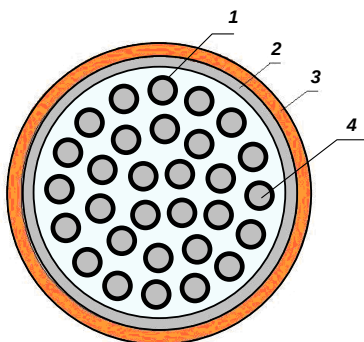


Рис. 1. Циліндричний індуктор із завантаженням у вигляді пучка труб:

- 1 – завантаження індуктора;
- 2 – теплоізоляція; 3 – індуктор;
- 4 – теплоносії.

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.).

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:

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

Література

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

УДК 536.24

INFLUENCE OF COATINGS WITH A HIGH DEGREE OF BLACKNESS TO CHOICE THE OPTIMAL SIZE OF FINS IN THE DESIGN OF SOLAR COLLECTORS

Gorobets V.G., doctor of engineering

National University of life and environmental sciences, Kyiv, Ukraine

The known method of improvement of descriptions of heat transfer from a surface in the conditions of radiant heat exchange there is causing on the surface of coatings, possessing a high degree of blackness. Effective another way to increase the common amount of heat, taken from unit of area of bearing surface, can be the application of fins. Combination of the indicated methods allows substantially to increase the total heat flux taken off from a heat-exchange surface.

In most cases the existing construction of solar collectors is used the smooth surface with coating having a high emissivity factor. Heat efficiency of these collectors can be improved if the smooth surfaces substitute for finned surfaces with the special configuration.

In report the questions connecting with the development of solar collectors on the base of finned walls with coating possessing the minimal mass are considered. On using the variation methods the optimal form of fins with coating having the minimal mass was found. The influence thermophysical characteristics of fin material and coating on geometrical form of fins possessing the minimal mass are found. Comparison of smooth and finned surfaces with coatings is made. It is found that using the fins with minimal mass give an opportunity to improve the quantity of heat flux leading from unit of area of supporting surface. In the final analysis heat efficiency of finned solar collectors is override in comparison with the similar collectors without fins.

УДК 536.24

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИПУСКНОГО ТРАКТУ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Горобець В.Г.¹, д.т.н., доцент; Богдан Ю.О.², к.т.н.

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

² *Херсонська державна морська академія, м. Херсон,
Україна*

При розробці теплообмінного обладнання для когенераційних установок (КГУ) важливу роль відіграє аналіз енергетичних втрат, який дає можливість оцінити ступінь довершеності КГУ та обрати шляхи вдосконалення такого енергетичного обладнання. Існують різні методи оцінки ККД енергетичних

установок, наприклад, метод ККД для теплових потоків, ентропійний і ексергетичний методи. В першому методі не враховуються гідродинамічні втрати при русі теплоносіїв у випускних трактах КГУ. Два останніх дають можливість крім теплових втрат оцінити також гідродинамічні втрати.

В представленій роботі використовуючи метод ексергетичного аналізу проведений розрахунок теплових та гідравлічних втрат у випускному тракті КГУ. Метод базується на розбитті випускного тракту на ряд елементів, для кожного з яких обчислюються теплові і гідродинамічні втрати та загальні втрати ексергії при перетині потоком продуктів згоряння двигуна контрольної поверхні, яка розділяє сусідні елементи випускного тракту. Такий підхід дає можливість оцінити ділянки випускного тракту КГУ, на яких ексергетичні втрати максимальні та вдосконалити конструкцію цього елемента за рахунок мінімізації цих втрат. В роботі проведені розрахунки ексергетичних втрат на різних ділянках випускного тракту КГУ, визначений коефіцієнт ексергетичної ефективності випускного тракту КГУ та показані шляхи вдосконалення КГУ.

УДК 536.24

АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД ПОНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ НА ОСНОВІ ФАЗОПЕРЕХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Горобець В.Г., д.т.н., доцент; Антипов Є.О., к.т.н.

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

При акумулюванні теплової енергії з подальшим її використанням в пікові періоди витрат цієї енергії для опалення та гарячого водопостачання житлових, громадських та виробничих будівель використовують наступні типи акумуляторів: 1) твердотільні; 2) рідинні; 3) акумулятори з хімічними і фазовими перетвореннями. Для перших двох типів акумуляторів вибираються теплоакумуючі матеріали з великими значеннями питомої теплоємності, наприклад, магнезит, феоліт, вода та інші матеріали. Такі акумулятори характеризуються великими габаритами і масою, оскільки базуються на акумулюванні теплової енергії за рахунок підвищення температури акумулюючого матеріалу в період «зарядки» теплового акумулятора. В теплових акумуляторах третього типу використовуються матеріали, у яких процес акумулювання теплової енергії відбувається при хімічних або фазових перетвореннях теплоакумуючого матеріалу. Такими матеріалами можуть бути парафіни, сольові евтектики на базі K , Na , Li та інших хімічних елементів. Акумулятори вказаного типу мають габарити і масу, яка в 5-7 разів менша порівняно з акумуляторами перших двох типів при однаковій тепловій потужності пристрою.

В роботі розглядаються теплові акумулятори з фазовими перетвореннями, у яких відбувається акумулювання теплоти від поновлювальних джерел енергії – сонячних колекторів, теплових насосів, тощо. При виборі теплоакумуючих матеріалів температура плавлення та кристалізації такого матеріалу повинна знаходитись в діапазоні 30-80 °С (парафіни, глауберова сіль та інш.). Проведено математичне моделювання і експериментальне дослідження акумуляторів вказаного типу та розроблені конструкції таких акумуляторів.

УДК 536.423.4

**РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ КОНДЕНСАЦІЇ В
ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ТРУБАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ХМАРНИХ
ФУНКЦІЙ У ПАКЕТІ MATHCAD**

Середа В.В., старший викладач

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

На сьогоднішній день, існуючі методи і моделі розрахунку теплообміну для конденсаційних двофазних потоків в горизонтальних трубах мають розбіжності між собою до 50-70%. Така розбіжність пов'язана з наявністю великої кількості параметрів, які впливають на теплообмін, широким діапазоном змін цих параметрів і відсутністю достатнього розуміння впливу їх на теплообмін [1].

Теоретична методика розрахунку, яка запропонована в роботі [2], дає змогу врахувати вплив основних, визначальних процес конденсації параметрів на закономірності локальної і середньої тепловіддачі. Використання цієї методики при проектуванні горизонтально-трубних конденсаторів дає змогу підвищити точність теоретичного розрахунку до 92-97% у порівнянні з іншими існуючими методами і моделями і зменшити габарити і металоємність теплообмінного обладнання до 30%.

Для практичного застосування методики [2] необхідне знання, як термодинамічних властивостей різних холодоагентів, так і розподілу режимів течії двофазного потоку по трубі. Це створює незручності інженерам і конструкторам, через необхідність постійно відволікатися від вирішення основного завдання на «ручний» розрахунок і введення потрібних значень різних параметрів. Для вирішення цієї проблеми розроблена спеціальна програма у пакеті *Mathcad*. За допомогою інформаційної технології «хмарних» функцій, принцип роботи якої детально описано в [3], посилання на розроблену програму може бути розміщено у мережі Інтернет і бути доступним для використання всім користувачам.

На рис. 1. показано вікно вихідних даних програми, в якому, для початку розрахунку, необхідно вибрати тип робочого тіла; ввести температуру конденсації t_s , °C; масову швидкість пари на вході в трубу G , $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; паровмісти на вході і на виході з труби x_1 та x_2 відповідно; середній по довжині труби тепловий потік q , Wt/m^2 ; внутрішній діаметр d , мм і довжина труби l , м.

Результати розрахунку, які виводяться програмою, показані на рис. 2. у вигляді зміни коефіцієнта тепловіддачі по довжині труби із відображенням режимів течії двофазного потоку. Також розраховані середні значення коефіцієнта тепловіддачі α_{aver} та локальні значення паровмісту x_{loc} і тепловіддачі α_{loc} на певній довжині l_{loc} , значення якої задається у вихідних даних.

Рис. 1. Вікно вихідних даних

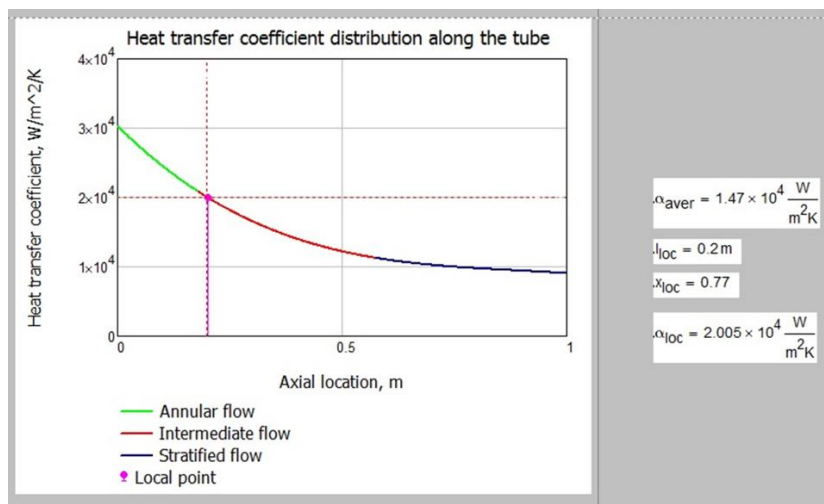


Рис. 2. Результати розрахунку

Використання розробленої он-лайн функції дає змогу інженерам і конструкторам без втрат часу на визначення фізичних властивостей робочих тіл і режимів течії двофазних потоків, розрахувати як локальні, так і середні коефіцієнти тепловіддачі при роботі в діапазоні вказаних параметрів горизонтально-трубних конденсаторів систем кондиціонування, холодильних і теплонасосних установок, техніки випаровування морської води та підігрівників енергетичних систем.

Література

1. V. G. Rifert, V. V. Sereda, "Condensation inside smooth horizontal tubes: Part 1. Survey of the methods of heat-exchange prediction," Scientific journal "Thermal Science", vol. 19, no. 5, pp. 1769-1789, 2015.
2. V. G. Rifert, V. V. Sereda, "Improvement of the design model for condensation inside smooth tubes," in Proc. 7th Baltic heat transfer conference, Tallinn, Estonia, 2015, pp. 143-149.
3. Thermal Engineering Studies with Excel, Mathcad and Internet. Authors: Ochkov, Valery, Orlov, Konstantin, Voloshchuk, Volodymyr. Editor: Rogalev, Nikolay (Ed.). Springer, 2016.

УДК. 621.187.1

КІНЕТИЧНЕ РІВНЯННЯ ДЛЯ ІНГІБІТОРА КАЛЬЦІЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ В ОБОРОТНІЙ ВОДІ ЗУТЕС

Кочмарський В.З.¹, к.ф.-м.н., доцент, Трофимчук І.П.², асистент

¹Фізико-технологічна лабораторія водних систем (НУВГП),
м. Рівне, Україна

²Національного університету водного господарства і
природокористування, м. Рівне Україна

Оборотна система охолодження (ОСО) конденсаторів турбін (КТ) Зуївської ТЕС базується на двох градирнях продуктивністю по 100 тис. м³/год. Підживлюється ОСО водою з Зуївського водосховища з загальною твердістю $C_{\text{ТВ}} \approx (8 \div 9)$ мекв/дм³, лужністю за МО $C_{\text{л}} \approx (5 \div 6)$ мекв/дм³, концентрацією сульфатів (500 ÷ 600) мг/дм³ та загальним солевмістом ≈ 1600 мг/дм³. Продувка забезпечується використанням оборотної води на потреби золошлаковидалення з витратою ≈ 200 м³/год. та власне продувкою ≈ 350 м³/год, що дозволяє підтримувати відносно невисокий ступінь випарювання оборотної води на рівні $k = 3 \div 4$.

При проектуванні ЗуТЕС була врахована здатність води підживлення до утворення відкладень і з метою запобігання цьому запропоновано воду підживлення освітлювати, знижуючи в ній концентрацію іонів основного накипіна Ca^{2+} до прийнятної величини. Для усунення можливого залишкового утворення відкладень на трубній системі (ТС) КТ оборотну воду пропонувалось обробляти магнітними установками, що були змонтовані

безпосередньо у підвідному каналі. Проте, як показав трирічний досвід експлуатації магнітних установок на ТС КТ відбувалося інтенсивне відкладення солей (в основному CaCO_3), що призвело до вживання заходів щодо їх усунення.

Спеціалістами ФТЛВС натурними експериментами була підтверджена низька ефективність роботи МО і як альтернативу запропоновано застосувати фосфонатний інгібітор відкладень. Після спеціальних досліджень в умовах ЗуТЕС декількох інгібіторів такого типу була запропонована методика використання оксіетилидендифосфонової кислоти (ОЕДФК). Проте з пуском в експлуатацію другої градирні та впровадженням на пропозицію спеціалістів ВТІ байпасного освітлення оборотної води на освітлювачі № 4 з продуктивністю $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ умови стабілізації оборотної води змінилися і станцією запропоновано спеціалістам ФТЛВС проаналізувати існуючий режим роботи ОСО ЗуТЕС та розробити алгоритм його оптимізації.

Ними була розроблена процедура розрахунку концентрації інгібітора необхідної для оперативного керування процесом виділення твердого CaCO_3 за умови її байпасного освітлення. Розрахунок ґрунтується на кінетичному рівнянні, що встановлює зв'язок між динамікою водообміну в ОСО, процесами сорбції інгібіторів в оборотній воді карбонатом кальцію як у молекулярному, так і дисперсному станах і концентрацією інгібітора. Це рівняння має вигляд,

$$\frac{dCi}{dt} = \alpha - \frac{1}{T_{\text{ж}}} \cdot \left\{ \beta \cdot [X(Ci) - X(0)] + Ci \cdot \left[\frac{1 + \gamma \cdot (\varphi - 1)}{\varphi} + P_4 \cdot (1 - \delta_4) \right] \right\}, \quad (1)$$

α – доза інгібітора, $\text{г}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$; $T_{\text{ж}}$ – період заміщення води в ОСО водою підживлення, год ; $X(Ci) - X(0)$ – кількість карбонату кальцію, $\text{г-моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$, який завдяки сорбції інгібітора залишається в оборотній воді у молекулярному та дрібнодисперсному станах; β – коефіцієнт сорбції інгібітора; Ci – бажана концентрація інгібітора в оборотній воді, $\text{г}/\text{м}^3$; φ – динамічний фактор, у стаціонарному режимі роботи ОСО, рівний коефіцієнту концентрування солей; γ – коефіцієнт виносу інгібітора з випареною водою; δ_4 – коефіцієнт проскоку інгібітора через освітлювач № 4.

Параметризувавши рівняння (1), у стаціонарному наближенні, розрахована добова доза ОЕДФК ($\text{кг}/\text{добу}$ з розрахунку на 100% продукт), необхідна для досягнення 85% стабільності води в ОСО. Результат показаний на рис. 1.

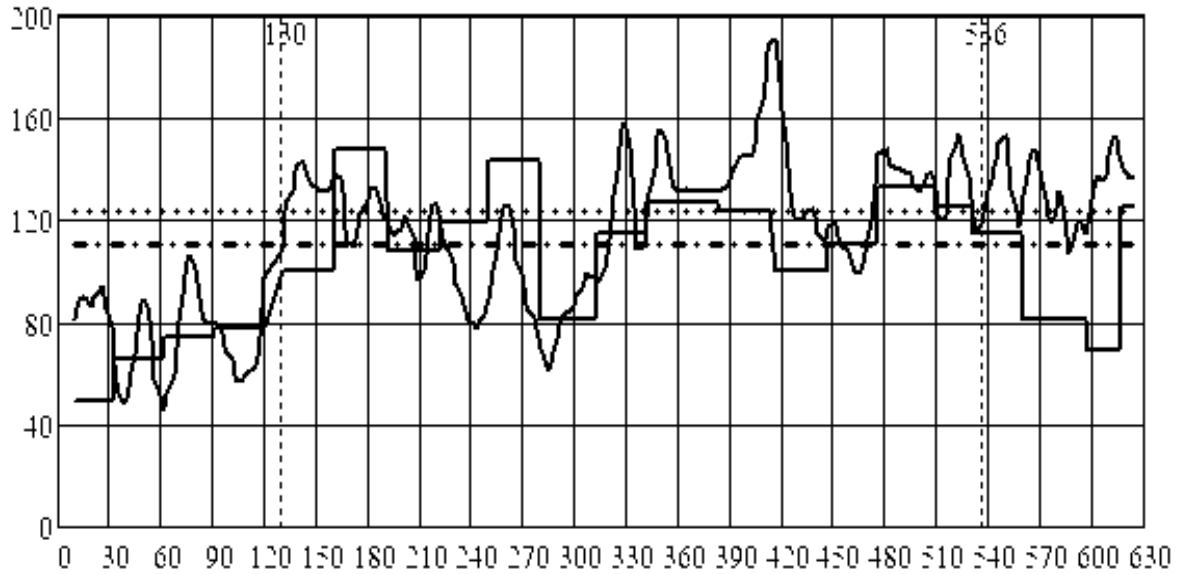


Рис. 1. Гістограма - добова кількості ОЕДФК, кг/добу, що дозується в канал ЗуТЕС. Суцільна крива – розрахункове значення дози, що необхідна для забезпечення концентрації ОЕДФК, достатньої для 85% стабільності оборотної води. Штрихпунктирна лінія – середня доза між 130 и 536 днями роботи СТВ. Пунктирна лінія середня розрахункова доза. Мітки 130 та 536 відповідають включенню освітлювача №4 і плановому зниженню концентрації ОЕДФК в каналі.

Загалом, як бачимо з рис. 1, розрахункова і реальні дози в межах похибки визначення узгоджуються між собою за винятком планового зменшення дози ОЕДФК після 536-го дня, яке супроводжувалося різким зниженням рівня стабілізації оборотної води.

Література

1. Кочмарський В.З., Гаєвський В.Р., Кочмарський О.В.. Динаміка накипінів в оборотних системах охолодження. //Вісник НУВГП, вип. 1(41). Рівне, 2008. - С. 282 - 291.
2. Кочмарський В.З. Кінетична модель карбонатної системи в умовах оборотного водопостачання. //Вісник УДУВГП, ч.1. Рівне, 1998. - С. 236 -243.

СЕКЦІЯ 9. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 621.577

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Шабасюк Р.М., магістр; Середя В.В., старший викладач

*Національний університет водного господарства та
природокористування, м.Рівне, Україна*

Одним із найефективнішим об'єктів для використання теплових насосів (ТН) є системи вентиляції промислових, громадських та житлових приміщень. Завдяки малій різниці температур припливного і відпрацьованого повітря досягається висока енергетична ефективність використання ТН в системах вентиляції при помірних температурах навколишнього повітря.

На сьогоднішній день багато наукових робіт присвячені теоретичним і практичним аспектам роботи ТН і визначенню енергетичної ефективності ТН при різних умовах експлуатації. Багато таких робіт детально розглянуті і проаналізовані у виданні [1]. Для широкого впровадження теплонасосних систем теплопостачання в умовах України необхідно проводити не лише дослідження з покращення технічних характеристик і енергетичної ефективності ТН, а й аналіз економічної доцільності їх використання. Зокрема проблемою є те, що термін окупності капіталовкладень у ТН суттєво залежить від вартості енергоносіїв і, як правило, становить 5...10 років, що співпадає з терміном експлуатації даного обладнання, який вказаний виробником.

Метою роботи є проведення економічного аналізу ефективності використання повітряних теплових насосів порівняно з іншими джерелами теплоти у системах вентиляції за методикою, детально описаною в [2]. Об'єктом для аналізу вибраний офісний центр об'ємом 1080 м^3 , який розташований у місті Львів. Максимальні витрати теплоти системою вентиляції становлять 31 кВт, а річні витрати теплоти рівні 170,5 ГДж/рік. Всі кліматичні дані приймалися відповідно до [3]. Для аналізу розглянемо варіанти використання різних джерел теплоти з рекуператорами при зміні коефіцієнтів рекуперації $\eta_{рек}$ від 0,2 до 0,85.

На рис. 1 показана залежність терміну окупності капіталовкладень від коефіцієнта рекуперації. Видно, що використання рекуператора у поєднанні з газовим котлом значно зменшує термін окупності такої системи, а поєднання рекуператора з ТН майже не впливає на їх термін окупності.

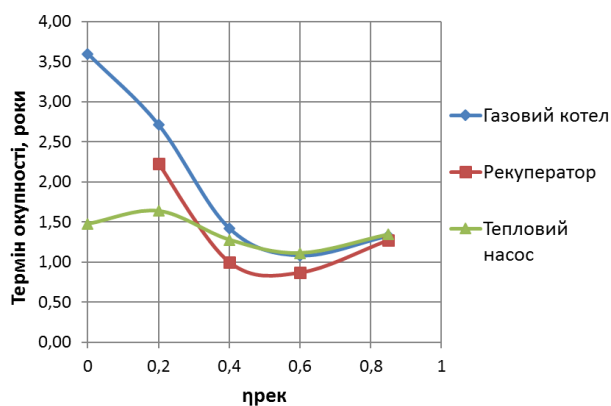


Рис.1. Залежність терміну окупності капіталовкладень від коефіцієнта рекуперації.

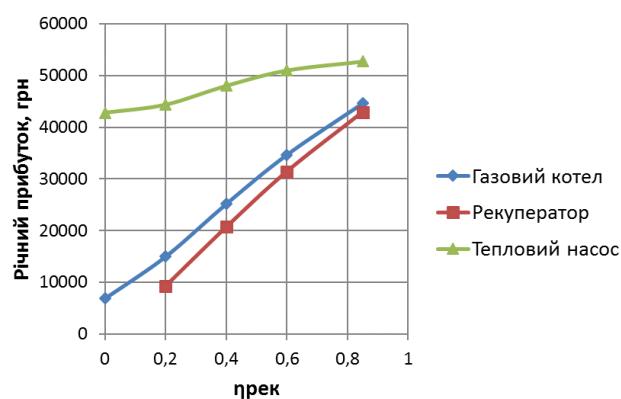


Рис.2. Залежність річного прибутку від коефіцієнта рекуперації.

На рис. 2 показана залежність річного прибутку від коефіцієнта рекуперації. Видно, що річний прибуток різко і постійно збільшується. При використанні рекуператора разом з ТН річний прибуток досягається найвищого значення при $\eta_{рек}=0,85$. Таке значення коефіцієнтів рекуперації характерне для роторних рекуператорів.

На рис. 3. показана залежність терміна окупності капіталовкладень від річного прибутку. Видно, що при мінімальному терміну окупності капіталовкладень в 1 рік використання лише рекуператора у системі вентиляції дає річний прибуток 30 тис.грн., а найбільший прибуток 52 тис.грн. можна отримати при використанні роторного рекуператора у поєднанні із ТН, що відповідає терміну окупності капіталовкладень 1,5 роки.

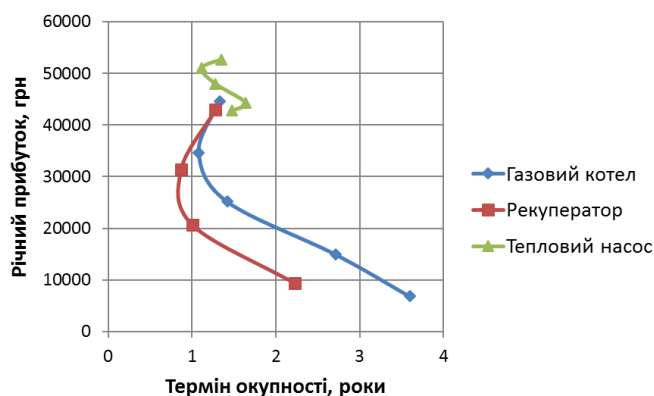


Рис.3. Залежність річного прибутку від терміну окупності капіталовкладень

Проведений аналіз показав, що у системах вентиляції впершу чергу вигідно встановлювати рекуператори із коефіцієнтами рекуперації $\eta_{рек}=0,6\div 0,85$, а потім вже приймати рішення про вибір джерела теплоти.

При розрахунку економічної ефективності використання ТН необхідно враховувати, що для отримання максимального річного прибутку (економії коштів) термін окупності капіталовкладень може і не мати мінімального значення з усіх можливих варіантів. Також терміни окупності капіталовкладень у ТН при їх використанні у системах вентиляції (до двох років, див рис. 1.) значно менші ніж при їх використанні у системах опалення різних об'єктів (5÷10 років, [4]).

Отже, впровадження теплонасосно-рекуперативних систем вентиляції, в яких максимальний економічний ефект визначається поєднанням рекуператора-утилізатора теплоти відпрацьованого повітря і теплового насоса має великі перспективи.

Література

1. Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник / А.О. Редько та ін.; Під ред. академіка НАНУ А.А. Долинського. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. – 412 с.
2. Волощук В.А. Техніко-економічна оптимізація переходу на теплопостачання із використанням теплового насоса / Вісник Інженерної академії України. – 2014. – Вип. 2. – С. 259-265.
3. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
4. Валяренко К.М., Василевський В.А. Аналіз економічної ефективності використання повітряних теплових насосів у системах теплопостачання комерційних організацій / Студентський вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2016. – Вип. 1 (6). – С. 19-21.

УДК 621.631

ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ, ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕНЕРГОСЛУЖБИ

Наливайко В.А., к.т.н., доцент

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

У енергослужби підприємства часто відсутній час і можливість займатися питаннями енергозбереження. На відміну від експлуатації, управління енергоспоживанням ставить основним завданням зниження витрат на енергоресурси при забезпеченні необхідної їх кількості та якості.

Поняття енергетичного менеджменту – це синонім управління енергоспоживанням. Шляхом впровадження енергоменеджменту можна отримати більш детальну картину споживання енергоресурсів, що дозволить провести оцінку економії електричної енергії, яке використовується і плануються на підприємстві.

Сучасна ситуація, яка складається на підприємствах вимагає здійснення пошуку нових форм і методів господарювання, проведення відповідного реформування відносин власності, самої підприємницької

структури економічних суб'єктів та оновлення основних виробничих фондів на основі передових технологій. Тільки радикальні заходи по впровадженню нових технічних і технологічних рішень, сучасних виробничих процесів, здатних випускати конкурентноспроможну продукцію

Світова практика показує, що підвищення енергоефективності досягається здебільшого за рахунок організаційних змін у системі управління енергогосподарством підприємства.

Література

1. Воротницкий В.Э. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э. Воротницкий, Железко Ю.С., Казанцев В.Н. и др.; под ред. В.Н. Казанцева. – М.: Энергоатомиздат. – 1983. – 368 с.
2. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электрической энергии в электрических сетях / Ю.С. Железко. – М.: Энергоатомиздат. – 1999. – 176 с.
3. Іноземцев Г.Б. Методи енергозбереження в системах електропостачання: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, О.В. Окушко; за ред. Г.Б. Іноземцева. – К.: «ЦП «КОМПРИНТ» . –2016. – 222 с.

СЕКЦІЯ 10. ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

SUCCESS FACTORS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES

Stinen O., Lecturer

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

Methods of of specialists in the higher educational institutions based on relevant information, which given the current educational paradigm can be divided into two blocks. The first unit should include information on the qualitative and quantitative content knowledge and skills, which should take the higher educational institutions student for the selected occupation.

This information may be defined as a prerequisite skills development, acquiring appropriate qualification. The second block assign personal information on social and psychological characteristics of students that enable university graduates to work successfully in the territory chosen profession, exercising according to his psychological type of professional activity. This information is the basis for the implementation of student-centered approach to learning process and can be defined as a sufficient condition for skills development in view of the performance and career development specialist.

The results of actual experience, communication with professionals working in the electricity sector and analysis of relevant higher education authors have highlighted seven main professional activities, which mostly are specialists of electricity and related sciences, using varying degrees obtained from higher educational institutions educational achievements, including:

- research and development;
- project activity;
- transfer activity;
- operational activities;
- organizational and administrative activities;
- commercial and business activities;
- teaching activities.

Note that the teachers professional disciplines in universities are usually specialists from related professions (or at least graduates for relevant professional areas). Therefore, one of professional activities on the territory of any profession should be considered a teaching career and see it as a form of relevant professional activities.

Each of the selected activities can be found appropriate professional properties that determine its success.

For example, it was found that successful research activity is the most important properties of the individual Cognitive and reflexivity, display of interest

summarizing the available information, the tendency to individual actions, independence and autonomy, etc; less essential for this type of activity are accurate and executive discipline in regular situations, striving for a final result, communication skills and ability to communicate with others.

The results, in my opinion, can serve as a basis for developing appropriate implementation of the algorithm based on the student's personal and developmental process of educational training.

УДК 631.3:621.1

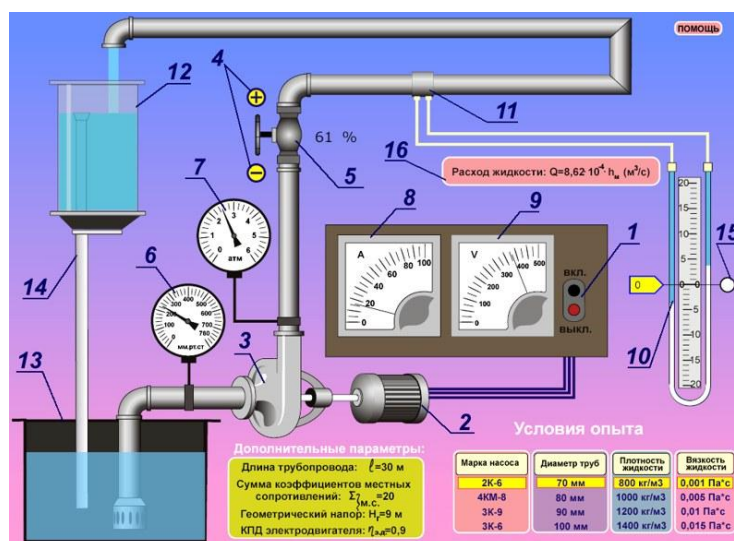
ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ ПО ЛАБОРАТОРНИМ РОБОТАМ

Панько Г.О., магістр; Василенков В.Є., к.т.н., доцент

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

Мета роботи. Створення віртуальної лабораторної по темі „Параметричні випробування відцентрового насосу“, як елемент дистанційного навчання.

Приклад робочого вікна лабораторної роботи і віртуальна схема установки зображені на рисунку 1.



У роботі можна вибирати і задавати вихідні дані, що розташовані у таблиці "Умови досвіду". Натисканням чорної кнопки пускача (1) умовно включається електродвигун (2). При цьому насос (3) починає працювати. За допомогою значків (4) здійснюється процес керування становищем вентиля (5) для створення необхідної витрати рідини по трубопроводу. Положення вентиля вказується з права у відсотках. При кожному встановленні витрати рідини необхідно фіксувати покази: амперметра (8), вольтметра (9), різниця

рівнів манометричної рідини в диференціальному манометрі (10), вакууметра (6) і манометра (7).

Література

1. Антипов О.Е. // Компьютерные инструменты в образовании №4, 2011.
- Режим доступа: <http://ipo.spb.ru/journal/index.php?magazines/2011/4/e/>

УДК 372.851

ДЕЯКІ ФОРМИ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Дюженкова О.Ю., к.фіз.-мат.н., доцент

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

Забезпечення якісної підготовки студентів інженерних спеціальностей в сучасних умовах вимагає нових підходів при викладанні вищої математики. Оволодіння основами сучасного математичного апарату дає можливість майбутнім фахівцям аналізувати та досліджувати певні процеси, сприяє формуванню навичок математичного моделювання та використання математичних методів при розв'язанні прикладних задач.

На жаль, в сучасних умовах контроль знань студентів зводиться до тестових завдань, що зменшує вагу теоретичного матеріалу. Але без розуміння суті математичних понять майбутній фахівець не зможе аналізувати та розв'язувати практичні задачі. Перевірку засвоєння теоретичного матеріалу можна проводити в різних формах: *контроль знань на практичних заняттях* (опитування, математичні диктанти, короткочасні контрольні роботи – "летучки"), *написання контрольних робіт, виконання розрахункових робіт, проведення колоквиумів, екзаменів.*

Розглянемо деякі форми контролю знань на прикладі теми «Похідна функції однієї змінної». Засвоєння теоретичного матеріалу можна перевіряти за допомогою усних завдань, приділивши їм кілька хвилин на кожній парі. Велику кількість таких завдань до кожного розділу наведено в навчальному посібнику [1]. Розглянемо деякі з них.

1. Перевірити, чи правильні твердження: 1) функція f є диференційовною в точці x_0 , якщо вона має похідну в цій точці; 2) якщо функція диференційовна в даній точці, то вона неперервна в цій точці.

2. Назвати, які з даних функцій є диференційовними в точці $x = 0$:

$$y = x^3, \quad y = \sqrt{x}, \quad y = \sqrt[3]{x}, \quad y = |\sin x|.$$

3. Користуючись позначеннями $\Delta f(x_0)$, $df(x_0)$ і $f'(x_0)$ та заданими виразами записати правильні рівності (точні або наближені):

$$f(x_0 + \Delta x) - f(x_0), f'(x_0)\Delta x, \frac{\Delta f(x_0)}{\Delta x}, \frac{\Delta f(x_0)}{\Delta x} + \alpha(x_0, \Delta x).$$

4. Вставити пропущені слова в даних означеннях і твердженнях: границю відношення $\frac{\Delta f(x_0)}{\Delta x}$ при $\Delta x \rightarrow 0$ називають ... функції f в точці x_0 ; функцію f називають ... в точці x_0 , якщо існує скінченна похідна $f'(x_0)$; якщо функція f диференційовна в точці x_0 , то вона ... в цій точці.

5. У правому стовпчику поданої таблиці відшукати правильні відповіді до виразів лівого стовпчика (тобто записати таблицю похідних).

6. Користуючись виглядом графіка функції, вказати, в яких точках ця функція не є диференційовною, і пояснити причину.

Контрольні роботи повинні охоплювати певні теми розділу (різноманітні вправи на обчислення похідних, диференціювання неявних і параметрично заданих функцій, відшукування екстремумів функцій, застосування основних теорем диференціального числення, застосування похідної до розв'язування геометричних, фізичних та інших прикладних задач). Якщо контрольна робота проводиться після вивчення всього курсу, то серед завдань можна можуть бути *комплексні задачі*, які охоплюють матеріал з різних розділів вищої математики. Велику кількість таких завдань наведено в дидактичних матеріалах [2]. Для прикладу можна запропонувати таку задачу. *Знайти*

$$\text{екстремум функції } y = \frac{x^2 + d}{cx}, \text{ де } c - \text{визначник системи } \begin{cases} 2x + 2y - z = 3, \\ y + z = 2, \\ 4x + 2y - 3z = 3 \end{cases},$$

d – скалярний добуток векторів $\vec{a} = (2; 3; 1)$, $\vec{b} = (3; -2; 4)$.

У розрахунковій роботі варто розглянути застосування вивчених понять, враховуючи професійну спрямованість вищої математики. Наприклад, проведення повного дослідження функції та побудова її графіка; розв'язування практичних задач на відшукування глобальних екстремумів; застосування похідної до розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь та нерівностей. Зокрема, в розрахунковій роботі студентам енергетичних спеціальностей можна запропонувати таку задачу. *Із двох паралельно з'єднаних опорів R_1 і R_2 складено електричний ланцюг. При якому співвідношенні між ними опір всього ланцюга r є максимальним, якщо при послідовному з'єднанні цих опорів він дорівнює R ?*

Одним із засобів контролю знань за допомогою інформаційних технологій є система Moodle (або Elearn). Ця система дозволяє використовувати різноманітні види тестових завдань, враховуючи рівень знань студентів, форму навчання, специфіку вивченої теми, професійну спрямованість курсу та зв'язки з іншими дисциплінами.

Література

1. Дюженкова Л.І., Дюженкова О.Ю., Михалін Г.О. Вища математика. Приклади і задачі. – К.: Академія, 2003. – 624 с.
2. Державний екзамєн з математики і методики навчання математики. Дидактичні матеріали. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2005. – 88 с.

ОБРАЗОВАНИЕ И ОБУЧЕНИЕ - ЕДИНСТВО И ПРОТИВОРЕЧИЯ

Станкевич Н.Г. к.п.н., доцент

*Белорусский государственный педагогический университет,
г. Минск, Белоруссия*

Образование, которая призвана формировать сознание человека, следует отличать от обучения, задача которого состоит в том, чтобы наделить человека полезными знаниями и умениями. Процесс формирования сознания - признания - предполагает формирование человека "в себе и для себя", в отличие от обучения, которое предполагает формирование человека "снаружи и для других". С этой точки зрения обучения (как и воспитание) является эпифеноменом образования. В системе образования индустриального общества, основанная на прагматических принципах, наоборот, образование есть побочный продукт обучения.

Обобщенная, стратегическая последовательность формирования человека через знание опирается на главную, структурную особенность сознательной жизнедеятельности - возвратность результата на процесс, этим результатом порожденный. На уровне педагогических практик это условие является тривиальной: полученные знания только тогда достигают своей цели, когда они погружаются в основу процесса обучения и сами становятся условием усвоения других знаний. А окунуться в основу в полном объеме знания могут только при условии, что они являются результатом личной познавательной деятельности. Тем самым фиксируется реальное противоречие: для того, чтобы развиваться человек должен выходить наружу и возвращаться обратно к себе. То есть образование можно представить как процесс, разворачивающийся в коммуникативном пространстве, где всегда присутствует "тот, кто учит". Присутствие "того, кто учит", весьма двусмысленная. Прежде всего (если он занимается именно образованием, а не воспитанием или обучением) он должен позволить тому, кто получает образование, выйти наружу в форме своего собственного сочинения (результата познавательной деятельности) и, соответственно, проследить, чтобы заранее был подготовлен пространство, в котором этот произведение мог бы разместиться. То есть пространство, в котором размещаются произведения "того, кто учит" не может пересекаться с пространством, в котором должны размещаться произведения "того, кто учится (освещается)".

Главный парадокс образовательного пространства заключается в том, что процесс образования при любых условиях выступает как процесс самообразования.

Приобрести образование человек может только сам.

Отсюда и главное противоречие современной образовательной парадигмы - невозможность решения проблемы как задачи соответствующих институтов, согласно поставленных условий принципиально не способны на ее решение, но они не могут (в соответствии со своим статусом) отказаться от процесса решения образовательных задач, а рядом с этим и от их обсуждения и поиска реального, дееспособного решения.

УДК 378.016.51

МАТЕМАТИЧНІ ПАКЕТИ В КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

Головін В.А.¹, к.т.н., доцент

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна.

Складові професійної компетентності випускників вузів в області інформатики складаються з знань, вмінь та навиків користування засобами інформаційно-комунікаційних технологій, проведення математичних розрахунків та моделювання в математичних пакетах[1].

Курс інформатики для інженерних спеціальностей розділяється на дві частини: вивчення фундаментальних основ інформатики – алгоритмів та основ програмування і вдосконалення практичної діяльності, пов'язаної з вивченням комп'ютерних технологій, математичних та прикладних програмних пакетів, інформаційних систем розробки університету(кампус).

Зосередимо увагу на другій частині курсу інформатики.

Студенти починають знайомство з математичними пакетами *Mathcad* [2] та *Matlab* [3] в базовому курсі інформатики на першому курсі та надалі поглиблюють знання та вміння використання пакетів в фундаментальних і спеціальних курсах, а також у власній навчальній та дослідницькій роботі.

Mathcad пакет для проведення математичних й інженерних розрахунків, в середовищі якого поєднані чисельний, символний і текстовий процесори, графічна система обробки та візуалізації результатів.

Matlab - це високорівнева мова і інтерактивне середовище для програмування, чисельних та символних розрахунків і візуалізації результатів.

Загальні положення, організація обчислювального процесу, взаємодія та зв'язок між складовими пакетів, короткі відомості про алгоритми рішення задач, обміну даними, використання чисельного та символного процесорів

їх взаємодію, використання графіки, робота в текстовому процесорі розглядаються на лекціях.

Лабораторні роботи умовно розділяємо на три групи. Перша група робіт призначається для освоєння інтерфейсу пакетів, «занурення» в програмне середовище. Такі роботи мають детальний опис виконання необхідних операцій з прикладами, на основі яких студент виконує свої завдання. Спектр завдань будується таким чином, щоб задіяти якомога більше пунктів меню, панелей інструментів, взаємодій між складовими пакетами, загальних математичних функцій. Надаються також завдання, виконання яких приводить до аварійних ситуацій та видачі повідомлень пакетом, що дає можливість студенту ознайомитись з повідомленнями та вироблення реакції на відповідні повідомлення.

В другій групі завдання роботи формуються з метою освоєння нових методів, функцій, алгоритмів рішення задач. Так як студенти практично не оцінюють результатів розрахунків, необхідно весь час вимагати виконання перевірки рішень, яка виконується підстановкою рішень в рівняння, графічне зображення, рішення іншими способами. З цієї причини в *Mathcad* забороняється будувати графіки за замовчуванням.

В третій групі робіт надаються завдання, для рішення яких студент сам обирає математичний пакет. Наприклад, при розкладанні періодичних сигналів в ряд Фур'є, розрахунки членів ряду та побудова графіків виконуються в *Mathcad* або *Matlab* і будується модель в *Simulink* з часом аналізу моделі відповідно періоду та виведення результатів на блок *Scope*. Такий підхід також наглядно демонструє сутність ряду Фур'є.

На захист роботи надається робочий документ в *Mathcad*, набір *m*-файлів(скрипти, функцій) в *Matlab*. На робочому місці перевіряється повнота та правильність рішень задач, задаються запитання, в відповідь на які виконуються внесення змін в документ, *m*-файли та повторення обчислень. Студент отримує декілька контрольних завдань по темі роботи, які необхідно вирішити в обмежений час. Лабораторна та рішення контрольних прикладів оцінюється і виводиться загальна оцінка за роботу. Враховуються також роботи з інших дисциплін які виконані в заданих пакетах.

Така методика проведення занять дозволяє успішно закріпити теоретичні знання і отримати вміння та навички роботи при рішенні інженерних та наукових задач в математичних пакетах.

Література

1. Сидняев Н.И., Соболев С.К. Концептуальные основы математического образования в техническом вузе. // Высшее образование в России. 2015. № 7. С. 36-41
2. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. – СПб.: BHV, 2009.-320 с. http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad_14/RusIndex.html
3. Дьяконов В.П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров.- М.; ДМК Пресс 2011. – 976 с.:ил.

ЯКІСТЬ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ

Лут М.Т., к.т.н., професор

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

Проблема якості підготовки фахівців з вищою освітою є першорядною в питанні їх затребуваності національною економікою і міжнародного визнання національних ступенів і кваліфікацій[1]. Загальновідомо, що ця проблема безпосередньо пов'язана із змістом освіти і технологіями реалізації освітніх програм.

У сучасному світі набуває все ширшого розвитку інноваційна інженерна освіта, спрямована на формування у фахівців у сфері техніки і технологій не лише певних знань і умінь, але і особливих компетенцій¹, сфокусованих на здатності застосування їх на практиці, в реальній інженерній діяльності, при створенні нової конкурентоздатної продукції [2].

Вищі навчальні заклади світу інженерного профілю, зокрема європейські, постійно вдосконалюють свої освітні програми і навчальні плани. При цьому вже з першого року навчання студентам показують зв'язок пропонованого навчального матеріалу з їх майбутньою інженерною діяльністю, перспективами технічного, технологічного, економічного і соціального розвитку суспільства. Нове наповнення, а також проблемно-орієнтовані методи і проектно-організовані технології навчання в інженерній освіті дозволяють забезпечити її новий зміст, що базується на комплексі компетенцій, які включають фундаментальні і технічні знання, уміння аналізувати і вирішувати проблеми з використанням міждисциплінарного підходу, володіння методами проектного менеджменту, готовність до комунікацій і командної роботи.

Формування загальних підходів до забезпечення і оцінювання якості вищої освіти є також одним із напрямів розвитку Болонського процесу в Європі[3]. При цьому передбачається, що якість підготовки фахівців у вищих навчальних закладах(ВНЗ) забезпечується двома основними складовими — якістю змісту освітніх програм і якістю менеджменту у вищому навчальному

¹ Компетенція - від латинського. competere — відповідати, личити.

Компетенція загальна - це здатність застосовувати знання, уміння, успішно діяти на основі практичного досвіду при вирішенні завдань загального роду, також у певній широкій області. Компетенція професійна - здатність успішно діяти на основі практичного досвіду, уміння і знань при вирішенні завдань професійного роду діяльності

закладі. Науковцями сформовані основні вимоги до змісту створюваного вперше освітнього стандарту вищого навчального закладу, відповідно до яких він повинен містити фрактально² організовану сукупність складових (рис. 1).

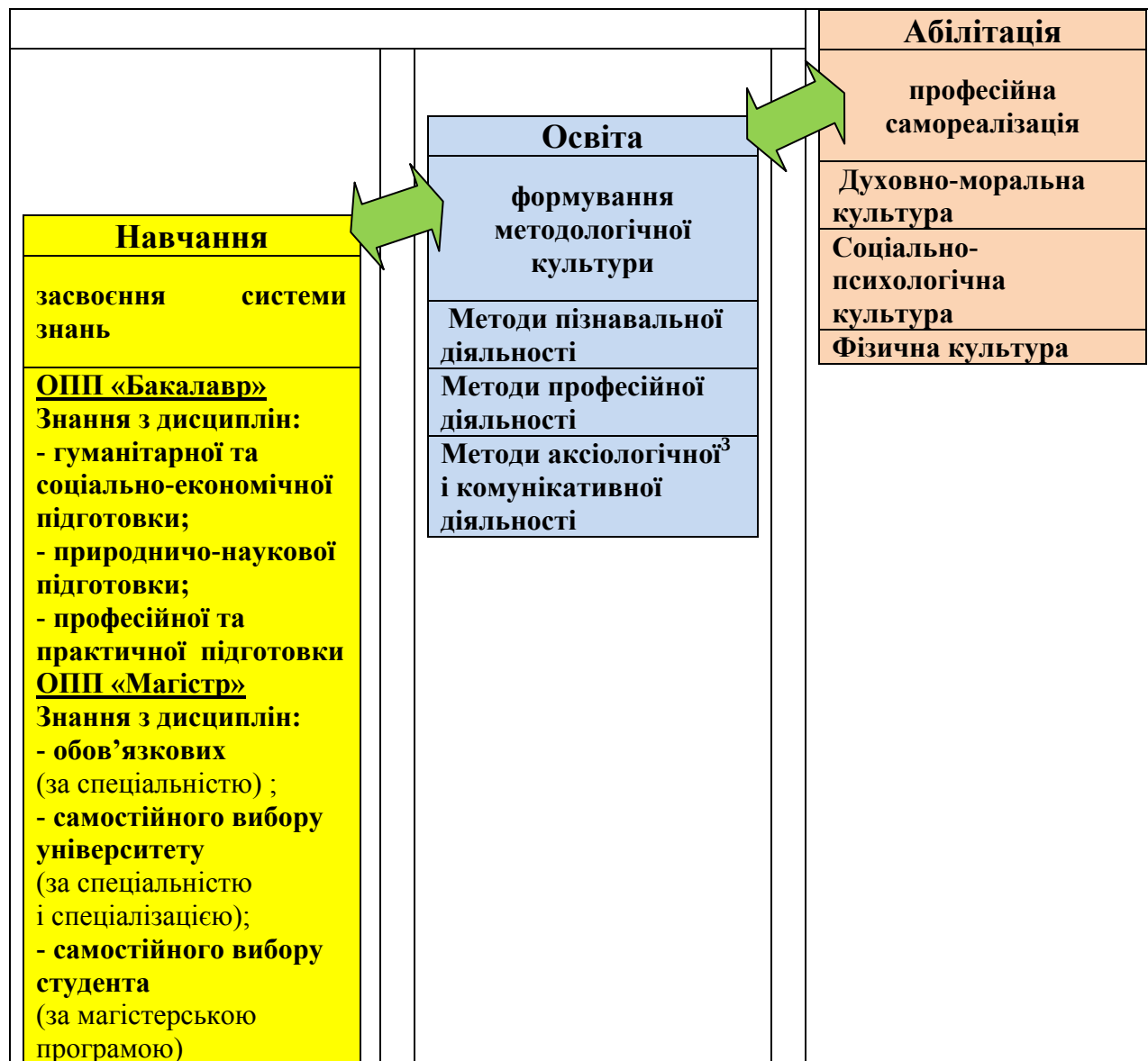


Рис. 1. Структура освітньо-професійної програми підготовки фахівців (на прикладі Національного університету біоресурсів і природокористування України)

² Фрактал - структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні до цілого

³ Аксіологія(грец.-цінність і – вчення) – філософська теорія цінностей, що з'ясовує якості і властивості предметів, явищ, процесів, здатних задовольнити потреби, інтереси, запити і бажання людей.

Література

1. Похолков Ю.П., Чучалин А.И. Управление качеством инженерного образования // Университетское управление. 2004. № 5-6(33). С. 121-125.
2. Агранович Б.Л., Чучалин А.И., Соловьев М.А. Инновационное инженерное образование // Инженерное образование. № 1. С. 11–14.
3. Гребнев Л., Кружалин В., Попова Е. Модернизация структуры и содержания инженерного образования // Высшее образование в России. 2003. N 4. С. 46-56.

МЕТОДОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ – ОТРАЖЕНИЕ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ ОБЩЕСТВА

Трентал А.С.², к.п.н., доцент

*Воронежский государственный педагогический университет,
г. Воронеж, Россия*

С точки зрения характера развития и методологических основ образования теснейшим образом связана с культурными достижениями общества. При этом категорию «культурное достояние» следует понимать в широком смысле, как всю совокупность интеллектуального потенциала общества, включая, конечно, науку, технику, технологию и тому подобное.

Необходимость постоянной передачи культурных ценностей от старшего поколения младшему требует реализации определенных действий, организации соответствующего процесса и создания соответствующей методологии. Эта связь не является простым обусловлением одного явления другим. Он проявляется, в том, что одним из главных принципов существования и развития образования является ее «культуросоответствие». При таких условиях образование должно рассматриваться, прежде всего, как социальный институт, среди функций которого важнейшим является воссоздание культурного достояния (интеллектуального потенциала) общества.

Принцип «культуросоответствие» означает ориентацию образования на характер и ценности культуры, овладения достижениями, на ее дальнейшее разложение. Культура понимается как воспроизводящая категория при смене поколений.

На сегодня приобретает актуальность выделение ученым-этнографом М. Мидом трех типов культуры (постфигуративну, кофигуративну и префигуративну) с последующим соотнесением каждого типа с характером образования.

По постфигуративной культуре (примитивные общества и т.п.) новое поколению учится у своих предшественников. Базовые основы управления, образования, институты власти в обществе с такой культурой основываются на прошлом. Учителя (старшее поколение) не представляет себе возможности, не испытывает потребности в изменениях и потому передают своим потомкам ощущение неизменности жизни.

Кофигуративный тип культуры предполагает, что одни члены общества (и дети, и взрослые) учатся у других, то есть, главной моделью поведения людей является поведение их современников. Этот тип содержит постфигуративную составляющую. В «чистом» виде кофигуративная культура может проявляться в гипотетическом обществе, где отсутствуют старшие по возрасту, например, вследствие катастрофы, как результат разложения новых неизвестных взрослым форм техники или революционного внедрения новых принципов и норм жизни для молодежи.

Префигуративная культура предполагает обучение взрослых, в т.ч. у своих детей. Это культура, которую предполагается, это мир, который будет. При таких условиях образование должно подготовить человека к новому, сохраняя при этом и те ценности, которые были в прошлом, ведь связь поколений история цивилизации.

DEFINITIONS OF CONTROL TESTS KNOWLEDGE

Berdsman D., Ph.D, prof.

RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)

Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany

The widespread introduction of testing in the practice of high school updates the definition of the concept of the test, because at present understanding and acceptance testing of teaching academics ambiguous and, most can be reduced to three levels.

The first level of understanding describing the test as defined by the totality of the issues, which in some cases are added choices. At this level test is usually perceived as a puzzle or something similar.

The second level reflects an understanding of the main components of the concept of educational testing, but takes into account the creation of test procedures and their implementation. This level is usually neglected methods of processing and analysis of the results during testing, thus reducing the efficiency of a method of measurement can lead to their falsity.

The third level displays the correct understanding of educational content testing into account the features of tests, their possibilities and boundaries of use.

To properly understand the essence of teaching test this concept should provide a detailed definition of integration, which reflects its main features.

Teaching test - Integration category, which defines and various kinds of control of educational achievements that are appropriate for certain conditions and questions that will help identify the proper assimilation of educational material and the process of implementation of direct control and more. This causes the variation existing for today Pedagogical test. The author of the wide definition of form pedagogical testing, which displays the most essential features that distinguish this method of control of educational achievements of students from others.

Based on the objective test knowledge control is defined as a system of parallel tasks evenly increasing complexity and specific form that allows responses based on the analysis of the high degree of reliability and validity objectively measure and evaluate the level of knowledge structure of students from certain subjects.

In order to best clear understanding and teaching the test isolate individual components of this definition, giving them definitive and related interpretations.

The systemic nature of teaching the test, defining it as a system means that the test contains the following tasks, for which the system-inherent properties.

Specificity forms of tests is that these tasks are formulated not in the traditional form of questions or problems, but in the form of statements, which are based on answers can be true or false. The question posed in the traditional form, contrast, true or false does not happen (in terms of truth and falsity categories spread-ryuyutsya solely on the response).

Certainty means of tests included in its composition only control of the material, which corresponds to the content of the discipline (or rather, the content area test). In addition, if the content area when there are several parallel paradigms (this happens in the presence of the dynamics of the relevant area of expertise) must always be given as the ones adopted in preparation for the test, in this.

The increasing complexity of tests manifested in the nature of organizing and presenting students.

Validity test a comprehensive description of the test, which reflects its ability to measure precisely, why this test is intended.

Reliability test - characterizes the measure of the stability test results obtained using an appropriate test.

In terms of educational measurement are two basic display nick 'knowledge, skills and structure. These figures are estimated registration assessments, both in knowledge, and ignorance of all components of the content areas (components of educational material on which there is testing). For objectification of all components of this process should be the same in terms of their influence on the final result. U-distribution was the same, of course, have to be rules and processing the results and sub-sumkovoho evaluation.

Knowledge appears from the analysis of the responses of each student in all the tasks of the test.

The structure of knowledge is assessed based on sequence analysis, in right and wrong answers to the problem of increasing difficulty.

Teacher testing can not be seen as a panacea. Implementation of this methodology should be based on relevant information, which take into account subsequent to the advantages and disadvantages of selected methods to consider control of educational achievements of students.

ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ

Ковтун П.М., старший викладач

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
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

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF TEST CONTROL

*Kochanowski T., prof.
Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska*

Teacher testing, which is currently the most common type of knowledge control can not be seen as a panacea. Implementation of this methodology should be based on relevant information, which takes into account the advantages and disadvantages of selected methods to consider control of educational achievements. Given this, it is necessary to identify the main advantages and disadvantages of this type of knowledge control.

Benefits educational testing due:

- ability to achieve the greatest quality and objective evaluation of on-vchalnyh acquisitions (of course, provided equivalence other factors), which is largely due to the standardization of procedures, checking quality parameters of individual tasks and tests in general;

- equity method, under which all students are put on an equal footing, as a control, and in assessing results; possible subjectivity teacher virtually eliminated;

- ability to identify the student's knowledge of all disciplines (content area), eliminating element of chance using traditional tickets;

- economic efficiency, because the main costs in testing associated primarily with the development of the test, that have single-hara kter; the cost is for the implementation testing process is significantly lower than the written or oral control.

Disadvantages educational testing due

- duration and complexity (and therefore significant cost) the development of tests and procedures for effective implementation of the testing process;

- inability to obtain information on the reasons identified gaps in knowledge of students;

- inability to monitor and evaluate high productive level of knowledge associated with the work that is probabilistic, abstract and methodological knowledge;

- need to ensure the objectivity and fairness of re-testing from entrepreneurs to take special measures to maintain the confidentiality of tests and reduce the probability of guessing the correct answers to test questions.

From the above shows that the choice of control of educational achievements of students can not be "mechanical" and should be based on an analysis of the specific situation, taking into account the advantages and disadvantages of methods under consideration.

Наукове видання

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

Матеріали
VI Міжнародної
науково-технічної конференції
м. Київ, 15-19 травня 2017 р.

Відповідальний за видання
А.В. Жильцов, д.т.н., доц.

Технічний редактор

Мірських Г.О.

Комп'ютерне складання та верстання

Ликтей В.В.
Васюк В.В.