

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



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

Матеріали  
Міжнародної  
науково-технічної конференції  
м. Київ, 10-14 травня 2016 р.

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

Материалы  
Международной  
научно-технической конференции  
г. Киев, 10-14 мая 2016 г.

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

Proceedings of the  
International  
Scientific-Technical Conference Kiev, 10-14 of may, 2016

Київ 2016

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

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

Матеріали  
Міжнародної науково-технічної конференції  
м. Київ, 10-14 травня 2016 р.

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

Материалы  
Международной научно-технической конференции  
г. Киев, 10-14 мая 2016 г.

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

Proceedings of the  
International Scientific-Technical Conference  
Kiev, 10-14 of may, 2016

Київ 2016

**УДК 621+536**

**Голова організаційного комітету конференції**

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

**Співголови організаційного комітету конференції**

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

**Відповідальний секретар оргкомітету**

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

**Секретарі оргкомітету конференції**

Васюк В.В., асистент, Україна

Ликтей В.В., аспірантка, Україна

**Члени організаційного комітету**

Савченко П.І., д.т.н., професор, Україна; Кондратенко І.П., д.т.н., 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 10-14 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 2016

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1.

<b>ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ.....</b>	<b>11</b>
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ В УМОВАХ ЗАКРИТИХ АГРОЕКОСИСТЕМ (Ковалишин Б.М.).....	11
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ АГРОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ (Скрипник М.М., Козаченко Н.В., Макаренко В.Д., Петренко І.В.).	13
ВПЛИВ СПЕКТРУ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ФОТОСИНТЕЗ РОСЛИН (Луцак Я.М., Червінський Л.С.).....	15
ОВП ЯК ФАКТОР ПРОГНОЗУВАННЯ ЛЕЖКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА (Окушко О.В.).....	16
РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНО БЕЗПЕЧНОГО РЕСУРСУ ТРУБОПРОВОДІВ БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА (Скрипник М.М., Козаченко Н.В., Макаренко В.Д., Петренко І.В.).	18
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ЕНЕРГІЯ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТІВ (Іноземцев Г.Б.).....	20
УЛЬТРАЗВУКОВЕ СУШІННЯ ТА ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ (Савойський О.Ю.).....	22
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ФОТОСИНТЕЗНОЇ ОПРОМІНЕНОСТІ (Луцак Я.М., Червінський Л.С.).....	24
ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ШЛЯХОМ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ (Кондратенко І.П., Жильцов А.В., Васюк В.В.).....	26
АНАЛІЗ НВЧ-УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР (Лазарюк К.О., Чміль А.І.).....	28
<b>СЕКЦІЯ 2.</b>	
<b>ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ. ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>30</b>
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ (Оберська Н. В., Михайлишин М. С.).....	30

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ ЗАСОБАМИ МОДЕЛЮВАННЯ (Федорейко В.С., Рутило М.І., Луцик І.Б., Загородній Р.І., Шульга В.М.).....	31
СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ (Лисенко В.М.).....	33
АСИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР З ВЕНТИЛЬНИМ ЗБУДЖЕННЯМ З ПРИВОДОМ ВІД ТУРБОДЕТАНДЕРА (Муравинець Н. В., Джура О. В.).....	35
ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІТРОВИХ УСТАНОВОК (Самедов Ю.Ф., Стрілецький Є.С.).....	37
КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦІЛЯХ (Федорейко В.С., Пальчик А.І., Боднар О. І., Бурега Н.В., Сіправський Р.Б.).....	39
<b>СЕКЦІЯ 3.</b>	
<b>SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>42</b>
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТА РАДІАЛЬНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (Гай О.В.).....	42
<b>СЕКЦІЯ 4.</b>	
<b>РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....</b>	<b>43</b>
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМНИХ РІШЕНЬ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ З АВТОМАТИЗОВАНИМИ РОЗ'ЄДНУВАЧАМИ (Мірошник О.О., Лут М.Т., Яцкевич Ю.В.).....	43
<b>СЕКЦІЯ 5.</b>	
<b>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ.....</b>	<b>46</b>
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ ДЛЯ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ (Цапар В.С., Жученко О.А., Яременко С.В.).....	46
ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКСПЕРТНОГО ОПИТУВАННЯ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ДЕЛЬФІ (Мархонь М.В., Чумак В.В.).....	47
ОСОБЛИВОСТІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ (Мархонь М.В., Шумейко О.О.).....	48

МОДЕЛЬ ДВОНОГОГО ПРИСТРОЮ ІЗ КОЛІНАМИ У СИСТЕМІ БЕЗ ПРИВОДІВ <b>(Харук В.Я.)</b> .....	49
ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ЗНАНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ <b>(Дудник А.О.)</b> .....	51
ВРАХУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОПЕРАТИВНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЯХ, ВИКОНАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ <b>(Адаменко В., Мірських Г.О.)</b> .....	53
ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЗБОРУ ТА ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ В БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСАХ <b>(Лисенко В.П., Шворов С.А., Комарчук Д.С., Охріменко П.Г. Чирченко Д.В.)</b> .....	54
ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ З МАЛИМ РІВНЕМ ДЕФЕКТНОСТІ <b>(Мархонь М.В., Шумейко О.О.)</b> .....	56
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ «СТАБІЛЬНОСТІ-ПЛАСТИЧНОСТІ» ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ <b>(Адаменко В., Мірських Г.О.)</b> .....	57
СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ І МАТРИЦЯ СТАНІВ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ <b>(Мархонь М.В., Чумак В.В.)</b> .....	58
ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ ПОЛОВИННОГО ДІЛЕННЯ ДЛЯ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ОБ'ЄКТАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ <b>(Реутська Ю., Мірських Г.О.)</b> .....	59
АНСАМБЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ <b>(Волюченко А.Г., Мірських Г.О.)</b> .....	60
МЕТОДИ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ <b>(Мірських Г.О.)</b> .....	61
ОСОБЛИВОСТІ КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ ІНФРАЧЕРВОНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ <b>(Силакова Т., Мірських Г.О.)</b> .....	62
ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ, ВКЛЮЧЕНИХ У СКЛАДНІ СИСТЕМИ <b>(Силакова Т., Мірських Г.О.)</b> .....	63

<b>СЕКЦІЯ 6.</b>	
<b>ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА.....</b>	<b>64</b>
СИНТЕЗ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ <b>(Жильцов А.В., Сорокін Д.С.).....</b>	<b>64</b>
МЕТОДИКА РАССЧЕТА МАГНИТОПРОВОДА РЕГУЛИРОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ТОКА С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБМОТКОЙ <b>(Брагида М.В.).....</b>	<b>65</b>
МЕТОДИКА РАССЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБМОТКИ <b>(Брагида М.В.).....</b>	<b>66</b>
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОЇ ТА ГРУПОВОЇ ШВИДКОСТЕЙ ХВИЛЬ <b>(Ільїн П.П.).....</b>	<b>67</b>
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ АКТИВНОГО ОПОРУ ПЕРВИННОЇ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛИ <b>(Василенко В.В.).....</b>	<b>68</b>
МАГНІТНЕ ПОЛЯ СТРУМІВ ОБМОТКИ СТАТОРА ВЕНТИЛЬНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ІЗ ЗАКРИТИМИ ПАЗАМИ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОЇ МАГНІТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ <b>(Жильцов А.В., Романов В.П., Ликтей В.В.).....</b>	<b>69</b>
<b>СЕКЦІЯ 7.</b>	
<b>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ.....</b>	<b>71</b>
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОДНОФАЗНОГО КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА <b>(Чуєнко Р.М.).....</b>	<b>71</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНТАКТІВ КОНТАКТОРА ПРИСТРОЇВ РПН ТРАНСФОРМАТОРІВ <b>(Мархонь М.В.).....</b>	<b>72</b>
ОЦІНКА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ЗАМКНУТИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ <b>(Радько І.П.).....</b>	<b>73</b>
POWER LOSSES IN MULTILAYER WINDING OF CYLINDRICAL INDUCTOR <b>(Berezjuk A.O., Markhon M.V.).....</b>	<b>74</b>
ОБГУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИБОРУ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВІ СРІБЛА <b>(Березюк А.О., Мархонь М.В.).....</b>	<b>74</b>
THERMAL FIELD'S CALCULATION OF CYLINDRICAL INDUCTOR WHICH IS LOADED BY A BUNDLE OF FERROMAGNETIC RODS <b>(Berezjuk A.O., Markhon M.V.).....</b>	<b>75</b>

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ПІДГРІВУ ТЕПЛОНОСІЇВ (Березюк А.О., Мархонь М.В.).....	77
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ (Квітка С.О., Квітка О.С.).....	78
ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ (Щепотьєв О.І., Жильцов А.В., Васюк В.В., Сидоров С.А.).....	80
НАНЕСЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА КОНТАКТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ (Березюк А.О., Мархонь М.В.).....	82
ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНІКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ (Щепотьєв О.І., Жильцов А.В., Трентал А.С., Васюк В.В.).....	83
ABILITY TO STORAGE ELECTRICAL APPARATUS (Stinen O.).....	84
OBJECTS OF TECHNOLOGY READINESS (Berndsmen D.).....	85
ЗНАХОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНТУРА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРИТИСКАЮЧОГО ЗУСИЛЛЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ (Кондратенко І.П., Жильцов А.В., Васюк В.В.).....	86
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЕКОЛОГІЧНО- БЕЗПЕЧНИХ КОНТАКТІВ В АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧАХ (Василенко В.В.).....	88
ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ (Лут М.Т., Окушко О.В.).....	89
БАГАТОРІВНЕВІ ІНВЕРТОРИ НАПРУГИ З СИНУСОЇДНОЮ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ (Василенко В.В.).....	91
<b>СЕКЦІЯ 8.</b>	
<b>ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА.....</b>	<b>93</b>
СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ ІЗ ВОДОНАПІРНОЮ БАШТОЮ (Василенко В.В., Василенков В.Є.).....	93
СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ З ДВОМА БАШТАМИ (Гайдук О.І., Василенков В.Є.).....	94
ДОСЛІДЖЕННЯ КАЛОРИМЕТРИЧНОГО СТАНДАРТУ (Кловак К.В., Василенков В.Є.).....	95
МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ПРОЦЕСУ ВІСБРЕКІНГУ (Лукінюк М.В., Кравченко І.Ю.).....	96



ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ (Чуприна А.В., Василенков В.Є.).....	97
ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ, СВЕРДЛОВИНИ І НАПІРНОГО ТРУБОПРОВОДУ (Наземцев О.І., Василенков В.Є.).....	98
OPTIMIZATION OF FINNED SURFACE WITH COATING HOW MANNER FOR IMPROVEMENT OF HEAT EFFICIENCY THE SOLAR COLLECTORS (Gorobets V.G.).....	100
КОМП'ЮТЕРНЕ ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМІНУ НА ПОВЕРХНІ КОМПАКТНИХ ГЛАДКОТРУБНИХ ПУЧКІВ З ПОПЕРЕЧНИМ ОБТІКАННЯМ (Горобець В.Г., Богдан Ю.О., Троханяк В.І.).....	100
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (Богдан Ю.А., Горобец В.Г.).....	101
INFLUENCE OF COATING WITH LARGE DEGREE OF BLACKNESS AT CHOICE OPTIMAL DIMENSIONS OF FINN (Gorobets V.G.).....	103
<b>СЕКЦІЯ 9.</b>	
<b>ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ</b> .....	104
КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ СТАНДАРТУ ISO 50001 В ГАЛУЗІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ (Лут М.Т.).....	104
<b>СЕКЦІЯ 10.</b>	
<b>ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ</b> .....	106
ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ (Ковтун П.М.).....	106
ОСНОВНІ ЗАСАДИ ЗАГАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ЙОГО ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТІ (Лут М.Т., Яцкевич Ю.В.).....	107
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ (Дюженкова О.Ю.).....	109
POLYMORPHISM SPECIALTY AND SOCIO-PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS SPECIALIST (Мірських Г.О., Berdsman D.).....	110

ТЕХНІКА, ЯК ФЕНОМЕН СУЧАСНОГО СУСПІЛЬСТВА (Куниця О.В., Супрун А.Г.).....	111
ВИЩА ОСВІТА ЯК ПОСЛУГА СУСПІЛЬСТВУ З БОКУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ (Мірських Г.О., Stinen O.).....	112
ОРГАНІЗАЦІЙНО-НОРМАТИВНІ ОСНОВИ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ (Реутська Ю., Мірських Г.О.).....	113

**СЕКЦІЯ 1.**  
**ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИЧНОГО  
ОПРОМІНЕННЯ В УМОВАХ ЗАКРИТИХ АГРОЕКОСИСТЕМ**

*Ковалишин Б. М., к.т.н., доцент  
bikoval15@ukr.net*

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

Ексергетичному аналізу систем охолодження і кондиціонування повітря присвячені роботи [1, 2] та інших.

Оцінку енергоефективності роботи системи охолодження на базі одноступеневої хладонової холодильної машини доцільно, на нашу думку, проводити з використанням методів ексергетичного аналізу.

Результат аналізу реалізований у вигляді моделі ексергетичного балансу холодильної машини при врахуванні питомої ексергії:

$$\varepsilon_{\text{вх.ел.}}^I = \varepsilon_{\text{вих.}}^I + \sum D^I, \quad (1)$$

або для повної ексергії:

$$\varepsilon_{\text{вих.}} = \eta_{\text{х.м.}} \varepsilon_{\text{вх.}}, \quad (2)$$

де  $\varepsilon_{\text{вх.ел.}}^I$  – питома ексергія, яка вводиться у холодильну машину у вигляді електричної енергії, підведеної до електродвигуна компресора, кДж/кг;  $\varepsilon_{\text{вих.}}^I$  – питома ексергія, яка відводиться від випарника у вигляді ексергетичної холодопродуктивності, кДж/кг;  $\sum D^I$  – загальні втрати питомої ексергії у всіх елементах системи охолодження;  $\varepsilon_{\text{вх.}}$ ,  $\varepsilon_{\text{вих.}}$  – відповідно, ексергія, яка вводиться у холодильну машину; ексергія, яка відводиться від випарника;  $\eta_{\text{х.м}}$  – коефіцієнт корисної дії холодильної машини.

Втрати ексергії в охолоджувальній системі складаються з втрат у компресорі, конденсаторі, дроселі та охолоджувальному приміщенні, а зростання ексергії буде у випарнику. Дане твердження виражається формулою:

$$\sum D = D_{\text{км}} + D_{\text{кн}} + D_{\text{др}} + D_{\text{оп}} - \varepsilon_{\text{вип}}, \quad (3)$$

Формула (3) для визначення енергії, що надходить в охолоджуване приміщення, при ексергетичному аналізі набуде вигляду:

$$\varepsilon_{\text{оп}} = \varepsilon_{\text{км}} \cdot \eta_{\text{км}} \cdot \eta_{\text{кн}} \cdot \eta_{\text{др}} - \varepsilon_{\text{вип}}. \quad (4)$$

Ексергетичний аналіз дозволяє встановити максимальні термодинамічні можливості системи, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації з вдосконалення окремих її елементів.

Питомі втрати ексергії у компресорі холодильної машини (в кДж/кг) знаходимо за формулою:

$$d_{\text{КМ}} = e_{\text{вх}} + e_{\text{поч}} - e_{\text{кін}}. \quad (5)$$

Втрати в окремих апаратах холодильної системи знаходимо з виразу:

$$d = e_{\text{поч}} - e_{\text{кін}}. \quad (6)$$

Питомі втрати ексергії у в окремих апаратах холодильної системи у відсотках від ексергії, яка вводиться в холодильну машину або апарат:

$$D_{\text{КМ}} = \frac{e_{\text{вх}} + e_{\text{поч}} - e_{\text{кін}}}{e_{\text{вх}}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

$$D = \frac{e_{\text{поч}} - e_{\text{кін}}}{e_{\text{вх}}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

де  $e_{\text{поч}}$  і  $e_{\text{кін}}$  – відповідно, питома ексергія на вході і виході з окремого апарата холодильної машини кондиціонера, кДж/кг.

З точки зору енергоефективності роботу системи охолодження на базі одноступеневої хладонової холодильної машини доцільно, на нашу думку, проводити з використанням методів ексергетичного аналізу. Результат аналізу був реалізований у вигляді моделі ексергетичного балансу холодильної машини при врахуванні питомої ексергії:

$$\varepsilon_{\text{вх.ел.}}^I = \varepsilon_{\text{вих.}}^I + \sum D^I, \quad (9)$$

або для повної ексергії:

$$\varepsilon_{\text{вих.}} = \eta_{\text{х.м.}} \cdot \varepsilon_{\text{вх.}}, \quad (10)$$

де  $\varepsilon_{\text{вх.ел.}}^I$  – питома ексергія, яка вводиться у холодильну машину у вигляді електричної енергії, підведеної до електродвигуна компресора, кДж/кг;  $\varepsilon_{\text{вих.}}^I$  – питома ексергія, яка відводиться від випарника у вигляді ексергетичної холодопродуктивності, кДж/кг;  $\sum D^I$  – загальні втрати питомої ексергії у всіх елементах системи охолодження;  $\varepsilon_{\text{вх.}}$ ,  $\varepsilon_{\text{вих.}}$  – відповідно, ексергія, яка вводиться у холодильну машину; ексергія, яка відводиться від випарника;  $\eta_{\text{хм}}$  – коефіцієнт корисної дії холодильної машини.

ККД холодильної машини вираховується з виразу:

$$\eta_{\text{ХМ}} = \frac{\varepsilon_{\text{Вп}}}{\varepsilon_{\text{КМ}} \cdot \eta_{\text{КМ}} \cdot \eta_{\text{Кн}} \cdot \eta_{\text{Др}} - \varepsilon_{\text{Вп}}}. \quad (11)$$

Ексергетичний метод аналізу одноступеневих холодильних машин, у яких випарник і конденсатор обдуваються, а в контурі холодильної машини циркулює холодоагент, наведений в [3].

### Література

1. Курец В. К. Моделирование продуктивности и холодоустойчивости растений. / В. К. Курец, Е. Г. Попов. — Л. : Наука, 1979. — 154 с.
2. Лабай В. Й. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі. / В. Й. Курец // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Наук.-техн. зб. КНУБА. — К. : КНУБА. — 2006, вип. 10. — С. 80 — 88.

3. Соколов Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. — 2-е изд. / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский. — М. : Энергоиздат, 1981. — 320 с.

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ АГРОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

*Скрипник М. М., д.т.н., професор; Козаченко Н. В., асистент;  
Макаренко В. Д., д.т.н., професор; Петренко І. В., асистент  
nata83li@ukr.net*

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

Надійність і економічність роботи сучасних агропереробних і харчових підприємств залежить від правильних рішень питань на стадії розробки і впровадження у технологічний процес екологічно і біоенергетично обґрунтованих інноваційно-інвестиційних проектів стосовно раціонального вибору матеріалів, ресурсозберігаючих технологій і якості монтажних робіт при будівництві трубопровідних мереж, які являються основним елементом теплоенергетичної системи виробництва. Правильний вибір трубних сталей і розмірів трубопроводів та ізолюючих матеріалів забезпечує економічність і енергетичну безпечність транспортування пара і гарячої води до технологічного обладнання з допустимими втратами тиску і температури.

Відомо, що вибір матеріалів для трубопроводів ТЕЦ агропереробного і харчового виробництва проводиться відповідно Правил і норм котлонадзора України. Згідно їх вимог, трубопровід, розрахований на умовний тиск  $P_{\text{умов}} = 64 \text{ атм}$ , можна використовувати при температурі перекачуючого середовища (водяного пара)  $450\text{-}475^\circ\text{C}$  і найбільшого робочого тиску  $50 \text{ атм}$ .

Надійність транспортної мережі, зокрема паропроводів, в значній мірі залежить від корозійно-механічних властивостей трубних сталей, але існуючі до цих пір науково-технічні і технологічні розробки щодо підвищення експлуатаційної надійності і довговічності трубопроводів виявляють протиріччя і невизначеність як у дослідників, так і у експлуатаційників, відсутність чіткої уяви про причини і чинники, викликаючи відмови і руйнування паропроводів, а також науково обґрунтованих практичних рекомендацій стосовно оптимального вибору трубних сталей, експлуатуючих в умовах хімічно-агресивних середовищ при змінних температурно-барометричних режимах агропереробного виробництва, наприклад, на бурякоцукрових підприємствах. Це, в свою чергу, не дає можливості розробити в інноваційно-інвестиційних проектах ефективні організаційно-технічні заходи щодо попередження відмов і аварійних руйнувань трубопроводів, які можуть привести до важких технологічних і економіко-

екологічних наслідків. У зв'язку з цим виникла необхідність у вивченні питань, пов'язаних з корозійними ураженнями стінок паропроводів, що прослужить основою для розробки технологічних і експлуатаційних заходів з підвищення корозійно-механічної стійкості трубних сталей паропроводів ТЕЦ агропереробних підприємств.

Мета досліджень – вивчення причин корозійно-механічних руйнувань паропроводів ТЕЦ на прикладі бурякоцукрових підприємств.

Методика досліджень. Об'єктом досліджень служили фрагменти труб, вирізані в процесі вимушеного чи планового ремонту із аварійних трубопроводів з різними термінами експлуатації: від 0 (аварійний запас) до 20 років. В дослідженнях використовували зразки трубопроводів, виготовлених із сталей марок 20, К15, 06Х1 і 09Г2С. Діаметр труб – 200мм, товщина стінки – 10мм. Зразки пошкодженого металу трубопроводів досліджували з використанням растрового електронного мікроскопа JSM-35CF (фірма “Джеол”, Японія).

Зміну рівня напружень сталей труб із різним терміном експлуатації визначали на стандартних циліндричних зразках діаметром 5мм, які були вирізані із заготовок цих сталей, і піддавалися одноосному розтягуванню типу МІ-12. Механічні випробування виконували на універсальній розривній машині “Інстрон-1251” (Великобританія) із швидкістю деформування 5мм/хв при постійній температурі 22<sup>0</sup>С.

Концентраційний розподіл елементів на окремих ділянках корозійних вражень стінок труб вивчали за допомогою вторинної іонної мас-спектрометрії (установка “LAS-2000” з приладом MS-156) .

Результати проведених експериментальних досліджень дозволили зробити наступний висновок:

На основі механічних, металографічних і рентгеноспектральних досліджень встановлена причина аварійних руйнувань паропроводів ТЕЦ бурякоцукрового виробництва, яка заключається в тому, що корозійні враження металу трубопроводів супроводжуються його активним наводнюванням і окрихченням, внаслідок чого знижуються пластичні властивості і стійкість матеріалу проти корозійно-механічного руйнування трубопроводів, особливо після 3-5 років експлуатації.

Показано, що з ростом терміну експлуатації, а також величини тиску і температури пара, в 1.5-2.5 разів знижуються показники тріщиностійкості матеріалу  $K_{Ic}$  і  $\delta_c$ , що пояснюється деградуючою дією водню на кристалічну структуру металу паропроводів.

#### Література

1. Делимарский Ю. К. Электрохимия ионных расплавов. / Ю. К. Делимарский — М. : Металлургия. 2008. — 248 с.
2. Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов. / Н. П. Жук. — М.: Металлургия, 1976. — 476 с.

3. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений. Справ-к: в 2 т. / Под ред. А. А. Герасименко. — М. : Машиностроение, 1987. — Т. 1. — 688 с.

4. Золоторевский В. С. Механические свойства металлов. / В. С. Золоторевский — М. : Metallurgia. — 2013. — 350 с.

## **ВПЛИВ СПЕКТРУ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ФОТОСИНТЕЗ РОСЛИН**

*Луцак Я. М., аспірант; Червінський Л. С., д.т.н., професор  
lchervinsky@gmail.com*

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

Мета роботи – аналізуються результати досліджень по впливу спектрального складу випромінювання на фотосинтез рослин.

Результати роботи. Проаналізовано дослідження останніх років по впливу спектрального складу оптичного випромінювання на процеси росту рослин, в результаті якого встановлено, що:

Оптичне випромінювання по різному впливає на розвиток тепличних рослин. Зокрема встановлено:

- випромінювання діапазону 280-320 нм, має негативний вплив на рослину;

- 320-400 нм, спричиняє регуляторну дію при незначному співвідношенні в загальному спектрі;

- 400-500 нм («синій»), необхідний для протікання фотосинтезу і регуляції розвитку;

- 500-600 нм («зелений»), корисний для фотосинтезу оптично щільного листя, листя нижніх ярусів, густих посівів рослин завдяки високій проникаючій здатності між рослинами;

- 600-700 нм («червоний»), спричиняє яскраво виражену дію на фотосинтез, розвиток і регуляцію біологічних процесів;

- 700-750 нм («дальній червоний»), має яскраво виражену регуляторну дію, при малій кількості відсотків в загальному спектрі.

- 1200-1600 нм, є позитивним випромінюванням при малій інтенсивності (поглинається внутрішньо-і міжклітинної водою, збільшує швидкість теплових біохімічних реакцій).

Таким чином, кожна з трьох основних областей ФАР (фотосинтезної радіації) взята окремо, не дозволяє виростити повноцінні рослини, і тільки випромінювання з певним співвідношенням енергії по вище наведеним трьом діапазнам довжин хвиль може забезпечити вирощування повноцінних рослин.

### Література

1. Леман В. М. Курс светокультуры растений // Изд. 2-е. / В. М. Леман. — М. : Высш. школа, 1976. — 272 с.
2. Протасова Н. Н. Фотосинтетическая активность, рост и уровень природных регуляторов у растений, выращенных на свету различной интенсивности. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. / Н. Н. Протасова, В. И. Кефели, Э. М. Коф и др — М. : Наука, 1972. — 385 с.
3. Червінський Л. С. Дослідження фотосинтезної ефективності різних джерел оптичного випромінювання. / Л. С. Червінський, Я. М. Луцак. // «Енергетика і автоматика». — №4(26). — Київ, 2015. — С. 156 — 160.

## **ОВП ЯК ФАКТОР ПРОГНОЗУВАННЯ ЛЕЖКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА**

**Окушко О. В., к.т.н, доцент**

*oaleks@ukr.net*

*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 ( $\Delta G^0$ ). 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 ( $\Delta H$ ), 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. — Оpubл. 25.01.2011, Бюл. № 2, 2011 р.
2. Базаров И. П. Термодинамика. / И. П. Базаров — М. : Высшая школа, 1991. — 376 с.

### **РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНО БЕЗПЕЧНОГО РЕСУРСУ ТРУБОПРОВІДІВ БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Скрипник М. М., д.т.н., професор; Козаченко Н. В., асистент;  
Макаренко В. Д., д.т.н., професор; Петренко І. В., асистент  
nata83li@ukr.net*

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

Проблема забезпечення надійності роботи виробничого обладнання бурякоцукрових підприємств з кожним роком становиться все більш актуальною, так як старіння їх значно випереджає темпи технічного переоснащення. Наприклад, в харчовопереробній галузі України станом на 01.01.2016 близько 60% обладнання, в тому числі і трубопроводів, вичерпало парковий ресурс, а значна його частина досягла фізичного зносу. Вказана проблема посилюється відсутністю науково-обґрунтованої концепції технічної діагностики і визначення ресурса та недостатньою ефективністю традиційних методів і засобів неруйнівного контролю метала.

Таким чином, недоліки в оцінці працездатності обладнання, в тому числі трубопроводів, і їх залишкового ресурсу показують, що в теперішній час важливе значення знаходять розрахункові методи з використанням критеріїв механіки руйнування чи тріщиностійкості, чутливих до зміни структури в процесі довготривалої експлуатації.

Тому розробка розрахункових методів оцінки практичного стану матеріала трубопроводів, оснований на експериментальних даних, має важливе і актуальне значення.

Мета досліджень – розробка розрахунково-експериментального метода оцінки залишкового ресурса трубопроводів цукрового виробництва з

урахуванням водневої деградації трубної сталі в процесі довготривалої експлуатації.

В експериментах використовували зразки, вирізані із трубопроводів з різними термінами експлуатації на бурякоцукровому підприємстві. Для цього із демонтованих, у зв'язку з виробничою необхідністю, трубопроводів вирізали катушки. Умови, в яких експлуатувались трубопроводи на цукрових підприємствах: внутрішній тиск - 50 атм; температура 300<sup>0</sup>С. Досліджували труби діаметром 150 мм і товщиною стінки 10мм. Матеріал труб – сталь 20.

Випробування зразків на розтяг проводили на установці УМЕ-10 зі швидкістю деформування  $\epsilon = 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ , при цьому визначали механічні характеристики –  $\sigma_{0.2}$  і  $\psi$ , як найбільш чутливі до окрихчення структури метала.

Крім того, в якості критерія тріщиностійкості використовували відомий із сучасної механіки руйнування металоконструкцій показник  $R_{mc}$  – опір сталі мікроскопу, який залежить від структурного стану сталі, зокрема від розміру зерна і товщини пластин цементитних домішок і не залежить від зовнішніх факторів, тобто від температури, швидкості деформування, геометричних розмірів і форми зразка і вида напруженого стану.

Комплекс металографічних досліджень проводили на растровому електронному мікроскопі “JSM-35CF” (Японія), оснащений приставкою – мікроаналізатором системи ORTEC(США), призначеній для рентгеноспектрального мікроаналізу. Неметалеві домішки вивчали з допомогою телевізійного мікроскопа “Квантімент-120” (фірма “Металс Рисерч”, Великобританія) і РЕМ “JSM-35CF”. Вміст водню і сірки визначали за допомогою локального мас-спектрального аналізу з лазерним мікрозондом. Мікротвердість метала досліджуваних зразків визначали за допомогою прилада ПМТ-3 відповідно ГОСТ 9450-76.

Результати досліджень дозволили отримати наступний результат:

1. На основі існуючих підходів до оцінки старіючого обладнання, що склався в різних галузях машинобудування, в тому числі харчовопереробній, встановлені тенденції і недоліки у визначенні працездатності металоконструкцій і їх залишкового ресурсу, в зв'язку з чим важливе значення набирають розрахунково-експериментальні методи з використанням критеріїв тріщиностійкості, чутливих до зміни структури метала в процесі довготривалої експлуатації.

2. Встановлено, що зниження характеристик тріщиностійкості в поверхневих шарах труб, контактуючих з агресивним середовищем, викликано деградуючою дією водню на кристалічну структуру метала.

3. Запропонований розрахунково-експериментальний метод, який дозволяє проводити прогностичну інженерну оцінку залишкового (робочого) ресурсу трубопроводів, експлуатуючих в корозійно-агресивних середовищах бурякоцукрового, які проходять протягом його довготривалої експлуатації.

4. Розрахунково-експериментальний метод дозволяє оцінити залишковий (робочий) ресурс діючих трубопроводів, і тим самим вчасно спланувати проведення організаційно-технічних і технологічних заходів з профілактики корозійно-механічних ушкоджень і попередження аварійних руйнувань трубопровідних мереж цукрових підприємств.

#### Література

1. Арсламбеков В. А. О механизме образования первичных окисных пленок на металлах / Механизм взаимодействия металлов с газами. / В. А. Арсламбеков — М. : МИСиС. — 2012. — С.21 — 49.
2. Арчаков Ю. И. Водородная коррозия стали. / Ю. И. Арчаков — М. : Metallurgia. — 2005. — 192 с.
3. Боксер Э. Л. Об адгезии расплавленных эмалей к твердой окиси железа / Смачиваемость и поверхностные свойства расплавов и твердых тел. / Э. Л. Боксер — К. : Наукова думка, 1992. — 304 — 306.
4. Василенко И. И. Коррозионное растрескивание сталей. / И. И. Василенко, Р. К. Мелехов — К. : Наук. думка, 1977. — 265 с.
5. Вайнман А. Б. О влиянии среды на металл пароводяного тракта энергоблоков. / ФХМ. / А. Б. Вайнман, О. И. Мартынов, О. Д. Смиян — 1995. — №5. С — 95 — 104.

### ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ЕНЕРГІЯ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТІВ

*Іноземцев Г. Б., д.т.н., професор*

*oaleks@ukr.net*

*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/м<sup>2</sup>;  $S$  – площа об'єкта (насіння) обробки; м<sup>2</sup>;  $t$  – тривалість обробки, с;  $V$  – об'єм обробки, м<sup>3</sup>.

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.

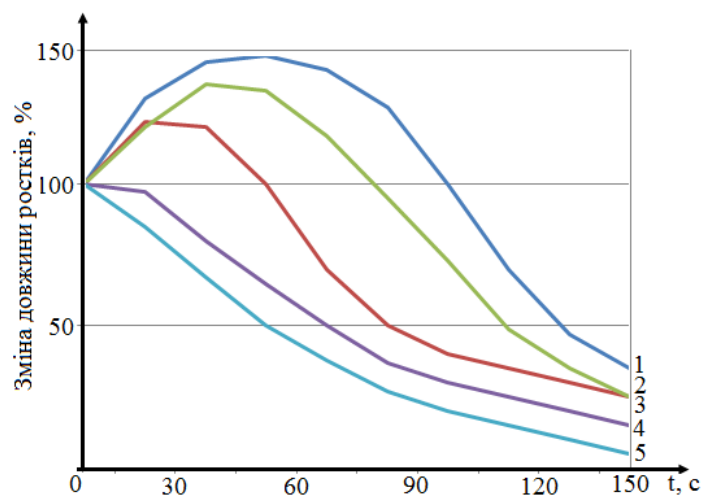


Рис. 1 Зміна довжини ростків різних рослин від дози електромагнітної енергії

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 природній 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.

### УЛЬТРАЗВУКОВЕ СУШІННЯ ТА ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ

*Савойський О. Ю., аспірант*

*o.savoiskyi@gmail.com*

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

На сьогоднішній день екстенсивний розвиток сільського господарства практично неможливий в зв'язку з вичерпанням вільних орних земель. Тому, перед сільськогосподарськими виробниками постає завдання інтенсивного використання наявних земельних угідь. Як приклад, можна навести Канаду, де при, приблизно, рівних природних і кліматичних умовах урожайність з 1 гектара в кілька разів вище, за аналогічний показник в Україні. Інтенсивний розвиток, пов'язаний не тільки з використанням різних добрив, а й з використанням нових технологій посіву насіння, вирощування і збирання врожаю.

Для забезпечення високого врожаю необхідний високоякісний посадковий матеріал, з високим відсотком схожості. Для цього насіння перед посадкою піддають попередній обробці (замочування, протруювання і т.д). Передпосівна обробка насіння дозволяє інтенсифікувати процес проростання, знищує шкідливі мікроорганізми. Використовувані методи передпосівної обробки насіння мають ряд недоліків: тривалість процесу замочування, неможливість відокремити зійшовше насіння від незійшовшого до їх проростання. В зв'язку з цим, вельми цікавим є вдосконалення і подальший розвиток існуючих методів передпосівної обробки насіння.

У 30-40-ві роки минулого століття в Радянському союзі проводилися дослідження впливу ультразвукових коливань на процес розвитку рослин [1,2]. Дослідження показали, що використання ультразвукових коливань

благотворно впливає на процес проростання насіння і подальший розвиток рослин.

Так оброблені ультразвуком зерна ячменю дають сходи на 2-3 дні раніше, ніж контрольні посадки, довжина колоса і кількість зерен в ньому збільшуються на 30%. Процес ультразвукової обробки насіння виглядає наступним чином [3]:

- партія насіння поміщається в технологічний обсяг з водою, при цьому обсяг насіння не повинен перевищувати 30% об'єму води.

- вносяться необхідні мікроелементи.

- протягом 5-10 хвилин проводиться обробка ультразвуком.

Таким чином, ультразвукова передпосівна обробка насіння характеризується високою продуктивністю.

Крім цього, ультразвукова передпосівна обробка насіння має ще одну незаперечну перевагу, яка підвищує її цінність. Після передпосівної обробки насіння порожні, незійшовше насіння залишається плавати на поверхні рідини, а зійшовше – осідає на дно.

На жаль, механізм ультразвукового впливу на зерна і насіння до кінця не досліджений. Ясно тільки, що ультразвук здатний стимулювати життєві сили, закладені природою в кожен сільськогосподарську культуру [3].

Для забезпечення високої схожості також необхідне правильне зберігання насіння в зимовий період. При неправильному зберіганні насіння можуть згнити до посадки. Однією з причин гниття, є волога. Волога може утворитися за рахунок конденсації з повітря або через первісну вологість продуктів. Тому, після збирання зерно обов'язково піддають сушінню. Сушка необхідна так само при виробництві сушених грибів, ягід і фруктів.

Як правило, використовують або природну сушку, або конвекційну. В першому випадку процес надзвичайно тривалий за часом і залежить від кліматичних умов. У другому випадку процес сушіння характеризується високими енергетичними затратами і зміною властивостей продукту обумовлених термічним впливом.

В даний час, в нашій країні і за кордоном, все більшого поширення набувають ультразвукові сушарки, оскільки дозволяють здійснювати сушку без змін властивостей продуктів, обумовлених термічним впливом.

### Література

1. Истомина О. Влияние ультразвука на развитие растений. / О. Истомина, Е. Островский — ДАН СССР, Новая серия 2. — 1936. — 155 с.

2. Давыдов Г. К. Действие ультразвука на семена сахарной свеклы. ДАН СССР, 29, 491 — 493, 1940.

3. Хмелев В. Н., Попова О. В. "Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве". Барнаул, Изд-во АлтГТУ, 1997.

## РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ФОТОСИНТЕЗНОЇ ОПРОМІНЕНОСТІ

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

*lchervinsky@gmail.com*

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

При розрахунку освітленості та опроміненості у виробничих приміщеннях у нашій країні найбільш поширеними є методи коефіцієнта використання світлового потоку (КВСП), точковий метод (ТМ) та метод питомої потужності (МПП). Ці апробовані методи мають ряд недоліків. Метод КВСП дає опосередковане значення освітленості (опроміненості) лише на горизонтальній робочій поверхні; ТМ не враховує відбиття потоку оптичного випромінювання від стін і стелі; МПП використовується для наближених розрахунків [6].

Існують більш досконалі сучасні методи розрахунку освітлення в програмних середовищах *DIALux*, *Relux Professional*, *Lightscape*, *Calculux* і *EUROPIC* [2,4]. Загальним недоліком даних комп'ютерних програми є відсутність зручних засобів роботи з фотометричними даними. Для кожного проекту необхідно створювати базу даних застосованих світильників, що ускладнює і уповільнює роботу.

Тому в даній роботі вирішується задача: створення універсального методу, який дозволяє підвищити точність визначення фактичної фотосинтезної опроміненості на рівні листа рослин за рахунок урахування додаткового випромінювання відбитого та розсіяного у просторі поверхнями стін і стелі.

Опроміненість на будь якій точці горизонтальної розрахункової поверхні можна визначити як суму опроміненостей, утворених прямим випромінюванням світильників і відбитим від стін і стелі за виразом:

$$E(x,y)=E_{\text{св}}(x,y)+E_{\text{стін}}(x,y)+E_{\text{стелі}}(x,y), \quad (1)$$

де  $E_{\text{св}}$  – опроміненість, утворена прямим фотосинтезним потоком світильників;  $E_{\text{стін}}$  – опроміненість, утворена відбитим від стін фотосинтезним потоком;  $E_{\text{стелі}}$  – опроміненість, утворена фотосинтезним потоком, відбитим від стелі між світильниками.

Розглядаючи світильники як точкові джерела, опроміненість у точці на розрахунковій поверхні, яка утворена прямим випромінюванням світильників, розрахуємо за відомою формулою

$$E = \frac{F}{1000} \cdot \sum_n \frac{I_{\alpha_n} \cos^3 \alpha_n}{H_p^2}, \quad (2)$$



де  $F$  – фотосинтезний потік лампи, фіт, (фіт – 1 Вт потоку з довжиною хвилі 680 нанометрів) [6];  $I_\alpha$  – сила фотосинтезного випромінювання світильника в напрямку опромінюваної точки на поверхні листа рослини, фіт/стерадіан;  $\alpha$  – кут між перпендикулярною віссю світильника і лінією, яка з'єднує світловий центр світильника з точкою на опромінюваній поверхні, градус;  $H_p$  – перпендикулярна відстань від світильників до розрахунковій поверхні, м.

Визначивши  $\cos\alpha_n$  через координати розташування опромінюваної точки та  $n$ -ного світильника, отримаємо

$$E_{\text{св}}(x,y) = \frac{F}{1000} \sum_n \left[ \frac{Z_n \cdot I_{\alpha_n}}{\sqrt{Z_n^2 + (x - X_n)^2 + (y - Y_n)^2}^3} \cdot \left[ \arccos \left[ \frac{Z_n}{\sqrt{Z_n^2 + (x - X_n)^2 + (y - Y_n)^2}} \right] \right] \right], \quad (3)$$

де  $X_n, Y_n, Z_n$  – координати розташування  $n$ -го світильника у вибраній системі координат;  $x, y$  – поточні горизонтальні координати опромінюваної точки на поверхні листка рослини.

Приймаючи, що яскравість стіни складається з  $m$  - ряду горизонтальних, рівномірно-яскравих прямокутних зон, опроміненість –  $E_m(x,y)$  від кожної з них у точці на горизонтальній розрахунковій поверхні можна визначити, використовуючи вираз Хігбі-Левіна [3], із врахуванням, що опроміненість та коефіцієнт відбиття стіни є функціями координат –  $E_c(x,z), R_c(x,z)$ . Опроміненість розрахункової поверхні, утворену потоком від поверхні стіни:

$$E_{\text{стіни}}(x,z) = \frac{1}{\pi} \int_0^H \int_0^{5L} \frac{R_c(x,z) E_c(x,z) z \sqrt{(X_n - x)^2 + y^2}}{\left[ (X_n - x)^2 + y^2 + z^2 \right]^2} dz dx, \quad (4)$$

де  $H$  – відстань від стелі до розрахункової поверхні, м.,  $5L$  – максимальна довжина ділянки горизонтальної поверхні, на якій розраховується, м.

Опроміненість горизонтальної розрахункової поверхні на рівні листа рослини, утворену відбитим від стелі випромінюванням, розрахуємо аналогічно за виразом:

$$E_{\text{стелі}}(x,y) = \frac{1}{\pi} \int_0^B \int_0^{5L} \frac{R_{cm}(x,y) E_{cm}(x,z) H^2}{\left[ (X_n - x)^2 + (Y_n - y)^2 + H^2 \right]^2} dx dy, \quad (5)$$

де  $R_{cm}(x,y)$  – коефіцієнт відбиття фотосинтезного потоку від стелі;  $B$  – ширина приміщення, м;  $5L$  – довжина розрахункової ділянки, м.

На основі вище наведених виразів узагальнююча фактична опроміненість на горизонтальному рівні листа рослини складає суму опроміненостей визначених за виразом (1), де підсумовуються результати виразів (3), (4) та (5).

Запропонований метод дозволяє визначити реальне значення горизонтальної опроміненості на заданому рівні з урахування особливостей

коефіцієнту відбивання фотосинтезного випромінювання поверхнями бічних стін та стелі приміщення теплиці як функції просторових координат.

Використання даного методу, в порівнянні з відомими методами визначення опроміненості на заданій поверхні, при проектуванні опромінювальних систем забезпечить зменшення витрат електроенергії за рахунок використання джерел меншої потужності та надасть можливість більш ефективного автоматичного регулювання заданого рівня фотосинтезної опроміненості в процесі вирощування рослин.

#### Література

1. Вергунов В. А. Основы математического моделирования: Для анализа и прогноза агрономич. процессов / В. А. Вергунов, И. Н. Вергунова, В. С. Шкрабак. — СПб.: СПбГАУ, 2003. — 219 с.
2. Дехоф П. Автоматизированное проектирование внутреннего освещения / П. Дехоф, Д. Земборт // Светотехника. — М.: ВНИСИ, 1994. — № 2. — С. 3 — 5.
3. Эмбрехт Дж. Аналитическое решение простой задачи искусственного освещения для тестирования программ расчета освещения / Эмбрехт Дж. // Светотехника. — М.: ВНИСИ, 1998. — №5. — С. 15 — 18.
4. Крюгер Х. Новые подходы к совместному проектированию естественного и искусственного света / Х. Крюгер, С. Фляйтер, К. Ширц // Светотехника. — М.: ВНИСИ, 1999. — № 3. — С. 15 — 17.
5. Тихомиров А. А. Светокультура растений / А. А. Тихомиров, В. П. Шарупич, Г. М. Лисовский — Новосибирск.: Издательство СО РАН, 2000. — 321 с.
6. Червінський Л. С., Електричне освітлення та опромінення / Л. С. Червінський, Л. О. Сторожук. — К.: Видавництво «Аграр Медіа Груп», 2011. — 214 с.

### **ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ШЛЯХОМ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ**

*Кондратенко І. П.<sup>1</sup>, д.т.н., чл. кор; Жильцов А. В.<sup>2</sup>, д.т.н;*

*Васюк В. В.<sup>2</sup>, асистент*

*vasyuk@nubip.edu.ua*

<sup>1</sup>*Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Особливість роботи конструкцій і обладнання умовах сільського господарства полягає в дії підвищеного тиску і температури, агресивних середовищ, абразивного зношування, перевищенням розрахункового терміну експлуатації, що й обумовлює виникнення ЗН. Вони виникають в металах при виготовленні, після завершення будь-яких технологічних процесів: зварюванні, процесах обробки металів (штампування, лиття, термічна обробка), зміцнення і відновлення деталей і елементів конструкцій[1, 2]. Можливості регулювання рівня ЗН технологічними прийомами обмежені, і зазвичай їх рівень залишається досить високим навіть при оптимальній технології виготовлення.

Переважно залишкові напруження відіграють негативну роль та істотно впливають на надійність і довговічність техніки. Існує достатньо прикладів руйнувань, викликаних значними технологічними залишковими напруженнями, знижується міцність при змінних циклічних навантаженнях, металеві вироби часто руйнуються або приходять у непридатність через зміну їх розмірів у результаті що знижується точність, що призводить до підвищеного зношування, порушення нормальної роботи машин і механізмів, погіршується корозійна стійкість. Сумуючись з напруженнями від зовнішніх сил, ЗН можуть перевищити межу пружності, що призводить до нерівномірної пластичної деформації, викривлення, скручування і т.д. [3]. Але, в деяких випадках стискаючі залишкові напруження в поверхневих шарах деталі підвищують втомну міцність і довговічність матеріалу. [4]

Для суттєвого полегшення обробки металів використовують додаткову дію електричним струмом, густина якого перевищує деяке граничне значення (сотні А/мм<sup>2</sup>). При цьому відбувається пружне розвантаження залишкових напружень у металі.

Метою дослідження є визначення параметрів імпульсів струму, при яких досягається місцева релаксація залишкових напружень у металевому зразку.

Запропонована експериментальна електродна система, складається з мідного електрода, закріпленого в диску . В електродній системі розміщується котушка індуктивності 1, яка являється елементом розрядного кола. При проходженні імпульсу струму в котушці індуктивності утворюється магнітне поле яке взаємодіє з диском і збуджує в ньому вихрові струми. При цьому в електродній системі створюються електродинамічні зусилля притиснення електрода до поверхні пластини.

До складу експериментальної установки входили: генератор імпульсів струму (ГІС), електродна система, зразок, що досліджується (балка рівної пружності з алюмінієвого сплаву АМг6), вимірювальний комплекс для визначення залишкових напружень методом електронної спекл-інтерферометрії.

Експериментально встановлено, що локальне розвантаження настає при поєднанні двох взаємодіючих факторів – імпульсу струму та динамічного тиску на зону контакту. Для сплаву АМг-6 амплітуда струму склала 800 А, динамічне зусилля 250 Н. Моделювання електромеханічного процесу виконано для заданих елементів розрядного ланцюга при спільному вирішенні польової електромагнітної задачі та рівняння руху.

Отже, для отримання результатів необхідно: забезпечити надійний (100%) контакт «електрод-зразок», який можливий при початкових зусиллях притискання електрода не менше ~1 кг, електрод в місці контакту повинен мати радіус заокруглення 2,5...3 мм, параметри розрядного кола повинні бути стабільні.

### Література

1. Биргер И. А. Остаточные напряжения. / И. А. Биргер — М. : Машгиз, 1963. — 232 с.
2. Винокуров В. А. Сварочные деформации и напряжения / В. А. Винокуров. — М. : Машиностроение, 1968. — 345 с.
3. Петушков В. Г. Влияние электрогидроимпульсной обработки на дислокационную структуру сварных соединений / В. Г. Петушков, В. С. Опара, Е. С. Юрченко // Сварочное производство, 1984. — № 10. — С. 10 — 11.
4. Стеклов О. И. Стойкость материалов и конструкций к коррозии под напряжением. / Стеклов О. И. — М. : Машиностроение, 1990. — 384 с.

### **АНАЛІЗ НВЧ-УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

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

*kostiantynlazariuk@gmail.com*

*Національний Університет біоресурсів і природокористування України?  
м. Київ, Україна*

У зв'язку з постійним ростом цін на пестициди і витратами на їх виробництво, транспортування, виникає необхідність у зниженні матеріальних і енергетичних затрат на передпосівну обробку насіння сільськогосподарських культур. Один із ефективних методів вирішення даної проблеми є застосування фізичних методів обробки посівного матеріалу, а саме використання електромагнітного поля надвисокої частоти (ЕМП НВЧ). Використання НВЧ-установок в сільському господарстві за останні десятиліття стрімко зросло завдяки можливостям ефективного швидкого нагріву, стерилізації, висушування.

Основною поставленою задачею обробки енергією ЕМП НВЧ є активізація ростових процесів в насінні, знищення патогенною мікрофлори і виробництво екологічно чистої продукції [1].

Електромагнітне поле надвисокої частоти проникає і діє досить швидко та рівномірно в оброблюваному матеріалі. На відміну від матеріалу що не містить воду в своєму складі, вологовмісний піддається нагріву і може повністю позбутися води. Після обробки в НВЧ-установці структура насіння не пошкоджується, корисні речовини не втрачаються. Важливою перевагою НВЧ-установок є відсутність теплової інерційності, тобто можливе практично миттєве вимкнення і ввімкнення теплового впливу на насіння, що обробляється. Це дає змогу підтримувати високу точність регулювання процесу передпосівної обробки насіння. Коефіцієнт корисної дії (ККД) перетворення ЕМП НВЧ на теплову практично наближається до 100%. Теплові втрати в каналах, що проводять енергію, практично нульові, через що стінки робочих камер і хвилеводів залишаються практично холодними, що створює комфортні умови для обслуговуючого персоналу.

На даний момент українськими та закордонними вченими, такими як А.М. Басов, О.М. Берека, І.Ф. Бородин, М.Г. Євреїнов, Ф.Я. Ізьяков, Г.Б. Іноземцев, В.І. Міщенко, Л.Є. Нікіфорова, В.А. Окушко, В.А. Попов, Л.Г. Прищеп, І.С. Смірнов, В.І. Тарушкін, Л.С. Червінський, А.І. Чміль, В.М. Шмігель та багато інших, виконують науково-дослідні роботи по обробці насіння різних сільськогосподарських культур в ЕМП НВЧ. Результати досліджень показали позитивний результат [2, 3]. Основними фізичними факторами впливу на насіння є температурний нагрів, який залежить від напруженості ЕМП НВЧ і часу обробки, часу зберігання до посіву, норм висіву і інші (зовнішні фактори). Багато дослідників відзначають стабільне збільшення врожайності насіння, оброблене в НВЧ-установці [4]. Це пояснюється тим, що покращуються їх посівні якості (підвищення схожості, енергії проростання, сили росту) [4].

Застосування НВЧ-установок пов'язане в першу чергу з економією енергії, часу обробітку і ефективною передпосівною стимуляцією та знезараження посівного матеріалу.

#### Література

1. Чміль А. І. Аналіз сучасних НВЧ-установок для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур / А. І. Чміль, К. О. Лазарюк // Енергетика і автоматика. — 2016. — № 2. — С. 156 — 163. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia\\_2016\\_2\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia_2016_2_20)
2. Цугленок, Н. В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву. Стимулирование и обеззараживание семян с помощью электрообработки токами высокой частоты и СВЧ-обработки: автореф. дис. д-ра техн. наук. — Барнаул: Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова, 2000. — 44 с.
3. Цугленок Н. В. Энерготехнологическое прогнозирование. / Н. В. Цугленок — Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2004. — 276 с.
4. Обладнання для передпосівної обробки насіння [Електронний ресурс] // [http://revivalua.at.ua/index/mikrostim\\_2m/0-24](http://revivalua.at.ua/index/mikrostim_2m/0-24).

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

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ**  
**ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ**

*Оберська Н. В., Михайлишин М. С.*

*oberska\_nadya@ukr.net*

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

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії за останній час стали одним із важливих критеріїв розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання.

Головними причинами такої уваги є очікуване вичерпання запасів органічних видів палива, стрімке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на навколишнє середовище, наслідки якого все більше і більше тривожать світову спільноту.

До нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) відносять гідроелектростанції (великі, середні та малі), геотермальну, сонячну, фотоелектричну та теплову енергію, енергії припливів, хвиль океану, вітру, тверду біомасу, гази з біомаси, рідкі біопалива та відновлювані муніципальні відходи, а також теплову енергію, що «створюється» завдяки тепловим насосам, торф, шахтний метан та вторинні джерела енергії, такі як: промислові відходи, тиск доменного газу та природного газу під час його транспортування, скидне тепло.

На мою думку, до найперспективніших НВДЕ можна віднести геотермальна енергія (природне тепло Землі), яка акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, за оцінкою вчених досягає 137 трлн. тонн умовного палива (т у.п.), що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих.

З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідрогеотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші і природна пара.

В Україні прогнозні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10 млн. т у.п. на рік.

Переваги: геотермальну енергію отримують від джерел тепла з великими температурами, вона має декілька особливостей: температура

теплоносія значно менша за температуру при спалюванні палива і найкращий спосіб використання геотермальної енергії – комбінований (видобуток електроенергії та обігрів).

Недоліки: низька термодинамічна якість; необхідність використання тепла біля місця видобування; вартість спорудження свердловин виростає зі збільшенням глибини.

Серед основних факторів сприяння розвитку НВДЕ в Україні можна назвати:

- зростання ціна на традиційні енергоносії;
- підвищення вимог екологічних норм і стандартів;
- покращення можливості входження до європейської спільноти;
- необхідність заміни зношених основних фондів.

#### Література

1. Рожко А. О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні. / А. О. Рожко // Энергосбережение. — 2007. — №2. — С. 25 — 28.

2. Паливно-енергетичні ресурси. Перспективи України. // Новини та пріоритети енергетики. — 2005. — №1.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ ЗАСОБАМИ МОДЕЛЮВАННЯ

*Федорейко В. С., д.т.н., професор; Рутило М. І., к.т.н., доцент;  
Луцик І. Б., к.т.н., доцент; Загородній Р. І., Шульга В. М.*

*buregan@ukr.net*

*Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, Україна*

Суттєвим способом збільшення коефіцієнту корисної дії енергогенеруючих установок є застосування принципів когенерації. Зокрема, у процесі роботи теплогенераторів розсіюється значна кількість теплових відходів, використання яких як джерела отримання електричної енергії для забезпечення автономності електроживлення когенераційної системи є актуальним завданням.

Використання модуля термоелектричного генерування (ТЕГ) як складової когенераційної установки в якості джерела акумуляції електроенергії з теплових викидів теплогенераторів потребує детальних досліджень. Адже суттєвим обмеженням використання ТЕГ залишається низький коефіцієнт ефективності перетворення теплового потоку в електричну енергію: від 3 до 8%.

Для дослідження енергетичних параметрів ТЕГ в режимі навантаження розроблено імітаційну модель дослідної установки з інтегрованою підсистемою термоелектричного перетворювача (рис. 1).

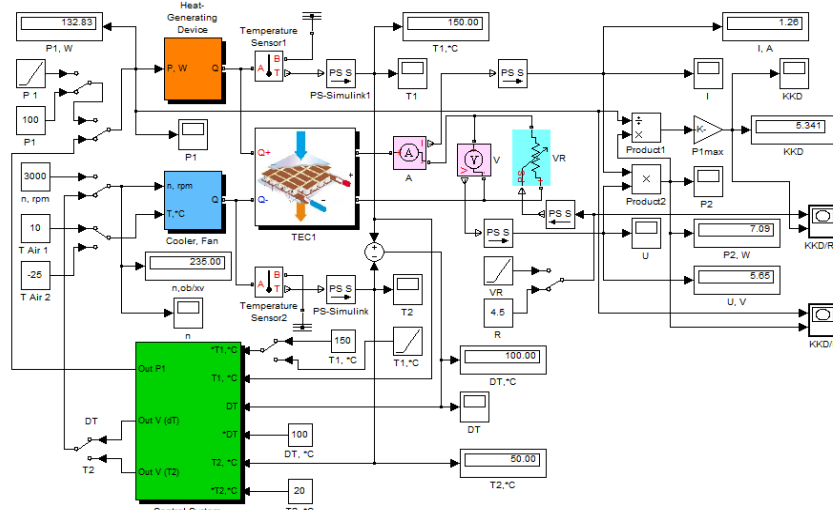


Рис. 1 Імітаційна модель дослідної когенераційної установки

Розробка здійснена за допомогою інструментарію *Simulink* програмного середовища *MatLab*. В структуру загальної моделі входять модуль термоелектричного генерування (*TEG1*), підсистема теплогенеруючого пристрою (*Heat-Generating Device*), підсистема пристрою для охолодження з вентилятором (*Cooler, Fan*) а також інструменти задання та вимірювання вхідних та вихідних параметрів. Модель термоелектричного перетворювача *TEG1* враховує теплопровідність стінок, їх площу, товщину, теплоємність, внутрішній опір та контактну різницю потенціалів на межі гарячої та холодної поверхонь.

На рис. 2 представлено результати імітаційного моделювання, що відображають залежність коефіцієнта корисної дії термоелектричного перетворювача від опору навантаження та температурних режимів роботи.

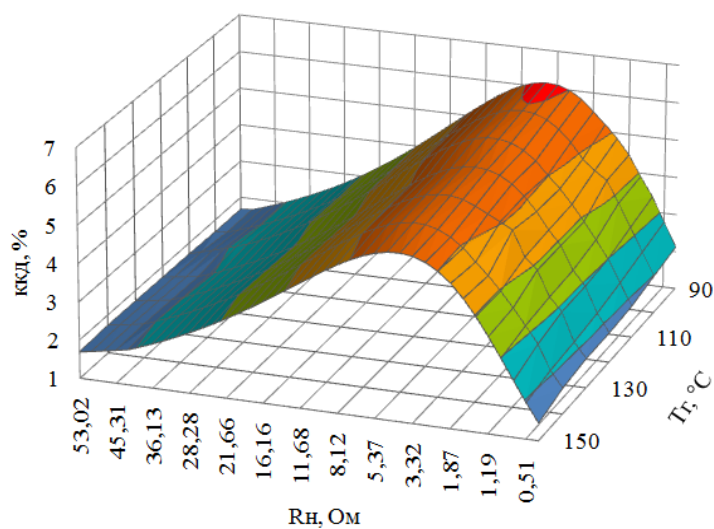


Рис. 2 Залежність коефіцієнта корисної дії ТЕГ від опору навантаження ( $R_n$ ) та температури на гарячій стороні ( $T_r$ ) при сталій  $\Delta T = 100$  °С.



Таким чином, виходячи з результатів моделювання, для отримання максимальної ефективності показників ККД, доцільно підтримувати мінімально можливу середню температуру модуля та опір навантаження в діапазоні 2-10 Ом.

Отримані результати моделювання підтвердили доцільність застосування термоелектричних перетворювачів у когенераційних системах на основі біотеплогенераторів.

#### **Література**

1. Федорейко В. С. Використання термоелектричних модулів у теплогенераторних когенераційних системах. / В. С. Федорейко, М. І. Рутило, І. Б. Луцик, Р. І. Загородній // Науковий вісник НГУ, 2014. — Дніпропетровськ : НГУ. — № 6. — С. 111 — 116.

2. Фреїк Д. М. Досягнення і проблеми термоелектрики II. / Д. М. Фреїк, Л. І. Никируй, М. О. Галушак, Г. Д. Матеїк. // Фізика і хімія твердого тіла. — 2012. — Т. 13, № 3. — С. 574 — 585.

### **СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ**

*Лисенко В. М., к.т.н., доцент*

*o.savoiskyi@gmail.com*

*Сумський національний аграрний університет,*

*м. Суми, Україна*

Енергозбереження стосується зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергозбереження відрізняється від енергоефективності, яке стосується використання меншої кількості енергії в тій самій послугі. Наприклад, менше користуватись авто - енергозбереження, а пересісти на авто з меншою витратою палива - енергоефективність. Але і енергозбереження, і енергоефективність є техніками зменшення використання енергії.

На сьогоднішній день енергозбереження займає одну з ключових позицій у розвитку та економіці ринків споживчих послуг і матеріалів.

Найбільш енергоємними галузями народного господарства є:

- металургійна, машинобудівна, хімічна і нафтохімічна промисловості (потенціал енергозбереження, за оцінками експертів даного ринку, становить 62-64%),

- житлово-комунальна сфера (35-38%);

- сектор послуг (5%);

- сільське господарство (3-5%).

Також існує потенціал енергозбереження в транспортному секторі і в харчовій промисловості.

Щодо потенціалу енергозбереження в промислових галузях – тут все більш-менш зрозуміло, адже багато що залежить від ціни імпортованих енергоресурсів і ступеня зношеності основних виробничих фондів. Більш

цікавим – і актуальним – питанням є оцінка потенціалу енергозбереження в житлово-комунальному секторі і витрата енергоресурсів простими домогосподарствами. Не секрет, що потенціал енергоефективності в житлових будівлях становить близько 40% від усього споживання енергії в Україні. На думку експертів Європейсько-українського енергетичного агентства (ЄУЕА), за допомогою теплодернізації та капітального ремонту в будинках можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10-25 %. При цьому, в цілому по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75%.

Використання альтернативних джерел енергії стає все більш популярним, особливо у світлі енергозберігаючих технологій. Сонячні батареї в сукупності з застосуванням вітрогенераторів, можуть виступати як в якості додаткового, так і основного джерела енергії, звільняючи таким чином споживача від гострої залежності в централізованих енергетичних мережах. Скорочується споживання інших видів палива та енергії.

Перспективним є використання енергії біомаси. Екологічний ефект біогазового виробництва полягає у екологічно безпечній переробки органічних відходів з розвитком комплексних технологій утилізації біомаси за рахунок метанового зброджування. У біогазових установках застосовуються, перш за все, екскременти тварин і відтворювана сировина, насамперед, різноманітні органічні відходи агропромислового комплексу, які багаті на целюлозу та інші полісахариди. Однак, і біогенні відходи харчової промисловості і побутові відходи набувають все більшого значення. У біогазовому виробництві застосовується первинна сировина, яка раніше не використовувалася і тільки додатково забруднювала навколишнє середовище. Такі органічні речовини використовуються або окремо, або в поєднанні (субстрати) з іншими органічними речовинами. Таким чином, можна створювати програми для конкретного місця розташування, що дозволяють раціональне виробництво і використання біогазу.

Застосування енергозберігаючих матеріалів є практичною гарантією скорочення витрат на експлуатацію та обслуговування будь-яких об'єктів, які раніше вимагали великих матеріальних витрат на енергообслуговування, в тому числі з теплоенергетики.

Підвищення енергоефективності у виробництві, у побуті і в сфері ЖКГ, вимагає добре продуманого і чіткого визначення конкретних цілей і методів їх досягнення, які можуть стати основою програми енергозбереження. Практична реалізація такої програми у великій мірі може знайти опору в прямій матеріальній вигоді між суб'єктами відносин. Порівняльні характеристики енергозберігаючих матеріалів дозволяють робити оптимальний вибір з урахуванням необхідних властивостей і якостей при плануванні робіт з підвищення рівня енергозбереження об'єктів.

Питання енергозбереження та енергоефективності не можуть не торкатися питань екологічної безпеки. У сучасній свідомості екологія тісно переплітається з усіма аспектами нашого спільного життєвого простору, нерідко виступаючи в якості основного аргументу. Рішення оптимізації наростаючих енерговитрат не можливо без урахування екологічної сфери енергоспоживання. В оптимальне рішення виникаючих проблем входить і жорстка екологічна експертиза, яка дозволяє здійснити практичну оцінку планованого ефекту в повному обсязі.

## **АСИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР З ВЕНТИЛЬНИМ ЗБУДЖЕННЯМ З ПРИВОДОМ ВІД ТУРБОДЕТАНДЕРА**

*Муравинець Н. В.<sup>1</sup>, студентка; Джюра О. В.<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*natali\_myravunets@meta.ua*

<sup>1</sup>*Національний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Інститут електродинаміки національної академії наук України, м. Київ, Україна*

Більше 1600 газорозподільних станцій (ГРС) та 51000 газорозподільних пунктів (ГРП) експлуатуються в Україні на даний момент. Їх основне призначення зниження тиску газу до значень, потрібних споживачу. На ГРС понижують тиск від 5,5 – 7,4 МПа, який має місце у магістральних газопроводах (МГ), до 0,3 – 0,6 МПа.

Для безперебійного функціонування ГРС та ГРП (живлення приладів автоматики та вимірювання, виконання ремонтних робіт, освітлення тощо) необхідне джерело електроенергії.

Зазвичай, ГРС та ГРП знаходяться на значній відстані від мереж електроживлення. Підведення ліній електропостачання вимагає значних капіталовкладень, тому часто замість цього на ГРС і ГРП доцільне встановлення автономного джерела електроживлення у вигляді дизель-генератора.

Суттєвим недоліком роботи дизель-генератора є шкідливі викиди у повітря під час згоряння палива. Через це і ряд інших причин в якості джерела механічної енергії для електрогенератора бажано застосовувати турбодетандер, в якому внаслідок зниження тиску газу виробляється механічна енергія обертового руху.

Відоме використання системи «турбодетандер – асинхронний генератор з ємнісним збудженням» [1]. Недоліком даної системи є її робота тільки при сталій частоті обертання. Тому запропоновано використання асинхронного генератора з вентильним збудженням (АГ з ВЗ), що дозволяє при змінних обертах турбіни одержати сталу напругу постійного струму.

Схемотехнічне рішення АГ з ВЗ показано на рис. 1. Навантаження до АГ може підключатись як по колу постійного, так і змінного струму через трифазний інвертор напруги (ІН). Для вентильного генератора правомірні рівняння наведені у [2]. Дані рівняння доповнені рівняннями турбодетандера.

Відповідно до алгебро-диференціальних рівнянь розроблено імітаційну модель в середовищі *Mathlab Simulink*. Проведено дослідження перехідних процесів самозбудження генератора за умови, що фільтровий конденсатор попередньо заряджено до заданої величини напруги. Визначено форми кривих струмів і напруг генератора при алгоритмах однократного перемикання вентильної системи збудження при навантаженнях постійного струму і сталій частоті обертання турбіни.

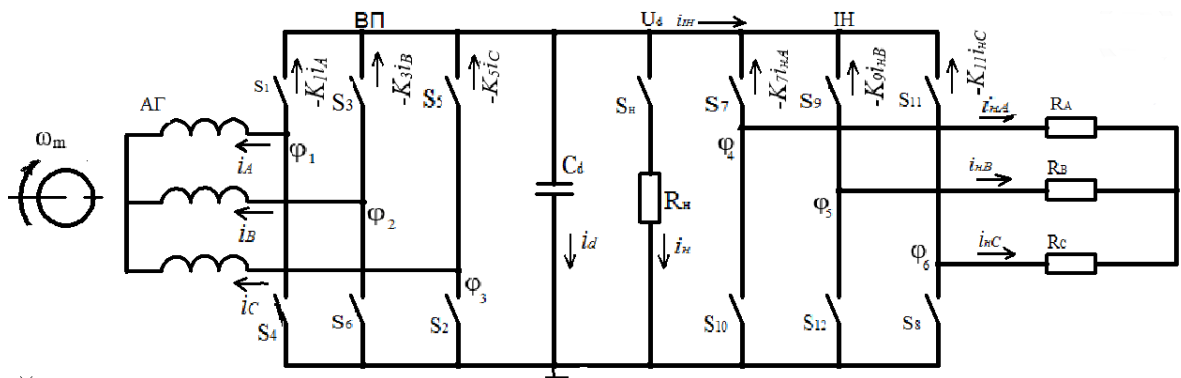


Рис. 1 Принципова електрична схема АГ з ВЗ

Достовірність одержаних результатів підтверджує залежність зміни вихідної напруги генератора по колу постійного струму від часу (рис. 2). Прийнято, що  $U_0 = 500$  В.

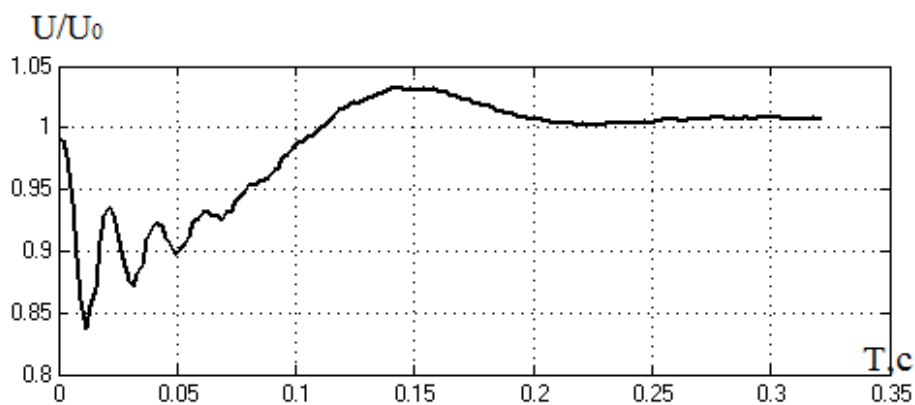


Рис. 2 Залежність зміни вихідної напруги від часу

В подальшому заплановано дослідити роботу системи при змінній частоті обертання турбіни з врахуванням температури газу, потужності турбодетандера і вхідного тиску.

#### Література

1. Моїсеєв О. М. Електромеханічний комплекс автономного електроживлення з турбодетандером для станцій газотранспортування: Автореф.дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: 30.09.12 // НТУ Харківський політехнічний інститут. — Х., 2012. — 19 с.

2. Мазуренко Л. И., Лищенко А. И. Асинхронные генераторы с вентильным и вентильно-емкостным возбуждением для автономных энергоустановок / научн. изд. / Институт электродинамики НАНУ. — К., 2011. — 270 с.

### **ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІТРОВИХ УСТАНОВОК**

*Самедов Ю. Ф., к.т.н., доцент; Стрілецький Є. С., студент*

*sam\_yusif@mail.ru*

*Сумський державний університет,*

*м. Суми, Україна*

Пропонуються різні технічні рішення по будові вітроенергетичних комплексів з великими числами вітроелектрогенераторів, які компактно розташовані. В результаті значно підвищується ефективність використання як енергії вітрового потоку, так і земельної площини. Комплекси, що пропонуються, спроможні нормально працювати при будь-якому напрямку вітру.

Широко розповсюджені вітроелектрогенератори є поодинокими установками з непростим механізмом орієнтації на напрям вітрового потоку, що не є достатньо ефективними з точки зору використання як енергії вітряного потоку, так і земельних площин. Тому пропонуються рішення по будові вітроенергетичних комплексів на основі патентів України.

Вітрова установка вежової конструкції [1] може бути використана як окрема вітрова електростанція у рівнинних регіонах, де мало вітру. Конструкція містить вертикальний круглий корпус з наскрізними прорізами по висоті друг над другом, у яких встановлені спрямовачі вітрового потоку, які змінюють напрям потоку повітря з горизонтального на вертикальний по середині корпусу. Спрямовувачі вітрового потоку мають вигнутий профіль з вертикальними пластинами по боках. Нижній спрямовувач вітрового потоку виконаний у вигляді вигнутої круглої піраміди, усі верхні – у вигляді вигнутої круглої зрізаної піраміди з центральним отвором. Зовні вежі встановлені вертикальні розсікачі вітру. В результаті малі пориви вітру будь-якого напрямку набігають на установку, торкаються зовнішніх розсікачів і в щільному стані поступають на спрямовувачі та примусово рухаються вгору по середині вежі з наростаючою швидкістю.

По висоті вежі в її середині встановлені не зв'язані один з одним генератори пропелерного типу з вертикальною віссю обертання. В прямокутних вежах (повітроводі) на схилах гір і пагорків та на дахах промислових будівель ефективним буде використання генераторів роторного типу з горизонтальною віссю обертання.

При надмірної швидкості вітру передбачено обмеження швидкості повітряного потоку в середині вежі.

Нові технічні можливості відкриваються при використанні горизонтально – роторних вітрових двигунів з рушіями у вигляді подовжених горизонтальних лопатей у форминапівциліндрів порівняних з довжиною лопатей пропелерного типу [2]. Виконання вітроенергетичного комплексу на основі цих горизонтально – роторних

вітродвигунів дозволяє компактно розмістити велике число генераторів при меншим числі опор і, таким чином, набагато краще використати енергію вітру незалежно від його напрямку і площі, на яких розміщується комплекс. Збільшенню числа генераторів сприяє також те, що частину генераторів можливо зробити з жорсткою не обертовою віссю. Такі вісі є конструктивними елементами, що несуть. Навколо цих осей також можлива установка генераторів, ротора яких обертаються на підшипниках не торкаючись осей. Є також змога використання канатних розтяжок на опорних колонах.

Горизонтально – роторні вітрові двигуни однаково працюють при будь-якому напрямку вітру.

Інші рішення з'являються при виконанні вітроенергетичного комплексу на основі горизонтально – роторних вітродвигунів з горизонтальними лопатями великих довжин у парі електрогенераторами оберненого типу [3]. Електрогенератори розташовані на внутрішній стороні вітродвигунів, притому статор електрогенератора нерухомо закріплений на опорної трубі великого діаметру, а ротор виконаний на сучасних сильних магнітах зрівномірно розташованими по його колу багатьма магнітними полюсами і прикріплений до внутрішньої сторони вітродвигуна з можливістю обертання разом з ним. Це дозволяє здійснити електричну редукцію при генеруванні електроенергії.

Така будова вітроенергетичного комплексу дозволяє суттєво зменшити висоту вітродвигуна у парі з електрогенератором та дозволяє встановити певне їх число на опорної трубі, які при роботі не залежать від напрямку вітру. Пластини на тиловому боці лопатей зміцнюють конструкцію рушіїв і при нормальних умовах ніяк не впливають на роботу вітрових двигунів. При необхідності зменшення кута зустрічі лопатей з потоком повітря при надмірнім збільшенні швидкості вітру одночасно з зменшенням зусилля від тиску вітрового потоку на передній бік лопатей збільшується опір повітря на тиловому боці лопатей з пластиною. Внаслідок цього нормалізація швидкості

обертання вітродвигунів досягається при значно малих змінах кута зустрічі лопатей з вітровим потоком

Можливі і комбінування пропонованих рішень між собою, що може привести до кращого результату.

#### **Література**

1. Вітрова установка вежової конструкції. Патент України на корисну модель №53213. Бюл. №18. 2010 р.
2. Вітроенергетичний комплекс. Патент України на корисну модель №63063. Бюл. №18. 2011 р.
3. Вітроенергетичний комплекс. Патент України на корисну модель №73914. Бюл. №19. 2012 р.

### **КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦІЛЯХ**

***Федорейко В. С. д.т.н., професор; Пальчик А. І. к.т.н., доцент;  
Боднар О. І. к.б.н., доцент; Бурега Н. В.; Сіправський Р. Б.***

*buregan@ukr.net*

*Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка,  
м. Тернопіль, Україна*

Сучасна наука сконцентрована на підвищення коефіцієнту корисної дії (ККД) генерації електроенергії та розробці методів утилізації вуглекислоти. Досліджується можливість використання твердооксидних паливних елементів, в якості модернізації теплоелектростанцій, що працюють на метані, що в свою чергу дозволить підвищити енергоефективність існуючих ТЕС від 45% до 70%. Основним недоліком таких системи є генерування значної кількості CO<sub>2</sub> [1].

Для утилізації вуглекислоти, отриманої під час генерації електроенергії у паливному елементі, доцільно використовувати фотобіореактори із одноклітинними мікробіодоростями. Технологія має ряд переваг пов'язаних із можливістю повної утилізації CO<sub>2</sub> і перетворення його у ліпіді в якості сировини для біодизелю, а ферменти і білки – для харчової та фармацевтичної промисловості. Фотобіореактори володіють ККД в районі 15%, що співставно із сонячними панелями, а можливість керування біологічними процесами клітини дозволяє отримувати вихід ліпідів до 60% від сухої маси, в якій акумулюється сонячна енергія.

Проте, в широкомасштабному виробництві мікроорганізмів необхідно отримувати інформацію про кількість біомаси клітин та стан біологічної системи у фотобіореакторі. Контроль біомаси необхідний для визначення моменту збору мікрокультури. Фотобіореактори будують у режимі

неперервної системи (рис. 1а) або режимі накопичення із обмеженим часом росту та повною перезарядкою як мікрокультури (рис. 1б) [2].

Тому, одним із необхідних етапів освоєння технології вирощування мікроводоростей буде розробка фотобіореакторів, які не лише можуть підтримувати оптимальні параметри середовища, але і автоматично підраховувати та контролювати кількість і стан клітин.

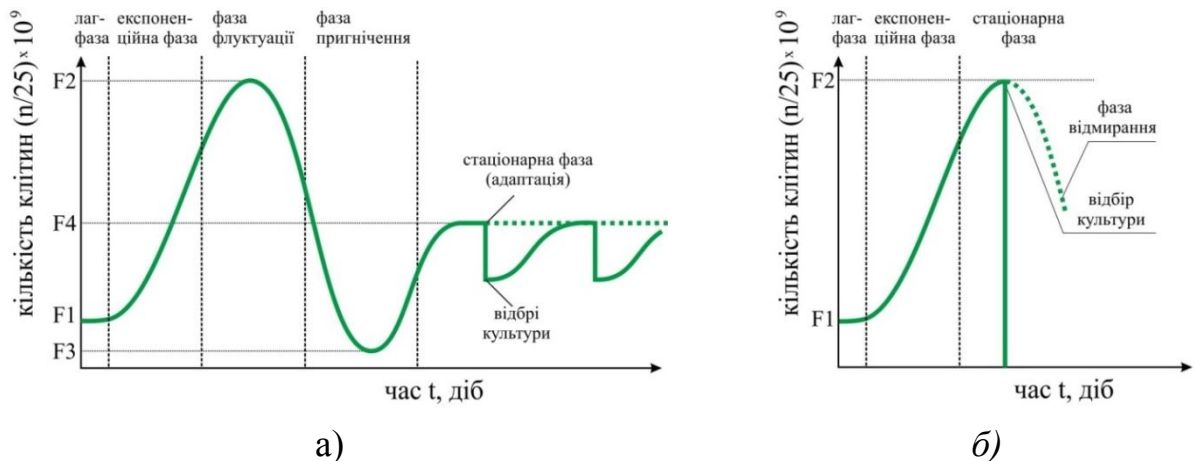


Рис. 1 а) Зміна кількості клітин у режимі неперервного культивування; б) Ріст клітин у реакторі із режимом накопичення (один виробничий цикл)

Для реалізації зазначених функцій створено відповідний контрольно-вимірювальний модуль на базі мікроконтролера *ATmega328* та розроблено алгоритм його керування, на основі якого написано відповідне програмне забезпечення. Розроблено алгоритм розпізнавання зображень під час мікроскопування і співставлень його із стандартними методиками підрахунку в камері Горяєва.

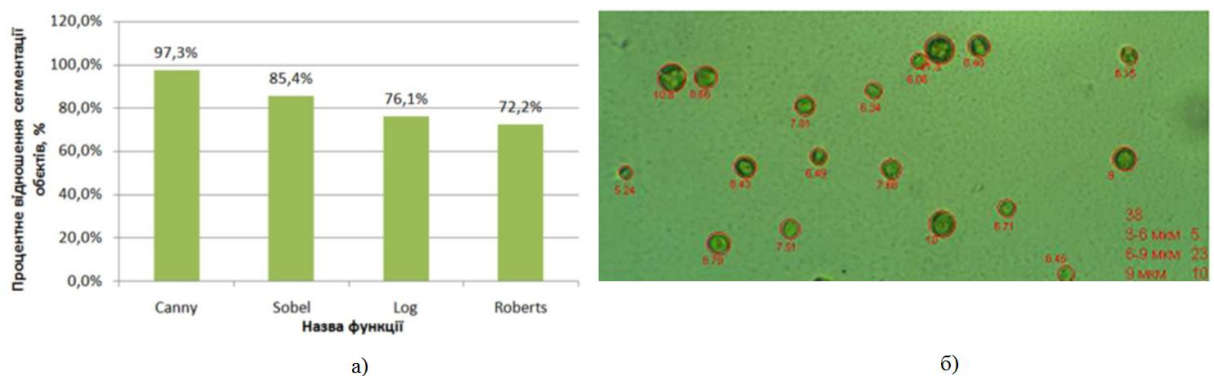


Рис. 2 а) Точність підрахунку клітин відносно операторів виділення границь; б) Результат підрахунку клітин розробленим алгоритмом

Таким чином, обґрунтовано доцільність автоматичного аналізу стану біологічної системи фотобіореактора за рахунок комп'ютерної сегментації зображень, та розроблено відповідний алгоритм і програмне забезпечення. Встановлено, що розроблений алгоритм сегментації задовольняє необхідну



точність підрахунку клітин яка складає 97,3% до кількості клітин підрахованих в камері Горяєва за стандартною методикою.

#### **Література**

1. Independent power supply of menage object based on biosolid oxide fuel / O. S.Beshta, V. S. Fedoreyko, A. O. Palchuk, N. V. Burega. // Power Engineering, Control and Information Technologies in Geotechnical Systems. — Taylor & Francis Group. London, UK, 2015. — С. 33-39.
2. Концепція шкочинності в екології / В. В. Грубінко, В. П. Гандзюра. — Київ-Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гантук, 2008. — 144 с.

**СЕКЦІЯ 3.**  
**SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТА РАДІАЛЬНИХ**  
**ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

*Гай О. В., к.т.н., доцент*

*gaalx@nubip.edu.ua*

*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 – розгалужена 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 відгалуження у певному вузлі прийматимемо сумарну потужність ( $\Sigma S$ ,  $\Sigma P$ ,  $\Sigma Q$ ), довжини ліній ділянок ( $\Sigma L$ ), «електричний момент» ( $\Sigma S \cdot L$ ), втрати активної та реактивної потужності ( $\Sigma \Delta P$ ,  $\Sigma \Delta Q$ ), втрати напруги ( $\Sigma U$ ), збиток від недовідпуску електроенергії ( $\Sigma y$ ).

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.

**Література**

1. Боровиков В. А. и др. Электрические сети энергетических систем. Изд. 3-е, переработанное. / В. А. Боровиков и др. — Л., «Энергия», 1977.
2. Лыкин А. В. Электрические системы и сети: Учеб. пособие. / А. В. Лыкин — М. : Университетская книга; Логос, 2008. — 254 с.
3. ГІД 34.20.178:2005 Проектування електричних мереж напругою 0,4-110 кВ. Рекомендації. Київ. 2005.

**СЕКЦІЯ 4.**  
**РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ**  
**ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМНИХ РІШЕНЬ**  
**РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ З АВТОМАТИЗОВАНИМИ**  
**РОЗ'ЄДНУВАЧАМИ**

*Мірошник О. О.<sup>1</sup>, к.т.н., професор; Лут М. Т.<sup>2</sup>, к.т.н., професор;*  
*Яцкевич Ю. В.<sup>3</sup>, професор*  
*limmit1t@ukr.net*

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

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ, Україна*

<sup>3</sup>*Університет Британської Колумбії, м. Ванкувер, Канада*

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

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

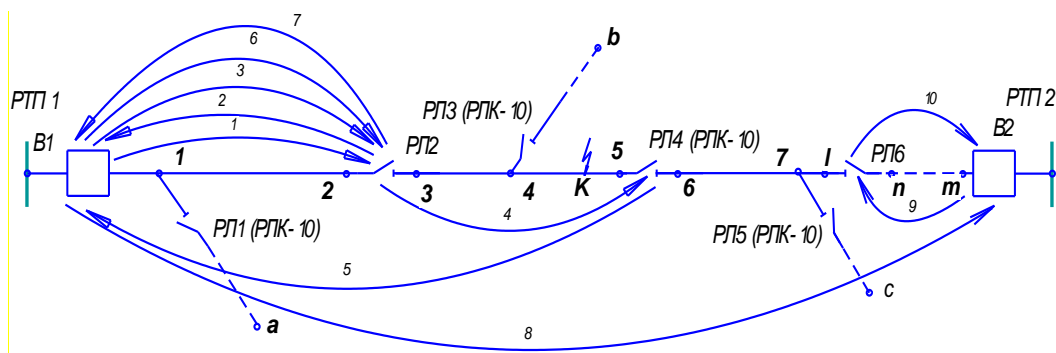


Рис. 1. Схема процесу діагностування аварійно вимкненої повітряної лінії з автоматизованими роз'єднувачами РЛ1, РЛ3, РЛ5 на відгалуженнях та автоматизованим роз'єднувачем РЛ4 на магістралі

Результати такого аналізу двох варіантів установки автоматизованих роз'єднувачів в магістралі (РЛ4 або РЛ2) в схемі розподільної лінії з

автоматизованими роз'єднувачами (РЛ1, РЛ3, РЛ5) на відгалуженнях для випадку к.з. в точці  $k$  наведені в табл. 1, де в наведених виразах  $c$  - вартість автомобільного пального, грн/л;  $g$  - питомі витрати автомобільного пального, л/100 км;  $a$  - амортизаційні відрахування на автотранспорт, грн/км;  $L$  - відстань  $i$ -го переїзду ОВБ, км;  $p$  - кількість членів бригади, осіб;  $y$  - кількість умовних одиниць (у.о.) на виконання  $j$ -ї комутаційної операції;  $T$  - тариф на виконання 1 у.о.  $j$ -ї комутаційної операції, грн/у.о.;  $P$  - навантаження ділянок лінії;  $V$  - швидкість руху ОВБ під час виконання діагностичних заходів. При цьому приймаються однаковими відстані між комутаційними апаратами в лінії та навантаження ділянок лінії.

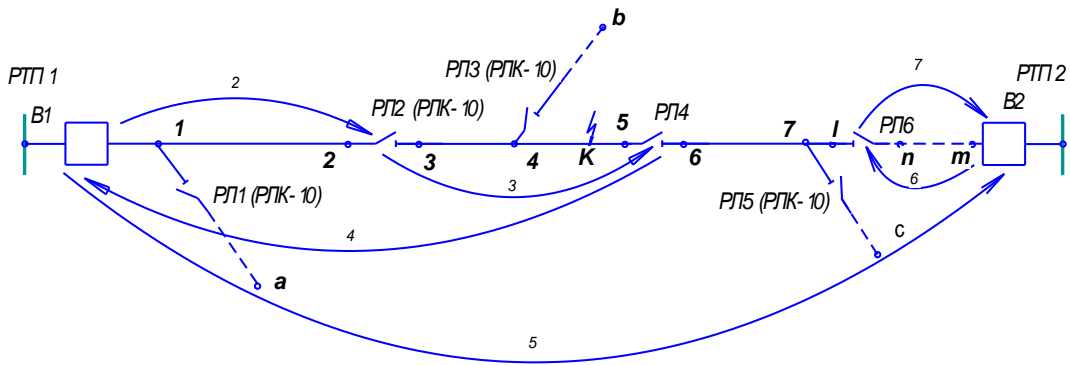


Рис. 2. Схема процесу діагностування аварійно вимкненої повітряної лінії з автоматизованими роз'єднувачами РЛ1, РЛ3, РЛ5 на відгалуженнях та автоматизованим роз'єднувачем РЛ2 на магістралі

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

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

### Література

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

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

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ**  
**СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ ДЛЯ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ**

*Цапар В. С., старший викладач; Жученко О. А., к.т.н., доцент;*  
*Яременко С. В., студент*

*seriquesmoke@gmail.com*

*Національний університет України «Київський політехнічний інститут»,*  
*м. Київ, Україна*

Скловарні печі використовують на скловарних заводах для одержання скломаси із суміші сировинних матеріалів [1]. Конструкція скловарних печей відрізняється залежно від складу і властивостей скломаси, методу виготовлення скла, способу обігріву печі, якості кінцевого продукту. Для виготовлення скломаси, яка використовується у виробництві промислового скла, використовуються регенеративні ванні печі [2].

У печах безперервної дії розрізняють зони: варіння (силікато- та склоутворення, частково дегазація), освітлення (дегазація і гомогенізація) й студки [3].

В один момент часу в різних частинах печі можуть відбуватися різні процеси, про які практично неможливо отримати вичерпну інформацію. Отже, параметри цих процесів не можуть бути враховані при складанні повного математичного опису об'єкта [4]. Для отримання якісного кінцевого продукту необхідно спроектувати систему, яка буде протидіяти впливу збурень та параметрів процесу, що не були враховані. Для цього пропонується використати робастні підходи.

*Синтез робастної системи з  $H_\infty$ -регулятором.* Із літературних джерел [5] відома система диференціальних рівнянь (1), яка описує температурний режим скломаси, яка рухається у скловарній печі регенеративного типу:

$$\begin{cases} \frac{1}{\nu_G} \frac{\partial t_G(x, \tau)}{\partial \tau} + \frac{\partial t_G(x, \tau)}{\partial x} + \frac{a_F P}{\nu_G \omega_G c_G \rho_G} [t_G(x, \tau) - t_M(x, \tau)] = 0 \\ \frac{1}{\nu_M} \frac{\partial t_M(x, \tau)}{\partial \tau} \pm \frac{\partial t_M(x, \tau)}{\partial x} + \frac{a_F P}{\nu_M \omega_M c_M \rho_M} [t_M(x, \tau) - t_G(x, \tau)] = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Введемо позначення:

$$T_{\Gamma(M)} = \frac{W_{\Gamma(M)}}{a_F P \nu_{\Gamma(M)}}, \quad c - \text{стала часу};$$

$$C_{\Gamma(M)} = \frac{W_{\Gamma(M)}}{a_F P}, \text{ м – коефіцієнт ємності;}$$

$W = v \omega c \rho$  – водяний еквівалент відповідного потоку.

Перетворимо рівняння (1) за Лапласом при нульових початкових умовах:

$$\begin{cases} T_{\Gamma} p t_{\Gamma}(x, p) + C_{\Gamma} \frac{\partial t_{\Gamma}(x, p)}{\partial x} + t_{\Gamma}(x, p) - t_M(x, p) = 0 \\ T_M p t_M(x, p) + C_M \frac{\partial t_M(x, p)}{\partial x} + t_M(x, p) - t_{\Gamma}(x, p) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Стала часу газового потоку значно менша інших коефіцієнтів системи, зважаючи на це, нею можемо знехтувати. Розв'язавши систему (2) за допомогою програмного засобу Matlab [6], отримуємо наступну передатну функцію об'єкта управління за каналом «витрата палива – температура скломаси»:

$$W_{t_M(x,p) \rightarrow t_{\Gamma}(0,p)}(x, p) = \frac{t_M(x, p)}{t_{\Gamma}(0, p)} = \frac{T_M p + C_M r_1}{2T_M p + C_M(r_1 + r_2) + 2} (e^{r_2 x} - e^{r_1 x}),$$

$$\text{де } r_{1,2} = \frac{-[C_{\Gamma}(T_M p + C_M)] \pm \sqrt{[C_{\Gamma}(T_M p + 1) + C_M]^2 - 4T_M C_{\Gamma} C_M p}}{2C_{\Gamma} C_M}$$

Апроксимувавши та провівши моделювання в середовищі Matlab, отримуємо у чисельному вигляді передатну функцію скловарної печі за каналом «витрата палива – температура скломаси»:

$$W(s) = \frac{1350}{8.743 \cdot 10^6 s^3 + 1.28 \cdot 10^5 s^2 + 621.1s + 1}$$

Отже, було отримано математичну модель температурного режиму скловарної печі для подальшого синтезу робастної системи керування, що безумовно сприяє покращенню показників енергозбереження технологічного процесу, призводить до покращення якості скломаси та зменшення кількості браку.

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКСПЕРТНОГО ОПИТУВАННЯ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ДЕЛЬФІ**

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

*marchonmv@nubip.edu.ua*

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

Метод Дельфі (Дельфійська техніка) полягає у багаторазовому анкетному опитуванні однієї групи експертів з використанням оцінок згідно визначеної шкали. Мета такого методу – співставлення ретельно скорегованої програми послідовних індивідуальних опитувань, що

спрямоване на зменшення групового впливу, який, зазвичай, виникає під час сумісної роботи експертів.

Головна характерна риса методу Дельфі – наявність *інтерактивних циклів*, що забезпечують зворотний зв'язок.

Вказаний зворотний зв'язок реалізується за відповідною процедурою: *після першого циклу опитування експертів та оброблення отриманих даних, результати повідомляються учасникам експертної групи, які мають підтвердити або змінити свою точку зору, що висловлена на попередньому етапі*. Експерт, за умови, що його судження суттєво відрізняється від суджень більшості експертів групи, має це судження мотивовано обґрунтувати або змінити його відповідно до судження більшості.

Надалі знову проводять оброблення інформації, результати знову розсилаються експертам і процедура повторюється. Таке відбувається до тих пір, поки не перерветься «ефект інтерактивних циклів».

Такий метод має відповідні переваги, адже забезпечує анонімність опитування шляхом виключення взаємодії експертів; встановлює зворотний зв'язок у вигляді повідомлення обробленої інформації про узгоджену точку зору експертів на попередніх етапах опитування; виключає взаємний вплив експертів.

## **ОСОБЛИВОСТІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

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

*marchonmv@nubip.edu.ua*

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

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

Враховуючи, що процес проектування можна подати як визначене викривлення отриманих на підставі використання відомої методики результатів відповідною евристикою, для алгоритмізації такого процесу авторами пропонується розвинення (модифікація) ідеї об'єднання штучних нейронних мереж в ансамблі.

На методологічному рівні пропонується архітектура ансамблю ШНМ має складатися з двох частин, одна з яких відображає відому методику проектування (синтезу) об'єкту, а друга – евристичну складову: досвід і інтуїцію розробника.

Для реалізації штучної нейронної мережі вказаної архітектури пропонується використати заздалегідь навчені на підставі відомих методик синтезу даного об'єкту (або класу об'єктів) фрагменти – консервативні блоки



й відносно нескладні (з точки зору топології) фрагменти заздалегідь не навченої штучної нейронної мережі, які саме й дозволятимуть накопичувати (завдяки поточного навчання, а отже й підучування всієї структури) нову інформацію за результатами натурних дослідів дослідницького або виробничого характеру.

Дослідження показали ефективність використання запропонованих нейронних мереж при розв'язанні задач проектування та визначення технічного стану матеріальних об'єктів різної природи.

## **МОДЕЛЬ ДВОНОГОГО ПРИСТРОЮ ІЗ КОЛІНАМИ У СИСТЕМІ БЕЗ ПРИВОДІВ**

*Харук В. Я., магістрант*

*jlabpih@ukr.net*

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

Однією із основних проблем у області антропоморфних роботів, що зумовлюють складність у їх експлуатуванні є енергозатрати. Так робот Asimo може працювати у автономному режимі не більше однієї години.

Найбільш затратними для таких роботів залишається система керування пересуванням. Більша кількість приводів дозволяє краще відтворювати рухи подібні на людські та може виконувати набагато більше завдань. Однак при додаванні привода зростають витрати енергії. Особливо це важливо для двоногого пристрою, який повинен забезпечувати стабілізацію системи протягом всього часу роботи пристрою. Тому необхідно розробити метод, який дозволить ефективніше керувати системою пересування.

В сучасних роботах в основу системи керування пересуванням покладено метод нульового моменту сил (*ZMP*) [1]. Суть методу полягає в знаходженні точки *ZMP*, і якщо ця точка виходить за межі області проекції робота, тоді вважається, що робот знаходиться в нестійкому положенні, тому необхідно задіяти приводи для відновлення стабільності системи. Проблеми, які виникли пов'язані із цим методом – це неефективне використання приводів і відповідно великі затрати енергії, складність керування при пересуванні по нерівних поверхнях та із нахилом вгору.

Інший метод, який перебуває на стадії розробки і теоретичного наповнення – метод на базі системи без приводів (СБП) [3]. Ідея полягає у тому, що якщо видалити кілька приводів залишивши ту саму кількість ступенів свободи, робот залишається керованим за рахунок використання інертних сил, що виникають у системі під час руху. За рахунок цього а також використовуючи алгоритми оптимізації розв'язується проблеми енергозатрат.

В даній роботі пропонується розглянути модель двоногого пристрою із колінами, як основу для дослідження пересування роботів. Такі моделі описуються загальною формулою руху [2]:

$$H(q) \ddot{q} + C(q, \dot{q}) \dot{q} + G(q) = B(q)u,$$

де  $q$  – стан маніпулятора,  $u$  – сила, з якою діють приводи,  $B(q)$  – описує кількість присутніх приводів (для СБП – матриця несиметрична). Повний опис даної моделі можна знайти у [4].

При детальнішому аналізі моделей СБП стало зрозуміло, що класичні підходи для створення контролера не підходять, оскільки рівняння руху є диференційованими, а матриця  $B$  не є симетричною і розв'язати дане рівняння аналітичним методом неможливо. Для вирішення цієї проблеми використовуються такі підходи як часткова лінеаризація, лінеаризація навколо нестабільної точки, пошук оптимальних траєкторій. Недоліком для таких алгоритмів залишилась неможливість забезпечити стабілізацію системи таким чином, щоб їх можна було використовувати для реальних експериментів.

Алгоритм *LQRTrees* [3] покликаний усунути дану проблему оскільки, передбачає створення масиву контролерів, які гарантують стабільність системи із будь-якої початкової точки. Даний алгоритм був успішно застосований на моделі маятника [3].

Тому є сенс перевірити даний алгоритм для керування більш складніших моделей, наприклад запропонованого двоногого пристрою із колінами. Вхідними даними для алгоритму є формула руху моделі (маса ланок, кількість приводів, довжини ланок, кут поверхні, по якій переміщається модель, початкові умови) та дві матриці  $Q$ ,  $R$ , які повинні бути позитивні та не змінюватися протягом всього часу роботи. Також важливим для нас буде критерій час реакції приводів та їх механічний опір.

Дослідження даних параметрів буде проводитись у середовищі *Matlab* з допомогою системи *Drake*, призначеної для моделювання руху маніпуляторів СБП.

Під час виконання роботи було проаналізовано ситуація та проблеми у науковій сфері, пов'язаної із робототехнікою та запропоновано варіант розв'язання проблем стабільності для моделі двоногого пристрою із колінами.

### Література

1. Ложкин П. В. Метод точки нулевого момента для задачи динамического равновесия РТК AR-600. Движение на месте. / П. В. Ложкин, О. В. Толстель // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. — 2013. — Вып. 10. — С. 81 — 84.
2. Режим доступу: <http://underactuated.csail.mit.edu/underactuated.html?chapter=23>
3. Режим доступу: [http://groups.csail.mit.edu/robotics-center/public\\_papers/Tedrake09a.pdf](http://groups.csail.mit.edu/robotics-center/public_papers/Tedrake09a.pdf)

4. Vanessa Hsu., Passive dynamic walking with knees: A point-foot model. Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts Institute of Technology, February 2007. — С. 22 — 24

## **ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ЗНАНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

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

*dudnikalla@mail.ua*

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

Функціонування систем керування біотехнологічними об'єктами неможливе без повноцінної інформації про стан виробничого процесу, біологічних об'єктів та технологічного обладнання. З метою отримання та обробки, а також прийняття керуючих рішень в процесів роботи інтелектуальних систем керування використовується інформаційно-програмні комплекси, в основі яких лежать бази даних та знань. Дотримання певних критеріїв під час розробки структури бази даних та знань допоможе створити ефективну систему керування. Основними критеріями є забезпечення відсутності надлишковості інформації, легкий супровід бази даних та незалежність даних. Крім того однією з найбільш важливих характеристик більшості баз даних та знань є їх постійна зміна й розширення, тому повинна забезпечуватись можливість швидкої зміни структури бази даних та знань.

Для визначення структури бази даних на першому кроці аналізу проблемної області визначаються об'єкти задач, тобто будується інфоологічна модель. Під час створення БД потрібно розрізняти взаємозв'язки між об'єктами, між властивостями одного об'єкта й між властивостями різних об'єктів.

Розробка структури бази даних та знань виконується в декілька етапів. Після аналізу предметної області, відбувається побудова моделей даних, котрі в комплексі повністю охоплюють усю інформацію, необхідну для повноцінної роботи системи. Мета моделювання даних полягає в забезпеченні розроблювача інформаційного забезпечення концептуальною схемою бази даних та знань у формі однієї моделі або декількох локальних моделей, які відносно легко можуть бути відображені у вигляді будь-якої системи баз даних та знань. Найпоширенішим засобом моделювання даних є діаграми «сутність-зв'язок» (*ERD*), за допомогою котрої здійснюється деталізація накопичувачів даних, а також документуються інформаційні аспекти системи, включаючи ідентифікацію об'єктів (сутностей), властивостей цих об'єктів (атрибутів) та їхніх зв'язків з іншими об'єктами (відносин).

Застосування наведеної методики дозволило спроектувати базу знань інтелектуальної системи керування біотехнологічним об'єктом – теплицею.

У результаті створення реляційної моделі сформовано таблиці, що містять необхідну інформацію: датчики (*Sensor*), виконавчі механізми (*Actuator*), команди (*Command*), помилки (*Error*), вимірювання (*Measurement*), вимірювана величина (*Measurand*), ціна (*Price*).

Після створення сутностей варто розглянути зв'язки між ними.

Оскільки база даних та знань, яку ми використовуємо є реляційного типу, то останнім кроком буде побудова таблиць бази даних, тобто створення реляційної моделі. Перехід від *ER*-моделі «сутність-зв'язок» до реляційної – це порівняно просте завдання, оскільки в термінології й принципах *ER*-моделі та реляційного підходу є взаємно однозначна відповідність. Існує багато правил, за допомогою яких із *ER*-діаграм відкриваються реляційні таблиці. На рис. 1 наведена діаграма створеної бази даних.

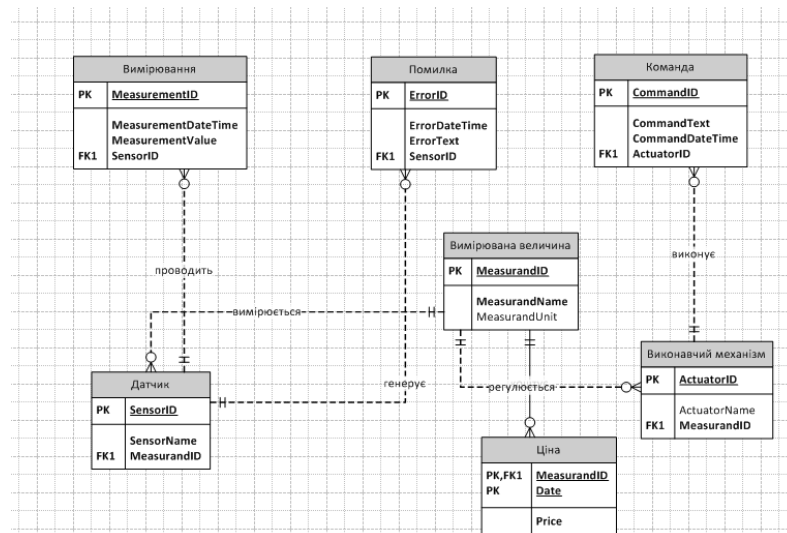


Рис. 1. Діаграма даних системи керування

Задача, яку необхідно вирішити на другому етапі, полягає у виборі спеціального програмного забезпечення, що дозволить на комп'ютері реалізувати збереження та аналіз даних. На сьогодні технологія *SQL Server* повністю забезпечує підвищення ефективності даних, які використовуються, а також надає інтегровані служби звітів, аналізу даних і *data mining* (видобуток знань), підвищення продуктивності роботи, зниження витрат на інформаційні технології.

Таким чином, проектування бази даних та знань з урахуванням необхідних критеріїв та сучасних засобів інформаційних технологій дозволить підвищити ефективність роботи систем керування та здійснювати контроль за біотехнологічним об'єктом у повному обсязі та на високому рівні.

## Література

1. Лисенко В. П. Методи і засоби створення структури бази даних для підсистеми моніторингу автоматизованих систем керування технологічними процесами. [http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/eia/2012\\_3/12lvpr.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/eia/2012_3/12lvpr.pdf).

2. Лисенко В. П. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм / В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, А. О. Дудник, В. О. Мірошник. — К.: НУБіП України, 2014. — 112 с.

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

*Адаменко В. О.<sup>1</sup>, асистент; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент*

*mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

Складність побудови штучної нейронної мережі, яка дозволяє реалізувати процес підучування на підставі результатів оперативного спостереження за об'єктом дослідження полягає в необхідності забезпечити високий рівень пластичності такої мережі. При цьому зазвичай висувається вимога, згідно якої стабільність вказаної нейронної мережі не може бути суттєво знижена

Запропонована структура штучної нейронної мережі, яка дозволяє реалізувати процес підучування за результатами додаткової інформації, отриманої, наприклад, на підставі оперативного спостереження за станом технічної системи, при збереженні первинного рівня стабільності. Така штучна нейронна мережа може бути подана у двох варіантах, які різняться порядком оброблення інформації консервативними блоками (наперед навченими нейронними мережами, або математичними алгоритмами, що безпосередньо обчислюють необхідні вихідні дані) й заздалегідь не навченими фрагментами.

Перший варіант відображає послідовну архітектуру нейронної мережі. При цьому вхідний вектор даних обробляється консервативними блоками, вихідна інформація яких є вхідною для окремих фрагментів нейронної мережі, які саме і виконують функцію підучування всієї структури й безпосередньо пов'язані з її виходами.

Другий варіант відображає паралельну архітектуру. При цьому вхідний вектор даних одночасно подається на консервативні блоки й фрагменти, що виконують функцію підучування. За такої архітектури виходи консервативних блоків і фрагментів підучування можна підсумовувати з

визначеними ваговими коефіцієнтами, що дозволяє регулювати ступінь впливу результатів роботи консервативних блоків на кінцевий результат.

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

## **ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЗБОРУ ТА ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ В БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСАХ**

*Лисенко В. П., д.т.н., професор; Шворов С. А., д.т.н., професор;  
Комарчук Д. С., к.т.н., старший викладач; Охріменко П. Г. аспірант;  
Чирченко Д. В., аспірант*

*dmitruy@mail.ru*

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

На сьогодні важливим завданням є реалізація промислового виробництва біометану для заміщення природного газу. При цьому для отримання максимальних об'ємів біометану планується використовувати органічну сировину не тільки із сільськогосподарських ферм та птахофабрик, а також із господарств орієнтованих на вирощування, збір та переробку енергетичних культур (ЕК) у біогазових комплексах (БГК). Для вирішення такого завдання у великих промислових масштабах виникає необхідність у розробці та застосуванні інтелектуальних систем управління (ІСУ) процесами збору та переробки ЕК та відходів у БГК.

Мета досліджень полягає в розробленні методичних основ побудови інтелектуальних систем управління процесами збору та переробки органічної сировини в біогазових комплексах.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні задачі:

- розробка методу та алгоритму розпізнавання і визначення кількості біомаси на полях за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА);
- удосконалення методу синтезу компромісно-оптимальних маршрутів руху роботизованої збиральної техніки (РЗТ) з мінімальною довжиною маршрутів руху РЗТ до виявленої біомаси та з урахуванням пасивних (нерухомих) перешкод;
- розробка методу та алгоритму розпізнавання органічної сировини та активних (рухомих) перешкод на шляху пересування РЗТ;
- обґрунтування структури гібридної інтелектуальної системи управління процесами збору та переробки органічної сировини шляхом системної інтеграції в базі знань методів та алгоритмів інтелектуальної підтримки прийняття рішень;
- розробка методів оптимального розподілу РЗТ по полях, оперативного

управління процесами перевезення, завантаження та доставки до БГК сировини, оптимізації технологічних процесів щодо деструкції (кавітації), підігріву, дозуванню різних видів сировини та ензимів, підтримання температурних режимів, перемішування і бродіння субстрату.

Для вирішення перерахованих задач ІСУ повинна включати підсистеми планування, моніторингу та оперативного управління процесами збору і переробки органічної сировини.

Однією з найбільш важливих задач, яка вирішується за допомогою ІСУ є планування розміщення посівів різних енергетичних культур на спеціально визначеній місцевості з урахуванням геофізичних особливостей для кожної культури. Процес планування змісту та часу виконання робіт поділяється на декілька етапів, а саме: сівба ранніх озимих культур та їх збирання; сівба наступних ЕК та їх збирання. Кожний з перерахованих етапів має свої особливості, і для їх реалізації доцільно передбачити в ІСУ відповідну базу даних та знань.

Підсистема моніторингу (пошуку) органічної сировини являє собою геоінформаційну систему, яка отримує дані про кількість і якість сировини з датчиків інформації, що розташовані на БПЛА, а також з інших інформаційних джерел. На основі цих даних формується множина припустимих рішень щодо поліпшення стану енергетичних культур, а також організації збору та подальшого використання органічної сировини в БГК. Основою підсистеми є спеціальні методи та алгоритми розпізнавання образів, за допомогою яких забезпечується вирішення наступних задач: прийняття образу (технічний вимір), попередня обробка отриманого сигналу (фільтрація), виділення потрібних характеристик і класифікація образу (прийняття рішення). Для цього синтезована нейромережева структура і перевірений на адекватність відповідний багатосаровий перцептрон. На основі отриманої інформації про біомасу забезпечується планування маршрутів руху та розподіл РЗТ по технологічним ділянкам за допомогою використання методів динамічного та лінійного програмування. Крім того, за допомогою ІСУ обґрунтовується рішення про доцільність залучення до збирання необхідної кількості роботизованих збиральних комбайнів і безпілотних транспортних засобів.

Підсистема оперативного управління процесами збору та переробки органічної сировини побудована на базі гібридної інтелектуальної системи управління, до основних складових якої входять: база знань, блок імітації роботи РЗТ, підсистеми моніторингу, планування, контролю та управління, модуль навчання й інтерфейс.

При розробці бази знань здійснено системну інтеграцію моделей і алгоритмів, які ґрунтуються на класичних методах моделювання та оптимізації систем і методах штучного інтелекту, що забезпечує ефективне розв'язування задач планування, контролю й оперативного управління

процесами збору та переробки різних видів органічної сировини. У підсистемі планування, залежно від наявності роботизованих технічних засобів і прогнозованих умов збиральної кампанії, генерується множина варіантів виконання робіт РЗТ. Серед існуючої множини варіантів визначається такий, який забезпечує отримання максимального прибутку.

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ З МАЛИМ РІВНЕМ ДЕФЕКТНОСТІ**

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

*marchonmv@nubip.edu.ua*

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

Статистичний контроль є ефективним методом виявлення рівня дефектності виробів на виході виробничого циклу, однак має особливості, які проявляються за умови, що цей рівень дефектності наближається до нуля, адже при цьому необхідний об'єм вибірки наближається до нескінченності.

*Іншими словами, якщо рівень дефектності виробів вельми малий, то для його гарантованого виявлення необхідно обстежити всю партію.*

Дослідженнями доведено, що статистичні методи можуть використовуватись лише для контролю виробів відносно невисокої якості (наприклад, на кожні 50 -100 виробів - один дефектний).

Виходячи за рамки парадигми обов'язковості вихідного контролю можна запропонувати альтернативну стратегію взаємовідношень виробника та споживача, яка полягає у відмові від контролю виробів на виході технологічного циклу, але по першій вимозі споживача дефектний виріб замінюється на новий.

Для реалізації вказаної стратегії слід встановити відповідні критерії, якими визначається економічна доцільність двох альтернативних способів забезпечення якості за умови відсутності вихідного контролю.

*Перший* - до партії продукції, що поставляється споживачеві, виробником додається деяка кількість виробів для заміни можливо наявних в цій партії дефектних виробів.

*Другий* – заміна дефектних виробів здійснюється в рамках системи гарантійних зобов'язань виробника через мережу сервісних центрів, майстерень, роздрібної торгівлі тощо.

### **Література**

1. Гулоян Ю. А. Технология стеклотары и сортовой посуды. / Ю. А. Гулоян. — М. : Легпромбытиздат, 1986. — 264 с.
2. Казеннова Е. П. Общая технология стекла и стеклянных изделий. / Е. П. Казеннова. — М.: Стройиздат, 1989. — 144 с.



3. Гинзбург Д. Б. Стекловаренные печи. / Д. Б. Гинзбург. — М. : Издательство литературы по строительству, 1967.
4. Паршева Е. А. Адаптивное и робастное децентрализованное управление многосвязными объектами с односвязными подсистемами. / Е. А Паршева. — 2007.
5. Маковский В. А. Динамика металлургических объектов с распределенными параметрами / В. А. Маковский. — М. : Металлургия, 1971. — 384 с.
6. Matlab 6.5 documentation. 1984 — 2002 TheMathWorksInc.

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

*Адаменко В. О.<sup>1</sup>, асистент; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент  
mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут», м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Для розв'язання задачі «стабільності-пластичності» штучних нейронних мереж запропонована архітектура, яка містить консервативні блоки. Ці блоки являють собою наперед навчені нейронні мережі або блоки, що реалізують безпосереднє обчислення необхідних вихідних даних за деяким визначеним алгоритмом.

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

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

Зазначимо, що використання у складі штучних нейронних мереж «готових» блоків на сьогодні слід вважати одним з найефективніших методів

розв'язання актуальної для практичного використання технології ШНМ задачі стабільності – пластичності.

## СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ І МАТРИЦЯ СТАНІВ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

*Мархонь М. В., асистент; Чумак В. В., студент*  
*marchonmv@nubip.edu.ua*

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

Відомо, що структурно-логічна схема, як відображення структурно-логічної моделі будь-якої технічної системи може бути складена з відповідних структурно-логічних елементів. При цьому може бути побудована матриця станів досліджуваної системи, яка відображатиме стани, в яких вказана технічна система може перебувати. Кількість рядків такої в загальному випадку прямокутної матриці дорівнює кількості контрольних точок, встановлених в досліджуваній системі (зазвичай, кількість таких контрольних точок відповідає заданій глибині діагностування), а кількість стовпців відповідає кількості можливих станів даної системи.

Таким чином, стовпці матриці станів характеризуватимуть стани технічної системи, а рядки – реалізацію відповідних цим станам ознак на виходах структурно-логічних елементів.

Матрицю станів, часто називають *матрицею несправностей* і здебільше будують у вигляді таблиці, яку називають *таблицею станів* або *таблицею несправностей* (останнє, звичайно, за умови, що працездатний стан технічної системи не розглядається, тобто заздалегідь відомо про непрацездатність цієї системи).

Подання матриці станів у вигляді таблиці дозволяє підвищити наочність реалізації значної кількості методів моделювання та алгоритмізації пошуку несправної складової технічної системи. Для побудови таблиці станів можна використати (звичайно як і для побудови матриці станів) прямий метод, згідно з яким заповнення клітин таблиці відбувається безпосередньо на підставі аналізу функціональної схеми технічної системи щодо наявності відмови того чи іншого елемента.

Зазначимо, що розмірність матриці (таблиці) станів при збільшенні кількості складових технічної системи швидко зростає, що ускладнює процес побудови такої матриці (таблиці) та здатне привести до відповідних помилок.

Щоб запобігти вказаним незручностям, для побудови вказаної матриці (таблиці) пропонується комп'ютерна програма, яка суттєво спрощує процес побудови такої матриці (таблиці) та дозволяє запобігти можливим помилкам при обробленні великої кількості інформації.

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ ПОЛОВИННОГО ДІЛЕННЯ ДЛЯ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ОБ'ЄКТАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ**

*Реутська Ю.<sup>1</sup>, асистентка; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент  
mirskih@i.ua*

*<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

Алгоритм половинного ділення зазвичай використовується для пошуку несправностей в тих чи інших об'єктах і походить від алгоритму, основанийому на інформаційному критерії. При цьому характер реалізації алгоритму половинного ділення суттєво залежить від наявності конкретних умов.

Практика застосування алгоритму половинного ділення для визначення несправної складової об'єкту електроенергетики показує, що для його ефективного застосування зазвичай необхідне попереднє перетворення функціональної схеми об'єкту, з метою об'єднання в одну декілька його складових частин (функціональних елементів). Це пов'язане з ієрархічним характером функціональних схем, зазвичай притаманних об'єктам електроенергетики, тоді як алгоритм половинного ділення стає ефективним до застосування переважно при послідовній (каскадній) конфігурації функціональної схеми.

Суть алгоритму половинного ділення, як відомо, полягає в виборі для контролю на кожному етапі складової, яка несе максимальну інформацію щодо стану об'єкту в цілому, тобто передбачає ділення схеми на дві частини, в кожній з яких кількість інформації однакова (приблизно однакова). Цей алгоритм має різновидності, які визначаються наявністю додаткової інформації щодо ймовірності відмов окремих складових об'єкту. Саме остання різновидність алгоритму і є найбільш привабливою для діагностування об'єктів електроенергетики.

Раціональне перетворення первинної функціональної схеми об'єкту електроенергетики дозволяє використовувати метод половинного ділення як перший етап реалізації алгоритму діагностування вказаного об'єкту, переходячи в подальшому до інших методів (наприклад, інфрачервоного обстеження). За таких умов алгоритм діагностування дозволяє не лише виявити несправну складову в найкоротший час, але й прогнозувати рівень небезпеки, що пов'язана з виявленою несправністю. Крім того, в окремих випадках розглянута схема реалізації алгоритму половинного ділення може з успіхом використовуватись за наявності в об'єктів декількох несправних складових частин.

## **АНСАМБЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

*Волюченко А. Г.<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент  
mirskih@i.ua*

*<sup>1</sup>Российский научно-исследовательский институт космического  
приборостроения г. Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Одним из мероприятий расширения возможностей искусственных нейронных сетей является снижение необходимой величины ее критерия Липшица за счет упрощения функции, которая отражает входные данные.

Для достижения указанного упрощения предлагается разделить входную информацию (область определения входной функции, которой отражаются входные данные) на отдельные составляющие (если это не противоречит условиям задачи) и построить несколько нейронных сетей, каждая из которых будет обрабатывать только определенную долю исходной информации, то есть функционировать в заранее установленной области определения входной функции. Такой метод может быть весьма эффективным, особенно при существенной неоднородности входной функции в области ее определения учитывая величину критерия Липшица, как это например имеет место в процессах моделирования с помощью нейронной сети частотных полосных фильтров с немонотонно возрастающей характеристикой в полосе заграждения.

Определяя нейронную сеть, которая собственно и строится для решения поставленной задачи (сеть «ответственную» за получение конечного результата) как генеральную нейронную сеть, а ее составляющие, функционирующих в отдельных областях входных данных, как составляющие нейронные сети (компоненты генеральной нейронной сети), можно построить обобщенную архитектуру нейронной сети. Такая искусственная нейронная сеть будет состоять из нескольких параллельно работающих нейронных сетей, каждая из которых обрабатывает один из параллельных потоков информации, то есть составляющей ансамбля нейронных сетей. Для каждого из таких потоков строится соответствующая составляющая в виде искусственной нейронной сети, которая по характеристикам наиболее приспособлена для обработки именно этого потока. На выходе генеральной нейронной сети выходные данные, полученные составляющими сетями, объединяются в единый поток, образуя решение поставленной задачи.

## **МЕТОДИ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*Мірських Г. О., к.т.н., доцент*

*mirskih@i.ua*

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

Під час діагностування будь-якого технічного об'єкту контроль параметрів того чи іншого елемента здійснюється з метою отримання інформації щодо стану цього об'єкту в цілому. Звичайно, кількість отриманої за результатами вказаного контролю інформації різна для різних елементів досліджуваного об'єкту, а тому для одержання ефективного алгоритму діагностування цього об'єкту необхідно з усіх його елементів вибрати ті, контроль яких є найбільш інформативним.

Вказані принципи покладені в основу алгоритму діагностування технічних об'єктів, які засновані на використанні інформаційного критерію, формує його в процесі реалізації алгоритму на підставі методів теорії інформації.

Задача полягає в тому, щоб скласти оптимальний алгоритм контролю параметрів елементів, який би дозволив однозначно розрізнити всі можливі стани технічного об'єкту при мінімальній кількості контрольних вимірювань. При цьому для вибору контрольованого елемента на кожному кроці реалізації алгоритму розраховується величина зниження ентропії (інформаційної) досліджуваного об'єкту. На підставі відповідного аналізу для контролю вибирається той елемент об'єкту діагностування, контроль параметрів якого забезпечує максимум зниження ентропії (інформаційної) цього об'єкту в цілому, що, власне, і відповідає максимізації інформації, яка міститься у вибраному контрольному вимірюванні. З точки зору процесу отримання інформації стан технічного об'єкту розглядається як двійкове джерело, ентропія якого змінюється в залежності від значення ймовірності перебування цього об'єкту в даному стані. Вочевидь, програма контролю буде близька до оптимальної, якщо вибраний для контролю на кожному етапі параметр нестиме максимальну кількість інформації саме відносно даного стану технічного об'єкту, ентропія якого визначається, звичайно, з урахуванням інформації, отриманої на всіх попередніх етапах (тобто з урахуванням сумарної зміни ентропії технічного об'єкту).

Практика показує, що алгоритм, побудований за наведеною схемою, дозволяє підвищити (у порівнянні з алгоритмом послідовного функціонального аналізу) ефективність процесу діагностування на 30 % і більше, в залежності від структурно-логічної схеми об'єкту діагностування.

**ОСОБЛИВОСТІ КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ  
ІНФРАЧЕРВОНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

*Силакова Т.<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., доцент; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент  
mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут»*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Для кодування інформації в задачах інфрачервоного діагностування електроенергетичного обладнання на сьогодні широко використовується двійковий або двійково-десятковий код. Однак суттєво ефективніші алгоритми розпізнавання стану обладнання на підставі термограм можна побудувати використовуючи для вказаних цілей код Грея, характерна особливість якого полягає в тому, що два сусідніх значення розрізняються лише в одному розряді. Ця особливість коду Грея є суттєвою для визначення розподілення температури поверхнею тої чи іншої складової електроенергетичного обладнання, адже таке розподілення завжди має неперервний характер і температура двох сусідніх точок поверхні об'єкта відрізнятиметься на незначну величину.

Перетворення двійкового коду в код Грея здійснюється шляхом побітової операції "виключне АБО" з тим же числом, зсунутим вправо на один біт. Отже  $i$ -й біт коду Грея  $G_i$  подається через біти двійкового коду  $B_i$  та цього ж коду зсунутого на одиницю  $B_{i+1}$  як  $G_i = B_i \oplus B_{i+1}$ .

В таблиці, як приклад, наведено декілька десяткових чисел, та їх відображення в двійково-десятковому коді та коді Грея. Видно, що код Грея має явні переваги у порівнянні з двійково-десятковим кодом, адже останній може породжувати своєрідні тупики для пошукового процесу.

Код Грея	Двійково-десятковий код	Десяткове число
0000	0000	0
0001	0001	1
0011	0010	2
0010	0011	3
0110	0100	4
0111	0101	5

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ, ВКЛЮЧЕНИХ У СКЛАДНІ СИСТЕМИ

*Силакова Т.<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., доцент; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент  
mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

Відомо, що характеристики будь-якого пристрою залежать (часто суттєво) від параметрів робочого тракту систем, для роботи в яких ці пристрої спроектовані. При цьому принципним є отримання узагальнюючого результату, котрий не потребував би точного визначення параметрів робочого тракту (який на стадії проектування пристрою може бути відомий лише з визначеної мірою випадковості) або надавав би впевненості у сталій роботі пристрою при включенні його в різні системи, параметри трактів яких не виходять за визначені границі.

Для досягнення вказаної мети авторами пропонується введення рандомізації тих параметрів трактів, які утворюють навантаження відповідного пристрою, тобто пропонується побудова імітаційної (по відношенню до реальних умов використання) моделі пристрою.

Запропонований підхід передбачає подання вхідних та вихідних навантажень пристрою у вигляді деякої узагальнюючої множини, котра включає можливі варіації вказаних навантажень. При цьому модуль та фаза імпедансу на вході/виході пристрою визначатимуться імовірнісними величинами, розподіленими відповідно до обґрунтовано вибраного закону розподілення (наприклад, рівномірним, нормальним, Пуассона тощо).

Рандомізація навантажень пристрою дозволяє отримати його характеристики, які не матимуть ситуаційного характеру і визначатимуть найімовірніші значення характеристик цього пристрою при різних параметрах тракту системи.

**СЕКЦІЯ 6.**  
**ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА**

**СИНТЕЗ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА З  
ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ**

*Жильцов А. В., д.т.н., доцент; Сорокін Д. С., старший викладач  
azhilt@nubip.edu.ua*

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

Підвищення значення величини тягового зусилля лінійних двигунів при заданих масо-габаритних параметрах являє собою важливу практичну задачу. Для її розв'язання необхідно обрати параметр, за яким буде проводитись оптимізація магнітної системи (тягове зусилля), та синтезувати магнітну систему, що забезпечує необхідне значення параметру оптимізації. Загальна задача синтезу вирішується в декілька етапів, кожен наступний з яких спирається на результати попереднього:

1. Синтез магнітної системи лінійного двигуна з постійними магнітами.
2. Синтез орієнтації вектору намагніченості магнітів лінійного двигуна, для створення максимально можливого потокозчеплення.
3. Оптимізація магнітної системи лінійного двигуна з постійними магнітами.

В ході її розв'язання вирішено задачу синтезу магнітної системи з заданими характеристиками. А саме – було обрано параметр, який є визначаючим для проектування пристрою, та проведено розрахунок магнітної системи для обраної конфігурації пристрою.

Як показує розрахунок, максимальне значення тягового зусилля відповідає ширині полюсного магніту  $2b = 24,6$  мм та дорівнює  $F_{теор.ср.} = 31,9$  Н, пульсація  $\varepsilon = 1,59\%$ . Таким чином, збільшення тягового зусилля в порівнянні з магнітною системою, яка складається тільки з полюсних магнітів з  $2b = 27,93$  мм, складає 6%.

Для двигунів з розрахованою, для умови максимального магнітного потоку, орієнтацією вектору намагніченості магнітів середнє значення тягового зусилля складає  $F_{ср.теор} = 33,76$  Н, що на 12 % більше, ніж для існуючого двигуна тільки з полюсними однорідно намагніченими магнітами шириною  $2b = 27,93$  мм.

Через те, що розрахована орієнтація вектора намагніченості технологічно складно реалізується, було проведено оптимізацію магнітної системи, яка складається з дискретних елементів, за умови максимуму тягового зусилля. Середнє за напівперіод значення тягового зусилля складає  $F_{ср.теор} = 33,358$  Н (менше на 1,1 % у порівнянні з випадком орієнтації



вектору намагніченості за умови максимального магнітного потоку, і більше, ніж у існуючої моделі на 10,8 %); пульсація  $\varepsilon = 0,415\%$ .

## МЕТОДИКА РАССЧЕТА МАГНИТОПРОВОДА РЕГУЛИРОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ТОКА С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБМОТКОЙ

*Брагида М. В., к.т.н., доцент*

*bragida@nubip.edu.ua*

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

Сварочные трансформаторы небольшой мощности (2,5...4 кВт), по техническому решению [2] имеют существенный недостаток. Так как мощность его небольшая, следовательно, масса магнитопровода малая и число витков обмоток будет увеличиваться.

Как показали лабораторные исследования, регулирование сварочного тока осуществляется в сторону уменьшения его величины. Поэтому параметры магнитопровода регулирования сварочного тока рассчитаем, задаваясь максимальным его значением.

Сопротивление его определим из выражения:

$$\dot{Z} = \frac{\dot{U}_{min}}{\dot{I}_2}, \quad (1)$$

где  $\dot{U}_{min}$  – падение напряжения на дросселе в момент сваривания, В;  $\dot{I}_2$  – максимальный ток сваривания, А.

Максимальный ток сваривания рассчитаем по формуле:

$$\dot{I}_2 = K d_{эл}, \quad (2)$$

где  $d_{эл}$  – диаметр электрода, мм;  $K$  – коэффициент, который зависит от марки электрода ( $K = 40 \dots 60$  А/мм.).

Активное сопротивление вторичной обмотки незначительно и им пренебрегаем. Тогда минимальное индуктивное сопротивление определим из выражения

$$X = \omega L_{др} = \frac{\dot{U}_{min}}{\dot{I}_2}, \quad (3)$$

а следовательно индуктивность

$$L_{др} = \frac{\dot{U}_{min}}{\dot{I}_2 2\pi f}. \quad (4)$$

Исходя из выражения МДС [1]

$$H = \frac{\dot{I}_{2max} \cdot W_2}{l_{cp}}, \quad (5)$$

где  $I_{2max}$  – максимальный сварочный ток, А;  $H$  – напряженность магнитного поля магнитопровода регулирования сварочного тока, А/м;  $W_2$  – число витков вторичной обмотки, вит;  $l_{cp}$  – длина средней линии магнитопровода, м,

Следует, что при неизменном максимальном сварочном токе можно регулировать число витков, а значит, регулировать напряженность магнитного поля системы регулирования сварочного тока.

Система регулирования сварочного тока для трансформаторов малой мощности будет работать в режиме "глубокого" насыщения стали магнитопровода.

Уменьшить величину напряженности можно следующим образом:

- увеличить длину средней линии магнитопровода, т. е. увеличить его внутренний и внешний диаметры;

- вторичную обмотку сделать распределенной, а именно, часть вторичной обмотки намотать непосредственно по первичной, а другой ее частью охватить магнитопровод регулирования сварочного тока.

#### Литература

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. — М. : Высшая школа, 1973. — 750 с.

2. Пат. 72397 України МПК Н 01 F 30/06/ Трансформатор для зварювання /Васьковський Ю. М., Брагіда М. В., Чуєнко Р. М., Брагіда Є. М.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. — №201014661; заявл. 06. 12. 10; опубл. 27. 08 12. Бюл. №16.

## МЕТОДИКА РАССЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБМОТКИ

*Брагида М. В., к.т.н., доцент*

*bragida@nubip.edu.ua*

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

Количество витков распределенной обмотки регулирования сварочного тока определим следующим образом. По известным параметрам магнитопровода: внутреннему и внешнему диаметрах, определим длину средней линии, по которой замыкается магнитный поток, а также зададимся величиной сварочного тока. Зная марку стали, примем значение напряженности в диапазоне коэффициента насыщения 1,3...1,35 и определим количество витков  $W_{2p}$

$$W_{2p} = \frac{H \cdot l_{cp}}{I_{2max}}, \quad (1)$$

где  $I_{2max}$  – максимальный сварочный ток, А;  $H$  – напряженность магнитного поля магнитопровода регулирования сварочного тока, А/м;  $W_{2p}$  – число

витков обмотки регулювання, вит;  $l_{\text{cp}}$  – довжина середньої лінії магнітопровода, м,

Зная індуктивність обмотки регулювання, из вираження [1]

$$L_{\text{др}} = \frac{B h_{\text{др}} W_{2\text{р}}^2}{H 2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (2)$$

где  $h_{\text{др}}$  – висота магнітопровода регулювання сварочного тока, м;  $R_1, R_2$  – внутрішній і зовнішній радіуси магнітопровода, м;  $W_{2\text{р}}$  – кількість витків обмотки регулювання, шт.

визначимо висоту магнітопровода.

### Литература

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. — М. : Высшая школа, 1973. — 750 с.

2. Пат. 72397 України МПК Н 01 F 30/06/ Трансформатор для зварювання /Васьковський Ю. М., Брагіда М. В., Чуєнко Р. М., Брагіда Є. М.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. — №201014661; заявл. 06. 12. 10; опубл. 27. 08 12. Бюл. №16.

## ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОЇ ТА ГРУПОВОЇ ШВИДКОСТЕЙ ХВИЛЬ

*Ільїн П.П., к.фіз.-мат.н., доцент*

*p\_ilyin@ukr.net*

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

Фазова швидкість  $v_{\text{ф}}$  – швидкість переміщення фази хвилі у певному напрямі. У випадку гармонічної монохроматичної хвилі  $v_{\text{ф}} = \frac{\omega}{k}$ , де  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  – хвильове число,  $\lambda$  – довжина хвилі,  $\omega$  – циклічна частота. З цього означення випливає що для вимірювання  $v_{\text{ф}}$  необхідно виміряти  $\omega$  та  $\lambda$  хвилі.

При вимірюванні  $v_{\text{ф}}$  фазовий метод змінної бази [1] ґрунтується на тому, що зміна відстані  $L$  між джерелом хвиль та приймачем викликає зміну часу поширення хвилі та фази коливань на приймачі. Зміні відстані на  $\lambda$  відповідає зміна фази на  $2\pi$ . Як опорний сигнал для фазового детектора використовується вихідний сигнал генератора, який збуджує хвилю.

Групова швидкість  $v_{\text{г}}$  визначається як швидкість руху групи хвиль, які утворюють у кожний даний момент локалізований у просторі хвильовий пакет. Вона визначає швидкість і напрям перенесення енергії хвилями. У випадку накладання двох гармонічних хвиль з близькими частотами  $v_{\text{г}} = \frac{\partial \omega}{\partial k}$ .

Часто для визначення величини  $v_r$  вимірюють час, за який хвильовий пакет (радіоімпульс) проходить відстань  $L$ . При наявності дисперсії у середовищі форма імпульсу змінюється і кількісна оцінка його переміщення може стати неоднозначною. Взагалі групова швидкість – це швидкість переміщення максимуму імпульсу, але не завжди швидкість переміщення максимуму імпульсу є груповою швидкістю хвилі [2].

Пропонується для безпосереднього вимірювання  $v_r$  використати метод змінної частоти. Оскільки фаза  $\varphi$  сигналу на приймачі  $\varphi = Lk$ , то  $v_r = \frac{\partial \omega}{\partial k} = \frac{\partial \omega}{\partial \varphi} L \approx \frac{\Delta \omega}{\Delta \varphi} L$  і вимірювання частотної залежності фази сигналу на приймачі дозволяє виміряти  $v_r$ . Найбільшу точність вимірювання зміни фази забезпечує компенсаційна схема, яка містить вимірювальний фазообертач.

#### Література

1. Бражников, Н.И. Ультразвуковая фазометрия /Н.И. Бражников.–М.: Энергия.–1968.–272 с.
2. Александров, Е.Б. В погоне за медленным светом // Е.Б. Александров, В.С. Запасский // Успехи физических наук.–2006.–Т.176, №10.–С.1093–1102.

### ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ АКТИВНОГО ОПОРУ ПЕРВИННОЇ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛИ

*Василенко В. В. д.т.н., професор*

*vasilenko@nubip.edu.ua*

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

Як відомо первинна обмотка трансформатора Тесли виконується за допомогою провідника великого перерізу для зменшення її активного опору з метою отримання максимальної величини струму та магнітного потоку.

Враховуючи те, що змінний струм високої частоти розподіляється в провіднику нерівномірно по всьому поперечному перерізу, а тільки в поверхневому шарі провідника, провідник, як правило виконується у вигляді.

В однорідному провіднику густина струму однакова при проходженні постійного струму, а неоднорідність розподілення спостерігається при проходженні змінних струмів. Змінний струм високої частоти практично концентрується в тонкому поверхневому шарі – звідси це явище отримало назву скін-ефект або поверхневий ефект. Пояснюється це виникненням вихрового електричного поля. Електричний струм на високих частотах проходить практично через поверхневий шар провідника, це призводить до зменшення задіяного перерізу провідника і відповідно до збільшення його опору.

Як відомо, згідно з першим законом Максвелла для провідника  $rot \vec{H} = \vec{J}$ , або  $rot \frac{\vec{B}}{\mu_0} = \vec{J}$ , а отже  $rot \vec{B} = \mu_0 \vec{J}$ .

Продиференціювавши обидві частини рівняння (1), одержимо:  
 $rot \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = \mu_0 \gamma \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ , або  $rot \cdot rot \vec{E} = \mu_0 \gamma \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ , а враховуючи, що  $rot \cdot rot \vec{E} = \nabla \nabla \vec{E} = \nabla^2 \vec{E}$ , остаточно отримаємо  $\nabla^2 \vec{E} = \mu_0 \gamma \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ .

Значення товщини скін-шару для мідного провідника при частотах струму в діапазоні 50 Гц...100 МГц.

Знаючи товщину скін-шару, розраховується його площа, як різниця площі перерізу цілого проводу,  $S_1$ , і площі перерізу його частини без скін-шару,  $S_2$ :

$$S_A = S_1 - S_2 = \frac{\pi}{4} [D_1^2 - (D_1 - 2\Delta)^2]$$

Таким чином, при розрахунку активного опору первинної обмотки трансформатора Тесли, виконаної у вигляді металеві трубки, враховується не площа поперечного перерізу цієї трубки, а площа поверхневого скін-шару, товщина якого визначається залежно від частоти струму, що протікає через первинну обмотку, та питомої провідності її матеріалу.

#### Литература

1. Алабина Ю. Ф. Электрическое поле в задаче о скин-эффекте / Ю. Ф. Алабина — Архангельск: Изд-во Поморского ун-та, 2008 — 406 с.
2. Нейман Л. Р. Поверхностный эффект в ферромагнитных телах / Л. Р. Нейман — М.: Госэнергоиздат, 1949 — 190 с.
3. Нейман Л. Р. Теоретические основы электротехники./ Л. Р. Нейман, К. С. Демирчан. — Л.: Энергия, 1967 — Т. 1. — 522 с; Т. 2. — 408 с.

### МАГНІТНЕ ПОЛЯ СТРУМІВ ОБМОТКИ СТАТОРА ВЕНТИЛЬНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ІЗ ЗАКРИТИМИ ПАЗАМИ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОЇ МАГНІТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

*Жильцов А. В.<sup>1</sup>, д.т.н., доцент; Романов В. П.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент;*

*Ликтей В. В.<sup>1</sup>, аспірантка*

*viktoria\_820@mail.ru*

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
 м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Белорусский национальный технический университет,  
 м. Мінськ, Білорусія*

Аналіз магнітного поля вентильних двигунів є важливою частиною у вирішенні завдань проектування та обґрунтованого вибору електромагнітних навантажень електричних машин.

Мета досліджень – розрахунок магнітного поля струмів обмотки статора у вентиляльному двигуні з неявнополюсним статором за умов прийняття його плоскопаралельним.

Аналіз магнітного поля вентиляльних двигунів є важливою частиною у вирішенні завдань проектування та обґрунтованого вибору електромагнітних навантажень електричних машин, що не можливо без аналізу електромагнітних процесів у них. Це потребує розв'язку системи рівнянь Максвелла в необмеженому просторі, що ускладнює використання скінчено-різницевих методів, які найбільш часто використовуються в даному випадку. Більш раціональним методом з точки зору оптимального використання обчислювальних ресурсів є метод редукції рівнянь Максвелла до систем інтегральних рівнянь на основі методу вторинних джерел з наступних їх чисельним розв'язком. Тому, в роботі на підставі цього підходу виведено аналітичні формули для розрахунку плоскопаралельного стаціонарного магнітного поля струмів, розміщених в пазах криволінійної трапецієподібної форми статора вентиляльного двигуна.

Розрахунок магнітного поля струмів обмоток статора вентиляльного двигуна є одним із етапів визначення його характеристик. Тому, на підставі безпосереднього інтегрування виразів для компонент напруженості магнітного поля, що створюється системою струмів, які розташовані в пазах у формі криволінійної трапеції, виведено аналітичні формули для їх визначення, що дозволяє усунути похибку чисельного розрахунку поля струмів обмоток статора вентиляльного двигуна.

### Література

1. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики: учеб. пособие. / А. Н Тихонов, А. А. Самарский — [6-е изд., испр. и доп.]. — М. : Изд-во МГУ, 1999. — 799 с.
2. Жильцов А. В. Крайова задача для тривимірного магнітного поля з урахуванням неоднорідності магнітних властивостей середовища. / А. В Жильцов, В. В. Ликтей // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. Наукове видання. — Кременчук: КрНУ, 2014. — Вип.1/2014(2). — С. 124 — 126.
3. Жильцов А. В. Розрахунок магнітного потоку від постійного магніту у формі циліндра за наявності феромагнетиків / 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.

**СЕКЦІЯ 7.  
ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ**

**МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОДНОФАЗНОГО КОМПЕНСОВАНОГО  
АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

**Чуєнко Р. М., к.т.н., доцент**  
*chuenko@nubir.edu.ua*

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

Застосування внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності (ВЄКРП) асинхронних двигунів (АД) дозволяє покращити їх енергетичні показники [3]. Реалізація ВЄКРП в АД може бути здійснена різними способами у залежності від прийнятої схеми та кількості паралельних віток обмотки статора базового двигуна [1, 2]. Кожна фазна обмотка статора компенсованого асинхронного двигуна (КАД) складається з основної обмотки, підключеної до мережі живлення, та додаткової, зміщеної у пазах осердя статора  $30^\circ$  та включеної на конденсатор.

Аналогічно КАД просторово зміщені між собою дві обмотки статора однофазного конденсаторного двигуна (ОКД) (рис. 1).

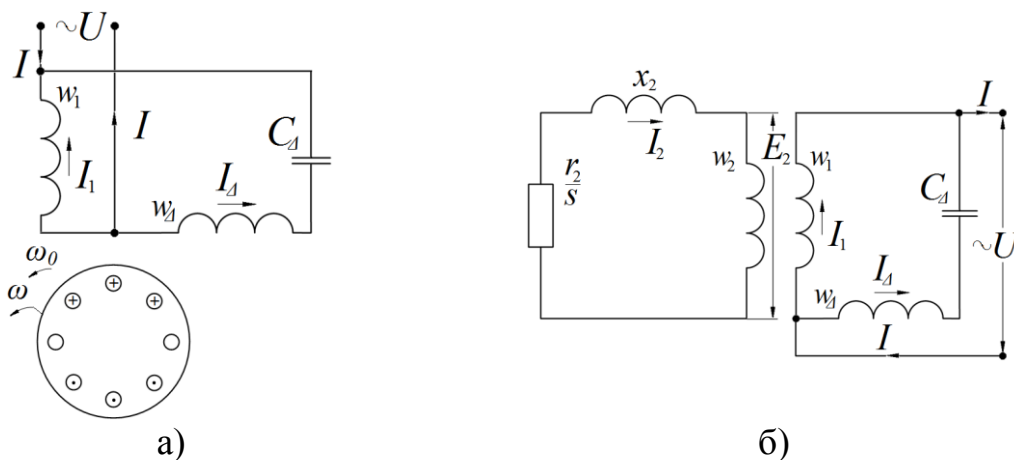


Рис. 1. Принципова електрична схема (а) та схема заміщення (б) однофазного компенсованого конденсаторного (компенсованого) електродвигуна

Рівняння електричної рівноваги для фази ОКД за схемою рис. 1, б за другим законом Кірхгофа, мають вигляд:

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

де  $\dot{E}_1 = \dot{E}_2 = -jx_m \dot{I}_0$ , В – основна ЕРС обмоток статора та ротора;  $\dot{E}_\Delta = j\dot{E}_1$ , В – ЕРС додаткової обмотки  $\Delta w$ ;  $z_1 = z_\Delta = r_1 + jx_1 = r_\Delta + jx_\Delta$ , Ом – власні опори

обмоток  $w_1$  та  $\Delta w$ ;  $r_1 = r_{\Delta}$ , 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;  $s$  – ковзання двигуна.

Струм ротора дорівнює:

$$\dot{I}_2 = \frac{z_s}{z_2} (\dot{I}_1 - j\dot{I}_{\Delta}) \text{ та } \dot{E}_1 = \dot{E}_2 = -Z_s (\dot{I}_1 - j\dot{I}_{\Delta}), \quad (2)$$

де  $Z_s = \frac{jx_m z_2}{z_2 + jx_m}$  – загальний опір роторного кола.

Тоді струми обмоток статора представляються у вигляді

$$\dot{I}_1 = \gamma \dot{U}, \dot{I}_{\Delta} = \Delta \dot{U}; \quad (3)$$

де коефіцієнти  $\gamma$  та  $\Delta$  визначаються за формулами:

$$\gamma = \frac{a \cdot f - c \cdot d}{b \cdot f - c \cdot e} = \frac{z_1 + Z_s(1+j) - jx_{c\Delta}}{z_1(z_1 + 2Z_s) - jx_{c\Delta}(z_1 + Z_s)}; \quad \Delta = \frac{b \cdot d - a \cdot e}{b \cdot f - c \cdot e} = \frac{z_1 + Z_s(1-j)}{z_1(z_1 + 2Z_s) - jx_{c\Delta}(z_1 + Z_s)}, \quad (4)$$

Наведена методика дозволяє проводити розрахунки, за результатами яких будуються необхідні характеристики ОКД. Аналіз отриманих характеристик дає можливість визначати зміну параметрів ОКАД, схем його обмотки тощо. для підвищення енергетичної ефективності двигуна 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.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНТАКТІВ КОНТАКТОРА ПРИСТРОЇВ РПН ТРАНСФОРМАТОРІВ

*Мархонь М. В., асистент*

*marchonmv@nubip.edu.ua*

*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. — 464 с.
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*

*radko.v.i@nubip.edu.ua*

*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. / А. М. Туричин — Л. : Энергия, 1975.

### **POWER LOSSES IN MULTILAYER WINDING OF CYLINDRICAL INDUCTOR**

*Berezjuk A. O., phd, sn. lect.; Markhon M. V., assistant  
marchonmv@nubip.edu.ua*

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

The efficiency of induction heating devices are mainly determined by its coefficient of performance (COP). Efficiency of the induction heating devices is determined by physical properties and geometrical dimensions and load inductor, namely length of winding, number of layers, the number of turns in the layer, a gap between the coils, inducing wire configuration.

To combined problem solving, we can calculate additional power losses in the windings of a cylindrical coil with regard to heterogeneity distribution  $\rho$ -and  $z$ -components of the magnetic field along the winding inductor. Also, studies for other geometrical parameters downloads at a constant value of current density in the windings. Found that losses in the windings of the inductor multilayer does not depend on the geometry of the boot.

The method of calculating the additional power losses in the windings of cylindrical multilayer inductors, which is based on numerical simulation of induction heating in the volume of the entire installation and determine the distribution of electromagnetic field components along the winding multilayer inductor to determine the electrical conditions in which the coils are winding.

### **ОБГУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИБОРУ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВІ СРІБЛА**

*Березюк А. О., к.т.н., старший викладач; Мархонь М. В., асистент  
marchonmv@nubip.edu.ua*

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

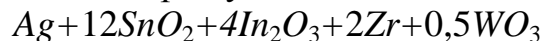
Практично неможливо створити універсальний контактний матеріал, який би відповідав всім існуючим вимогам, а тому залежно від

функціонального призначення контактної вузла доводиться приймати компромісне рішення. Для надійної роботи комутаційних апаратів з екологічно безпечними контактами вони повинні протидіяти впливу електричної дуги, хімічно і біологічно агресивному середовищу тваринницьких і птахівничих приміщень, а також механічним навантаженням.

Матеріали для контакт-деталей комутаційних апаратів вибираються на основі аналізу характеристик компонентів композиційних контактних матеріалів [1].

Контактний матеріал на основі срібло-оксид олова ( $Ag-SnO_2$ ) згідно є одним із перспективних матеріалів для заміни контактів з наявністю в них оксиду кадмія ( $CdO$ ), токсичність якого спонукає до пошуку заміновача.

На основі проведених досліджень був встановлений оптимальний склад композиційного контактного матеріалу:



Він має дрібнозернисту структуру з рівномірним розподілом оксидів всередині зерна та перевищує композицію матеріалу контактів КМК-А10 за величиною зносостійкості при комутації струму 100-150 А.

Шар напрацювання з тонкодисперсною структурою обмежено зв'язаний з основним матеріалом контакту. Він відрізняється від основного матеріалу фазовим і хімічним складом, структурою і властивостями, що в значній мірі визначають характер ерозії і ерозійну стійкість контактів.

Шари напрацювання виникають, як результат реакції матеріалу контакту на вплив електродугового розряду і вібрацій при комутації. Як показали дослідження, окремі типи шарів напрацювання здатні виконувати захисні функції, підвищувати ерозійну стійкість контактів.

#### Література

1. Омельченко В. Т. Теория процессов на контактах. / В. Т. Омельченко — Харьков: Вища школа. Из-во при Харьк. ун-те, 1979. — 128 с.

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

*Berezjuk A. O., phd, sn. lect.; Markhon M. V., assistant  
marchonmv@nubip.edu.ua*

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

One of the most effective and safe method of heating the heat exchange device is the inductive method of energy transfer [1], which is based on the occurrence of eddy currents in the electrically conductive material under the influence of an alternating electromagnetic field. In this case, the heating of metal

construction of the heater is according to Joule law by flowing of eddy currents, with subsequent transfer of heat to the heated material.

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

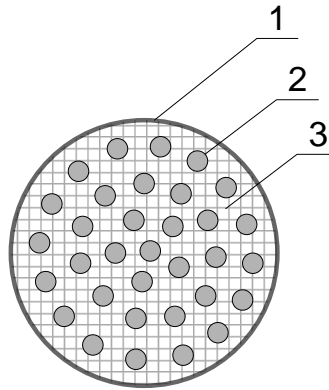


Fig.1. Cylindrical inductor which is loaded by a bundle of ferromagnetic rods  
1 – inductor, 2 – ferromagnetic rods 3 – bulk material (rapeseed).

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

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

and constitutive equations:

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

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

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

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

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

where  $\rho$ ,  $c_p$ ,  $\lambda$  – the density, specific heat capacity and thermal conductivity of the appropriate medium ;  $Q$  – power density heat sources,  $t$  – time.

#### References

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

### ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ПІДГРІВУ ТЕПЛОНОСІЇВ

*Березюк А. О., к.т.н., старший викладач; Мархонь М. В., асистент  
marchonmv@pubip.edu.ua*

*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

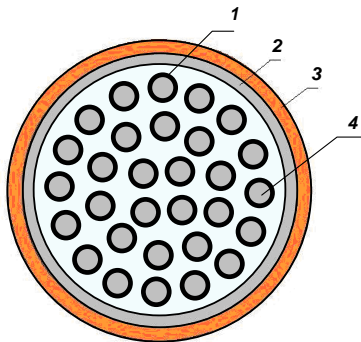


Рис. 1. Циліндричний індуктор із завантаженням у вигляді пучка труб:

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

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 теплоносій (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. / М. В. Степанов — К. : КНУБА, 2008. — 204 с.

### **ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

*Квітка С. О., к.т.н., доцент; Квітка О. С., аспірант*

*sergei.kvitka@yandex.ua*

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

Електродвигуни, які використовуються в агропромисловому виробництві, мають низьку експлуатаційну надійність. Їх аварійність щорічно складає 20-25 % [1]. Основною причиною передчасного виходу електродвигунів з ладу є відсутність надійних засобів контролю функціонального стану і захисту їх від аварійних режимів роботи. Тому розробка нових або удосконалення існуючих електротехнічних систем безперервного контролю функціонального стану і захисту електродвигунів в процесі їх експлуатації є одним з найважливіших напрямків підвищення експлуатаційної надійності останніх.

На основі проведеного аналізу умов експлуатації асинхронних електродвигунів в умовах агропромислового комплексу та існуючих засобів контролю і захисту були сформульовані вимоги до електротехнічної системи контролю функціонального стану і захисту трифазних АД від аварійних режимів роботи: повинні мати достатню швидкодію відключення захищеного електродвигуна; можливість постійного моніторингу напруги мережі, споживаного електродвигуном струму, температури ізоляції і витрати ресурсу ізоляції обмотки статора та відображення результатів на цифровому індикаторі; мале енергоспоживання; високу завадозахищеність; можливість автоматичного відключення і включення захищеного електродвигуна; реалізовані на сучасній елементній базі; можливість стабільно і надійно працювати в умовах сільських електричних мереж та при зміні температури навколишнього середовища в широких межах.

Висунутим вимогам відповідає запропонована електротехнічна система контролю функціонального стану трифазних асинхронних електродвигунів (рис. 1).

Дана система призначена для контролю функціонального стану, прогнозування остаточного ресурсу ізоляції обмотки статора асинхронних електродвигунів і захисту їх від основних аварійних режимів роботи, в якій

передбачений контроль наступних параметрів: споживаного електродвигуном струму по фазах; фазної напруги мережі; температури ізоляції обмотки статора електродвигуна.

До складу запропонованої електротехнічної системи входять наступні блоки і вузли: блок контролю температури ізоляції обмотки статора електродвигуна 1, блок контролю споживаного струму 2 і фазної напруги 3, мікроконтролер 4, блок звукової сигналізації 5, блок виконавчих реле 6, блок контролю витрати і прогнозування остаточного ресурсу ізоляції обмотки статора 7, блок вводу даних 8, блок цифрової індикації 9 і світлової сигналізації 10, блок пам'яті 11, комунікаційний порт 12, годинник реального часу 13, блок живлення 14, контрольований електродвигун 15.

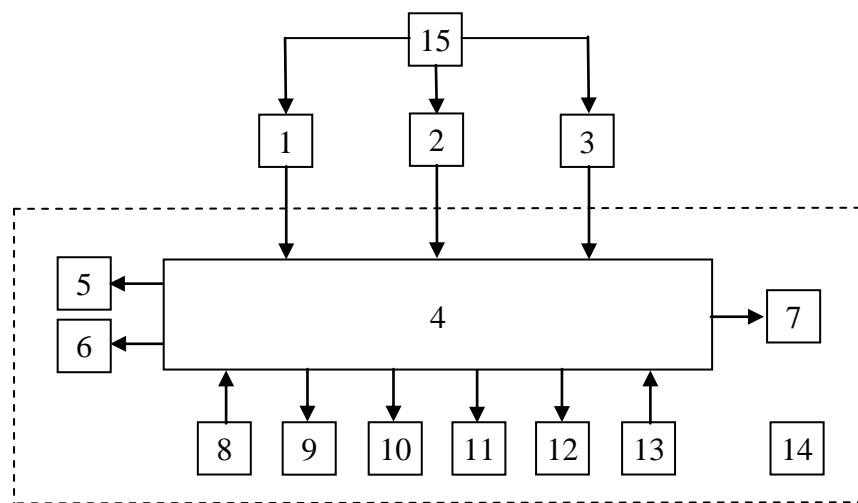


Рис. 1. Електротехнічна система контролю функціонального стану асинхронних електродвигунів

Призначенням блоків контролю температури 1, струму 2 і напруги 3 є вимірювання і перетворення наступних діагностичних параметрів: температури ізоляції обмотки статора; струму, який споживається обмоткою статора електродвигуна; фазного значення напруги живлення електродвигуна в інформативний електричний сигнал, який для подальшої обробки поступає на відповідні порти мікроконтролера 4.

Запропонована електротехнічна система контролю функціонального стану асинхронних електродвигунів дозволяє контролювати температуру ізоляції обмотки статора, струм споживаний електродвигуном, фазну напругу (наявність і рівень) і, при небезпечному їх відхиленні від заданих значень, автоматично відключати електродвигун, що дозволяє захистити його від основних аварійних режимів роботи; повністю використовувати перевантажувальну здатність електродвигуна в межах допустимих перевищень температури; контролювати витрату ресурсу і прогнозувати остаточний ресурс ізоляції обмотки статора асинхронних електродвигунів.

## Література

1. Квітка С.О. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. мВип. 153. — Харків : ХНТУСГ, 2014. — С. 85 — 87.

2 Пат. 67971 Україна, МПК Н02Н 7/09 (2006.01). Пристрій автоматичного захисту групи електродвигунів від аварійних режимів роботи / С. О. Квітка, О. Ю. Вовк, О. С. Квітка (Україна). — № u201110072; заявл. 15.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5. — 4 с.

## ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ

*Щепотьєв О. І.<sup>1</sup>, к.т.н., професор; Жильцов А. В.<sup>1</sup>, д.т.н., доцент;*

*Васюк В. В.<sup>1</sup>, асистент, Сидоров С. А.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент*

*vasyuk@nubip.edu.ua*

*<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

*<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Белоруссия*

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 аналоги 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.

### **НАНЕСЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА КОНТАКТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ**

*Березюк А. О., к.т.н., старший викладач; Мархонь М. В., асистент  
marchonmv@nubip.edu.ua*

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

Відомі на сьогодні теоретичні та експериментальні дані однозначно вказують на ефективність застосування композиційних покриттів для підвищення фізико-механічних та автомних характеристик металів і сплавів на їх основі. Велика кількість матеріалів матриці та наповнювача вимагає реалізації широкого діапазону технологічних параметрів електролізу, контролю складу електроліту, вмісту наповнювача, можливості його дозування, контролю кількості та рівномірності розподілу частинок в об'ємі електроліту.

Для реалізації вищеописаних процесів пропонується використовувати установку на базі *pH*-метра, яка дозволяє проводити електроліз на вертикальному і горизонтальному катоді. До складу установки входить *pH*-метр, який призначений для контролю величини *pH* безпосередньо під час проведення електролізу.

Для розширення меж робочих температур при електролізі, точності і стабілізації температури електроліту та рівномірності розподілу температури в об'ємі електроліту в гальванічній ванні розміщується мідний змішувач теплообмінник, який може працювати в режимах нагрівання та охолодження електроліту.

Потрібно також відмітити, що важливими факторами [1], які забезпечують якість композиційних електролітичних покриттів є рівномірність розподілу частинок наповнювача, об'ємний вміст частинок в матриці, якість зарощування частинок в матеріалі основи. Ці основні

характеристики забезпечуються встановленням різного типу мішалок.

#### Література

1. Теория процессов на контактах. Омельченко В. Т. — Харьков: Вища школа. Из-во при Харьк. ун-те, 1979. — 128 с.

### **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНІКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ** *Щепотьєв О. І.<sup>1</sup>, к.т.н., професор; Жильцов А. В.<sup>1</sup>, д.т.н., доцент; Тренгал А. С.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент; Васюк В. В.<sup>1</sup>, асистент*

*vasyuk@nubir.edu.ua*

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Воронежский государственный педагогический университет,  
г. Воронеж, Россия*

Експлуатаційні властивості – властивості, які характеризують процеси зміни параметрів об'єктів техніки при їх експлуатації, а також роботи, які необхідно проводити на об'єктах при їх технічній експлуатації і застосуванні, та пристосованість об'єктів до виконання цих робіт. До експлуатаційних властивостей техніки прийнято відносити: готовність до застосування, надійність, експлуатаційна технологічність, контролепридатність, стандартизованість і уніфіцированість, автономність, транспортабельність і пристосовуваність до базування, ергономічність.

Показником готовності об'єкта до застосування є ймовірність його готовності до застосування в заданий момент часу:

$$P_{\Gamma} = P_{\text{рем}} \cdot P_{\text{пр}} \cdot P_{\text{рес}} \cdot P_{\text{підт}},$$

де  $P_{\text{рем}}$  – ймовірність того, що на об'єкті до заданого моменту часу виконано усі ремонтні роботи;  $P_{\text{пр}}$  – ймовірність, того що на об'єкті до заданого моменту часу виконано усі профілактичні роботи і усунуті усі виявлені несправності;  $P_{\text{рес}}$  – ймовірність наявності у об'єкта ресурсу, на менш заданого;  $P_{\text{підт}}$  – ймовірність того, що до заданого моменту часу об'єкт буде підготовлений до застосування.

Показниками надійності об'єктів є показники їх безвідмовності (ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи), довговічності (середній ресурс, гамма-відсотковий ресурс, середній термін служби, гамма-відсотковий служби), ремонтпридатності (ймовірність відновлення за даний час, інтенсивність відновлення, середній час відновлення) і збережуваності (середній термін збережуваності, гамма-відсотковий термін збережуваності).

Показниками експлуатаційної технологічності є питома трудомісткість технічного обслуговування, питома вартість технічного обслуговування, ймовірність відновлення працездатного стану об'єкта за заданий час, середній час відновлення.

На практиці, часто ефективність техніки оцінюють не за одним а за декількома показниками. Комплексна оцінка ефективності потребує штучного об'єднання декількох показників в один узагальнений показник (критерій). Наприклад, конкретною є задача "досягнення максимального ефекту при заданих витратах або при мінімальних витратах". При цьому, рішення питання оцінки практичної оптимальності об'єктів зводиться до визначення коефіцієнтів важливості (вагових коефіцієнтів) часткових показників ефективності. Практична оптимальність систем може визначатися на базі головного показника якості системи, який обирається, виходячи з їх призначення.

Таким чином, оцінка впливу експлуатаційних властивостей об'єктів техніки на ефективність її застосування відноситься до методів рішення багатокритеріальних задач оптимізації. Вибір головного показника ефективності при цьому визначається виходячи з призначення об'єкта техніки. Концептуальна складова рішення визначається також особливостями призначення об'єкта.

## **ABILITY TO STORAGE ELECTRICAL APPARATUS**

*Stinen O., Lecturer*

*Stinen.O@maastrichtuniversity.nl*

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

Fairly well, especially for vehicles with a long shelf life, are the property of the device to keep the stages of storage and transportation are given their operating properties. During the operation of equipment in the elements occurring natural physical and chemical processes that cause of aging. In addition, the equipment is influenced by various environmental factors that accelerate the aging of cells.

All this leads to changes in the properties and parameters of components and elements, which ultimately leads to a change in the technical and operational characteristics of equipment. If significant change parameters of these characteristics may go beyond operational allowances and lead to failure of the equipment.

As single indicators to quantify the ability to save, use a medium term preservation and gamma-interest term preservation.

The average shelf life – is the expected shelf life:

$$T_s = \int_0^{\infty} t_{s,i} f(t_s) dt, \quad (1)$$

where  $t_{s,i}$  – expiration date  $i$ - on apparatus;  $f(t_s)$  – distribution density values. According to statistics the average shelf life:

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

where  $N$  – number of apparatus;  $T_{s,i}$  – термін зберігання  $i$ -го апарата.

Gamma-percent storage time  $T_{s,\gamma}$  – a period during which the unit is operational with a certain probability  $\gamma$  – percent.

Gamma-percent storage time is determined by:

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

where  $q(T_{s,\gamma})$  – distribution function shelf life.

## OBJECTS OF TECHNOLOGY READINESS

*Berndsmen D., Ph.D*

*Berndsmen@rwth-aachen.de*

*RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)*

*Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany*

Readiness is an important concept that applies not only to electric vehicles, but also to the staff that serves it. Ready determined by the following characteristics and factors:

- reliability;
- accepted system maintenance and condition monitoring;
- organization process service requests and intensity of their income;
- skilled service personnel.

Properties and factors that determine the level of readiness of electric vehicles, is inherently random because they depend on a large number of random features and settings (for possible failures, the nature of the necessary repairs, adjustments, technical condition of the equipment until the check, etc.). Consequently, the rates of readiness of electric vehicles are likely and statistical nature.

Indicators of readiness also called comprehensive reliability, because they characterize multiple properties that make reliability. Indicators of readiness include: availability factor  $K_a$ , operational readiness of rate  $K_{o.a.}$ , rate technical use  $K_t$ . The availability index  $K_r$  – is the probability that the equipment will be operational at any moment in time, except for scheduled periods during which the use of equipment provided for the purpose (planned maintenance, scheduled maintenance). Consequently, the availability factor  $K_r$  – the ratio of the total time

for correct operation of the time correct operation and repair, taken for a certain period of operation.

For most apparatus repaired there is such an order of service, after an expected immediate of failure to address it. Then:

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_{п.р.}} \quad (1)$$

This formula shows that the coefficient of readiness  $K_r$  can be increased both by increasing the time between failures  $T_f$ , and by reducing the average duration of routine maintenance  $T_{r.m.}$ . Thereby,  $K_r$  describes simultaneously two different properties of the equipment: reliability and maintainability. Coefficient of operational readiness of  $K_{o.r.}$  – a possibility that the device is in standby mode, will be operational at any moment in time and, since that time, will work smoothly within a specified time interval. We have already discussed that the probability of the equipment in working condition in any moment of time characterized by the coefficient of readiness  $K_r$ , and the likelihood that the equipment remains operational for a specified time  $t$  – probability of faultless work. Then:

$$K_{o.r.} = K_r + P(t) \quad (2)$$

Coefficient technical use  $K_{t.u.}$  – the ratio expectation residence time machine in working condition for some time to the sum of mathematical expectations residence time machine in working condition, downtime caused by maintenance and repair time for the same period of operation.

Based on statistical data obtained during the operation in question:

$$K_{t.u.} = \frac{T_{o\Sigma}}{T_{o\Sigma} + T_{r.\Sigma} + T_{r.m.\Sigma}} \quad (3)$$

where  $T_{o\Sigma}$  – total operating time of all apparatus;  $T_{P.\Sigma}$  – total downtime due to planned and unplanned repairs all devices;  $T_{T.O\Sigma}$  – total downtime due to planned and unplanned maintenance of all technical equipment.

## **ЗНАХОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНТУРА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРИТИСКАЮЧОГО ЗУСИЛЛЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ**

**Кондратенко І. П.<sup>1</sup>, д.т.н., чл. кор.; Жильцов А. В.<sup>2</sup>, д.т.н., доцент  
Васюк В. В.<sup>2</sup>, асистент**

*vasyuk@nubip.edu.ua*

<sup>1</sup>*Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Задача зниження залишкових напружень під час технологічного процесу виробництва та експлуатації є актуальною для забезпечення надійності, необхідних механічних характеристик, довговічності, працездатності та

безпеки експлуатації обладнання різних галузях агропромислового комплексу.

Одним з перспективних методів зниження залишкових напружень є метод електропластичної деформації, принцип якого поляє у дії на метал електричним струмом, густина якого перевищує певне граничне значення порядку  $10^5 \div 10^6$  А/см<sup>2</sup> і обумовлює пружне розвантаження залишкових напружень в металі. Спільно з Інститутом електродинаміки та Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона Національної академії наук України було розроблено експериментальний комплекс для зниження залишкових напружень.

До складу якого входять: генератор імпульсів струму (ГІС), електродна система, зразок, що досліджується (балка однієї пружності з алюмінієвого сплаву АМг6), вимірювальний комплекс для визначення залишкових напружень методом електронної спекл-інтерферометрії.

Метою дослідження є розрахунок параметрів контура для створення притискаючого зусилля в електротехнічному комплексі для зниження залишкових напружень

Електротехнічний комплекс для зниження залишкових напружень складається з двох незалежних контурів кожен з яких складається з послідовно з'єднаних ємності, індуктивності та активного опору.

Перший з них призначений для забезпечення заданої сили тиску на неферромагнітний провідний диск, який жорстко зв'язаний з електродом. Другий контур забезпечує заданий імпульс струму в дослідному зразку.

В загальному випадку задача вимагає розв'язання рівнянь Максвелла в тривимірній області, однак як що зробити ряд допущень, задачу можливо звести до двовимірної. Тобто якщо котушка, електрод і пластина являють собою циліндричні масивні тіла, що мають спільну вісь обертання, з якої надалі сполучається вісь  $z$  циліндричної системи координат, то задача розглядається в вісесиметричній постановці. В ході моделювання розроблено вісесиметричну математичну модель розрахунку миттєвої густини струму в електродній системі, що є складовою частиною електротехнічного комплексу для зниження залишкових напружень. Розрахуємо параметри першого електричного кола (ємність  $C_1$ , опір  $R_{31}$ , індуктивність  $L_1$ , напругу на ємності) із умови забезпечення сили тиску електроду, який жорстко зв'язаний з провідним диском, та часу її дії на неферромагнітну пластину. Індуктивність та активний опір котушки приймаємо, що залежить від її геометричних параметрів: внутрішнього радіусу, зовнішнього радіусу висоти, діаметру проводу намотування без ізоляції, с ізоляцією, кількості витків, коефіцієнту заповнення.

Встановлено, що під час процесу розряджання  $z$ -компонента сили електродинамічного притискання згодом пререходить у від'ємне значення та електрод прагне відштовхнутися від пластини. Це призводить до того, що площа контактної поверхні електрода з неферромагнітною пластиною зменшується і, як наслідок, збільшується опір контакту, що може призвести до оплавлення місця контакту. Тому необхідно обмежити час дії сили моментом зміни її напрямку.

Розроблено вісесиметричну математичну модель нестационарного електродфізичного процесу в системі зниження залишкових напружень, що дозволило визначити параметри контура для створення притискаючого зусилля із умови заданого його значення та часу дії.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНИХ КОНТАКТІВ В АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧАХ**

***Василенко В. В. д.т.н., професор***

*vasilenko@nubip.edu.ua*

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

В електроустановках сільського господарства широко застосовуються автоматичні вимикачі серії ВА 47-29 з номінальним струмом до 63 А і напругою електромережі 380 В. Контакти автоматичних вимикачів повинні надійно відключати електричні кола в умовах перевантаження і короткого замикання та бути здатними до протидії зварюванню в замкнутому стані і при комутації.

Контакт-деталі автоматичних вимикачів виготовлені із композиційного матеріалу  $Ag-15\%$  (мас.)  $CdO$ . Недоліком даного матеріалу є токсичність оксиду кадмію, який відноситься до 1-го класу токсично небезпечних речовин, які небезпечні для здоров'я людини. Під дією електричної дуги, яка виникає при комутації електричного кола, оксид кадмію при температурі 900 °С розкладається на кадмій і кисень та при температурі 1559 °С сублимує і потрапляє в навколишнє середовище.

Недолік  $SnO_2$  полягає у тому, що при довготривалому проходженні струму окиснюються робочі поверхні. Це призводить до перегріву матеріалу контактів та значного підвищення перехідного опору, що знижує надійність та термін служби автоматичних вимикачів. Для усунення цього недоліку розроблений матеріал [1], який включає наступні інгредієнти:  $Ag$  (82%) +  $SnO_2$  (11,5%) +  $In_2O_3$  (4%) +  $Zr$  (2%) +  $WO_3$  (0,5%).

Запобігання окисненню робочої поверхні контакту забезпечує введення оксиду вольфраму  $WO_3$  в кількості 0,5% (мас.). Розплавлені частинки  $WO_3$  ( $T_{пл}=1470$  °С) обволікають тверді частинки  $SnO_2$  і утворюють волокнистість



розплавленого срібла, де волокнами є частинки  $SnO_2$ , покриті  $WO_3$ . Введення оксиду індію  $In_2O_3$  дозволяє рівномірно розподіляти дрібнозернистий оксид олова в срібній матриці і прискорювати дифузію олова в зерна срібла при виготовленні контактного матеріалу. Введення цирконію підвищує електроерозійну стійкість контактного матеріалу за рахунок поглинання кисню із розплавленого срібла при дії електричної дуги, що призводить до зниження часу горіння дуги та розбризкування рідкого срібла. калібрували при тиску 9 МПа і відпалювали при 500 °С 1 год.

У автоматичного вимикача серії ВА 47-29 досліджено електроерозійну стійкість різнорідної контактної пари, де нерухомою контакт-деталлю був екологічно безпечний дослідний матеріал, а рухомою — серійний матеріал КМК-А30М. Дана контактна пара має більш високу електроерозійну стійкість в порівнянні з серійними, стабільний перехідний опір і високу стійкість до зварювання.

Висока електроерозійна стійкість контактної пари пояснюється стабілізацією опорної плями дуги на частинках оксиду олова  $SnO_2$ , температура кипіння якого становить 2273 °С. Вибіркова взаємодія електричної дуги з частинками  $SnO_2$ , які є найменш тепло - і електропровідними, викликає їх ерозію. Внаслідок цього електрична дуга переміщується з однієї частинки  $SnO_2$  на іншу і відбувається дисипація енергії дуги та зменшується кількість енергії, яка поглинається матеріалом контактів. Оксиди олова підвищують дугогасильний ефект, перешкоджають зварюванню контактів при комутації струму в нормальних і аварійних режимах.

#### Література

1. Мастеров В. А. Серебро, сплавы и биметаллы на его основе: (Справ.). / В. А. Мастеров, Ю. В. Саксонов — М. : Прогресс, 1979. — 296 с.
2. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

### ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

*Лут М. Т., к.т.н., професор; Окушко О. В., к.т.н., доцент  
limmit1@ukr.net*

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

Серед методів і засобів неруйнівного контролю [1;3] і технічного діагностування все більш одержують поширення методи контролю температури з використанням тепловізорів. Особливо актуальним є це питання в енергетиці, що обумовлюється передусім ефективністю даного

методу контролю, безпечністю проведення, незначними експлуатаційними витратами, відносно недорогим технічним обслуговуванням і низькими інспекційними витратами.

Застосування тепловізійного контролю електрообладнання базується на тому, що значна кількість його дефектів викликає зміну температури дефектних елементів, внаслідок чого змінюється інтенсивність інфрачервоного випромінювання. Ці зміни температурних полів містять в собі інформацію про процеси теплообміну обстежуваних об'єктів, наявність локальних джерел тепла, порушення однорідності теплофізичних властивостей матеріалів тощо.

Завдяки достатній чутливості сучасних тепловізорів можна виявляти на ранній стадії як дефекти контактних з'єднань[4], так і погіршення стану ізоляції багатьох видів електрообладнання, а отже можна зробити однозначний висновок про наявність чи відсутність в електрообладнанні прихованих дефектів, які важко, а в багатьох випадках навіть неможливо, виявити іншими методами.

Для контактів і контактних з'єднань варто використовувати граничні значення температури нагрівання і її перевищення, наведені для струмів навантаження  $(0,6-1,0)I_{ном}$  після відповідного перерахування. Перерахування виміряного перевищення температури до нормованого здійснюється, виходячи зі співвідношення:

$$\frac{\Delta T_{ном}}{\Delta T_{раб}} = \left( \frac{I_{ном}}{I_{раб}} \right)^2 \quad (1)$$

де  $\Delta T_{ном}$ - перевищення температури при  $I_{ном}$  ;  $\Delta T_{раб}$ - перевищення температури при  $I_{раб}$ . Для контактів і контактних з'єднань при струмах навантаження  $(0,3-0,6)I_{ном}$  оцінка їхнього стану проводиться за надлишковою температурою. В якості нормативу використовується значення температури, перераховане на  $0,5I_{ном}$ . Для перерахування використовується співвідношення:

$$\frac{\Delta T_{0,5}}{\Delta T_{раб}} = \left( \frac{0,5I_{ном}}{I_{раб}} \right)^2 \quad (2)$$

Можливості та перспективи застосування тепловізійного контролю в галузі електроенергетики досить широкі – від електростанцій, підстанцій та високовольтних ліній електропередачі до технологічного обладнання, споживачів електроенергії. Отримані під час проведення тепловізійного контролю термограми [5] дозволяють контролювати теплові режими роботи електрообладнання під навантаженням, швидко й чітко виявляти неполадки та окремі дефекти електрообладнання ще задовго до того, як вони призведуть до виникнення масштабних аварій [2;6].

## Література

1. Вавилов В. П. Тепловые методы неразрушающего контроля. / В. П. Вавилов — М. : Машиностроение, 1991. — 250с.
2. Фоменков А. П. Использование тепловизионных систем диагностики для предупреждения аварий оборудования. / А. П. Фоменков // Энергетик. — 2002. — №3. — С. 46.
3. Воронов С. А. Применение тепловизионных систем для теплового неразрушающего контроля. / С. А. Воронов, С. А. Мурахов, Н. А. Гордийко // Энергетика: економіка, технології, екологія. — 2002. — №4. — С. 43 — 47.
4. Власов А. Б. Оценка параметров надежности контактных соединений по данным тепловизионного контроля. / А. Б. Власов // Электротехника. — 2002. — №6. — С. 22.
5. Власов А. Б. Обработка и анализ данных тепловизионного контроля. / А. Б. Власов // Электротехника. — 2002. — №7. — С. 34.
6. Харченко И. А. Тепловизионный контроль: предупредить аварию на ранней стадии развития дефекта. / И. А. Харченко, И. Н. Рыжиков, С. Е. Михайличенко. // Электропанорама. — 2003. — №5. — С. 27 — 30.
7. Власов А. Б. Факторный анализ показателей надежности контактных соединений по данным тепловизионного контроля. // transform.ru

## БАГАТОРІВНЕВІ ІНВЕРТОРИ НАПРУГИ З СИНУСОЇДНОЮ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

*Василенко В. В. д.т.н., професор*

*vasilenko@nubip.edu.ua*

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

Перспектив подальшого вдосконалення електрифікації сільського господарства характеризується застосуванням нетрадиційних систем електропостачання з використанням вітроелектричних та фотоелектричних джерел живлення, що потребують перетворення постійного струму в синусоїдний змінний струм за допомогою автономних інверторів напруги. Це стосується перш за все віддалених від централізованих мереж електропостачання автономних фермерських господарств і малих підприємств.

Аналіз інверторів, які перетворюють напругу постійного струму в напругу синусоїдного змінного струму промислової частоти, свідчить, що найбільш ефективним способом забезпечення якості синусоїдних кривих вихідної напруги є застосування амплітудно-імпульсної модуляції (АІМ). При цьому застосування АІМ є особливо доцільним при побудові інверторів на значні потужності і високі напруги та при необхідності поліпшення якості вихідної напруги.

Приймаючи за основу вибору найбільш раціонального варіанту технічного рішення багаторівневих інверторів напруги, доцільно виконати порівняльний аналіз їх можливих схемних рішень та отриманих залежностей

вихідної напруги синусоїдного змінного струму від часу при синусоїдній порівневій широтно-імпульсній модуляції.

В процесі аналізу на основі програмного пакета *Tcad6.2* проведено ряд комп'ютерних моделювань двох, трьох і п'яти рівневих АІН у функції глибини модуляції  $m_A$  при наступних параметрах: величина напруги живлення інвертора  $U_{dc}=300\text{ V}$ , відносна частота модуляції  $f_{mod}^* = 24$  та *RL*-навантаження (при  $f=50\text{ Гц}$ ,  $S=20\text{ kVA}$ ,  $\cos\varphi=0,906$ ). Коефіцієнт глибини модуляції  $m_A$  в двох, трьох і п'яти рівневих АІН визначається як відношення амплітуди синусоїдного модульованого сигналу до сумарної амплітуди трикутного модуляційного сигналу в колах управління АІН. Моделювання показало суттєве поліпшення їх гармонічних спектрів при зростанні числа рівнів.

Таким чином, аналіз інформаційних матеріалів в галузі інверторів напруги показав, що найбільш доцільним для нетрадиційних систем електропостачання та систем передачі електроенергії по одному проводу для автономних об'єктів сільського господарства є розробка або вибір багаторівневих інверторів напруги з широтно-імпульсною модуляцією.

Результати виконаного аналізу схемно-технічних рішень доцільно застосовувати при подальших дослідженнях та розробках автономних інверторів напруги для різноманітних електротехнічних комплексів з резервними джерелами живлення постійного струму.

### Література

1. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники. / Г. С. Зиновьев. — Новосибирск: издательство НГТУ, 2003. — 664с.
2. Gautam Sinha, Thomas A.Lipo. „A Four Level Inverter Based Drive With a Passive Front End”, Power Electronics Specialist Conference Institute of Electrical and Electronics Engineers — 2000, pp.285 — 294.
3. Yahya Shakweh, Eric A.Lewis. „Assessment Of Medium Voltage PWM VSI Topologies For Multi-Megawatt Variable Speed Drive Applications”, Power Electronics Specialist Conference Institute of Electrical and Electronics Engineers — 1999, pp.965 — 970.

## СЕКЦІЯ 8. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

### СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ ІЗ ВОДОНАПІРНОЮ БАШТОЮ

*Василенко В. В., студент; Василенков В. Є., к.т.н., доцент*

*vasilenkov@nubip.edu.ua*

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

У даний час більшість систем водопостачання організовано з використанням відносно дешевих металевих водонапірних башт Рожновського (ВБР).

Досвід експлуатації показує, що основним недоліком є обледеніння внутрішніх поверхонь стінок башти в зимовий період року. При цьому в першу чергу порушується робота систем автоматичного регулювання рівня води (датчиків рівня), знижується корисний об'єм башти і в кінцевому результаті відбувається її механічне руйнування. Для часткового вирішення цього питання в конструкції башти з внутрішньої її сторони облаштовані льодоутримувачі, які тільки утримують лід, але не запобігають обледенінню [1].

Відома водонапірна башта, яка працює по схемі повного використання тепла води, що поступає із скважини, але основний недолік цієї схеми той, що наскільки ця міра ефективна в різних кліматичних умовах, границі її ефективності по мінімуму температури навколишнього середовища, наприклад, для умов зими 2012 року, коли мінімум від'ємної температури сягав максимуму.

Тому ставилася задача по підвищенню стійкості до обледеніння внутрішньої поверхні стінок башти.

Для виконання задачі пропонується у водонапірну башту додатково по дотичній до циліндричної форми бака з внутрішньої її сторони розташувати нагрівальні кабелю з температурою 65°C – 110°C, підключення кабелів виконувати на ізоляційній панелі у верхній частині башти, захищеного кришкою і недоступній для вологи.

Водонапірна башта із нагрівальними кабелями дозволить:

- підвищити надійність роботи водонапірної башти, в тому числі:
- датчиків рівня води;
- практично до 100% використання корисного об'єму башти в зимовий період;

#### Література

1. Дідур В. А. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід. / В. А. Дідур, О. Д. Савченко, С. І. Пастушенко. — Запоріжжя: Прем'єр, 2005. — 393 с.

2. Режим доступу: — <http://sbk.ltd.ua/ru/vodonapornye-bashni/45-vodonapornaya-bashnya-chertezh-fundamenta-vodonapornoj-bashni-rozhnovskogo.html>)

## **СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ З ДВОМА БАШТАМИ**

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

*vasilenkov@nubip.edu.ua*

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

Кращими джерелами водопостачання є підземні води, вони більш безпечні в санітарному стані і в більшості придатні до використання без покращення їхньої якості.

Водопостачання із підземних джерел, складається із свердловини з насосною установкою 1-го підйому, напірного водопроводу, водонапірної башти і споживачів води з декількома розгалуженнями. Об'єм водонапірної башти залежить від максимального добового споживання води, режиму роботи насосної станції. Основним недоліком цієї основної схеми водопостачання є те, що на випадок виходу із ладу скважини одна водонапірна башта не в змозі забезпечити нормальне функціонування споживачів.

З експлуатації теплоенергетичного обладнання відомо, що для надійної роботи котельні необхідною умовою є встановлення як мінімум 2-х котлів, що забезпечує надійність в роботі і цей досвід в теплоенергетиці можна застосувати і в системі водопостачання.

Метою роботи ставиться задача по підвищенню надійності забезпечення водою споживачів у період форс-мажорних обставин.

Для досягнення даної мети пропонується в систему водопостачання, що складається із свердловини з насосною установкою, напірного водопроводу, водонапірної башти і споживачів води з декількома розгалуженнями паралельно до існуючої водонапірної башти встановлювати додатково ще одну водонапірну башту, яка повинна забезпечувати водою споживачів в період виходу із ладу скважини, бути постійно заповненою і працювати почергово з основною баштою, щоб не псувалась вода.

Друга станція керування працює аналогічно до першої. Схема перемикання двох водонапірних башт передбачає подачу води від однієї із двох башт. При цьому якщо перша водонапірна башта порожня, тобто рівень води в ній нижче нижнього датчика води КНУ, то починає працювати друга, яка в цей час повна.

Система водопостачання із підземних джерел з використанням 2-х водонапірних башт дозволить підвищити надійність роботи системи водопостачання на 40–50%.

## Література

1. Дідур В. А. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід. / В. А. Дідур, О. Д. Савченко, С. І. Пастушенко. — Запоріжжя: Прем'єр, 2005. — С. 381 — 383.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КАЛОРИМЕТРИЧНОГО СТАНДАРТУ

*Кловак К. В., студент; Василенков В. Є., к.т.н., доцент*

*vasilenkov@nubip.edu.ua*

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

Градування калориметра полягає у встановленні співвідношення між кількістю енергії, що отримала калориметрична система, і як результат, зміна її стану (найчастіше за все температури, рідше – маси, об'єму і т.д.).

Бензойна кислота була прийнята, як стандартна речовина в калориметрії, рішенням 2-й Міжнародній конференції з хімії IUPAC в 1921 р. Пізніше енергія згорання бензойної кислоти уточнювалася в численних роботах. У сертифікаті на бензойну кислоту, що випускається в якості калориметричного стандарту в США, прийняте значення її енергії згорання  $\Delta U_B = 26434$  Дж/г.

Метою роботи є розширити перелік калориметричних стандартів для визначення енергетичного еквівалента калориметра за рахунок визначення енергії згорання іншої речовини, а саме, цукрової пудри.

Проведені експериментальні дослідження на кафедрі теплоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України по визначенню теплотворної властивості калориметричного стандарту, а саме, цукрової пудри, показали, що наважка цукрової пудри вагою 1 г при повному спалюванні в калориметричній бомбі в середовищі стиснутого кисню під тиском 30 ат., температурі 25°C дає теплотворну властивість аналітичної проби по бомбі 3980 кал/г.

В технічній енциклопедії 1931 р., том 9, розділ калориметрія, приведено результати теплоти згорання цукрової пудри визначені Річардсом, які дорівнюють 3951,5 кал/г при зважуванні наважки цукрової пудри у повітрі, тобто в реальних умовах. Таким чином, наші дослідження практично підтверджують визнану в 1931 р. калорійність цукрової пудри.

Визначення в якості калориметричного стандарту цукрової пудри, дає можливість: розширити перелік калориметричних стандартів і запропонувати в ДСТУ в якості стандартної речовини використовувати цукрову пудру; теплотворну властивість цукрової пудри, як стандартної речовини вважати 3980 кал/г; уникнути імпорту залежність по калориметричним стандартам; зменшити собівартість проведення калориметричних дослідів (1 кг бензойної кислоти коштує до 40 тис. грн., що значно більше вартості цукрової пудри).

## Література

1. Кирьянов К. Калориметрические методы исследования. / К. Кирьянов. — Нижний Новгород: Образовательно-научный центр, 2007, — С. 13 — 14.

### **МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ПРОЦЕСУ ВІСБРЕКІНГУ**

*Лукінюк М. В., ст. викладач; Кравченко І. Ю., студентка*

*lukinuk@ukr.net*

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

Термічний крекінг, який є процесом перетворення нафтової сировини під дією високих температур в газоподібні, рідкі та тверді продукти нафтових дистилатів з отриманням високооктанових компонентів бензину, останнім часом втратив своє первісне значення [1]. Натепер більшого поширення набуває легка форма термічного крекінгу – вісбрекінг, який здійснюється під тиском до 2 МПа і за температури до 450 °С. Мета процесу полягає в отриманні котельного палива за рахунок зниження в'язкості вихідної сировини – гудрону (утворюється також певна кількість газу, бензину та дизельної фракції).

Основним реакційним апаратом вісбрекінгу є трубчаста піч, у якій під дією температури відбувається частковий крекінг сировини та його «полегшення» [2]. Розрахунок печі вісбрекінгу зводиться до визначення швидкості процесу, тривалості перебування сировини в реакційній зоні за заданої температури, виходів продуктів і геометричних розмірів змішувача печі.

Особливістю багатьох вторинних процесів, зокрема й вісбрекінгу, є часткова або повна рециркуляція сировини, тобто вихід продуктів може здійснюватися за одноразовий пропуск сировини або шляхом її рециркуляції. У матеріальних балансах установок зазвичай відображають сумарний вихід кожного продукту з урахуванням рециркуляції, і для підрахунку сумарного виходу вводяться коефіцієнти рециркуляції  $k_p$  і завантаження  $k_3$ :

$$k_p = \frac{G_c}{G_p}; k_3 = \frac{G_c + G_p}{G_c} = 1 + k_p,$$

де  $G_c$ ,  $G_p$  – витрати свіжої сировини та циркуляційного залишку, кг/с.

Враховуючи матеріальний баланс процесу вісбрекінгу можна зробити висновок, що цей процес є конкурентно-спроможним у порівнянні з каталітичним крекінгом. Обчислені коефіцієнти дозволяють спростити обчислення теплового та матеріального балансів і є показниками залежності витрати свіжої сировини від витрати циркуляційного залишку.



## Література

1. Капустин В. М. Нефтеперерабатывающая промышленность США и бывшего СССР [Текст] / В. М. Капустин, С. Г. Кукес, Р. Г. Бертолусини. — М. : Химия, 1995. — 304 с. — Библиогр. С. 295.

2. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст]: навч. посіб. / М. В. Лукінюк. — К. : НТУУ «КПІ», 2008. — 236 с. : іл. — Біблігр.: с. 230-231. — 200 пр. — 978-966-622-287-2.

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

*Чуприна А. В., студент; Василенков В. Є., к.т.н., доцент*

*vasilenkov@nubip.edu.ua*

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

Відцентрові електронасоси є основним типом водопідйомного устаткування в сільськогосподарському виробництві. Основна деталь відцентрового насоса – робоче колесо, що визначає конструкцію й розміри інших деталей. Робочі колеса відцентрових насосів виконуються двох типів - відкритого й закритого. У відкритих коліс порожнини для проходу води непостійні, такі колеса надійні в експлуатації. Заглибні електронасоси складаються із двох основних вузлів: відцентрового одно- або багатоступінчастого насоса й вбудованого заглибного асинхронного електродвигуна. Особливість заглибних електронасосів полягає в тому, що приводний двигун безпосередньо з'єднаний з робочим органом насоса. Завдяки цьому спрощується конструкція електронасосів, підвищується надійність, зменшуються габарити й маса. Для запобігання змішування чистої води, що перебуває усередині електродвигуна, з водою яка відкачується, електродвигуни герметизують.

У позначенні заглибних електродвигунів сучасних конструкцій типу ПЭДВ і ПЭДГ букви означають: П – заглибний, ЭД – електродвигун, В – водозаповнений, Г – з гільзованим статором [1].

Заглибні насоси типу ЭЦВ становлять єдину серію й позначаються: буква Э – із приводом від заглибного електродвигуна; Ц – відцентровий; В – для подачі води й чисел, що послідовно вказують мінімально допустимий для даного типорозміру внутрішній діаметр обсадної колони труб (свердловини) у міліметрах, зменшений у 25 разів й округлений, подачу в кубічних метрах за годину й напір у метрах водяного стовпа при номінальному режимі роботи. Стандартом передбачається випуск відцентрових насосів для води з подачею від 0,63 до 1000 м<sup>3</sup>/ч

Найбільш перспективним типом водопідйомного обладнання в с/г виробництві є заглибні відцентрові насоси. Розрахунками встановлено і практикою підтверджено, що витрати на механізацію і автоматизацію

водопостачання із використанням заглибних відцентрових насосів в сільській місцевості окуповуються за 1-2 роки.

#### Література

1. Яременко О. В. Испытания насосов / О. В. Яременко // Справочное пособие. — М. : Машиностроение, 1976.

### ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ, СВЕРДЛОВИНИ І НАПІРНОГО ТРУБОПРОВОДУ

Наземцев О. І., студент; Василенков В. Є., к.т.н., доцент

vasilenkov@nubip.edu.ua

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

У процесі експлуатації електронасосний агрегат і мережа трубопроводів становлять єдину систему й перебувають у тісному взаємному зв'язку.

Основні параметри роботи заглибних насосів, встановлених у водяних свердловинах, визначають за характеристиками цих насосів і припливу води до свердловини. Щоб встановити величину подачі насоса, що працює в конкретній свердловині, необхідно побудувати характеристику спільної роботи насоса, трубопроводу й свердловини.

Метою роботи є дослідження сумісної роботи насосу, трубопроводів і свердловини.

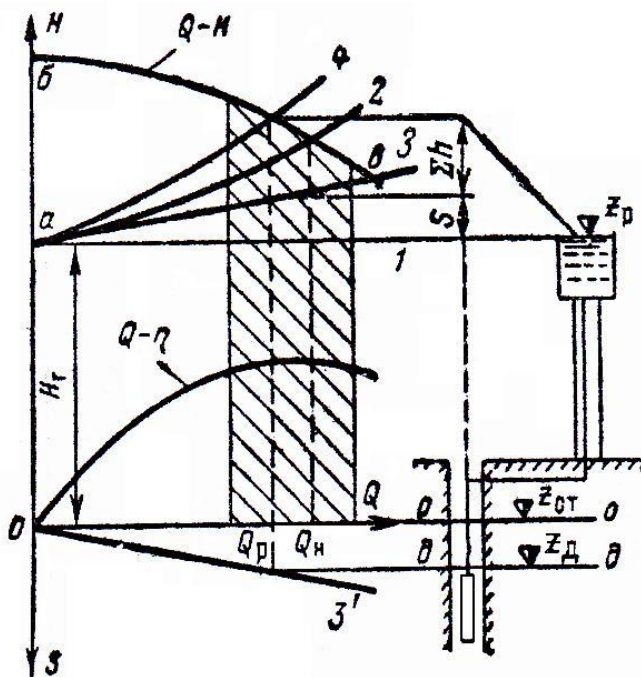


Рис. 1 Сумісні характеристики насосної установки, свердловини і напорного трубопроводу

На рисунку лінія О-о – статичний рівень води в свердловині, а-1 – геометрична висота підйому, тобто різниця між оцінками статичного рівня води в свердловині й вливу води з напорного трубопроводу,  $H_r = z_p - z_{ст}$ , і д-д – динамічний рівень води в свердловині. Лінія а-2 являє собою характеристику трубопроводу, вважаючи від напорного патрубку насоса до точки вливу води, а пряма а-3 (0-3') є характеристикою свердловини, тобто графічною залежністю зниження рівня від дебіту свердловини.

Нахил лінії а-3 до осі абсцис відповідає питомому дебіту свердловини, тобто припливу на 1 м зниження рівня. Різниця ординат ліній а-3 й а-1 дорівнює величині зниження рівня води в свердловині при рівних витратах. Ординати сумісної характеристики трубопроводу й свердловини а-4 отримані шляхом підсумовування ординат лінії а-3 і втрат у трубопроводі.

Характеристика  $Q-H$  насосної установки позначена на цьому малюнку лінією б-в.

У початковий момент (відразу після пуску) насос подає витрату  $Q_n$ , що відповідає точці перетину кривих б-в і а-2. Після того як режим встановиться, тобто після того як рівень води в свердловині понизиться до динамічного горизонту, насос почне подавати витрату  $Q_p$ , що відповідає точці перетинання кривих б-в і а-4. При цьому необхідною умовою правильності вибору насоса є відповідність цієї точки робочій зоні насоса (зона максимальних ККД на кривій  $Q - \eta$ ), на малюнку ця зона заштрихована.

При виборі насосного устаткування для свердловин необхідно строго враховувати режим експлуатації, особливості конструкції заглибних насосів, що значною мірою визначає ефективність дії водозабору. Особливість заглибних електронасосів полягає в тому, що приводний двигун безпосередньо з'єднаний з робочим органом насоса. Завдяки цьому значно спрощується конструкція електронасосів, підвищується надійність, зменшуються габарити й маса. Обмотка статора виконується зі спеціальною ізоляцією, що допускає роботу електродвигуна у воді. Для запобігання змішування чистої води, що перебуває усередині електродвигуна, з водою яка відкачується, електродвигуни герметизують. Вони мають манжетне ущільнення вала й спеціальний пристрій у вигляді еластичної діафрагми, що компенсує зміну об'єму води.

Дослідження пускових режимів роботи свердловини із заглибними електронасосами показали: при пуску заглибного насоса в свердловині спостерігаються складні гідродинамічні явища, які пов'язані з гідравлічним ударом, коливаннями витрат й тиску у верхній частині фільтра; пуск насоса на закриту засувку не усуває коливань тиску у водопідйомній колоні й прифільтровій зоні; для підвищення довговічності й надійності свердловини необхідно здійснювати плавний пуск заглибних насосів або використовувати пускорегулюючі пристрої, наприклад кільцеві засувки.

### Література

1. Фролов Ф. М. Эксплуатация водяных систем теплоснабжения. / Ф. М. Фролов — М. : Стройиздат, 1991. — 236 с.
2. Дідур В. А. Гідравліка сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід. Підручник. / В. А. Дідур. — Запоріжжя: Прем'єр, 2005. — 455 с.

## **OPTIMIZATION OF FINNED SURFACE WITH COATING HOW MANNER FOR IMPROVEMENT OF HEAT EFFICIENCY THE SOLAR COLLECTORS**

*Gorobets V. G.*

*gorobetsv@ukr.net*

*National University of life and environmental sciences, Kyiv, Ukraine*

In most cases the existing construction of solar collectors is used the smooth surface with coating having the large 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 of thermophysical characteristics of fin and coating on geometrical form for fin possessing the minimal mass. Comparison of smooth and finned surfaces with coating are 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.

## **КОМП'ЮТЕРНЕ ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМІНУ НА ПОВЕРХНІ КОМПАКТНИХ ГЛАДКОТРУБНИХ ПУЧКІВ З ПОПЕРЕЧНИМ ОБТІКАННЯМ**

*Горобець В. Г.<sup>1</sup>; Богдан Ю. О.<sup>2</sup>; Троханяк В. І.<sup>1</sup>*

*gorobetsv@ukr.net*

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

<sup>2</sup>*Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана*

*Петра Конашевича-Сагайдачного,*

*м. Київ, Україна*

В роботі розглядається проблема теплообміну на гладкотрубних пучках, які отримали широке розповсюдження у теплоенергетичних пристроях, що використовуються в різних галузях АПК, судновій енергетиці, а також у багатьох теплообмінних апаратах різного призначення. При цьому важливу роль у вивченні фізичного механізму тепловіддачі компактних пучків при поперечному їх обтіканні представляють дослідження локальної тепловіддачі по периметру окремих трубок. У роботі виконано комп'ютерне моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну в каналах компактного поперечно обтічного гладкотрубного пучка при відсутності зазору між сусідніми

трубками малого діаметру у повздовжніх рядах за допомогою прикладного програмного забезпечення *ANSYS Fluent*. Отримані залежності локального розподілу коефіцієнту тепловіддачі по периметру трубок 1-4-го поперечних рядів першого пучку для кожного з п'яти установлених режимів. Проведений порівняльний аналіз отриманих результатів з результатами відомих експериментальних досліджень для гладкотрубних пучків коридорної і шахової компоновки. Визначено, що максимальні значення відносного коефіцієнту тепловіддачі 2-4-го рядів трубок  $\alpha_m/\alpha_{cp}$  на ділянках приєднаної течії (при  $Re = 6044$ ) перевищує на 0,46 (29 %) максимальне значення  $\alpha_m/\alpha_{cp}$  для 3-7-го рядів трубок коридорного і на 0,30 (15 %) для 3-7-го рядів трубок шахових пучків (при  $Re = 14000$ ). Причому у досліджуваного пучка максимумів  $\alpha_m/\alpha_{cp}$  більше вдвічі, що інтенсифікує процес теплообміну.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Богдан Ю. А.<sup>1</sup>, Горобец В. Г.<sup>2</sup>  
gorobetsv@ukr.net*

*<sup>1</sup>Киевская государственная академия водного транспорта  
имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного*

*<sup>2</sup>Национальный университет биоресурсов и прородоиспользования  
Украины, г. Киев, Украина*

Среди существующих энергетических установок (ЭУ), используемых на водном транспорте дизельные установки занимают ведущее место исходя из следующих основным достоинств: высокой экономичности, надежности в работе, значительного моторесурса. Даже с учетом преимуществ дизельных ЭУ проблемы, связанные с повышением их эффективности и обеспечением максимальной экономии первичных энергетических ресурсов остаются нерешенными. Основные пути решения указанных проблем состоят в использовании тепловых потерь энергии сжигаемого топлива. Таким образом, дополнительно к генерированию основной механической (электрической) энергии (механической – дизель, электрической – дизель-генератор) одновременно можно производить тепловую энергию (утилизация вторичных энергетических ресурсов дизеля), что существенно повысит коэффициент полезного действия (КПД) установки. Установки с комбинированной выработкой нескольких видов энергии получили название когенерационных установок (КГУ).

Широкое распространение способа комбинированной генерации энергии вызывает необходимость в создании методик расчета тепловой и

электрической мощности КГУ на базе ДВС, использование которых позволит выполнить оценку эффективности КГУ.

Существуют упрощенные методики для оценки вырабатываемой механической (электрической) энергии. При этом отсутствуют методики для определения количества полезной тепловой энергии, которая вырабатывается в утилизационном контуре КГУ. В основу существующих методик положены результаты теплосбалансовых испытаний с последующим составлением внешнего теплового баланса двигателя, где определяются его тепловые потери. Такой подход к определению тепловой мощности является недостаточным, поскольку не дает детального расчета полезной тепловой энергии, вырабатываемой в утилизационном тепловом контуре и тепловых потерь, которые им сопутствуют. Имеется ввиду потери во внешнюю среду в теплообменном оборудовании и дополнительные потери энергии, затрачиваемые на прокачку охлаждающей жидкости.

Приведенная методика, кроме теплового расчета рабочего процесса двигателя, включает определение тепловой мощности утилизационного оборудования и базируется на теплосбалансовых расчетах отдельных модулей КГУ на базе ДВС.

Тепловая мощность КГУ на базе ДВС  $Q_m$  равна сумме теплоты, которая отводится в каждом из теплообменных аппаратов в ее утилизационном контуре  $Q_m = \sum_{i=1}^n Q$  и зависит от количества теплообменных аппаратов в контуре и их энергетической эффективности.

Расчет электрической мощности КГУ на базе ДВС выполнен на основе расчетов, приведенных в работе С. Е. Кузнецова. Таким образом, фактическую активную электрическую мощность  $P_e$  определяют как разницу между подводимой от дизеля к генератору эффективной мощности  $N_e$  и суммарной мощности всех потерь  $P_\Sigma$  в синхронном генераторе  $P_e = N_e - P_\Sigma$ .

Разработанная методика определения тепловой и электрической мощности КГУ на базе ДВС позволяет производить оценку эффективности КГУ и дает возможность решения проблем, связанных с экономией и рациональным использованием первичных энергетических ресурсов.

Кроме того, получен суммарный КПД КГУ на базе ДВС с учетом теплогидравлической эффективности теплообменной поверхности ТА, который позволяет оценить энергоэффективность КГУ при различных схемах утилизации теплоты и разных конструкциях ТА.

## **INFLUENCE OF COATING WITH LARGE DEGREE OF BLACKNESS AT CHOICE OPTIMAL DIMENSIONS OF FINS**

***Gorobets V. G.***

*gorobetsv@ukr.net*

*National University of life and environmental sciences, Kyiv, Ukraine*

In most cases the existing construction of solar collectors is used the smooth surface with coating having the large 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 of thermophysical characteristics of fin and coating on geometrical form for fin possessing the minimal mass. Comparison of smooth and finned surfaces with coating are 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.

## **СЕКЦІЯ 9. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ**

### **КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ СТАНДАРТУ ISO 50001 В ГАЛУЗІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**

*Лут М. Т., к.т.н., професор  
limmit1t@ukr.net*

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

Початок розвитку енергетичного менеджменту в структурі управління промисловими підприємствами припадає на кінець 80-х і початок 90-х років минулого ХХ сторіччя. З часом з'явилися відповідні нормативні документи, зокрема національні стандарти, серед яких:

- KSA 4000:2007(Південна Корея);
- ANSI/MSE 2000:2008(США);
- SANS 879:2009(ПівденноАфриканська Республіка);
- GB/T 233331:2009(Китай);
- DS 2403:2001(Данія);
- SS627750:2003(Швеція);
- IS 393:2005(Ірландія);
- UNE 216301:2007(Іспанія)
- BS EN 16001:2009(Великобританія);
- EN 16001:2009 (Європейський Союз);
- ДСТУ 4472:2005 (Україна);
- СТБ 1777-2009(Республіка Беларусь).

Досвід розвинених країн світу свідчить, що стандарти у сфері енергетичного менеджменту є дієвим механізмом в досягненні енергоефективності як у промисловості, так і в інших галузях національного господарства.

Розроблений у 2011 році міжнародний стандарт ISO 50001[1] забезпечує вимоги, що базуються на циклі PDCA(Плануй(Plan) – Виконуй(Do)– Перевірйй(Check) – Покращуй(Act)) для керування енергетичним менеджментом і об'єднує управлінські методи підвищення енергоефективності, а також технічні і економічні методи керування споживанням енергоресурсів і енергоносіїв.

Стандарт встановлює вимоги до системи енергоменеджменту щодо розробки і реалізації енергетичної політики, встановлення цілей, завдань і плану дій, в яких враховуються правові вимоги і інформація, що відноситься до значного використання енергії.

Стандарт застосовний для всіх типів підприємств і організацій незалежно від їх розміру і галузевої приналежності.



Одна з умов, якої дотримувалися розробники стандарту ISO 50001 - його можлива сумісність із стандартами інших систем менеджменту, що діють, зокрема: ISO 9001 і ISO 14001, а тому документ має таку ж структурну основу і елементну базу і може бути інтегрований в інші системи менеджменту.

Стандарт ISO 50001 являє собою певний консенсус, досягнутий у професійному середовищі експертів і фахівців технічного і менеджерського напрямів. Документ встановлює і пропонує користувачам чіткі, ясні, зрозумілі і прозорі вимоги, рекомендації та процедури, що дають змогу кожному споживачеві вирішувати проблем енергоощадності.

Принципами реалізації системи енергетичного менеджменту(СЕМ) і водночас ключовими орієнтирами відповідно до стандарту є:

- лідерство вищого керівництва у вирішенні питань підвищення енергоефективності і енергоощадності;
- залучення до реалізації СЕМ персоналу на всіх рівнях;
- мотивація персоналу на покращання функціонування СЕМ;
- компетентність персоналу при реалізації СЕМ;
- відповідальність персоналу в рамках його компетенції за реалізацію програм і планів діяльності з енергоменеджменту;
- придатність СЕМ для оцінювання відповідності стандарту ISO 50001 шляхом внутрішніх і зовнішніх аудитів та сертифікації;
- спрямованість на постійне підвищення рівня енергоефективності.

Із впровадженням ISO 50001:2011 суттєво поліпшуються ринкові можливості підприємства зокрема завдяки зниженню енергоємності продукції[2;3], а також зменшення експлуатаційних витрат.

Передумовами впровадження ISO 50001 та інших стандартів з енергоменеджменту в Україні є задекларовані пріоритети – енергоефективність національної економіки, конкурентоздатність вітчизняної продукції і товарів та взяті зобов'язання щодо гармонізації законодавчої бази до стандартів ЄС, а також щодо зниження викидів CO<sub>2</sub> в рамках Кіотського протоколу.

Загалом за оцінками фахівців у довгостроковій перспективі застосування стандарту ISO 50001 може торкнутися до 60% використання енергоресурсів в цілому світі.

### Література

1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. М. : ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ".
2. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: Навч. посібник. – 3-тє вид., перероб. та доп. — Х. : Бурун і К, 2006. — 320с.
3. Энергетический менеджмент / А. В. Праховник, А. И. Соловей, В. В. Прокопенко и др.; Нац. техн. ун-т Украины. Киев. политехн. ин-т. — К., 2001. — 471 с.

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

**ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ**

*Ковтун П. М., старший викладач*

*kovtun@nubip.edu.ua*

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

Головна цінність суспільства – життя і здоров'я людини. В умовах ускладнення життя, між особистісних зв'язків і стосунків державний курс освітньої політики в Україні передбачає пропаганду здорового способу життя, виховання здорового молодого покоління, якому жити і працювати в новій державі.

Основними причинами негативних змін у здоров'ї нації є погіршення економічної ситуації, низький рівень державного медичного обслуговування, несприятливі умови, соціальна напруженість. Україна підтримала Конвенцію ООН про постійний розвиток людства. Головне – це безпека кожної людини, рівень якої залежить від стану навколишнього середовища, державної системи підтримки безпеки людства та індивідуальної захищеності.

Здоровий спосіб життя (ЗОЖ) – це спосіб життя, заснований на принципах моральності, раціонально організований, активний, такий, що гартує і, в той же час захищає від несприятливих впливів навколишнього середовища, що дозволяє до глибокої старості зберігати моральне, психічне та фізичне здоров'я.

Багато студентів вищих навчальних закладів зневажають таким найважливішим аспектом як здоровий спосіб життя.

Здоров'я – безцінне надбання не тільки кожної людину, але й усього суспільства. При зустрічах, розлуках із близькими і дорогими людьми ми бажаємо їм доброго та міцного здоров'я тому, що це – основна умова і запорука повноцінному та щасливому життю. Здоров'я допомагає у навчанні виконувати поставлені плани, успішно вирішувати основні життєві завдання, долати труднощі, а за необхідності, то й значні перевантаження. Добре здоров'я, що розумно зберігається і зміцнюється самою людиною, забезпечує їй довге і активне життя.

**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. / Запорізь. 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

## ОСНОВНІ ЗАСАДИ ЗАГАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ЙОГО ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТІ

Лут М. Т.<sup>1</sup>, к.т.н., професор; Яцкевич Ю. В.<sup>2</sup>, професор  
*limmit1@ukr.net*

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м.Київ, Україна

<sup>2</sup>Університет Британської Колумбії, м. Ванкувер, Канада

Загальне управління якістю (*TOTAL QUALITY MANAGEMENT – TQM*) являє собою підхід до керівництва організацією, націлений на якість, який базується на участі всіх її членів(персоналу в усіх підрозділах і на всіх рівнях організаційної структури) і спрямований на досягнення як довгострокового успіху шляхом задоволення вимог споживача, так і вигоди для членів організації і суспільства [ISO 8402].

Ціллю *TQM* є досягнення довгострокового успіху шляхом максимального задоволення запитів споживачів, співробітників організації і суспільства загалом.

Загальне управління якістю має вирішувати наступні завдання:

- постійне поліпшення якості шляхом регулярного аналізу отриманих результатів і відповідного коригування діяльності;

- повна відсутність дефектів і втрат невиробничого характеру;

- виконання наміченого точно у встановлені терміни.

Досягнення цілі *TQM* забезпечується шляхом[1]:

- попередження причин виникнення дефектів;

- залучення всіх співробітників до діяльності з поліпшення якості;

- активне стратегічне управління;

- безперервне вдосконалення якості продукції(послуг) і процесів;

- використання наукових підходів у вирішенні завдань;

- регулярне самооцінювання.

Загальне управління якістю реалізується із застосуванням комплексу методичних засобів:

- засобів для збирання даних;

- засобів представлення даних;

- методів статистичної обробки даних;

- теорії загального менеджменту;

- теорії мотивацій і психології міжособистісних стосунків;

- економічних розрахунків;

- системного аналізу виробництва;

- управління із застосуванням планування.

Концепція загального управління якістю може слугувати основою для побудови системи якості.

*TQM* має ряд відмінностей [1]: від традиційного управління якістю (рис.1), що власне і обумовлює його переваги:

Традиційне управління якістю	Загальне управління якістю( <i>TQM</i> )
Задоволення потреб споживача	Задоволення потреб споживача, співробітників організації і суспільства загалом
Планування, забезпечення і контроль поліпшення якості продукції в циклічному режимі	Планування, забезпечення і контроль поліпшення всіх процесів і систем у безперервному режимі
Навчання управлінню якістю лише співробітників відділу контролю якості(ВТК)	Навчання управлінню якістю всього персоналу
Покладання функцій забезпечення якості на відділ контролю якості(ВТК)	Покладання функцій забезпечення якості на весь персонал і органи керування всіх рівнів
Вирішення у сфері якості лише нагальних завдань і завдань «на сьогодні»	Регулярне виявлення і виявлення у сфері якості «хронічних» проблем. Двострокове планування якості і заходів щодо її досягнення
Виконання кожним автономно поставленого завдання	Координація і взаємодія в діяльності всіх співробітників у сфері якості
Фокусування діяльності у сфері якості на методах і засобах. Орієнтація на обговорення	Спрямування діяльності у сфері якості на результат. Орієнтація на ефективні дії
Прийняття рішень на основі думок	Прийняття рішень на основі фактів

Рис. 1 Відмінності традиційного управління якістю і загального управління якістю (*TQM*)

За концепцією *TQM* досягнення довготривалого успіху є предметом ефективного управлінського впливу. При цьому намічені цілі реалізуються в круговому циклі управління – циклі Демінга[2]: планування – здійснення - контроль - управляючий вплив.

#### Література

1. Кане М. М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учебное пособие. / М. М. Кане, Б. В. Иванов, В. Н. Корешков, А. Г. Схиртладзе — Спб.: Питер, 2008. — 560 с.

2. Цикл Деминга (цикл PDCA) (Глава 9 из книги Генри Нива «Пространство доктора Деминга» Перевод Ю. Т. Рубаника) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.iriit.irk.ru/web-edu/~qmi/start.html>

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

*Дюженкова О. Ю., к.ф.-м.н., доцент*

*oduzen@yandex.ua*

*Національний університет біоресурсів і природокористування,*

*м.Київ, Україна*

Для якісної підготовки студентів інженерних спеціальностей актуальним залишається питання про підвищення їх рівня математичної освіти. Майбутні фахівці повинні вміти аналізувати фізичні процеси, виділяти основне і вміти використовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач. Викладання математичних дисциплін потребує оптимізації, особливо в умовах зменшення аудиторних годин. Моделювання є одним з найважливіших аспектів якісної математичної підготовки. Навчаючись моделювати реальні процеси, студенти отримують не тільки мотивацію вивчення математики, а й можливість застосовувати пізніше математичні знання для розв'язання задач у своїй професійній діяльності. Зокрема, студентам інженерних спеціальностей можна запропонувати таку задачу [1]: *визначити залежність струму  $I$  від часу  $t$  в електричному колі, яке складається з послідовно ввімкнених джерела постійного струму, що має напругу  $U$ , опору  $R$ , самоіндукції  $L$  та вимикача, якщо в початковий момент часу  $I(0)=0$ . Задача зводиться до диференціального рівняння з відокремлюваними змінними  $L\frac{dI}{dt} + RI = U$ , розв'язком якого є функція*

$$I(t) = \frac{U}{R} \left( 1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right),$$

що описує силу струму в заданому електричному колі.

При вивченні основних математичних понять студенти повинні зрозуміти їх суть, що сприяє формуванню математичної культури і дослідницьких навичок майбутніх фахівців. Одним з найважливіших понять є похідна, яка визначає швидкість протікання певного фізичного процесу. Для закріплення теоретичного матеріалу необхідно розглядати достатню кількість різноманітних задач [2]. На кожному занятті доцільно розглядати усні приклади, які ілюструють найбільш суттєві властивості вивчених понять і вимагають найменших витрат часу.

Необхідною складовою навчання в сучасних умовах є використання інформаційних технологій, що набагато спрощує вивчення дисциплін. Звичайно, їх застосування не може замінити аудиторних занять, але дає можливість студентам самостійно опрацьовувати матеріал і контролювати рівень своїх знань. Однією із сучасних інформаційних технологій є система управління навчанням Moodle. Використання цієї системи при створенні електронних курсів з математичних дисциплін викликає певні труднощі,

зокрема, при роботі з формулами. Має недоліки і організація контролю знань при вивченні математики, оскільки завдання потрібно виконувати в електронному вигляді і надсилати на сайт. Розв'язання математичних задач передбачає велику кількість формул, які простіше написати, ніж набрати в електронному вигляді. Такий підхід вимагає великих затрат часу, що приводить до нераціонального використання електронного курсу при вивченні математичних дисциплін.

У той самий час використання платформи Moodle має свої переваги. Структура електронного курсу дозволяє студенту сприймати всю дисципліну в цілому, а різні види подачі матеріалу (презентації, лекції, практичні завдання, мультимедійні засоби) дають можливість вибору для кращого розуміння різних тем. Викладач може створити такий електронний курс, який відтворює його методику викладання дисципліни, його підхід до подання матеріалу і контролю знань. Система Moodle дозволяє використовувати різноманітні види тестових завдань, враховуючи їх рівень складності та часові обмеження, що дозволяє більш об'єктивно оцінити знання студента. Якщо викладач хоче контролювати процес, то студенти можуть робити тестові завдання в комп'ютерному класі під його наглядом. Якщо студент навчається самостійно, то виконувати завдання може там, де йому зручно. Це дає великі переваги при використанні платформи Moodle у дистанційному навчанні.

#### Література

1. Ковтун І. І. Вища математика. Побудова математичних моделей фізичних процесів. / І. І. Ковтун, Т. А. Скороход. — К. : Центр інформаційних технологій. — 2010. — 60 с.
2. Дюженкова Л. І. Вища математика. Приклади і задачі. / Л. І. Дюженкова, О. Ю. Дюженкова, Г. О. Михалін — К. : Академія, 2003. — 624 с.

#### **POLYMORPHISM SPECIALTY AND SOCIO-PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS SPECIALIST**

*Мірських Г. О.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Berdsman D.<sup>2</sup>, Ph.D, prof.*

*mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)  
Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany*

Today the international educational community is more inclined to believe that the integrated indicator (criterion) the quality of education should consider the possibility of employment of graduates of higher education on the chosen specialty.

It should be borne polymorphism modern professions (professions) and

especially those that require higher education. It appears that in practice within a specialty implemented various activities, each of which requires specialist. Obtained in higher education professional knowledge and skills are appropriate and personal social-psychological characteristics. These properties provide specialist personal comfort stay in the respective professional environment, success and career growth.

At the same time, we know that people mostly are not able to objectively determine their own psychological characteristics and sufficiency of expansion for the successful implementation of certain activities on the territory of the chosen specialty. Moreover, today a significant number of modern professions in general no detailed information about the kinds of activities undertaken in their area.

For example, the professions related to the implementation and operation of technical systems include the following activities: research, design, Transfer, operational, organizational, managerial, entrepreneurial and educational. The implementation of each of these activities, of course, requires professional display of specified social and psychological characteristics.

Note that the social and psychological characteristics that should be inherent in the entry specialist for success in the various activities associated with a particular specialty will in most diverse (and often, differ significantly). This is what leads to the fact that graduates of the same institution of higher education with the same level of knowledge in a particular specialty will have preference in employment will reach success and career growth in different types of professional activities undertaken in their chosen area of specialty.

## **ТЕХНІКА, ЯК ФЕНОМЕН СУЧАСНОГО СУСПІЛЬСТВА**

*Куниця О. В.; Супрун А. Г. к.ф.н., доцент*

*oleksandr.evo@gmail.com*

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

З філософської точки зору техніка, за своєю природою виступає як універсальне прагнення, спрямоване на сукупність тих сфер в яких розгортається людське життя і, взагалі, реальність. Енергія філософського знання не може задовольнитися ніяким визнанням кордонів, ніяким винятком туманних областей зі свого універсального прагнення до освітлення. Тому основний погляд повинен звернутися і до того грандіозного факту не лише нашого часу, але до всієї сукупності людської історії, в який є техніка.

Висвітлення цієї величезної проблеми філософією необхідно сучасній людині також для самоствердження у власних людських обставин. Для того щоб забезпечити панування рефлексії над життям.

Батько Дюбарль говорив про філософію як про акт вільної рефлексії. У світі роздробленості і сліпої діяльності, що спостерігаються в певних

областях, особливо в області технічної дії, філософія як пошук сенсу і єдності – могутня потреба.

Багато говориться про те, що техніка загрожує людині, це звичайно вірно, хоча не можна зводити все винятково до техніки без урахування загальної ситуації буття сучасної людини. Визнавши цю загрозу, ми не хочемо знецінити нашу епоху перед обличчям минулих хороших століть. Просто кожен момент історії по-своєму великий і обмежений. Нам випало на долю здійснити якісно нову трансформацію сучасного світу. Не засліплюючись безперечними успіхами наших днів, зрозуміти основні небезпеки, для людства щоб подолати їх. З іншого боку, серйозно й глибоко проникнувши в стародавній світ, в досвід технічної діяльності виявляється, що вони володіють сильними проблемами, що діють в найбільш характерних для філософії напрямках. Можливо, ми з подивом відзначимо, що перебуваємо на вірному шляху до вирішення класичних загадок метафізики - буття людини і буття світу. До того ж ми несподівано стикаємося з можливістю проникнути в генезис деяких основних філософських понять.

Яскраво і наочно “жах людини” перед технічної міццю показав Ауреліо Печчеї, творець всесвітньо відомої організації - Римського клубу - який об'єднав учених, які досліджують так звані глобальні проблеми сучасності, тобто ті процеси, що загрожують майбутньому людської цивілізації. У книзі "Людські якості" А.Печчеї зазначав: "Витоки цієї майже лиховісно винайденної моці людини лежать у комплексному впливі всіх... змін, в яких своєрідним символом стала сучасна техніка. Ще кілька десятиріч тому світ людини був - на досить спрощеному вигляді, умовно трьома взаємопов'язаними, але досить стійкими елементами. Цими елементами були Природа, сама Людина й Суспільство. Тепер у людську систему владно ввійшов четвертий і потенційно некерований елемент – Техніка ... Отож людина не може в повній мірі контролювати ці процеси, і навіть просто усвідомлювати й оцінювати наслідки всього того що відбувається."

**ВИЩА ОСВІТА ЯК ПОСЛУГА СУСПІЛЬСТВУ З БОКУ  
ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ**

*Мірських Г. О.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Stinen O.<sup>2</sup>, Lecturer  
mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Universiteit Maastricht (UM) Minderbroedersberg 4, 6211 LK Maastricht,  
Nederland*

На сьогодні все ширше розгортаються інтернаціоналізація й глобалізація освіти. Відповідні процеси захоплюють різні сторони людських



взаємовідносин та все глибше занурюються в них, сприяють взаємопроникненню національних культур, ведуть до створення безграничного всесвітнього освітянського простору, який зароджуючись сьогодні вже впливає, а надалі впливатиме все сильніше й сильніше на глобальні умови існування людства.

Наведене висуває відповідні вимоги до освітянських інститутів і, перш за все, до вищих навчальних закладів. Адже такі вимоги напряму пов'язані з визнанням вищої освіти відповідною послугою суспільству, яка надається відповідним навчальним закладом.

Споживачами вказаної послуги, з одного боку, є громадяни, котрі отримують у навчальному закладі визначену спеціальність, а з другого, - організації та підприємства, в рамках яких формується матеріальна й духовна компоненти людської культури та які виступають як роботодавці.

Якість вказаної освітньої послуги має бути підтверджено відповідними документами вищого навчального закладу. Ці документи характеризують (за визначенням вищого навчального закладу) загальнокультурний та професійний рівень випускника.

При відповідних умовах документи, що підтверджують отримання освітньої послуги, можуть суттєво впливати (і, як правило, впливають) як на соціальний статус громадянина – випускника відповідного навчального закладу, так і на рейтинг самого навчального закладу, причому не тільки в національному, але й у міжнародному освітньому просторі.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНО-НОРМАТИВНІ ОСНОВИ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ**

***Реутська Ю.<sup>1</sup>, асистентка; Мірських Г. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент***

*mirskih@i.ua*

<sup>1</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

На сьогодні не викликає заперечень ствердження, що базис духовної і технологічної компонент сучасного суспільства, як і спрямування його подальшого розвитку, закладаються в освітньому просторі, переважно, вищої школи. Все це, природно, висуває до освітньої системи визначені вимоги, серед яких чи не найголовнішу роль відіграють вимоги організаційно-нормативного характеру.

Організаційно-нормативні вимоги, що висуваються до вищої освіти, це вимоги, пов'язані з необхідністю ідентифікації відповідними громадськими інститутами (підприємствами, організаціями, установами) як в окремій країні, так і за її межами професійних властивостей, котрі притаманні особам

з визначеною спрямованістю професійних знань, вмінь та навичок, отриманих під час навчання у відповідній освітній установі. Інакше кажучи, професійні знання, що отримані в даній галузі випускниками вищих навчальних закладів, мають відповідати визначеним критеріям – стандартам, котрі встановлені та визнані адекватними міжнародною спільнотою.

Саме такі критерії відображаються у відповідних чинних документах кожної країни, серед яких найголовнішими слід вважати національні освітні стандарти. Ці стандарти доступні всім зацікавленим особам (в тому числі на міжнародному рівні) і надають випускникам вищих навчальних закладів визначеної преференції при виборі місця працевлаштування та посади.

Визнання на міжнародному рівні вказаних стандартів, звичайно, передбачає відображення ними передових інтернаціональних досягнень в галузі вищої освіти, обумовлює необхідність розроблення та реалізації систематичного й всебічного моніторингу діяльності вищих навчальних закладів, спрямованого на встановлення відповідності освітянських послуг стандартам і нормам, що прийняті. При цьому, моніторингові процедури самі по собі не підвищують якість, а призначені для створення необхідних умов для вибору напрямку та можливих шляхів реалізації відповідного процесу підвищення якості. Отже будь-які моніторингові операції в галузі вищої освіти можна вважати ефективними лише за умови їх сприяння підвищенню якості освітніх послуг, наближення рівня цих послуг до сучасних умов, до сучасної освітньої парадигми.

Наукове видання

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

Матеріали  
Міжнародної  
науково-технічної конференції  
м. Київ, 10-14 травня 2016 р.

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

Технічний редактор

Комп'ютерне складання та верстання

Мірських Г.О.

Ликтей В.В.

Васюк В.В.