

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ



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

Матеріали
VII Міжнародної
науково-технічної конференції
присвяченої 120-річчю НУБіП України
м. Київ, 23-27 травня 2018 р.

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

Proceedings of the
VII International
Scientific-Technical Conference
dedicated to the 120th anniversary of NULES of Ukraine
Kyiv, 23-27 of May, 2018

Київ 2018

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
VII Міжнародної науково-технічної конференції
присвяченої 120-річчю НУБіП України

м. Київ, 23-27 травня 2018 р.

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

Proceedings of the
VII International Scientific-Technical Conference
dedicated to the 120th anniversary of NULES of Ukraine

Kyiv, 23-27 of May, 2018

Київ 2018

УДК 621+536

Голова організаційного комітету конференції

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

Співголова організаційного комітету конференції

Жильцов А.В., завідувач кафедри 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., к.т.н., старший викладач, Україна

Ликтей В.В., асистент, Україна

Члени організаційного комітету

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

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

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

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

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

Проблеми сучасної енергетики і автоматик в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта): Матеріали наук.-техн конф., м. Київ 23-27 травня.

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

Видання розраховане на науковців, аспірантів, студентів.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| СЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА | 8 |
| ENERGY LOSSES IN THE FERROMAGNETIC SET OF PIPES IN CYLINDRICAL INDUCTOR WITH DIFFERENT TYPES OF PIPE BOARDS.. | 8 |
| КЛАСИФІКАЦІЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ | 10 |
| ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОРОЗІЇ В ҐРУНТІВ..... | 11 |
| ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ ЗВАРЮВАННЯ | 12 |
| НАНЕСЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА КОНТАКТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ..... | 13 |
| ОБґУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИБОРУ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВІ СРІБЛА | 14 |
| CALCULATION OF THE PERMANENT MAGNETS' FIELD IN AN ELECTRIC MOTOR WITH A SMOOTH STATOR | 15 |
| АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ МЕТАЛІВ ВІД ПІДЗЕМНОЇ КОРОЗІЇ. | 17 |
| ФАКТОРИ І ПАРАМЕТРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ТЕРМІН СЛУЖБИ КОНТАКТІВ | 18 |
| АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МІЦНОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПРОМІЖКУ | 20 |
| СЕКЦІЯ 2. ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ. ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ | 22 |
| КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ГЕНЕРАТОРОМ ТУРБОДЕТАНДЕРНОГО АГРЕГАТУ | 22 |
| ОПТИМІЗАЦІЯ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК..... | 24 |
| НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ – ЗАПОРУКА ЧИСТОГО ДОВКІЛЛЯ..... | 26 |
| ОДЕРЖАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОНОСІЯ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПАЛИВНОГО ЕЛЕМЕНТА | 28 |
| ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА МІКРОВОДОРОСТІ РОДУ <i>CHLORELLA</i> | 30 |
| ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА | 32 |
| ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ТА ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ | 33 |
| ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІТРОГЕНЕРАТОРА З ПОВОРОТНИМИ ЛОПАТЯМИ | 35 |
| ВИДИ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОТРЕБ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА..... | 37 |

| | | | |
|---|-------------------|-------------|----|
| ВИЗНАЧЕННЯ | ЕКОЛОГІЧНИХ | ПАРАМЕТРІВ | |
| БІОТЕПЛОГЕНРАТОРА ЗЕРНОВОЇ СУШАРКИ..... | | | 39 |
| ЗАСТОСУВАННЯ | ТЕРМОЕКОНОМІЧНОГО | АНАЛІЗУ ПРИ | |
| РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ ТЕПЛОВИХ | | | |
| НАСОСІВ | | | 41 |
| ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА У | | | |
| ПАЛЬНИКАХ ЗЕРНОВИХ СУШАРОК..... | | | 43 |
| ШЛЯХИ ПРОХОДЖЕННЯ МЕТАНОГЕНЕЗУ ПРИ АНАЕРОБНІЙ | | | |
| ПЕРЕРОБЦІ ЖИРОВІСНИХ ВІДХОДІВ | | | 45 |
| ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ | | | 47 |
| СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, | | | |
| РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИКА У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ..... | | | 49 |
| ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АЛГОРИТМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ | | | |
| БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ | | | 49 |
| ПРО МОДЕЛЮВАННЯ МАЛОЧУТЛИВИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ. | | | 49 |
| ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ | | | |
| ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ УРОЖАЮ, РОЗПОДІЛУ ТА ПЛАНУВАННЮ | | | |
| МАРШРУТІВ РУХУ ЗБИРАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ..... | | | 50 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЧАТКОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ | | | |
| НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ КАМЕРИ «ПІД ВОГНЕМ»..... | | | 51 |
| ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ І БЕЗПЕКИ | | | |
| АПАРАТУРНО-ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ | | | 53 |
| СТРУКТУРА ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З РОЗШИРЕНИМИ | | | |
| АПРОКСИМАЦІЙНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ | | | 55 |
| CONDITIONS OF EXPEDIENCY STATISWOW CONTROL AS | | | |
| PRODUCTS | | | 56 |
| РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ | | | |
| НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЙ ПРОЦЕСІВ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЇ..... | | | 58 |
| НЕЧІТКІ МНОЖИНИ В ЗАДАЧАХ СУМІСНОГО ОБРОБЛЕННЯ | | | |
| ЗНАЧЕНЬ РІЗНИХ ЗА ПРИРОДОЮ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНИХ | | | |
| ОБ'ЄКТІВ..... | | | 60 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ | | | |
| МЕТОДАМИ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ..... | | | 61 |
| СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ. | | | 64 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ВПЛИВУ ОПТИЧНОГО | | | |
| ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ НА СХОЖІСТЬ РОСЛИН..... | | | 64 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У НАСІННЄВІЙ | | | |
| МАСІ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОЇ | | | |
| НАПРУЖЕНОСТІ..... | | | 65 |
| МАТЕМАТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ФОТОСИНТЕЗУ ПРИ | | | |
| ВИРОЩУВАННІ РОСЛИН В ТЕПЛИЦЯХ..... | | | 66 |

| | |
|--|-----|
| ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ | 71 |
| АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ІМПЛАНТАТІВ | 72 |
| ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ МАЛОПОТУЖНИХ ІМПЛАНТІВ..... | 74 |
| ОЦІНКА ДИНАМІКИ ПРОМЕТРИЧНОГО ДАВАЧА ТЕМПЕРАТУР | 76 |
| ОБҀРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНА... 78 | |
| HARDWARE SUPPLY OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR GREENHOUSE LIGHTING FIXTURES | 80 |
| ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТЕПЛИЧНИХ РОСЛИН З ФОТОАКТИВАЦІЄЮ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ | 81 |
| THE DEVELOPMENT OF ELECTROTECHNICAL COMPLEX FOR DRYING OF BULK MATERIALS BASED ON INDUCTION TYPE HEAT GENERATOR..... | 82 |
| СЕКЦІЯ 5. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ..... | 84 |
| MODELING OF THE TEMPERATURE STATE OF TURBOGENERATORS IN THE MEDIUM OF SOLIDWORKS..... | 84 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА..... | 86 |
| SOLUTION OF THE THREE-DIMENSIONAL PROBLEM OF CALCULATING THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC TURBOGENERATOR LOADS ON THE COUPLING PRISMS | 88 |
| OF THE STATOR CORE..... | 88 |
| TURBOGENERATORS OF NEW GENERATION WITH VARIOUS COOLING SYSTEMS | 90 |
| ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА | 92 |
| ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ І ЗАХИСТУ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ..... | 94 |
| РЕЖИМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ ҐРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ | 96 |
| ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ВІД ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ЗА СТРУМОМ | 98 |
| ПАРАМЕТРИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ | 100 |
| СЕКЦІЯ 6. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА | 102 |
| СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТВОРНОЇ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВ І ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ КОРМІВ | 102 |
| ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО РОЗРАХУНКОВИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КАЛОРІЙНОСТІ КОРМІВ..... | 103 |

| | |
|--|-----|
| РОЗРОБКА ТА ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ В ПТАШНИКАХ..... | 104 |
| СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ | 107 |
| ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ | 107 |
| ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ЯК СИСТЕМА ВДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЛУЖБИ | 108 |
| ПІДВИЩЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НУБІП УКРАЇНИ | 109 |
| СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОРИНКОМ..... | 111 |
| ПЕРЕДУМОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ВАНТАЖОПІДІМАЛЬНИХ КРАНІВ..... | 113 |
| ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА З УРАХУВАННЯМ ОБ'ЄМУ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ | 115 |
| СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ | 117 |
| СЕКЦІЯ 8. ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ. МЕТОДОЛОГІЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ | 119 |
| ОСОБЛИВОСТІ І ЗАСТЕРЕЖЕННЯ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЙМОВІРНОСТІ | 119 |
| НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОЇ ГАЛУЗІ ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПЕРШІ ПІСЛЯВОЄННІ РОКИ (1946–1951)..... | 120 |
| DEFINITIONS OF CONTROL TESTS KNOWLEDGE | 122 |
| ПРОБЛЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ | 123 |
| УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕННЯ ПРОФЕСІОНАЛЬНОЇ УСПЕШНОСТІ ІНЖЕНЕРА..... | 125 |
| PREPARING AND PUBLISHING MANUSCRIPTS IN IEEE JOURNALS: IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION..... | 127 |
| DISTRIBUTION OF AIMS OF EDUCATION AND HIGHER EDUCATION..... | 127 |
| HIGHER EDUCATION AS A SERVICE WITH THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION | 128 |
| РОЛЬ ВИЩОЇ ШКОЛИ В УСВІДОМЛЕННІ ФАХІВЦЯМИ ПОНЯТЬ ЙМОВІРНОСТІ, ЛОГІКИ І НЕЧІТКОСТІ З ОГЛЯДУ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ | 129 |

СЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА

ENERGY LOSSES IN THE FERROMAGNETIC SET OF PIPES IN CYLINDRICAL INDUCTOR WITH DIFFERENT TYPES OF PIPE BOARDS

Bereziuk A., phd, sn. lect.

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

One of the promising and safe methods of heating a heat-exchange device is the induction mode of energy transfer [1], which is based on the event under an alternating electromagnetic field vortex currents in the electroconductive medium (which is based on eddy currents in the electroconductive material.). At the same time, due to the flow of eddy currents, the heating of the metal elements of the heater (heat exchanger) is carried out in accordance with the law of Joule, followed by the transfer of heat (convection and radiation) to the coolant.

Note that induction heating has several advantages:

- high density of electromagnetic energy flow;
- ability to achieve the required temperatures in the heated body (in a fairly wide range);
- the heating process is environmentally friendly;
- ability to control the temperature distribution by constructive solutions, changing the operating modes of the induction equipment (frequency, supply voltage);
- relatively high-energy performance (efficiency, $\cos\varphi$).

To analyze the energy performance of induction heaters of various purpose should be carried out mathematical modeling of electromagnetic fields. In analyzing the electromagnetic field in a ferromagnetic medium with a nonlinear magnetic permeability, the most widely used today are analytical and numerical methods of calculation, and also physical modeling.

To develop the mathematical model and to determine the energy parameters of induction systems for the heat-carrier heating in the multi-pipe heat exchanger with different execution of pipe boards.

Let's analyze the distribution of power losses in different loading elements of cylindrical inductor with different execution of pipe boards. In fig. 1 shows a calculation model of the cylindrical inductor with different types of pipe boards. As the load will be used three water pipes 1/2 (d15xD21,3 mm) length 300 mm (

Sm/m,). The pipes are placed at the distance of 15 mm from the axis of the inductor and displaced from each other at the angle of 120°. Pipe boards with a diameter of 60 mm and a thickness of 5 mm have the same electrophysical parameters as pipes. The inductor is presented in the form of a cylinder with the dimensions, which are presented in Fig. 1a, is made of 48 turns of copper wire (Sm/m). A winding current is supplied with amplitude 530 A and a frequency of 50 Hz. Since the induction heater is symmetric in length, for simulation we will use only its half (Fig. 1d), and at the cutoff boundary we will use the condition of symmetry.

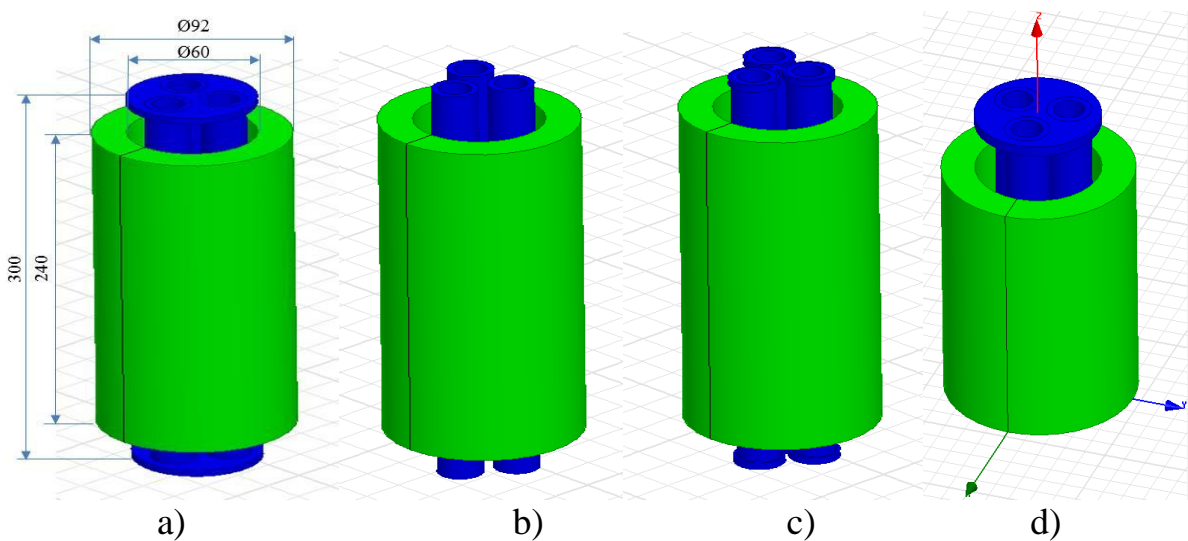


Fig. 1

For comparison, we use an induction heater in which the pipe boards are made of ferromagnetic (Sm/m) and charged (Sm/m) steel (Fig. 1a), with boards of dielectric material (fig. 1b), and boards made of ferromagnetic steel in the form of "snowflake" with a thickness of brattice 4 mm (Fig. 1c). Pipe boards presented in Fig. 1c are proposed because they can be manufactured technologically and cheaply using a laser CNC cutter, and for greater rigidity, the outside is secured by a dielectric ring.

References

1. Кондратенко І.П., Ращепкін А.П., Березюк А.О. Енергетичні характеристики і електричні параметри індукторів для нагріву пучка ферромагнітних труб // Вісник КДУ ім. Михайла Остроградського – 2010. – №3, ч. 2. – с.62.

2. Jankowski T. A., Pawley N. H., Gonzales L. M., Ross C. A., Journey J. D. Approximate analytical solution for induction heating of solid cylinders // Appl. Math. Model., vol. 40, pp. 2770-2782, 2016.

3. Kondratenko I., Zhiltsov A., Bereziuk A. Electromagnetic field of the three-phase cylindrical inductor if it runs off with frequency converter in non-stationary modes // IEEE International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF), pp 247-250, 2017.

УДК 631.3:621.1

КЛАСИФІКАЦІЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ

Дмитрук В.С., магістр; Василенков В.Є., к.т.н., доцент

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

Процес корозії металу у підземних умовах обумовлений великою кількістю фізичних і фізико-хімічних факторів. Середовище, в якому протікає цей процес, характеризується складними взаємозв'язками між параметрами, що призводять до того, що той або інший параметр при різних взаємодіях з іншими може діяти не тільки з різною інтенсивністю.

Діючий у тодішньому СРСР ГОСТ 9.015-74 рекомендував оцінювати корозійну активність ґрунтів по відношенню до підземних металевих споруд (в тих випадках, коли на них не передбачений обов'язковий катодний захист) за величиною питомого електричного опору ґрунту, втратою маси зразків і густиною поляризуючого струму.

Місцева корозійна активність ґрунтів відносно сталевого трубопроводу оцінюється відповідно до ГОСТ 9.015-74 за показником, що характеризує найбільшу корозійну активність відповідно до вимог таблиці.

Таблиця 1

Корозійна активність ґрунтів по відношенню до вуглеводневої сталі залежно від їх питомого електричного опору

| Показник | Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|
| | вище 100 | вище 20 до 100 | вище 10 до 20 | вище 5 до 10 | до 5 |
| Корозійна активність | Низька | Середня | Підвищена | Висока | Дуже висока |

Степінь корозійної активності ґрунту визначають тим строком, по закінченню якого у підземній споруді може утворитися наскрізна каверна. Наприклад, строк появи наскрізних каверн для сталюого трубопроводу з внутрішнім діаметром 300 мм і товщиною стінки 8-9 мм при низькій корозійній активності ґрунту складає 25 років, при нормальній – 10-15 років, при підвищеній – 5-10 років, при високій – 3-5 років і при особливо високій – 1-3 роки; причому втрати у вазі складають відповідно 0-1; 1-2; 2-3; 3-6 і 5-6 г. в день.

Література

1. Стрижевський И. В. Защита от коррозии трубопроводов мелиоративных систем. – Москва.: Колос, 1980, 142 с.

УДК 631.3:621.1

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОРОЗІЇ В ҐРУНТІВ

Труш В.А., магістр; В.Є. Василенков, к.т.н., доцент

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

Електрохімічна корозія у ґрунті відрізняється деякими особливостями в порівнянні з корозією в розчинах електrolітів. Ця особливість полягає в наступному:

1. Ґрунт має неоднорідну будову. Він складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Тверда фаза утворює скелет ґрунту, що складається з частинок різної крупності. Основні гранулометричні елементи: гравій (від 40 до 2 мм), пісок (від 2 до 0,05 мм), глини (від 0,001 до 0,0025 мм) [1]. Обсяг утворюваних при цьому пустот характеризує пористість ґрунту. Повітропроникність ґрунту виявляє великий вплив на розвиток корозійних процесів, так як останні протікають з кисневою деполяризацією.

2. Пори ґрунту заповнені повітрям і вологою. Від пористості ґрунту залежить його здатність вміщати воду. Вода, що міститься у ґрунті, може перебувати в трьох агрегатних станах: рідкому, пароподібному і твердому. Зволоження ґрунту відбувається під дією капілярних, гравітаційних, осмотичних і сорбційних сил. Основний процес проникнення води в ґрунт - повільний ламинарний її рух по порах під дією капілярних і гравітаційних сил. При переважанні гравітаційних сил цей процес називається фільтрацією. Простір в порах ґрунту, не заповнений водою, займають повітря і водяна пара, що надходять в результаті випаровування води і проникнення її з атмосфери. Вода, що знаходиться в порах ґрунту, може замерзати. На температуру замерзання води впливає вміст солей і тиск. Для того щоб електрохімічний корозійний процес міг протікати без перешкод, необхідний

певний мінімум води. Якщо ґрунт сухий, корозія не має місця, так як відсутній електроліт.

3. В ґрунті майже немає механічного перемішування і природної конвекції твердих частинок, тому ґрунт можна розглядати як нерухомий електроліт по відношенню до поверхні металічної конструкції.

Література

1. Стрижевський І.В. Защита от коррозии трубопроводов мелиоративных систем. – Москва.: Колос, 1980, 142 с.

УДК 621.314.55(088.8)

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ ЗВАРЮВАННЯ

Брагіда М. В , к.т.н., доцент

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

Для однофазного зварювального трансформатора дійсні рівняння падіння напруг в його обмотках в диференціальній формі:

$$u_1 = L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + M \cdot \frac{di_2}{dt} + r_1 \cdot i_1; \quad (1)$$

$$u_2 = -L_2 \cdot \frac{di_2}{dt} - M \cdot \frac{di_1}{dt} - r_2 \cdot i_2 - L_3 \cdot \frac{di_2}{dt};$$

де L_1 , L_2 , L_3 – індуктивності обмоток: первинної, вторинної та частини вторинної, що охоплює магнітопровід регулювання, Гн; M – взаємна індуктивність первинної та вторинної обмоток, Гн; r_1 , r_2 – активні опори первинної та вторинної обмоток; u_1 , u_2 , i_1 , i_2 – миттєві значення напруг і струмів первинної та вторинної обмоток.

Відрізняється система рівнянь від приведених в [2] тим, що введено додаткове значення індуктивності L_3 яка з'являється при охопленні витками вторинної обмотки осердя регулювання струму. Таким чином вторинна обмотка охоплює два осердя. Регулювання струму здійснюється за допомогою зміни індуктивності L_3 . Це можна здійснити струмом, який виникне в обмотці, намотаній на осердя регулювання.

Розрахувавши параметри трансформатора згідно [1] і підставивши їх в (1), отримаємо струми первинної та вторинної обмоток (рис.1).

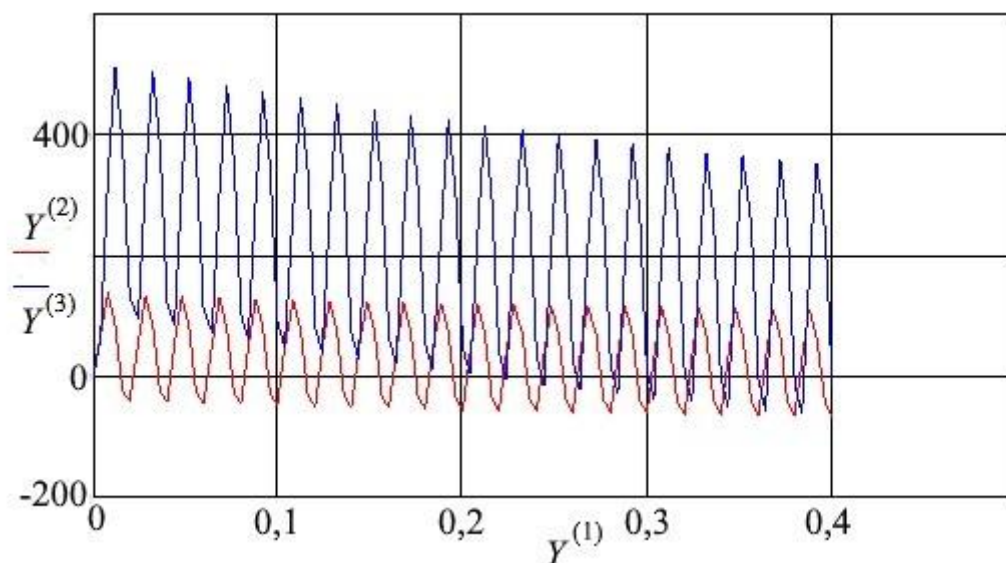


Рис.1. Залежність струмів первинної та вторинної обмоток від часу.

Література

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. М.: Высшая школа, 1973 – 750 с.
2. Вольдек А. И. Электрические машины: [учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений] /А. И. Вольдек. – [2-е изд. перераб. и доп.]– Л.: Энергия, 1974. – 840 с.
3. Гольберг О.Д. Проектирование электрических машин: [учеб. для втузов] / Гольберг О. Д., Гурин Я. С., Свириденко И. С. – М.: Высш. шк., 1984. – 431 с.

НАНЕСЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА КОНТАКТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

Березюк А.О., к.т.н., ст. викл.; Мархонь М.В., ст. викл.

*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, можливість його дозування, контролю кількості та рівномірності розподілу частинок в об'ємі електроліту.

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

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

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

Література

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

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

Березюк А.О., к.т.н., ст. викл.

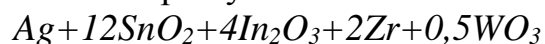
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Практично неможливо створити універсальний контактний матеріал, який би відповідав всім існуючим вимогам, а тому залежно від функціонального призначення контактної вузла доводиться приймати компромісне рішення. Для надійної роботи комутаційних апаратів з екологічно безпечними контактами вони повинні протидіяти впливу електричної дуги, хімічно і біологічно агресивному середовищу тваринницьких і птахівничих приміщень, а також механічним навантаженням.

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

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

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



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

Шар напруцювання з тонкодисперсною структурою обмежено зв'язаний з основним матеріалом контакту. Він відрізняється від основного матеріалу

фазовим і хімічним складом, структурою і властивостями, що в значній мірі визначають характер ерозії і ерозійну стійкість контактів.

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

Література

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

UDK 621.3

CALCULATION OF THE PERMANENT MAGNETS' FIELD IN AN ELECTRIC MOTOR WITH A SMOOTH STATOR

A.Zhylytsov, Doctor of Technical Sciences, associate professor; V. Lyktei, Assistant

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

Consider the calculation of the permanent magnets' field in the electric motor (Fig. 1) on the basis of the previously developed mathematical model [1]. The magnetic properties of the ferromagnetic medium (shown in Fig.1 by numbers 2 and 4) are represented by the dependence $B(H)$ (Fig. 2).

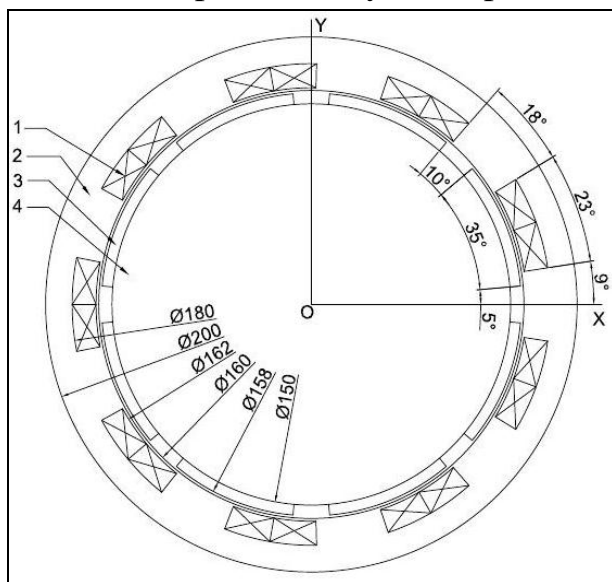


Fig. 1. The section of the electric motor with closed grooves: 1 — stator winding; 2 — stator; 3 — homogeneously magnetized permanent magnets; 4 — rotor shaft

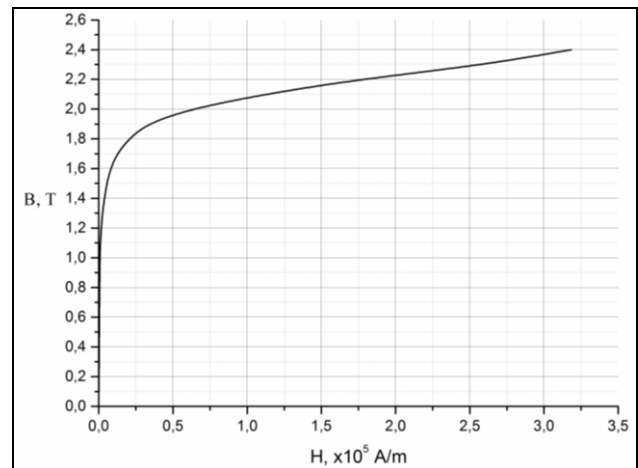


Fig. 2. Dependence of magnetic induction on the magnetic field strength of the engine's ferromagnetic materials

In fig. 3 is shown the result of the calculation of the r -components magnetic induction in the gap between the permanent magnets and the interior of the stator, taking into account and without taking into account the nonlinear properties of the ferromagnetic materials.

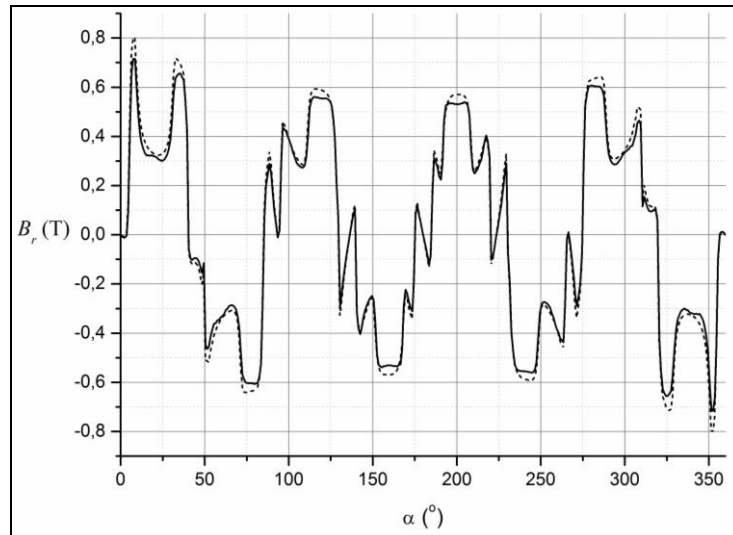


Fig. 3. The dependence of the r -components magnetic induction in the gap between the permanent magnets and the interior of the stator, taking into account (solid line) and without taking into account (dotted line) the nonlinear properties of the ferromagnetic materials.

As we see from the submitted results, in zones corresponding to the location of jumper placement we have to take into account the nonlinear properties of ferromagnetic materials (in particular, the jumper ones themselves).

The mathematical model for calculating the components of a magnetic field in an electric motor with closed grooves taking into account the nonlinear properties of ferromagnetic materials is improved by simplifying the kernel form of integral equations by reducing the number of components containing $grad_Q \mu(Q)$, which makes it possible to simplify further numerical solution of these equations.

REFERENCES

1. A. Zhylytsov, V. Lyktej Modeling Magnetic Field of the Electric Motor With Closed Grooves Including Nonlinear Magnetic. - IEEE Xplore Digital Library, 2017 IEEE international young scientists forum on applied physics and engineering (ysf-2017), book of papers, Lviv, Ukraine.- 2017. - C. 239-242.
2. Zhylytsov A.V. and Liktey V.V. "The boundary value problem for a three-dimensional magnetic field with allowance for a nonlinear magnetic medium" in Problems of Energy Saving in Electrical Engineering Systems. Science, Education and Practice, Scientific Publication, Kremenchuk: KrnU, vol. 1/2014 (2), pp.124-126.
3. Zhylytsov A.V. and Liktey V.V. "Calculation of the magnetic field in a valve electric motor with closed grooves based on nonlinear magnetic characteristics" in Electromechanical

УДК 631.3:621.1

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ МЕТАЛІВ ВІД ПІДЗЕМНОЇ КОРОЗІЇ

*Труш В.А., магістр; Василенков В.Є., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

До числа основних методів захисту від підземної корозії відносяться [1]: вибір корозійностійких металів і сплавів; ізолювання металічної поверхні антикорозійними покриттями (металічні, силікатні, пластмасові, лакофарбові і ін.); обробка корозійного середовища (застосування сповільнювачів корозії, засипка траншей інертними речовинами і ін.); електрохімічний захист.

Перший метод мало застосовується. Високолеговані сталі і деякі кольорові метали не вигідно застосовувати по економічних причинах. Застосування чорних металів без захисту не дало позитивних результатів.

Самий поширений метод захисту – нанесення покриття на поверхню металу. Захисні покриття повинні бути водонепроникними, хімічно стійкими, мати добру адгезію до металу, механічно міцними, стабільними за час перебування в ґрунті, діелектричними і т.п. Крім того вони повинні бути якісними, так як корозійний процес концентрується в несучих частинках покриття і корозія носить місцевий характер. Металічні покриття для захисту від підземної корозії застосовуються дуже обмежено, внаслідок їх пористості. Відомі тільки випадки гарячої оцинковки труб невеликих діаметрів. Використання для захисту підземних споруд лакофарбових покриттів часто неефективне (спостерігається відшарування плівки, старіння). Цей спосіб захисту добре застосовувати разом з електрохімічним захистом.

Для захисту підземних трубопроводів використовують обкладки з липких поліхлорвінілових і поліетиленових стрічок, товщина обкладки не >0,5 мм.

Найбільше розповсюджені різноманітні нафтобітумні захисні покриття з мінеральними наповнювачами в комбінації з обкладками.

Для захисту трубопроводів ґрунт, для зниження його агресивних властивостей, обробляють різними речовинами (кислі ґрунти вапнують, заливають цементом і т.п.).

Для збільшення однорідності ґрунту, який безпосередньо прилягає до металу застосовують спеціальні засипки, які попереджують можливість виникнення місцевих корозійних елементів. Для захисту від мікроорганізмів

вводять різні отрути, які зупиняють або обмежують життєдіяльність мікроорганізмів.

Застосовують також катодний захист по наступній принциповій схемі [2]:

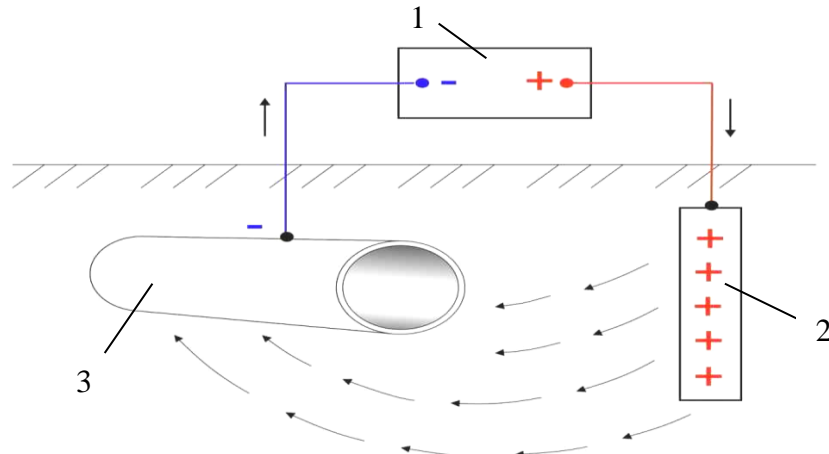


Рис.1. Принципова схема катодного захисту: 1 – катодний станція (джерело струму), 2 – анодний електрод, 3 – трубопровід.

Література

1. Підземна корозія металів [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: elib.lutsk-ntu.com.ua/book/tf/m_ta_pfk/2010/10-108/page6.html.
2. Василенков В.Є. Модернізація системи водоснабження з використанням катодної захисту трубопроводів Журнал „Інновації в сільському господарстві“, М., ФГБМУ. Випуск №4 (25). 2017. – С. 100-107

УДК 621.762

ФАКТОРИ І ПАРАМЕТРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ТЕРМІН СЛУЖБИ КОНТАКТІВ

Мрачковський А. М., к.т.н., доцент

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

На даний час широко використовується метод безпосередньо комутаційних випробувань контактних матеріалів, коли використовують інформацію про ерозійні властивості контактних матеріалів отриманих на макетах реле, вибирають оптимальний з точки зору економічності і зносостійкості контактний матеріал, а потім виготовляють дослідну партію реле і випробовують її.

Вихідними даними для розрахунку є параметри електричного кола – струм, напруга, постійна часу, конструктивні параметри контактної системи реле – між контактний зазор, жорсткість контактної пружини, контактний

натиск, електродугові і електроерозійні параметри контактного матеріалу – струм, напруга і енергія дуги горіння, коефіцієнти ерозії, склад матеріалу.

В основі досліджень взаємозв'язку ресурсу з такими параметрами дуги, як енергія W_d , що виділяється в ній, кількість електроенергії Q_d і часу її горіння t_d , виявлено, що основною визначальною величиною являється виявлення числа комутації N на величину енергії W_d . Термін служби N при цьому в першому наближенні складає

$$N = \frac{W_{дн}}{W_n} \cdot N_n$$

де W_d – енергія, що виділяється при розриві кола в даному режимі; $W_{дн}$, N_n – енергія і термін дії в номінальному режимі.

Аналогічні залежності на практиці використовують для оцінки терміну дії контактів при комутації нелінійних індуктивних і резистивних навантажень.

Об'ємний знос δ_v слабкострумових контактів реле запропоновано оцінювати по емпіричній формулі.

$$\delta_v = \frac{(\alpha_0 q_0 + \alpha_B q_B)}{\eta \gamma}$$

де N – число комутацій; γ – густина матеріалу; $\eta = 0,5-1$ коефіцієнт використання матеріалу; q_0 , q_B – кількість електричної енергії, яка протікає в газовому розряді при вмиканні і відмиканні; α_0 , α_B – емпіричні коефіцієнти.

Для визначення терму дії контактів типу сфера – площина приймається, що внаслідок ерозії має місце перенос матеріалу зі сферичного контакту на площину. При цьому на площинній контактній поверхні утворюється виступ сферичної форми, а на сферичній контактній поверхні утворюється відповідний кратер також сферичної форми.

Висновки:

1. Розраховані такі параметри, як час дуги, енергія, кількість електроенергії, об'ємна і масова ерозія дозволяють достатньо швидко оцінити матеріал контактів та конструкцію контактної системи при розробці нових або модернізації відомих конструкцій реле, але не дозволяють оцінити в абсолютних цифрах їх комутаційну зносостійкість (термін дії).

2. Розробка загального підходу для розрахункової оцінки терміну служби контактів реле разом з методами розрахунку електроерозійних процесів на контактах дозволить оцінити вплив геометрії контактів на їх комутаційну зносостійкість.

Література

1. Намитоків К. К. Електроерозійні явлення: – М.: Енергія, 1978. – 356 с.
2. Омельченко В. Т. Теорія процесів на контактах: – Харків, Вища школа, 1979. – 179с.
3. Разумихин М. А. Ерозионная устойчивость маломощных контактов: – М-Л: Енергія, 1994. – 278 с.

4. Таев И. С. Электрические контакты и дугогасительные устройства аппаратов низкого напряжения. М.: – Энергия, 1979. – 242 с.
5. Хольм Р. Электричні контакти: – М.:Издательство иностранной литературы, 1961. – 35 с.

УДК 537.52

АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МІЦНОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПРОМІЖКУ

Кривда В. І. к.т.н., доц.; Курінько Д. Д. студент; Майданов Д. О. студент; Зубак В. В. студент

ОНПУ, Одеса, Україна

Сьогодні вивчення механізмів пробую і розвитку розрядів в повітряних проміжках при різних значеннях атмосферного тиску, температури і вологості залишається актуальним питанням [1]. Результати моделювання різних дослідників навіть можуть відрізнятися, що пов'язано в першу чергу з умовами проведення експериментів [2] і неоднозначністю термінології, яка викликана різноманіттям умов існування розряду.

В лабораторних умовах проведено ряд дослідів за різних атмосферних умов. За результатами експерименту розроблено математичну модель установки для дослідження електрофізичних властивостей повітряних проміжків. Розроблено прикладну програму для аналітичного визначення напруги пробую та мінімальної відстані між електродами, коли можливий електричний пробій повітряного проміжку.

Порівняльний аналіз експериментального дослідження електричної міцності повітряного проміжку з аналогічними результатами аналітичного розрахунку показав достатню ступінь достовірності. В якості прикладу в таблиці 1 наведено результати порівняння для системи електродів «стержень» – «стержень», де атмосферні умови 1 – 26 °С, 740 мм.рт.ст.; 2 – 27 °С, 750 мм.рт.ст; 3 – 24 °С, 760 мм.рт.ст. Найменша похибка розрахунків, незалежно від типу та форми електродів, складає 0,5 – 1 % та спостерігається при відстані між ними 1,5 – 3,5 см.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз експерименту та аналітичного розрахунку

| L, см | Експериментальні дані, U, кВ | | | Аналітичний розрахунок, U, кВ | | | Похибка, % | | |
|----------|------------------------------|----|----|-------------------------------|-------|-------|------------------|------|-------|
| | Атмосферні умови | | | Атмосферні умови | | | Атмосферні умови | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 2,5 | 33 | 32 | 32 | 33,18 | 32,59 | 31,8 | 0,54 | 1,81 | -0,63 |
| 3 | 38 | 37 | 36 | 38,84 | 38,28 | 37,48 | 2,16 | 3,34 | 3,95 |

Література

1. Merbahi, N. Electric and Spectroscopic Analysis of Surface Corona Discharges in Ambient Air and Comparison With Volume Corona Discharges / N. Merbahi, M. Yousfi, J.P. Gardou // IEEE Trans. Plasma Sci. – 2012. – Vol. 40, № 4.

2. Гатауллин, А. М. Регистрация и обработка сигналов частичных разрядов / А. М. Гатауллин // Приборы и техника эксперимента, 2014, № 4, с. 55–60

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

УДК 621.34.52

**КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ГЕНЕРАТОРОМ
ТУРБОДЕТАНДЕРНОГО АГРЕГАТУ**

Кулінченко Г.В., к.т.н., доцент; Журба В.О., к.т.н., доцент;

Новиков О. О., студент

Сумський державний університет,

м. Суми, Україна

Один із напрямків вирішення завдань енергозбереження при підготовці газу на родовищах є використання турбодетандерних агрегатів (ТДА) із струменево-реактивними турбінами (СРТ). В СРТ здійснюється перетворення потенційної енергії стисненого газу в кінетичну енергію надзвукового струменя, що виходить із тягового сопла. Раніше отримані результати випробувань ТДА показують [1], що наступне удосконалення агрегатів може вестись, як в напрямку оптимізації режимів і конструкції СРТ, так і дослідженні схем керування режимами роботи асинхронного генератора (АГ), що з'єднаний із валом турбіни. Тому ТДА вибудовується як агрегат, що керується системою автоматичного керування.

Враховуючи високу надійність, габарити та вартість АГ, в агрегатах малої енергетики здебільше використовуються машини асинхронного типу. Недоліки цього типу машин, до яких відносяться необхідність в конденсаторній батареї для самозбудження генерації та відносна складність регулювання вихідної напруги, визначають інтерес до застосування синхронних машин. Переваги останніх полягають в простоті збуджуючих і регулюючих пристроїв, меншій потужності збудження. Проте, значні габарити і маса, а також вартість, більша, ніж асинхронних машин дещо обмежує використання синхронних генераторів. Відповідно, така ситуація обумовлює актуальність розробки пристроїв керування АГ на базі о апаратно-програмних мікропроцесорних засобів.

При розгляді варіантів структурної реалізації пристрою керування АГ ТДА беруться до уваги завдання керування, які складається із двох аспектів: керування режимами збудження АГ і стабілізації напруги, що згенерована.

Увага до забезпечення необхідних режимів збудження обумовлена прагненням до зменшення витрат на збудження АГ, а вимоги до систем регулювання параметрами напруги АГ ґрунтуються на особливостях мережи споживання.

Слід зазначити, що згадані аспекти визначаються схемою підключення АГ, в якій джерело реактивної потужності формується за допомогою батареї ємностей. Саме ці кола підключаються і до лінії навантаження. Оскільки при зміні параметрів навантаження, відповідно змінюється напруга мережі, то з цієї причини змінюється і реактивний струм намагнічування АГ. Такі зміни негативно впливають на енергетичні показники АГ.

Для побудови систем керування ємнісним збудженням використовуються системи дискретним та плавним регулюванням ємності [3]. При цьому схема містить два блоки конденсаторів: перший – для забезпечення самозбудження, а другий – для компенсації реактивної потужності при підключенні навантаження. Співвідношення між значеннями ємностей блоків, їх потужностями, а також методами регулювання визначається режимами споживання і характером навантаження.

Останнім часом досить широко почав використовуватись метод стабілізації напруги, в якому на виході АГ підключається баластне навантаження із можливостями його регулювання. В якості такого навантаження застосовується деяке корисне навантаження, наприклад, електронагрівачі теплообмінника ТДА або живлення допоміжного обладнання. Таким чином полягає в автоматичному перерозподілі електричної потужності між споживачами, що допускають зниження напруги або її відключення. Перевагою цього методу є можливість виключення із загальної системи керування підсистеми стабілізації частоти обертання ТДА, при цьому регулювання частоти напруги, що генерується АГ, можна здійснювати мікропроцесорними засобами керування.

В розвиток засад побудови систем керування електрогенератором ТДА випробувана структура джерела електроенергії для газотранспортної мережі [2], специфікою якої є дворівнева стабілізація для вихідної напруги. На першому рівні цієї системи стабілізація здійснюється за рахунок регулювання навантаження. Другий рівень стабілізує вихідну напругу автономного інвертора напруги за допомогою широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) із використанням сигналу зворотного зв'язку.

Розглядаючи перспективу подальших досліджень, слід зазначити, що удосконалення системи керування полягає в подальшому підвищенні ефективності перетворювачів та синхронізації роботи блоків системи.

Альтернативним варіантом підвищення ефективності керування генеруючої установки в цілому є стабілізація режимів обертання СРТ.

Література

1. Ванеев С.М. Исследование струйно-реактивной турбины для турбодетандерного аппарата/ С.М. Ванеев, В.В. Гетало, С.К. Королев // Вісник НТУ «ХП». Тематичний випуск: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – № 8. – С. 82–90.

2. Клепиков В.Б. Лабораторные испытания высокостабильного источника электропитания для газотранспортных сетей/В.Б. Клепиков, В.И. Колотило, А.Н. Моисеев // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, вып.3(50) – Кременчук. – 2008. – С. 132–134.

3. Шокарев Д.А. Анализ систем возбуждения асинхронных генераторов /Д.А. Шокарев, Я.Н. Колесник // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, вып.1 – Кременчук. – 2003. – С. 116–120.

УДК 631.862.363

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

***Рамш В.Ю., к.т.н., доцент; Потапенко М.В., старший викладач;
Шаршонь В.Л., асистент***

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

Для підвищення ефективності використання машин та електрообладнання технологічних систем біогазових установок необхідна оптимізація ремонтно-відновлювальних робіт на основі результатів діагностування, що забезпечить високу безвідмовність роботи та довговічність всіх елементів системи.

Ефективність використання машин і обладнання ґрунтується на порівнянні витрат, які необхідні для підвищення надійності та отриманого економічного ефекту. До цих робіт відносяться ті, в яких відома інформація про обладнання технологічних систем, яка представлена як функція розподілу часу безвідмовної роботи $F(t) = P(T < t)$, де T – випадкова величина напрацювання на відмову.

Ефективність оцінки і прогнозування динаміки технічного стану системи в значній мірі визначається якістю отриманої діагностичної інформації. Зменшення трудомісткості технічного діагностування скорочує простої обладнання, а також затрати праці на його проведення. Підвищення точності визначення діагностичних параметрів призводить до збільшення ймовірності проведення необхідних операцій технічного обслуговування і ремонту машин.

Стратегія проведення ремонтно-відновлювальних робіт за станом агрегату, внаслідок складності отримання достовірної інформації про поточний стан об'єкту досліджена не повністю. В результаті вдосконалення засобів діагностування з'явилась можливість отримання даних про параметри, які характеризують стан об'єктів без їх розбирання.

Тому керування технічним станом технологічних систем біогазових установок на основі визначення оптимального залишкового ресурсу кожного

елемента дозволяє спланувати ремонтно-відновлювальні роботи з використанням принципів системного аналізу [1]. При цьому доцільним є одночасний ремонт елементів системи, а тому витрати будуть розподілені між ними і тим самим буде знижена вартість ремонту кожного агрегату.

Для оптимізації характеристик технологічних систем та засобів діагностики необхідно використовувати техніко-економічний критерій [3].

При цьому необхідно враховувати особливості елементів системи і методу діагностування, який впливає на сумарні питомі витрати. Доцільність одночасного ремонту потрібно визначати на основі техніко-економічного критерію мінімуму φ_n питомих витрат біогазової установки в цілому.

Функція питомих витрат для елемента технологічної системи буде мати вигляд:

$$\varphi_i(t_{заг.і}) = \frac{\{A_i \cdot Q_i \cdot (t_{заг.і}) + C_i \cdot [1 - Q_i \cdot (t_{заг.і})]\}}{t_{\phi} \cdot (t_{заг.і})}, \quad (1)$$

де A_i – витрати на аварійний ремонт; C_i – втрати внаслідок простою обладнання; Q_i – відносна вартість обмінного фонду запчастин; $t_{заг.і}$ – вектор i -та координата якого задає залишковий ресурс; t_{ϕ} – фактичне напрацювання до моменту контролю.

Необхідно розробити таку організацію попереджувально-ремонтних робіт, щоб $\varphi_n(t_{заг.л}) = \sum_{i=1}^k \varphi_i \cdot (t_{заг.і}) \rightarrow \min$, де $t_{заг.л}$ – залишковий ресурс i -го агрегату.

При організації сумісного ремонту i -ї складової частини з $k-1$ іншими, величина втрат на аварійний ремонт A_{ki} буде тим менша, чим більше значення елементів k , які одночасно ремонтуються. Знаючи зміну функції $\varphi_i(t_{заг.і})$ при різних значеннях A_{ki} можна визначити $t_{k.зал.мін}$ і $t_{k.зал.макс}$. Якщо $t_{зал.л}$ буде в межах $t_{k.зал.мін}$, $t_{k.зал.макс}$, то при проведенні сумісних ремонтів i -ї складової лінії разом з $k-1$ інших складових, питомі витрати $\varphi_n(t_{заг.л})$ будуть в межах мінімуму.

Для більшості сучасних технологічних систем біогазових установок кількість виробничих агрегатів становить 5-6 одиниць, спрацювання яких визначає об'єм і характер ремонту. Відновлення номінальних значень параметрів агрегатів обумовлює проведення капітального ремонту або його заміну.

Сумісний ремонт агрегатів, терміни і об'єми яких визначаються методом співставлення інтервалів залишкового ресурсу всіх складових технологічної лінії буде економічно ефективнішим від індивідуальних ремонтів окремих машин.

Література

1. Мозгалевський А. В. Вопросы проектирования систем диагностирования / А.В. Мозгалевський, А. Н. Койда – Л.: Энергоатомиздат: Ленинградское отделение, 1985. – 112 с.
2. Семенов И. В. Проектирование биогазовых установок / И.В. Семенов – Суми: П "МакДон", ИПП "Мрия-1" ЛТД, 1996. – 347 с.
3. Телков Ю. К. Системный анализ и методология автоматического проектирования непрерывных технологических производств / Ю. К. Телков – М.: Академия народного хозяйства, 1978. -159с.

НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ – ЗАПОРУКА ЧИСТОГО ДОВКІЛЛЯ

*Капустіна Т.П., викладач; Суржик Ю.О., викладач
Харківський державний автомобільно-дорожній коледж,
Лозівська філія*

Електроенергетика – основа розвитку економіки, вона є складовою частиною паливно-енергетичного комплексу України.

У господарському комплексі України електроенергетика відіграє дуже важливу роль. Близько половини всього первинного палива (вугілля, нафта, газ, уран), що його має чи одержує з інших держав Україна, а також енергія окремих річок використовується для виробництва електроенергії та теплоенергії.

Нині загальний технічний стан електроенергетики України незадовільний. Це пов'язано з тим, що впродовж десятиліть не проводилася модернізація теплоенергетичного господарства. Внаслідок цього понад 20 % енергетичного устаткування повністю зношене, а 70 % обладнання виробило свій ресурс.

Проблеми теплових електростанцій пов'язані з тим, що вони є великими забруднювачами атмосфери. При спалюванні низькосортного вугілля з домішками сірки; утворюється сірчистий газ, який, сполучаючись з водяною парою в повітрі, спричиняє кислотні дощі. Вугілля, до того ж, не повністю згорає. Це зумовлено використанням застарілих технологій спалювання палива. Тому важливим для ТЕС є їх модернізація, налагодження очистки викидів у атмосферу, а також використання у господарстві золи і шлаку, які нагромаджуються на цих ТЕС.

Гідроенергетика посідає відносно незначне місце в електроенергетиці України – близько 9 % потужностей і 4 % виробництва енергії. Будівництво ГЕС на рівнинних ріках України завдає значних матеріальних збитків, оскільки потребує затоплення великих територій, що використовують під водосховища.

Проблемою атомних електростанцій є поховання і утилізація відходів. Вони зберігають радіоактивність впродовж сотень років, а тому потребують

спеціальних сховищ, які поглинають радіацію. Найкращі умови для їх поховання існують у відпрацьованих соляних шахтах, де є стала температура, добра вентиляція. У нашій країні таких сховищ поки що немає.

На нашу думку вихід із енергетичної кризи, яка насувається на нашу планету, - це масштабне використання джерел поновлюваної енергії: сонячної, вітрової, океанічної, біоенергетики.

Найбільше енергії може дати сонячне випромінювання. Без шкоди для Біосфери можна використати 3% сонячного потоку, що надходить до Землі. Це дасть енергію потужністю 1000 млрд. кВт, що у 100 раз перевищує сучасну потужність виробництва енергії в світі. Але сонячні і вітрові електростанції діють лише за наявності відповідних погодних умов та їх енерговіддача носить випадковий характер. Віддача електроенергії СЕС чи ВЕС не вважається досить надійною.

Серед нетрадиційних джерел енергії можливе використання біомаси і створення на її основі біогазу. Біогаз використовують в якості палива для виробництва електроенергії, тепла або пари, або в якості автомобільного палива.

Біогазові установки можуть встановлюватися як очисні споруди на фермах, птахофабриках, спиртових заводах, цукрових заводах, м'ясокомбінатах. Біогазова установка може замінити ветеринарно-санітарний завод, тобто падло може утилізуватися в біогаз замість виробництва м'ясо-кісткового борошна.

Відходи придатні для виробництва біогазу: гній, пташиний послід, зернова і меласна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекальні опади, відходи рибного і забійного цеху (кров, кишки), трава, побутові відходи, відходи молокозаводів – солонина і солодка молочна сироватка, відходи виробництва біодизеля – технічний гліцерин від виробництва біодизелю з ріпаку, відходи від виробництва соків – жом фруктовий, ягідний, овочевий, виноградна вичавка, водорості, відходи виробництва крохмалю і патоки – мезга і сироп, відходи переробки картоплі, виробництва чіпсів – очищення, шкурки, гнилі бульби, кавова пульпа.

Крім відходів біогаз можна виробляти з спеціально вирощених енергетичних культур, наприклад, з силосної кукурудзи або сільфію, а також водоростей. Вихід газу може досягати до 300 м³ з 1 тонни.

Вихід біогазу залежить від вмісту сухої речовини і виду використовуюваного сировини. З тонни гною великої рогатої худоби виходить 50-65 м³ біогазу з вмістом метану 60 %, 150-500 м³ біогазу з різних видів рослин з вмістом метану до 70 %. Максимальна кількість біогазу – це 1300 м³ з вмістом метану до 87 % – можна отримати з жиру.

Виробництво біогазу дозволяє запобігти викидам метану в атмосферу. Метан впливає на парниковий ефект в 21 разів сильніше, ніж CO₂, і

знаходиться в атмосфері 12 років. Захоплення метану – кращий короткостроковий спосіб запобігання глобального потепління.

Перероблений гній, барда та інші відходи застосовуються як добрива в сільському господарстві. Це дозволяє знизити застосування хімічних добрив, зменшується навантаження на ґрунтові води.

Завдяки впровадженню нетрадиційних джерел енергії, а також подальшого розвитку відновлювальних джерел енергії, суттєво знизиться техногенне навантаження на довкілля.

Література

1. Єрмілов С. Енергетика України: макроекономічний і екологічний контекст [Текст] / С. Єрмілов // *І.* – 2006. – №41. – С. 62-70.

2. Задорожний М. Перспективи сучасної відновлювальної енергетики [Текст] / Микола Задорожний / *Географія та основи економіки в школі.* – 2011. – № 2. – С. 25, 36.

3. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали : у 2-х т./, М.М. Кулик, Б.С. Стогній; за ред. В.А. Жовтянський. – К.:Академперіодика. – 2006

УДК 57.043: 57.044: 620.951

ОДЕРЖАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОНОСІЯ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПАЛИВНОГО ЕЛЕМЕНТА

Голуб Н.Б., д.т.н., професор; Левтун І.І., к.т.н., асистент

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

Одержання енергоносіїв за використання відходів виробництва є актуальною проблемою сьогодення оскільки одночасно вирішуються дві задачі: екологічна – утилізація відходів, що зменшує антропогенне навантаження на оточуюче середовище та енергетична – одержання палива, що зменшує енергетичну залежність підприємства.

Одним з перспективних методів переробки відходів є очищення стічної води за використання мікробного паливного елемента (МПЕ). За анаеробних умов у анодному відділенні МПЕ за використання асоціації мікроорганізмів і стічної води як живильного середовища можливо утворення не тільки електричної енергії, а і інших метаболітів, у тому числі газоподібних енергоносіїв – водню та метану в залежності від умов перебігу процесів.

Але утворення газоподібних продуктів впливає на потужність МПЕ, оскільки газові бульбашки, що утворюються на поверхні аноду зменшують швидкість надходження живильних речовин до клітин анодної біоплівки та ускладнюють відведення метаболітів. Газоподібні продукти метаболізму також впливають на структуру та видовий склад біоплівки, що утворюється на аноді. Метою роботи було визначення умов, за яких можливо поєднання

двох процесів - одночасного одержання газоподібного енергоносія та електричної енергії в процесі очищення стічної води.

Процес очищення стічної води пивзаводу проводили за анаеробних умов при температурі 30 ± 2 °С, ХСК – 1200 - 2000 мг О₂/дм³, гідравлічний час утримання стічної води у МПЕ – 6 годин.

Визначено, що в процесі утворення біоплівки на аноді та збільшення сили електричного поля внаслідок підвищення напруги між електродами знижується вміст метану у біогазі, що пов'язано з загибеллю метаноутворюючих мікроорганізмів. При цьому вихід метану припиняється на 8 добу. При підвищенні концентрації субстрату знижується швидкість руйнування клітин метаногенів і підвищується вихід біогазу на 10% при збільшенні концентрації ХСК на кожні 600 мг.

У випадку одержання енергоносія – водню в анодному компартменті МПЕ, залежність його вмісту у газі, що утворюється, при зміні концентрації за ХСК носить протилежний характер. При збільшенні терміну експлуатації МПЕ підвищується вихід водню і його концентрація у біогазі досягає 25%. Це можна пов'язати з загибеллю метаногенних мікроорганізмів – консументів водню. При цьому концентрація його у газі у 2 рази нижче, ніж за використання двостадійного процесу ферментації.

Зниження концентрації водню у газі пов'язано: по-перше – зі зниженням концентрації речовин, при утилізації яких відбувається утворення водню, оскільки використовуються стічна вода після ферментативного процесу його одержання; по-друге – при іммобілізації асоціації мікроорганізмів на аноді у процесі формування біоплівки під дією електричного поля відбувається селекція і збагачення шару мікроорганізмів екзоелектрогенами, що підвищує швидкість утворення електричної енергії; по-третє – при утворенні щільної біоплівки уповільнюється вихід водню з товщини шару, що підвищує парціальний тиск водню і зміщує метаболічні процеси в бік утворення інших продуктів. Також за використання МПЕ у процесі очищення стічної води знижується вихід газоподібних метаболітів (табл. 1).

Таблиця 1.

Концентрація водню у газоподібних продуктах, що утворились у процесі продукування електричної енергії у анодному компартменті МПЕ

| Параметр | Вихідна концентрація органічної речовини за ХСК, мг/дм ³ | | | | |
|---|---|------|------|------|------|
| | 800 | 1000 | 1200 | 1500 | 2000 |
| Об'єм газової фази за добу, см ³ | 365 | 380 | 390 | 340 | 320 |
| Вміст водню у газовій фазі, % | 18 | 21 | 23 | 22 | 21 |
| Сила струму, мА | 45 | 48 | 57 | 62 | 64 |

Таким чином, МПЕ можна використовувати для доочищення стічної води після анаеробного процесу. При цьому збільшується загальна кількість водню, що можна одержати при очищення стічної води. Збільшення терміну утримання стічної води у МПЕ призводить до зменшення його виходу за рахунок зміни метаболізму мікроорганізмів в процесі підвищення його парціального тиску у анодному просторі МПЕ.

Враховуючи, що метою використання БПЕ на стадії доочищення стічної води є одержання електричної енергії, водню та доведення показників очищеної води до нормативів, оптимальною концентрацією ХСК на вході є 1200 мг О₂/дм³. Оскільки для досягнення нормативних показників підвищення значення ХСК призводить до збільшення терміну утримання води у МПЕ, але при цьому зменшується вихід водню. Також при тривалій експлуатації МПЕ за використання стічної води з концентрацією органічної речовини за ХСК вище 2000 мг/дм³ та значної щільності та товщини струмопровідної біоплівки може відбутись наростання біомаси, що призводить до утруднення проходження стічної води крізь анодний компартмент БПЕ і зупинці роботи пристрою.

Застосування МПЕ для доочищення стічної води дозволяє збільшити вихід водню на 22% при цьому одночасно можна одержати електричну енергію у 2 Вт/г ХСК.

УДК 57.043: 57.044: 620.951

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА МІКРОВОДОРОСТІ РОДУ *CHLORELLA*

Голуб Н.Б., д.т.н., професор; Левтун І.І., к.т.н., асистент

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

У зв'язку з постійно зростаючою світовою потребою у паливних матеріалах значного поширення набувають технології одержання відновлювальних джерел енергії. Актуальною є технологія одержання палива з мікроводоростей. Для створення економічно вигідного виробництва необхідно досягти у клітинах мікроводоростей високої концентрації ліпідної фракції - сировини для одержання біодизельного палива.

Метою роботи є аналіз впливу різної індукції магнітного поля на ріст та розвиток мікроводоростей *Chlorella*.

В дослідженнях показано вплив магнітного поля на активність антиоксидантної системи мікроводоростей та процеси накопичення ліпідної фракції. Встановлено, що при знаходженні культури у магнітному полі з індукцією 10 - 35 мТл протягом 12 годин активність супероксиддисмутази та пероксидази зростає майже в 2 рази по відношенню до культури, що

вирощували без дії магнітного поля. При збільшенні індукції до 45 - 50 мТл активність каталаз може зростати в декілька разів в залежності від умов культивування (температури, режиму подачі CO₂) [1].

Такий вплив магнітного поля призводить до збільшення антиоксидантної активності. Наслідком цього є зменшення кількості окиснених жирних кислот, що впливає на стан мембран мікробдоростей, їх стабілізацію і, відповідно, до збільшення приросту біомаси.

В той же час відбувається інтенсифікація синтезу вуглеводів і зменшується біосинтез ліпідів. При чому підвищення індукції магнітного поля до 60 мТл при дії 1 год. призводить до зниження вмісту ліпідів на 27%. При постійній дії магнітного поля вміст ліпідів знижується на 23% [2].

Дія магнітного поля з такою індукцією є фактором, що збільшує приріст біомаси та вуглеводів, знижуючи при цьому вміст ліпідів. Тобто, змінюючи умови культивування під дією магнітного поля низької індукції не можна одержати культуру з високим вмістом ліпідів. При сумісній дії стресових факторів різного походження та зміни складу середовища культивування та умов проведення процесу одночасно з дією магнітного поля може відбуватись переорієнтація біосинтетичних процесів на синтез ліпідів, що потребує подальших досліджень.

Тому з'ясування дії магнітного поля разом з освітленням світлодіодами з визначеними діапазонами хвиль на розвиток мікробдорості *Chlorella vulgaris*, як сировини для виробництва біодизельного палива, є актуальною проблемою.

Було встановлено, що при збільшенні тривалості знаходження культури у магнітному полі 25 мТл з частотою 10 Гц, збільшується вихід біомаси мікробдоростей. Так, при дії магнітного поля протягом 48 годин приріст біомаси збільшився на 25% порівняно з культурою, що вирощувалася без застосування магнітного поля.

Збільшення приросту біомаси спостерігається і при меншій тривалості впливу. Так, при терміні дії поля 12 годин приріст біомаси збільшився лише на 5%, що знаходиться у межах похибки, а при впливі протягом 24 годин приріст біомаси збільшується на 14% у порівнянні з культурою, що не піддавалася дії поля. Тобто маємо лінійну залежність за таких умов приросту біомаси від терміну дії магнітного поля.

Сумісна дія магнітного поля та освітлення світлодіодами призводить до підвищеного виходу ліпідів. За таких умов вміст ліпідів досягає 24%, що на 60% вище контрольного дослідження (освітлення природним світлом у відсутності дії магнітного поля).

Таким чином, дія магнітного поля при освітленні визначеними діапазонами хвиль світлодіодів призводить як до підвищеного приросту біомаси, так і накопиченню ліпідів в клітинах мікробдоростей.

Література

1 Wang H. Effects of magnetic field on the antioxidant defense system of recirculation-cultured *Chlorella vulgaris* / H.Y. Wang, X.B. Zeng, S.Y. Guo, Z.T. Li – Bioelectromagnetics, 2008, Vol. 29, № 1 – P 39-46.

2 Kricelle M. Static magnetic fields in culture of *Chlorella fusca*: Bioeffects on growth and biomass composition Process / M. Kricelle, B. Deamici, C. J. Barcelos, C. L. Vieira, S. Oliveira – Biochemistry, 2016, Vol. 51, № 7, – P 912-916

УДК 576.8, 581.13

ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Голуб Н.Б. д.т.н, професор; Потапова М.В., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорького», м. Київ, Україна

Процес виробництва спирту супроводжується утворенням післяспиртової барди (ПСБ), яка має значення рН на виході 3,7 – 4,6 і має тенденцію до швидкого закисання. Високе значення ХСК, нестача нітрогену та низьке значення рН знижують можливість її подальшої переробки на енергоносії в процесі анаеробної ферментації. Відповідно, розміщення її на полях фільтрації призводить до забруднення навколишнього середовища [0].

На теперішній час для стабілізації значення рН використовують хімічні речовини, що здорожчує вартість процесу і, виходячи з кількості її утворення (10-15 л на 1 л спирту), є нерентабельним. Використання косубстратів дозволяє збалансувати поживне середовище, але не вирішує проблему закисання. Авторами пропонується для отримання біогазу з післяспиртової барди використовувати послід птахів як косубстрат, який дозволяє регулювати значення рН середовища, забезпечувати асоціацію мікроорганізмів необхідними мікроелементами та досягти раціонального, для процесу метаногенезу, співвідношення С:N [0, 0].

Метою роботи є визначення виходу біогазу залежно від співвідношення послід : ПСБ та значення рН середовища.

Процес метанового зброджування проводили у метантенку об'ємом – 1,5 дм³, у мезофільному режимі за температури 40±2 °С, протягом 14 діб. Біогаз збирали у градуйований газгольдер мокрого типу. Для інтенсифікації масообмінних процесів вміст ферментера перемішували з частотою 10-100 об./хв. Щодобово частину зброженої барди заміщували на такий же об'єм свіжої барди.

Процес ферментації залежить від рН середовища, яке також залежить від швидкості перебігу деструкції сировини та її кількості, і від співвідношення косубстратів. Визначено, що співвідношення за сухою органічною речовиною послід : ПСБ менше ніж 1 : 1 призводить до зміни рН середовища

і зниження виходу біогазу та вмісту метану в ньому. Раціональними параметрами ферментативного процесу є діапазон значень рН в межах 6,5-7,5 за початкового співвідношення косубстратів послід : ПСБ в межах 2 : 1±0,3. Встановлено, що в процесі ферментації відбувається саморегулювання рН за рахунок зміни метаболізму мікроорганізмів. Вихід біогазу за таких умов становив 265 см³/г СОР (суха органічна речовина), вміст метану в ньому – 72±2 %.

Література

1. Wilkie A. C. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks / A. C. Wilkie, K. J. Riedesel, J. M. Owens. // Biomass and Bioenergy. – 2000. – № 19. – P. 63–102.
2. Mohana S. Distillery spent wash: Treatment technologies and potential applications / S. Mohana, B. K. Acharya, D. Madamwar. // Journal of Hazardous Materials. – 2009. – Vol. 163, № 1. – P. 2–25.
3. Голуб Н. Б. Вплив співвідношення косубстратів на вихід біогазу при утилізації післяспиртової барди / Н. Б. Голуб, М. В. Потапова. // Відновлювана енергетика. – 2017. – №2 (49). – С. 90–97.

УДК 621.57

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ТА
ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ**
*Спориш О.О.¹, магістрант, Баран В.В.², викладач, Мелейчук С.С.¹,
к.т.н., доцент*

¹*Сумський державний університет, м. Суми, Україна*
²*Дрогобицький коледж нафти і газу, м. Дрогобич, Україна*

За останніми статистичними даними третина світової енергії використовується для опалення та гарячого водопостачання. Питання, що вирішується в теперішній час є енергозбереження. При цьому реалізуються дві мети – збереження невідновлюваних енергоресурсів і скорочення шкідливих викидів в атмосферу продуктів згорання, що є зокрема, основним фактором глобального потепління. Одним із найважливіших напрямків вирішення вказаної проблеми є використання енергозберігаючих технологій на основі використання теплових насосів. Згідно II-го закону термодинаміки термотрансформація в теплових насосах будь-якого типу вимагає витрати компенсаційного, енергетичного потоку. Якщо таким потоком є тепловий потік джерела з більш високим температурним рівнем, ніж температурний рівень нагріваючого середовища для споживача, то подібні теплові насоси зазвичай прийнято класифікувати як тепловикористовуючі або термокомпресійні [1].

Реальним втіленням тепловикористовуючого теплового насосу як понижуючого термотрансформатора є поєднання компресорного теплового

насосу и теплового двигателя, при умові передачі всієї механічної роботи, що виробляється тепловим двигуном на привід компресора та використання єдиної робочої речовини. Схемне представлення даного поєднання реалізовано у циклі Чистякова-Плотнікова [2]. Особливість даного циклу полягає у тому, що вперше реалізовано сумісне використання єдиної робочої речовини НФС- та НСФС-типу, що дозволило знизити температурний рівень джерела високопотенційної енергії.

Основними показниками, які дозволяють співставляти теплові насоси, що реалізовані за різними принципами є коефіцієнт перетворення енергії для парокompресійного та термокомпресійного теплового насосу відповідно ($COP_{\Sigma}^{ПК}$, $COP_{\Sigma}^{ТК}$). Для більш коректного порівняльного аналізу необхідно співставляти даний коефіцієнт по повному ланцюгу від споживача до первинного енергоресурсу. Також для порівняльного аналізу параметрів енергоефективності використовується ексергетичний к.к.д. для парокompресійного та термокомпресійного теплового насосу відповідно ($\varepsilon_{ex}^{ПК}$, $\varepsilon_{ex}^{ТК}$). В даній роботі представлено порівняльний аналіз для трьох холодильних агентів: R134a, R152a, R600 для різних температурних рівнів споживача теплової енергії. Як слідує з таблиці таблиці 1 у термокомпресійного теплового насоса COP вище на 1 - 18%, а ексергетичний к.к.д. вище на 15,8 - 33% у порівнянні з парокompресійними тепловими насосами, що розраховані на аналогічні параметри роботи.

Таблиця 1

| Холодоагент | R134a | | | R600 | | | R152a | | |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Температурний рівень | 50-60 | 55-65 | 60-70 | 45-55 | 50-60 | 55-65 | 55-65 | 60-70 | 65-75 |
| $COP_{\Sigma}^{ТК}$ | 0,99 | 0,997 | 0,962 | 1,08 | 1,03 | 1,011 | 1,008 | 0,97 | 0,933 |
| $COP_{\Sigma}^{ПК}$ | 0,92 | 0,844 | 0,78 | 1,07 | 0,98 | 0,89 | 0,945 | 0,89 | 0,818 |
| $\varepsilon_{ex}^{ТК}$ | 0,59 | 0,65 | 0,69 | 0,61 | 0,63 | 0,66 | 0,667 | 0,684 | 0,699 |
| $\varepsilon_{ex}^{ПК}$ | 0,51 | 0,51 | 0,5 | 0,55 | 0,55 | 0,536 | 0,568 | 0,574 | 0,557 |
| ΔCOP_{Σ} | +6,9% | +18% | +23% | +1% | +5,3% | +13,4% | +6,8% | +8,8% | +14% |
| $\Delta \varepsilon_{ex}$ | +15,8% | +28% | +33% | +9,8% | +14,5% | +23,3% | +17% | +19,8% | +26% |

Література

1. Арсеньев В.М. Теплонаносна технологія енергозбереження: навчальний посібник/ В.М. Арсеньев. –Суми:СумДУ, 2011. –283 с.
2. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. –712 с. (с приложением)

**ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ВІТРОГЕНЕРАТОРА З ПОВОРОТНИМИ ЛОПАТЯМИ**

*Краснолуцький П.П., к.т.н., доцент, Панцир Ю.І., к.т.н., доцент,
Горбовий О.В., асистент*

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

На думку багатьох фахівців, не зважаючи на порівняно низький коефіцієнт використання енергії вітру (КВЕВ), властивий вітродвигунам вертикально-роторного типу, вони залишаються перспективним напрямком для конструювання вітроустановок малої потужності, оскільки не потребують механізму орієнтації «на вітер», мають високий крутний момент [2;4].

При розгляді відомих конструкцій вітроустановок нашу увагу привернула ідея інженера Ф. Бикова, в якій запропоновано шарнірне кріплення лопаті до лонжерону з обмеженням кута її повороту [1]. На думку автора ідеї, у такому разі робочий хід лопаті може становити 270° проти 120° ... 160° для карусельних вітродвигунів. Але надалі ніяких досліджень такого вітродвигуна, судячи за доступними публікаціями, не проводилося. Тому була сформульована наступна задача: отримати аналітичні вирази руху вітродвигуна з поворотними лопатями, обґрунтувати його конструктивне виконання і визначити подальші напрямки розробки. Для цього нами були розроблені моделі, проведені їх лабораторні дослідження, результати яких дозволили чітко з'ясувати особливості кінематики та динаміки даної конструкції [3], а також потребу у додаткових елементах (закрилках та флюгерах) та їх раціональні параметри (рис. 1а). Зазначимо, що для агрегування з вітродвигуном нами був розрахований і виготовлений електрогенератор змінного струму з постійними магнітами, закріпленими на периферії опорного диску у зоні максимальної лінійної швидкості (рис. 1в).

У ході експериментів було встановлено, що конструкція генератора є роботоздатною і вже при частоті обертання валу близько 60 хв^{-1} він генерував фазну пікову напругу до $20...25 \text{ В}$, а при 150 хв^{-1} - $42...45 \text{ В}$ (у режимі холостого ходу). Однак через биття опорного диска при збільшенні обертів характеристика струму не була плавною. Привертає увагу істотне перевищення частоти обертання ротора під час дослідів проти розрахункового значення (на $15...20\%$ у всьому дослідженому діапазоні). Водночас розбіжність між розрахунковою і експериментально визначеною потужністю не перевищувало $1...7\%$ (рис. 2). Це можна пояснити динамічним ефектом від розвертання лопаті на дузі повороту ротора

45...125⁰. Розвертаючись, лопать набуває певної додаткової швидкості, що і створює штовхаючий імпульс.

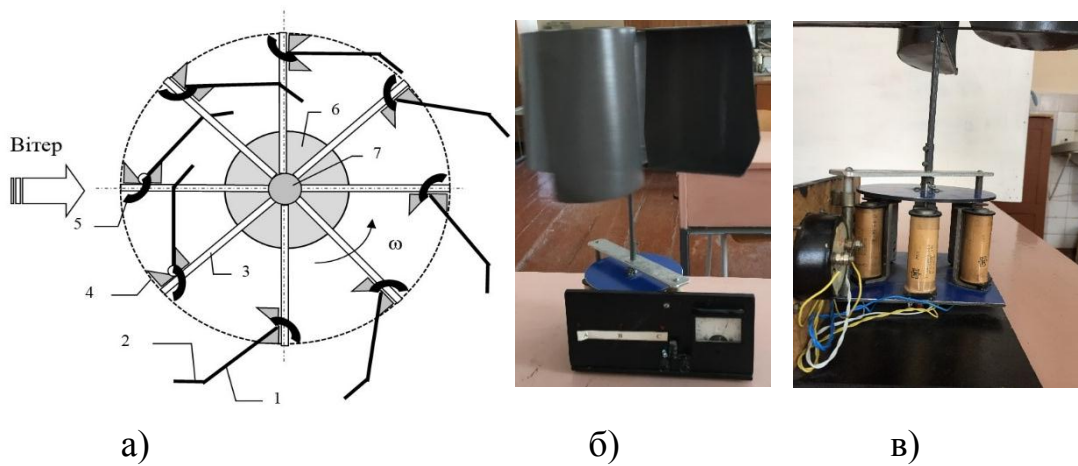


Рис. 1 Схема вітродвигуна (1а), загальний вигляд моделі (1б) та генератора (1в)

1 – лопать; 2 – закрилок; 3 – лонжерон; 4 - обмежувач; 5 – флюгер; 6 – диск опорний; 7 – вал

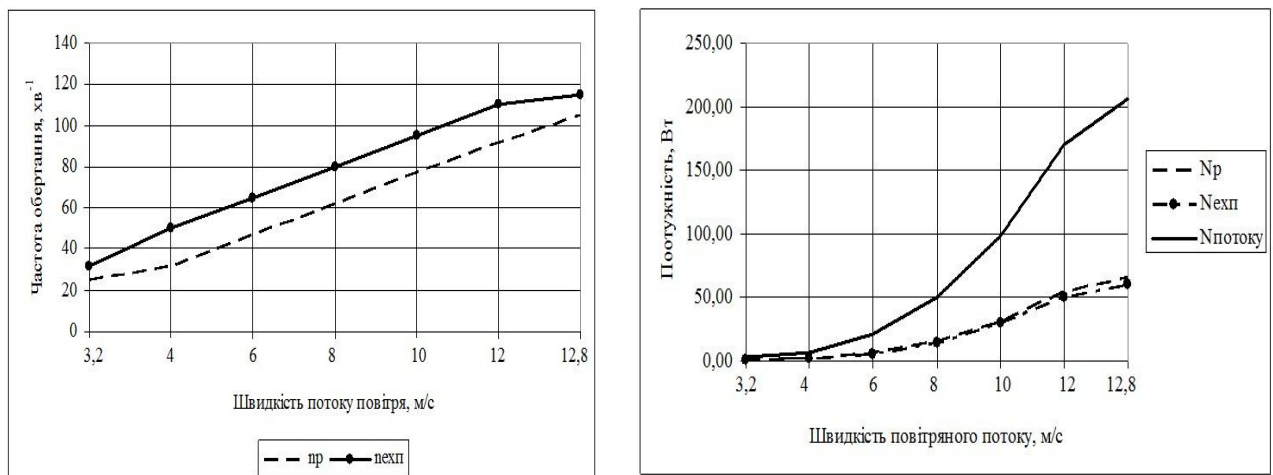


Рис. 2 Основні результати експериментів при різній швидкості вітру
 а) частота обертання ротора (n_p – розрахункове значення; $n_{ехп}$ – експериментальне); б) потужність генератора (N_p – розрахункове значення; $N_{ехп}$ – експериментальне; $N_{поток}$ – теоретична потужність потоку повітря).

Таким чином, лабораторними дослідженнями підтверджено можливість практичного використання вітроенергетатора запропонованої конструкції за умови удосконалення системи кріплення магнітів на опорному диску.

Література

1. Быков Ф. Форсированный ветряк // Изобретатель и рационализатор. 1990. № 8. – с. 11

2. Драганов Б.Х. Использование возобновляемых и вторичных энергоресурсов в сельском хозяйстве / Б.Х. Драганов – К.: Вищ. шк., 1988. – 98 с.

3. Краснолуцкий П., Панцир Ю. Теоретический анализ ветродвигателя с поворотными лопастями // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture: Lublin-Rzeszow, 2015, Vol. 17, No. 1, p. 51–56.

4. Кудря С.О. Основы конструирования энергоустановок с возобновляемыми источниками энергии. / С.О. Кудря, В.М. Головки. – К.: НТУУ КПИ, 2009. –201 с.

УДК 681.3:519.711.3:517.958:621.313

ВИДИ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОТРЕБ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Сорокін Д.С. к.т.н. Босик В.А. студент

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

У ході виконання роботи розглянуто основні шляхи розвитку вібраційних технологій в галузях сільськогосподарського виробництва. Проаналізовано режими роботи вібраційних пристроїв. Визначено основні критерії для проектування лінійних електромеханічних систем.

Проведено порівняння динамічних характеристик електромеханічної системи зворотно-поступальної дії з постійними магнітами для двох варіантів конструкції – з непровідними та масивними магнітопроводами. Проаналізовано сфери використання запропонованих конструкцій вібраційних пристроїв.

Світ сьогодні має величезні досягнення по використанню комплексу біотехнологій, виробництву відновлюваних видів енергії, біогазу, органічних біодобрив, вирощування екологічно чистої продукції та захисту екологічної безпеки землі. **[Помилка! Джерело посилання не знайдено.]** Пошук і вдосконалення виробництва відновлюваних видів енергії є досить актуальним на сьогоднішній день. Україна має великий потенціал біомаси, яка доступна для енергетичного використання. Економічно доцільний потенціал біомаси оцінюється в 27 млн. тон на рік. Основними складовими потенціалу є відходи сільськогосподарського виробництва та енергетичні культури. Залучення цього потенціалу до виробництва енергії та біодобрив може задовольнити близько 13% потреби України в первинній енергії та значно зменшити використання мінеральних добрив **[Помилка! Джерело посилання не знайдено.]**.

Завдяки використанню вібраційних коливань спрощується й полегшується виконання багатьох технологічних процесів, автоматизується і вдосконалюється виробництво, підвищується продуктивність праці, покращується якість готової продукції, знижуються енерговитрати [3]. Крім

того з'являється можливість розробки нових способів оброблення матеріалів і середовищ.

Метою даної роботи є аналіз видів вібраційних приводів на основі електромеханічної системи з осью симетрії з керуванням режимами роботи.

При розробці конструкцій лінійних електричних машин і режимів їх роботи важливу роль відіграє математичне моделювання впливу технологічних і конструктивних параметрів електротехнічних пристроїв на зв'язані електромагнітні і механічні процеси, що протікають в них.

Виготовлення розглянутих електродинамічних систем можливо в двох варіантах кожен з яких має свої переваги і недоліки:

1. З непровідними (шихтованими) магнітопроводами. До переваг можна в такому разі віднести простоту математичного моделювання, а до недоліків – появу накладання коливань при роботі.

2. З масивними провідними магнітопроводами. Це ускладнює математичне та комп'ютерне моделювання через те, що потребує врахування впливу вихрових струмів на електродинамічний процес.

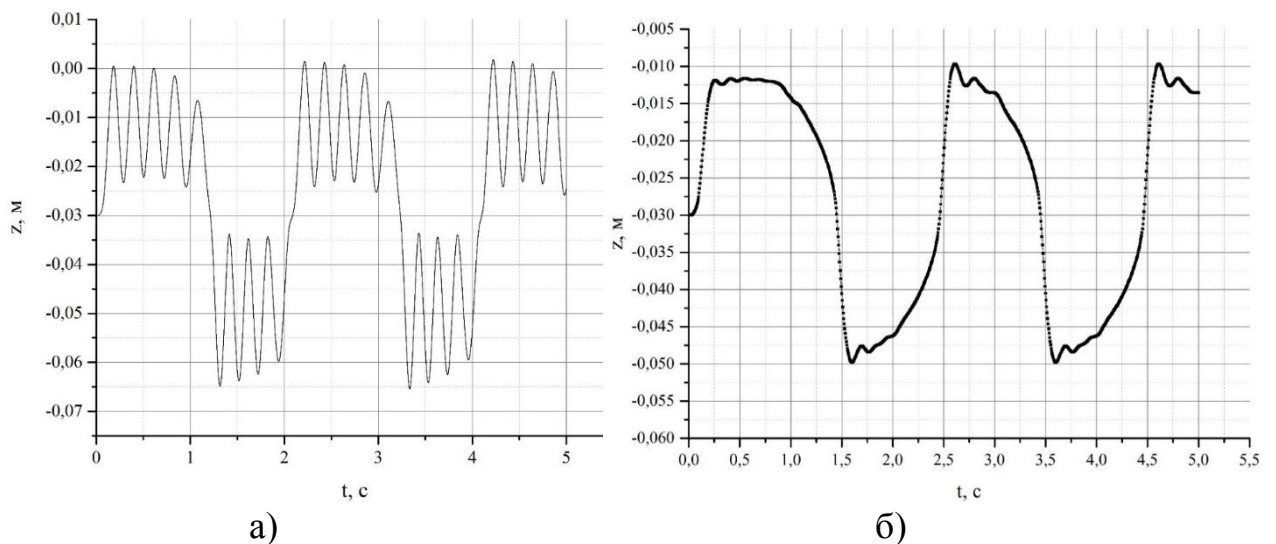


Рис. 1. Залежність положення якоря коаксіально-лінійного двигуна від часу. а) для конструкції з непровідним магнітопроводом, б) для конструкції з масивним магнітопроводом

Наявність вищих гармонік коливань якоря електромеханічної системи вказує на нерівномірність його руху і може призводити до механічних пошкоджень привідного механізму.

Висновки. Для електромеханічної системи з непровідними магнітопроводами запропоновано використання у пристроях для створення вібраційної дії. Наприклад вібраційні сушарки, вібраційні конвеєри, вібраційні сита, пристрої для відокремлення олії від мила при виготовленні

біодизеля, вібраційні пристрої для інтенсифікації процесу виготовлення біогазу та ін.

Для електромеханічної системи з масивними провідними магнітопроводами запропоновано використання у приладах, які потребують плавного зворотно-поступального руху, наприклад заглиблення стрижнів у землю, віброподрібнення, малогабаритні преси та ін.

Література

1. Друкований М. Ф. ВІБРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В КОМПЛЕКСІ БІОТЕХНОЛОГІЙ В АПК УКРАЇНИ / М. Ф. Друкований, Л. В. Дишкант, І. М. Алексевиц. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2015. – №4. – С. 200–205.

2. Кравчук В. Нормативне забезпечення виробництва біомасита біопалива в Україні / В. Кравчук, Т. Цема, М. Оситняжський. // Техніка і технології АПК. – 2010. – №7. – С. 34–38.

3. Удосконалення технології при виробництві олії та біодизельного пального. Монографія / [М. Ф. Друкований, В. М. Бандура, Л. М. Коляновська та ін.]. – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2014. – 254 с.

УДК 620.97; 621.5; 662.611

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОТЕПЛОГЕНРАТОРА ЗЕРНОВОЇ СУШАРКИ

Іскерський І.С., канд. техн. наук, докторант,

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

Починаючи з 2020 року, завдяки прозорливій політиці урядів розвинутих країн почнеться об'єктивний розвиток відновлювальної енергетики з одночасною стагнацією традиційних, в першу чергу, вуглеводневих джерел енергії. Це, в свою чергу, призведе до модернізації і реформування економіки в країнах, які усвідомлюють незворотність вказаних процесів.

Поряд з визначальним розвитком сонячної, вітрової, гідро-енергетики на ринку збережуться системи генерації на базі різноманітних біотехнологій та утилізаційних структур, напряму пов'язані з екологічним станом довкілля. Останній із вказаних напрямів має надзвичайне значення для нашої держави.

Одночасно в Україні існує значний енергетичний потенціал завдяки продукуванню відновлювальної біомаси. Середній щорічний приріст деревини в країні сягає 35 млн. м³ і використовується в межах 40-50 %. Україна має найнижчий показник серед країн Європи з обсягів заготівлі енергетичної деревини. В нас практично відсутня культура санітарно-енергетичних чисток лісів і придорожніх насаджень. Все це вкупі з соломною

злакових культур, елеваторними відходами може скласти вагомий внесок в енергетичний баланс держави.

Процес горіння палива – це сукупність хімічних реакцій окислення його горючих елементів, що супроводжується значним виділенням тепла і світла. Для підтримки процесу горіння потрібен окислювач – кисень. Швидкість хімічної реакції зростає зі збільшенням температури. Тому у топках теплогенераторів забезпечують безперервну подачу повітря у достатній кількості для спалювання біомаси і підтримки високої температури. При повному окисленні продукти, що утворилися не можуть більше з'єднуватися з окислювачем і виділяють теплоту. Продуктами повного окислення горючих елементів являються оксиди вуглеводню (CO_2), водню (H_2O) і сірки (SO_2 і в меншій мірі SO_3).

Причинами неповного згорання палива можуть бути такі: не всі горючі елементи окисляються, при окисленні горючих елементів утворюються продукти, які б могли брати участь в процесі горіння. При неповному окисленні горючих елементів виникають надлишкові викиди у димових газів.

У процесі виробничих досліджень були проведені заміри викидів у твердопаливному теплогенераторі на зерновому елеваторі при спалюванні різних видів палива спеціалізованою лабораторією за допомогою газоаналізатора Sigma. На даному теплогенераторі ми застосували розроблений нами спосіб ефективного згорання твердого біопалива [2]. У таблиці 1 приведено результати замірів у порівнянні з нормативами [1]. Проведений аналіз нормативних документів показав, що є затверджені нормативи викидів при спалюванні лише лушпиння соняшника. Ми ж використовували інші види палива, а саме: деревні пілети, деревна тирса, відходи елеватора.

Таблиця 1.

Результати замірів викидів у твердопаливному теплогенераторі

| | | Технологічний норматив допустимого викиду, мг / м ³ | | | | |
|--------------------|-----------------------|--|-----------------|-----------------|------|--|
| | | N ₂ O | SO ₂ | NO ₂ | CO | Технологічний норматив допустимого викиду суспендованих твердих частинок |
| Лушпиння соняшника | згідно нормативів [1] | 300 | 250 | 300 | 2250 | 600 |
| Деревні пілети | дані вимірів | 15 | 56 | 95 | 950 | 238 |
| Деревна тирса | дані вимірів | 27 | 83 | 101 | 1100 | 375 |
| Відходи | дані | 46 | 99 | 137 | 1750 | 420 |

| | | | | | | |
|-----------|---------|--|--|--|--|--|
| елеватора | вимірів | | | | | |
|-----------|---------|--|--|--|--|--|

З таблиці 1 видно, що отримані нами показники шкідливих викидів нижчі на 30 %, ніж затверджені у нормативних документах. Отже розроблена нами система керування теплогенератором забезпечує високі екологічні показники.

1. Доведено, що вирішення завдання підвищення енергоефективності твердопаливних теплогенераторів можливе шляхом реалізації раціонального дозування компонентів горіння з використанням регульованих режимів роботи шнека подачі палива та вентилятора на основі аналізу складу димових газів.

2. Ефективне спалювання твердого біопалива у теплогенераторі забезпечує високий коефіцієнт корисної дії та зменшує шкідливі викиди у атмосферу на 30 %.

Література

1. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Наказ 13.10.2009 N 540 Про затвердження Технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря із котелень, що працюють на лушпинні соняшнику. – 5 с.

2. Федорейко В.С., Іскерський І.С., Шульга В.М. Біоресурсна диверсифікація джерел енергії в Україні / В.С. Федорейко, І.С. Іскерський, В.М. Шульга // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2016. – Вип. 256. – С. 7–13.

УДК 621.57

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

*Галелюк А.З.¹, викладач; Арсеньєв В.М.², к.т.н., професор,
Мелейчук С.С.², к.т.н., доцент*

¹Дрогобицький коледж нафти і газу, м. Дрогобич, Україна

²Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Тепловий насос представляє собою систему, яка перетворює низькопотенційну енергію в енергію більш високого потенціалу. Як правило джерелами низькопотенційної енергії, які доступні споживачу являються відновлювальні джерела природнього походження: енергія ґрунту, сонця, води або ж техногенного походження, наприклад, вторинні енергоресурси (ВЕР), скидне тепло тощо. Можливість використання в теплогенерації ВЕР дозволяє умовно забезпечувати систему теплогенерації паливом. Такий підхід дозволяє значно економити паливні енергоресурси, що не відновлюються [1].

Для будь-яких типів термомеханічних систем класичні методи термодинамічного моделювання достатньо відомі і знайшли широке застосування. Проте апарат класичної термодинаміки в більшості випадків виявляється недостатнім для вирішення завдань проектування і проектною оптимізації [2]. Методологія термoeкономічного аналізу базується на техніко-економічному обґрунтуванні теплонасосних систем з системами теплогенерації традиційного типу. Термoeкономічний аналіз є найбільш довершеним у порівнянні з іншими методиками визначення енергоефективності будь-яких термомеханічних систем. Вищезгаданий метод дозволяє визначити шляхи скорочення вартості системи як на етапі її проектування так і на етапі подальшої її експлуатації [3, 4].

Оптимізація теплового насосу передбачає пошук схемного рішення з метою мінімізації загальної вартості тепла в окремих технічних умовах. У якості функції оптимізації на стадії проектування використовується функція, яка описує вартість тепла системи тепlopостачання [5].

Економічна модель, вживана в термoeкономіці, відрізняється від моделі, яка традиційно використовується в техніко-економічному аналізі. Вартість фінансових потоків в економічній моделі термoeкономічного аналізу описується залежністю:

$$Z = Z^{CI} + Z^{E/H} + Z^{OM} \text{ у.о./рік} \quad (1)$$

де Z^{CI} – капітальні (інвестиційні) витрати системи в одиницю часу; $Z^{E/H}$ – витрати на енергоносії для функціонування системи, що розглядається в одиницю часу; Z^{OM} – витрати на ремонт і обслуговування, також в одиницю часу;

Основним ланцюгом між термодинамічною і економічною моделями є ексергетична вартість. Для вхідних і вихідних матеріальних потоків, пов'язаних з перетворенням ексергії у системі, а також при передачі потужності N або тепла E_Q рівняння вартості записується у вигляді:

$$C_{BX} = c_{BX} \cdot E_{BX} = c_{BX} (\dot{m}_{BX} \cdot e_{BX}) \quad (2)$$

$$C_{ВИХ} = c_{ВИХ} \cdot E_{ВИХ} = c_{ВИХ} (\dot{m}_{ВИХ} \cdot e_{ВИХ}) \quad (3)$$

$$C_N = c_N \cdot N \quad (4)$$

$$C_q = c_q \cdot E_Q \quad (5)$$

де c_{BX} , $c_{ВИХ}$, c_N , c_q – середня вартість ексергії, грн/кВт·год.

Література

1. Рей Д. Тепловые насосы. М.: Энергоиздат, 1982., 224с.
2. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. 2-е изд. М.: Энергоиздат, 1981-320 с.
3. Тсатсаронис Д. Взаимодействие термодинамики и экономики для минимизации стоимости энергопреобразующей системы. – Одесса: ООО «Студия «Негоциант», 2002.– 152 с.

4. T.Morosuk, G.Tsatsaronis Exergy-based methods for design and optimization of energy conversion systems//Сталий розвиток і штучний холод/Збірник наукових праць VIII Міжнародної науково-технічної конференції.-Херсон: Гринь Д.С., 2012.-С.132-141.

5. Арсеньєв В.М. Теплонаносна технологія енергозбереження: навчальний посібник/ В.М. Арсеньєв.-Суми:СумДУ, 2011.-283 с.

УДК 620.97; 621.5; 662.611

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА У ПАЛЬНИКАХ ЗЕРНОВИХ СУШАРОК

Федорейко В.С., д-р техн. наук, проф.; Загородній Р. І., канд. техн. наук; Рутило М.І., канд. техн. наук, доцент, Бурега Н.В., асистент, Шульга В.М., пошукач

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, м.Тернопіль, Україна.

Ефективність використання палива у твердопаливному теплогенераторі визначається двома факторами: повнотою процесу спалювання палива і глибиною охолодження продуктів згорання. Більша частина теплоти, яка вноситься у теплогенератор, сприймається поверхнями нагріву і передається робочому тілу. За рахунок цієї теплоти відбувається корисний нагрів теплоносія. Це – корисно використана теплота.

Переважно V^0 розраховують для робочої маси палива. Для запобігання неповного згорання палива у топку подають кількість повітря V_g більше теоретично необхідного.

При проектуванні теплогенераторів і аналізі їх роботи користуються коефіцієнтом надлишку повітря a , який дорівнює відношенню фактично поданого кількості повітря до теоретично необхідного,

$$a = V_g / V^0 \quad (1)$$

Внаслідок недосконалої організації процесів горіння забезпечити повне спалювання всього палива, яке вводиться в топку або камеру згорання, не вдається:

- деяка частина палива в топці провалюється крізь колосникову решітку,
- частина найбільш дрібного палива відноситься в газоходи котельного агрегату продуктами згорання, які швидко рухаються;
- незгорілі частки палива, оточені золою і шлаком, видаляються з топки разом з вогнищевими залишками.

Димові гази при повному згорянні містять:

- диоксид вуглецю CO_2 , водяну пару H_2O (яка утворюються при згорянні водню, що є у паливі) і сірчаний ангідрид SO_3 ;
- водяну пару, отриману при випаровуванні вологи з палива, а також

вологи, яку внесено в топку вологим повітрям і дуттям;

- азот палива й азот повітря;
- невикористаний при горінні палива кисень повітря.

Під неповним горінням мається на увазі звичайне горіння з хімічним недопалом палива, яке полягає в тому, що частина палива, яка згоряє, утворює продукти неповного горіння (головним чином СО), які при повному горінні (при окислюванні до CO_2) могли б виділити додаткову кількість тепла.

У правильно запроектованих камерах згорання і топках при нормальній їх роботі хімічний недопал зводиться майже до нуля, а в димових газах міститься лише невелика кількість СО. При незадовільній їх роботі в димових газах можуть з'явитися також H_2 , CH_4 (сажистий вуглець) та інші продукти неповного горіння. Таким устаткуванням є паливний комплекс ГВТ-3000. Він працює на твердому біопаливі сипучої фракції (зернові відходи, соняшникова лузга, деревна щепа тощо). Даний теплогенератор потужністю 3 МВт, за своїми функціональними можливостями нічим не поступається газовим пальникам, окрім того що працює на значно дешевшому паливі. Його можна використовувати на зернових сушарках змінюючи газіві.



Рис. 1. Пальник твердого біопалива потужністю 3 МВт

Енергоощадність технології спалювання у біотеплогенераторах значною мірою залежить від виду палива, яке використовується. Оскільки біомаса володіє певними особливостями, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, тому в процесі експлуатації теплогенераторів, з метою підвищення енергоефективності горіння твердого біопалива, потрібно враховувати його щільність, зольність та вологість. Крім того, важливою та неодмінною умовою горіння у теплогенераторі є достатній приплив кисню. Таким чином, існує необхідність проведення досліджень режимів роботи

біотеплогенератора для визначення способу безпечної подачі енергоефективної паливної суміші у камеру горіння.

УДК 620.92

ШЛЯХИ ПРОХОДЖЕННЯ МЕТАНОГЕНЕЗУ ПРИ АНАЕРОБНІЙ ПЕРЕРОБЦІ ЖИРОВМІСНИХ ВІДХОДІВ

Шинкарчук М.В., аспірант; Голуб Н.Б., д.т.н., професор; Чигрин О.М., магістр

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

Найперспективнішим методом вирішення проблем поводження з жировмісними відходами є їх утилізація за допомогою анаеробного зброджування. Газоподібне паливо, що утворюється, в процесі переробки може частково покривати потреби підприємства у енергоносіях. Окрім, енергетичної перспективи, вирішується ряд екологічних проблем: метанове зброджування мездри та жирів входить до вимог законодавства європейських країн щодо захисту навколишнього середовища [3].

Вміст метану в біогазі, що утворюється, та його кількісний вихід в значній мірі залежать від сировини, що зброджується, зокрема, вихід біогазу з чистого жиру становить 1450 дм³/кг [4]. Проте зброджування жирів ускладнене за рахунок неоптимального співвідношення С:N, яке зміщене в сторону карбону [5]. Рішенням такої проблеми може слугувати додавання косубстрату, як рослинного так і тваринного походження, наприклад, пташиного посліду, який багатий сполуками азоту.

За оптимального співвідношення деструкція органічних відходів проходить за участі асоціації мікроорганізмів в чотири стадії [2]. Гідролітичні мікроорганізми розкладають макромолекули до розчинних сполук, які в подальшому можуть бути перетворенні в низькомолекулярні органічні сполуки. До цієї групи мікроорганізмів відносяться облігатні анаеробні бактерії родів: *Enterobacteriaceae*, *Clostridiaceae*, *Lactobacillaceae*, *Streptococaccaceae*. Сполуки, що утворились в процесі гідролізу ацидогенними бактеріями, перетворюються в сполуки з меншою молекулярною масою (оцтову, пропіонову кислоти, низькомолекулярні спирти, альдегіди та кетони), а також неорганічні компоненти H₂, CO₂, N₂, H₂S. Це призводить до зміни значення рН середовища внаслідок накопичення кислот, за чого відбувається інгібування метаногенезу. До угруповання ацетогенних мікроорганізмів входять як облігатні, так і факультативні анаероби, які здатні зброджувати органічні кислоти та інші компоненти, що утворились на попередніх стадіях, до H₂, CO₂. Іншими представниками стадії

ацетогенезу є гомоацетогенні бактерії, які здатні зброджувати п–С–вмісні сполуки до оцтової кислоти.

Організми, здатні здійснювати стадію метаногенезу відносяться до спеціалізованих архей. У архей є цілий ряд загальних особливостей. Це стосується складу клітинної стінки, ліпідів, апарату транскрипції і трансляції, простетичних груп і коферментів, механізму автотрофної фіксації CO₂, а також способу отримання енергії. В процесі метаногенезу можуть використовуватись різні органічні сполуки, які виступають основними попередниками в ланцюжках біохімічних перетворень при утворенні метану (рис. 1).

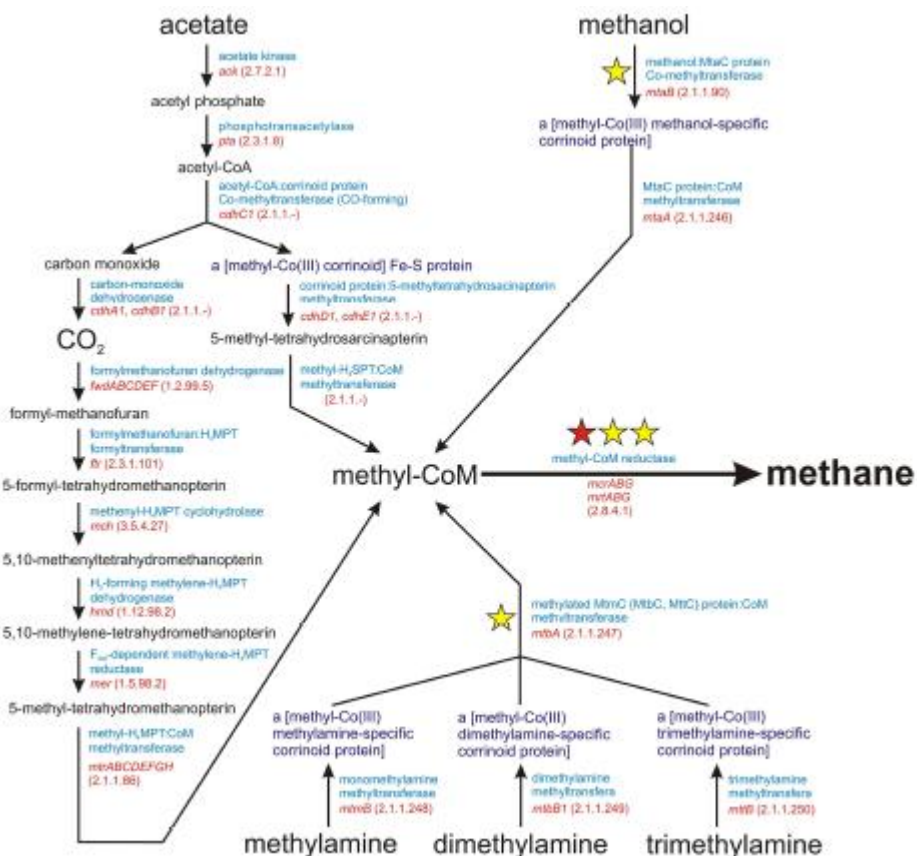


Рис. 1. Шляхи метаногенезу [1].

З рисунку видно, що особливості утворення біогазу із жировмісної сировини в поєднанні з курячим послідом характерно тим, що на етапі ацитогенезу в процесі утворення молекул метил-СоМ участь беруть не тільки проміжні сполуки перетворення ацетату та метанолу, а й метиламіни, диметиламіни та триметиламіни, які є продуктами розпаду курячого посліду. При такому поєднанні компонентів, маємо більший вихід біогазу, але меншу калорійність по його якісному складу.

Література

1. Dziejwit L. Novel molecular markers for the detection of metanogenetic analyses of methanogenetic communities / L. Dziejwit, A. Pyzik, K. Romaniuk, and other // *Frontiers in Microbiology*, Article 694. – V. 6. – 2015. – p. 1-12.
2. Козловець О.А. Біотехнологія одержання біогазу при коферментації посліду птахів: дис. канд. техн. наук: 03.00.20: захищена 02.03.18: затв. 12.04.18. – Київ., 2018. – 217 с.
3. Правове регулювання енергозбереження в Європейському Союзі та в Україні // За заг. Ред. к.е.н. В. Г. Дідика. – К.. – 2007. – 2007. – 165 с.
4. Серета Л. П. Перспективи використання мобільної біогазової установки для внесення рідких органічних добрив / Л. П. Серета, М. М. Черняхівський // *Збірник наукових наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. № 12. – 201. – 172 с.
5. Shanmugam P. Optimising the biogas production from leather fleshing waster by co-digestion wi MSW / P. Shanmugam, N. J. Horan // *Bioresource Technology*, № 100. – 2009. – p. 4117–4120.

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ

*Щепотьєв О.І.¹, к.т.н., професор; Васюк В.В.¹, к.т.н., ст. викл;
Сидоров С.А.², к.т.н., доц.*

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

*²Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Белоруссия*

Один з найважливіших видів контролю – допускний, полягає у встановленні співвідношень між значеннями параметру, що контролюється та встановленими певним чином границями (допусками) на його відхилення. Так як вимірювальним пристроям властиві похибки, результати, вимірювань потребують кількісних характеристик, що відображають ступінь довіри до отриманих результатів.

Достовірність результатів контролю – це показник ступеня об’єктивного відображення результатами контролю дійсного технічного стану об’єкта контролю. Вона може бути уявлена у вигляді двох складових частин – методичної достовірності та інструментальної достовірності.

Достовірність контролю (діагностування) визначається наступним чином:

$$D_K = D_M \cdot D_{instr},$$

де D_M – методична достовірність контролю; D_{instr} – інструментальна достовірність контролю.

Методична достовірність визначається достовірністю алгоритму і достовірністю метода контролю.

Методична достовірність – складова достовірності контролю, яка визначається мінімальною сукупністю параметрів, які контролюються,

методикою контролю та прийнятим сим в ній критеріями оцінки технічного стану об'єкта.

Величина методичної достовірності може бути визначена як відношення кількості інформації Jn_k , яка отримана в результаті обробки n_k ознак об'єкта, до апріорної ентропії об'єкта $H_o(N)$:

$$D_M = \frac{Jn_k}{H_o(N)} = \frac{H_o(N) - \prod_{i \in n_k} p_i \cdot H_o(N)}{H_o(N)}, \quad (1)$$

де $H_o(n_n) = - \prod_{i \in n_k} p_i \cdot \log_2 \prod_{i \in n_k} p_i - (1 - \prod_{i \in n_k} p_i) \log_2 (1 - \prod_{i \in n_k} p_i)$ – ентропія множини n_n ознак об'єкта, які не входять до складу n_n ознак; p_i – ймовірність отримання інформації об об'єкті при обробці інформації по i -ю ознаці; n_n – множина ознак об'єкта, за якими обробка інформації не здійснюється (інформація не відома); N – загальна кількість ознак.

Якщо $n = N$ то $D_M = 1,0$.

Інструментальна достовірність – складова достовірності результатів контролю, яка визначається ймовірнісними властивостями ознак об'єкта, видом алгоритму обробки ознак, точнісними характеристиками засобів вимірювання та ін.

При допусковому контролі «придатним» визначається об'єкт з параметрами, результати вимірювань яких знаходяться в межах заданих допусків, та «непридатним» – об'єкт з параметрами, результати вимірювання яких знаходяться не в межах.

Величина експлуатаційних меж встановлюється інструкцією з експлуатації чи іншими відповідними документами для тих параметрів об'єкта, які контролюються в умовах експлуатації.

Межі – це встановлені досвідом або розрахунком границі для значень параметрів об'єкта, при яких він здатний виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники протягом необхідного часу при визначених умовах. При цьому допускається повна безвідмовність засобів контролю, а можливі результати контролю, обумовлені лише їх точнісними характеристиками і фактичним станом об'єкту контролю.

У результаті здійснення контролю отримаємо або результат, який визначає об'єкт контролю придатним (результат контролю знаходиться в межах встановлених допусків) – випадок, або результат, який визначає об'єкт контролю непридатним (результат контролю знаходиться за межами встановлених допусків) – випадок. У силу властивих вимірювальним пристроям помилок вимірювання отримані результати не можуть розглядатися як абсолютні.

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

УДК 631.171:681.518

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АЛГОРИТМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Лисенко В.П., д.т.н., професор; Руденський А.А.

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

Аграрний сектор економіки України, зокрема, птахофабрики, тепличні комбінати, зернові господарства, що на промисловій основі виробляють продукцію тваринництва і рослинництва, вносять значний вклад у наповнення бюджету держави. Саме для них частка енергетики у структурі собівартості продукції сягає 15-80%, а тому її зменшення збільшує прибуток і це стає метою підвищення ефективності підприємств.

Оцінка, ідентифікація, прогнозування природних збурень, аналіз вартості продукції та енергоносіїв та використання результатів зазначеного на основі теорії ігор і статистичних рішень дають можливість формувати стратегії керування, що призводить до економії (9-10)% енергії.

Використання інтелектуальних алгоритмів для складних біотехнічних об'єктів дає можливість економити енергетичні ресурси та забезпечувати відповідну якість продукції виробництва.

УДК 681.5.07

ПРО МОДЕЛЮВАННЯ МАЛОЧУТЛИВИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

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

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

При моделюванні реальних систем керування, зокрема прискорювальної техніки [1], необхідною складовою є урахування можливих відхилень оптимальних параметрів керування від їх розрахункових значень. Якщо величини відхилень характеристик виявляються досить великими, то досліджувана система стає взагалі непрацездатною. У зв'язку з цим набувають актуальності задачі проектування малочутливих (нечутливих) систем керування та оптимізації чутливості динамічних систем [2].

Так, для рівнянь поздовжнього руху частинок [1] одна із задач траєкторної оптимізації полягатиме у мінімізації максимального відхилення частинок за енергією від заданої γ_T :

$$\min_{\alpha \in \Omega_\alpha} \max_{\varphi(0) \in \Omega_\varphi} (\gamma(T, \alpha, \varphi(0)) - \gamma_T)^2. \quad (1)$$

Для випадку релейного керування (1) зводять до задачі оптимального вибору точок перемкнення $0 \leq t_1 \leq t_2 \dots \leq t_N \leq T$ [1]. Такий підхід дозволяє здійснювати проектування малочутливої прискорювальної системи сумісним розв'язанням задачі (1) та задачі мінімізації максимальної чутливості [2]

$$\min_{t_1, t_2, \dots, t_N} \max_{\xi; k; \varphi(0) \in \Omega_\varphi} \Phi(u^{(k)}(\xi, t_1, t_2, \dots, t_N, \varphi(0))). \quad (2)$$

Якщо початкові умови вибрано із деякої заданої множини M_0 , то точки перемкнення необхідно вибирати так, щоб мінімізувати функціонал

$$I(t_1, t_2, \dots, t_N) = \max_{M_0} [(\gamma(T) - \gamma_T)^2 + r_1^2(T) + r_2^2(T)] \quad (3)$$

та виконати обмеження на функції чутливості, наприклад, вигляду

$$u(\xi, \bar{t}) \in \Gamma_\xi = \left\{ u(\xi, \bar{t}) : \left| \sum_{j=1}^n l_s^{(j)*} u^{(j)}(\xi, \bar{t}) \right| \leq 1, s = 1, 2, \dots, \bar{N} \right\}.$$

($r_1(\xi) = r(\xi)$, $r_2(\xi) = r'(\xi)$, $u^{(j)}(\xi, \bar{t})$ – вектор чутливості по j -тій координаті).

Наведені задачі відносять до класу задач недиференційованої оптимізації [1], а обмеження (4) враховують за алгоритмами стійкості [2].

Література

1. Бублик Б.Н. Структурно-параметрическая оптимизация и устойчивость динамики пучков / Б.Н. Бублик, Ф.Г. Гаращенко, Н.Ф. Кириченко. – К.: Наук. думка, 1985. – 304 с.
2. Панталієнко Л.А. Дослідження задач обмеженої чутливості методами практичної стійкості / Л.А. Панталієнко // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 194. Част.2. – С. 243–248.

УДК 629.113

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ УРОЖАЮ, РОЗПОДІЛУ ТА ПЛАНУВАННЮ МАРШРУТІВ РУХУ ЗБИРАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Шворов С. А., д.т.н, професор; Пасічник Н.А., к.с-г.н, доцент,
Опришко О.О., к.т.н., доцент; Комарчук Д.С., к.т.н, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Моніторинг стану рослинності на полях сільськогосподарських культур є важливим кроком для визначення обсягів урожаю, розподілу та плануванню маршрутів руху безпілотних комбайнів. Традиційні повітряні платформи, такі як літаки і комерційні супутники, не підходять для цих

застосувань через їх низьку розподільчу здатність знімків, але це може вирішуватись із використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з цифровими фотокамери. Завдяки високій розподільчій здатності у фотознімку разом із рослинами фіксується і ґрунт, що впливає на сумарні спектральні показники ділянки. Для точного визначення обсягів урожаю виникає необхідність відокремлення на фотознімку ділянок насаджень рослин від ґрунту. Проведений аналіз існуючих алгоритмів планування та керування рухом збиральною технікою показав, що неврахування цього фактору призводить до неоптимального планування польових робіт, і, як наслідок, до непередбачених часових витрат та пального.

Як показують результати експериментальних досліджень, моніторинг стану рослинності доцільно проводити за допомогою сенсорного обладнання формату RGB, а для обчислень даних з БПЛА – використовувати програмне середовище MathCAD (version 14.0.0.163), яке також пристосовано для аналізу кольорових зображень. Вихідне зображення, на якому зафіксовані всі об'єкти дослідження, попередньо розділяються на окремі дослідні ділянки засобами програми Microsoft Picture Manager (14.0.4750.1000), а кожна ділянка окремо обчислюється за допомогою програми MathCAD.

Запропонована технологія розрахунку кількості пікселів для кожної складової кольору ґрунту з урахуванням висоти польоту БПЛА передбачає більш високу оперативність та точність визначення обсягів урожаю, що дає змогу вирішення задач оптимального розподілу та планування маршрутів руху збиральної техніки з метою мінімізації часових витрат та пального.

УДК 66-97

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЧАТКОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ КАМЕРИ «ПІД ВОГНЕМ»

Жученко О. А., к.т.н., доцент; Коротинський А. П., аспірант;

Катишев Є. В., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

З опису роботи багатокамерних печей випалювання відомо, що повітря, яке йде на подальше горіння у камеру, що знаходиться під вогнем, попередньо проходить через камери, в яких знаходяться вже обпалені електродні заготовки. Таким чином, повітря нагрівається і подається до камери, де відбувається горіння з температурою 250-350 °С [1].

Відповідно, до цього, дослідження температурних полів, що формуються на етапі камера «під вогнем» при різних режимах його ведення є важливим кроком, котрий передуює синтезу системи керування даним процесом, яка повинна забезпечити оптимальні експлуатаційні умови роботи.

Метою даної роботи є дослідження впливу початкової температури повітря на стан температурних полів, що виникають на етапі камера «під вогнем». Результати представляються у вигляді порівняння двох досліджень з однаковими початковими умовами, проте з різною температурою повітря, що подається на горіння, а саме 300 К та 500 К.

З результатів (див рис. 1) видно, що у порівнянні з меншою початковою температурою повітря, максимальна температура по всьому об'ємі камери значно вища. Прогрів камери при початковій температурі 500 К, у порівнянні з меншою температурою повітря краще, що обумовлене більшим підводом теплоти. Найвищою є температура стінок вогневого колодязя (близько 1530 К при початковій температурі повітря 300 К та близько 2254 К при 500 К), мінімальною є температура протилежної стінки (близько 1380 К при початковій температурі повітря 300 К та близько 2063 К при 500 К). Перепад температури по всьому об'ємі камери печі сягає 150 К та 191 К відповідно.

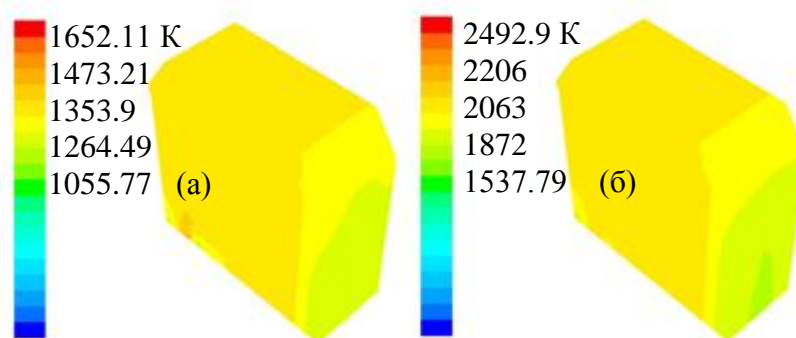


Рис. 1. Температурне поле камери печі при початковій температурі повітря а) - 300К, б) - 500К.

Графіки швидкості росту мінімальної та максимальної температури по газовому середовищі камери печі показані на рис.2-3.

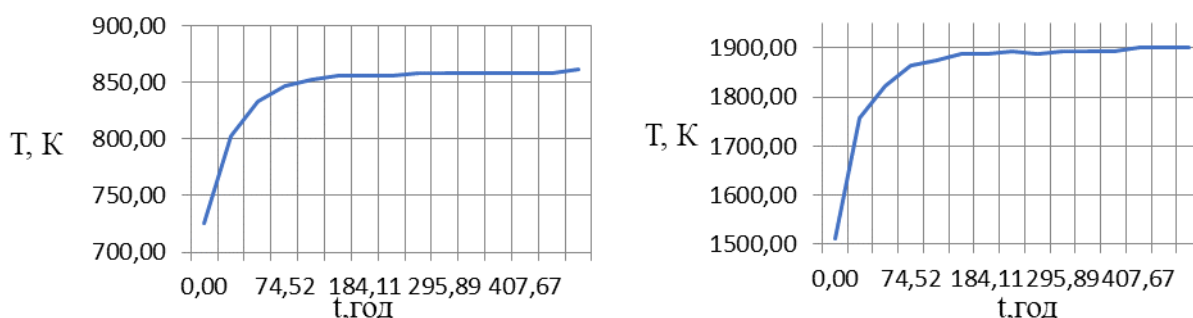


Рис. 2. Графіки швидкості росту мінімальної та максимальної температури по газовому середовищі камери при температурі повітря 300К

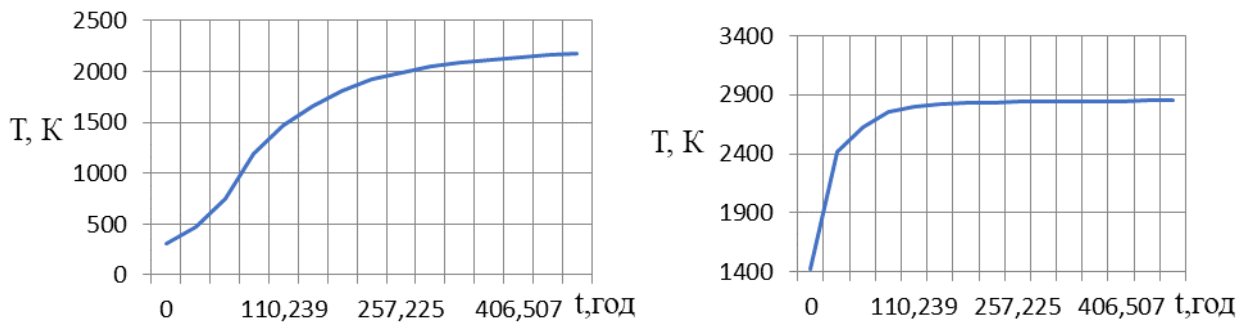


Рис. 3. Графіки швидкості росту мінімальної та максимальної температури по газовому середовищі камери при температурі повітря 500К

З графіків (рис.2) видно, що мінімальна та максимальна температура стрімко змінюються у діапазоні 10-60 годин. Це можна пояснити тим, що саме у цей період часу відбувається процес нагріву стінок вогневого колодязя. При цьому газ, який ще не згорів, та повітря підігріваються за рахунок акумульованої теплоти стінок колодязя та процес горіння відбувається не з початковою температурою 300 К, а дещо вище. Після повного підігріву стінок вогневого колодязя (після 60 годин) значної зміни температури по газовому середовищу не відбувається.

Відповідно при початковій температурі повітря 500 К, мінімальна та максимальна температура стрімко змінюються, в діапазоні 10-100 годин. Цілком логічно, оскільки для прогріву стінок футеровки на більші температури, що в свою чергу буде догрівати природний газ та повітря, потрібно більше часу.

Висновки. Незначне збільшення температури повітря, що йде на спалювання, призводить до значного збільшення температури по всьому об'ємові печі, а відповідно і до збільшення максимального перепаду температур.

Література

1. Теплообмен в многокамерных печах обжига углеграфитовых изделий И. В. Пулинец, Е. Н. Панов, А. Я. Карвацкий, С. В. Лелека, Т. В. Лазарев, Т. В. Чирка Київ НТУУ «КПІ» 2014

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ І БЕЗПЕКИ АПАРАТУРНО-ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Мірських Г.О., к.т.н., доцент

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

Основні принципи оцінювання безвідмовності та безпеки функціонування технічних об'єктів (ТО) мають чимало загальних рис, але й багато в чому відрізняються. Особливо це стосується об'єктів, які

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

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

Основним поняттям теорії безпеки є поняття *аварійної ситуації*, а отже аналіз ТО щодо його стійкості до деградації починається з усвідомлення сутності поняття аварійного стану, при ідентифікації якого об'єкт аналізується з точки зору можливості відмови *будь-якої складової* (незалежно від того чи відмовили на даний момент інші складові) на шляху до повної деградації цього об'єкта [2]. Це в багатьох випадках може в більшій або меншій мірі співпадати з результатом проявлення помилки у ПЗ. За вказаних умов найбільшу інформацію можна отримати на підставі не стільки прямих розрахунків безвідмовності АПК, скільки на підставі розроблення відповідних сценаріїв його функціонування під час переходу від одного стану до іншого. Розроблені сценарії відображаються відповідною моделлю АПК, якою враховуються як матеріальні, так і віртуальні (реалізовані відповідним ПЗ) зв'язки окремих складових. Звичайно, отриману модель не можна звести до каскадної. На підставі розробленої моделі будується логічна функція, що описує той чи інший стан АПК в залежності від конкретного сценарію. Вказана логічна функція стає основою реалізації алгоритму

обчислення безвідмовності АПК, розроблення алгоритму процесу діагностування з метою встановлення місця відмови, а також основою встановлення ознак переходу АПК до аварійного стану, який можна ідентифікувати на підставі відповідних алгоритмів [2]. Встановивши відповідні ознаки, які сприяють ініціюванню аварійної ситуації, розробляється сценарій можливого розвинення аварії всередині АПК, що є наслідком виникнення вказаних ознак. При цьому особлива увага приділяється ПЗ (звичайно за його наявності у ТО), властивості якого можуть як сприяти розвиненню аварійної ситуації (при відсутності відповідних вимог до цього ПЗ), так і «парирувати» її (за умови розроблення ПЗ з урахуванням наявності інформації щодо відповідних сценаріїв). Отриманий сценарій розвинення аварії в АПК має вигляд «дерева подій», циклу, відповідної мережі тощо й являє собою логічну схему зв'язків окремих складових, яка відображає як саме розвивається аварія, які складові вона охоплює, яке обладнання зачіпатиме і т.п.

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

Література

1. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. СПб.: Питер, 2005. – 479 с.
2. Горопашная А. В. Оценка важности аргументов немонотонных логических функций при логико-вероятностном анализе безопасности сложных технических систем / Вестник С.-Петербургского ун-та, 2009. Сер. 10. Вып. 1. С. 19 – 32.

СТРУКТУРА ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З РОЗШИРЕНИМИ АПРОКСИМАЦІЙНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Мірських Г.О., к.т.н., доц.

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

Одним із заходів розширення можливостей штучних нейронних мереж щодо апроксимації функції, якою відображені вхідні дані, є зниження

критерію Лівшиця цієї функції. Для досягнення вказаного пропонується розділяти весь простір, в якому подається вхідна інформація (простір визначення вхідної функції, якою відображаються вхідні дані) на окремі області (якщо це, звичайно, не суперечить умовам задачі) і побудувати декілька паралельно працюючих нейронних мереж, кожна з яких спрямовується на оброблення лише визначеної області вхідної інформації, тобто функціонуватиме у наперед встановленій області визначення вхідної функції. Тобто, весь потік вхідної інформації виявляється розділеним на окремі часткові потоки, кожен з яких відповідає визначеній області вихідних даних, а отже, може бути суттєво простішим по відношенню до первинного потоку. Такий метод, як показує практика, виявляється ефективним особливо за умови суттєвої неоднорідності вхідної функції в просторі її визначення (вхідних даних) з огляду на величину критерію Лівшиця, як це наприклад має місце в процесів моделювання за допомогою нейронної мережі частотних смугових фільтрів з немонотонно зростаючою амплітудно-частотною характеристикою у смузі загородження.

Визначаючи нейронну мережу, яка власне й будується для розв'язання поставленої задачі (мережу «відповідальну» за отримання кінцевого результату) як *генеральну* нейронну мережу, а її складові, що спрямовані на оброблення окремих областей вхідних даних, як *часткові* нейронні мережі (компоненти генеральної нейронної мережі), можна побудувати узагальнену архітектуру нейронної мережі. Така штучна нейронна мережа складатиметься з декількох паралельно працюючих нейронних мереж, кожна з яких обробляє один з паралельних потоків інформації, тобто є складовою (частковою мережею) ансамблю нейронних мереж. Для кожного з таких потоків будується часткова штучна нейронна мережа, яка за характеристиками найбільш пристосована для оброблення саме цього потоку, що визначається відповідністю критерію Лівшиця вхідної функції у даній області змінення аргументів і критерієм Лівшиця відповідної часткової мережі. На виході генеральної нейронної мережі вихідні дані, отримані частковими мережами, об'єднуються в єдиний потік, утворюючи розв'язок поставленої задачі.

CONDITIONS OF EXPEDIENCY STATISWOW CONTROL AS PRODUCTS

Stinen O., Lecturer

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

Statistical quality control of products at output of production cycle, has features that are shown in the condition that the level of defect is approaching zero, because at the same time to establish adequate level of defect it is necessary to inspect the entire party.

Considering the economic indices on the choice of the output cycle of the statistical control is usually done in understanding the imperative of control itself. This approach is not optimal, because the initial control is only one of the possible means of regulation of relations between the manufacturer and the consumer. In the framework of the paradigm of the original control of the products, there is an opportunity to abandon the detailed information on their quality at the output of the technological cycle. In this case, consumer protection is possible to provide development and implementation of a special strategy of the manufacturer and consumer relations.

Of course, the strategic line of any enterprise is aimed at reducing the defective level of defect, in which the probability of taking a batch of products equals the risk of the consumer. Given the small value of the defective level, the sample size is required N , which for any control plan is determined on the basis of the given defective level of defect p , will be no less than $2,3/p$. Thus, if the level of quality of controlled products is high, for example, such that the consumer can deliver no more than 1 product of a product with 10000 ($p = 0,0001$), then the volume of control should be the size $N = 2300$, whereas in real situations, the volume of control in a unit or dozens of units of products is considered economically justified.

Thus, statistical methods can be used only for the control of products of relatively low quality (for example, for every 50 100 products one is defective).

Beyond the scope of the paradigm of the mandatory control of the initial control, an alternative strategy of quality assurance, which consists in the refusal of the initial control, is introduced when the rules are introduced, according to which the defective product is replaced by the new one, according to the first requirement of the consumer. To implement such a strategy, appropriate criteria are established that determine the economic feasibility of two alternative methods of quality assurance in the absence of initial control.

The first batch of products supplied to the consumer, manufacturer adds a number of products to replace the possible available in this batch of defective products.

The second one the replacement of defective products is carried out within the framework of the system of manufacturer's warranty obligations through a network of service centers, workshops, retail trade, etc.

The above gives an opportunity to draw conclusions and formulate recommendations, namely:

- statistical control of product quality is not always acceptable;
- the feasibility of introducing statistical controls should be based on a comparative analysis of the effectiveness of the use of statistical control and alternative schemes that provide for the technical maintenance of products or the replenishment of a batch of products supplied to the consumer.

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ
НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЙ ПРОЦЕСІВ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЇ**

Заєць Н.А.¹ к.т.н., доцент, Гриценко Н.Г.², асистент

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

*²Національний університет харчових технологій,
м. Київ, Україна*

Значний вплив на якість процесів брагоректифікації має кількість аварійних ситуацій, що залежить від стабільної роботи системи, дотримання якісних показників робочих режимів колон, а це, в свою чергу, пов'язане з реакцією і оперативністю правильних дій оператора, який на основі виробничого досвіду і знань повинен в умовах дефіциту часу і інформації оперативно змінювати технологічні режими для забезпечення успішного функціонування об'єкта.

Аналіз спиртового виробництва показує, що найбільш енергоємними технологічними процесами є водно-теплова обробка зерна, перегонка бражки і ректифікація отриманого дистиляту. Заключним етапом отримання готового продукту на виробництві є процеси брагоректифікації, які здійснюються в нашому випадку на брагоректифікаційній установці (БРУ) непрямої дії, що складається з трьох колон: бражна колона, епюраційна і колона ректифікації. Характерною рисою БРУ є отримання високої якості етилового спирту, простота в експлуатації і паралельно з цим високе енергоспоживання [1].

Кожна колона окремо і БРУ в цілому визначена багатовимірним об'єктом управління оскільки їх стан характеризується концентраціями компонентів, температурами і тиском. Для підтримки режимів роботи будь-якої з колон необхідно управляти декількома регульованими змінними і одночасно впливати на велику кількість вхідних змінних. Причому зміна однієї вхідної величини, призводить до зміни всіх або хоча б декількох вихідних величин. Саме цей аспект і робить трехколонної БРУ непрямої дії багатовимірним, багатозв'язним, нелінійним і нестационарним об'єктом управління [2].

Виходячи з досвіду створення автоматизованих систем управління технологічними процесами, для синтезу відповідного інтелектуального блоку прогнозування виникнення нештатних ситуацій використовувалися нейронні мережі, що характеризуються ефективною роботою в умовах розмитості вхідної інформації, нелінійності зміни значень параметрів, багатofакторності - що характерно для БРУ. На початковому етапі синтезу інтелектуальної системи управління протягом 120 днів проводився пасивний експеримент на Червонослобідський спиртовий завод зі створенням бази даних основних технологічних параметрів та характеру стійкості роботи БРУ. Основний

детальний аналіз проводився для входних параметрів роботи БРУ при виникненні реальних нештатних ситуацій, пов'язаних з "провалом колони".

На підставі проведених експериментів і отриманих вибірок синтезований інтелектуальний блок прогнозування виникнення нештатних ситуацій, що дозволить передбачити виникнення "провалу колони" за значеннями поточних параметрів технологічного процесу. В системі використовувались нейронні мережі типу багатошаровий перцептрон, оскільки алгоритми їх ефективного навчання достатньо вивчені. Для навчання мереж застосовувався алгоритм зворотного розповсюдження помилки [3]. Для використання інтелектуального блоку прогнозування виникнення нештатних ситуацій в режимі реального часу ходу технологічного процесу БРУ очевидна необхідність створення інтелектуальної системи запобігання виникнення нештатних ситуацій (рис.1).

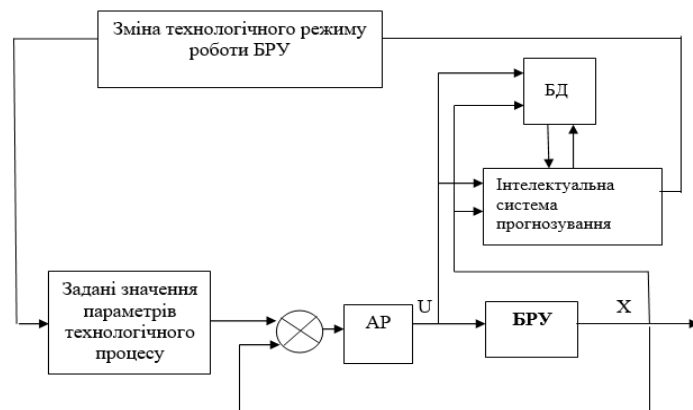


Рис.1. Загальна структурна схема системи прогнозування нештатних ситуацій де АР – автоматичний регулятор, БД – база даних.

Надалі, планується розробити математичний апарат і програмне забезпечення створюваної системи, яка, використовуючи експериментальні дані, досвід експертів і прогнозування нейронною мережею виникнення нештатних ситуацій, буде змінювати завдання технологічного режиму функціонування об'єкта, не допустивши виникнення викладених вище причин створення позаштатних ситуацій в роботі БРУ непрямої дії.

Література

1. Гриценко Н.Г. Сучасні методи керування брагоректифікаційними установками / Н.Г. Гриценко, А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, Я.В. Смітюх, Р.Г. Кириленко. – К.: НУБіП, 2016 р. – № 3(29). – С. 68–78.
2. Стабников В.Н. Ректифікація в пищевій промисленості. Теорія процесу, машини, интенсифікація / В.Н. Стабников, А.П. Николаев, М.Л. Мандельштейн. – М.: Легкая и пищевая промисленность, 1982. – 232с.
3. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Штепа В.М., Заєць Н.А. та ін. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. – К.: НУБіП України, 2014. – 336с.

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

Мархонь М.В., старший викладач

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

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

За вказаних умов кількісна і якісна оцінки вибраної характеристики об'єкту сформульовані, так би мовити, *нечітко*, тобто містять деяку інформацію, яка обумовлює можливість надати цій характеристиці будь-яке значення з діапазону дозволених. Такою інформацією для кількісної оцінки є допустимі границі її зміни, а для якісної – відповідне формулювання оцінки у вигляді, що передбачає побажання експерту відносно можливого діапазону її зміни. Звичайно, за оцінками різних експертів вказаний діапазон буде різним. Таке формулювання кількісних та якісних оцінок фактора визначає їх приналежність до математичного класу *нечітких множин*, а отже для встановлення значення характеристики об'єкту, яке враховує всю наявну на даний час інформацію доцільно використати відповідні алгоритми теорії нечітких множин (нечіткої логіки).

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

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

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

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ МЕТОДАМИ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Сич М. А. к.т.н., асистент

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

З метою створення ефективного керування складними технологічними процесами, яким характерна хаотична поведінка, що викликана внутрішніми факторами, слід використати метод, заснований на принципі створення керуючих дій топологічного взаємоузгодженого ресурсоощадного характеру резонансної дії. Необхідно здійснити ряд експериментальних досліджень таких об'єктів виробництва методами нелінійної динаміки.

Проводиться пасивний експеримент, результатом дослідження є часовий ряд різних технологічних параметрів цукрового виробництва. Досліджуються отримані значення методами теорії синергетики та хаосу, для визначення характеру поведінки системи та розроблення адекватного керування таким об'єктом [1].

При дослідженні даних, вивчаються властивості кореляційної суми $C_m(r)$ і поводження кореляційної розмірності $D_m(r)$. Ці значення визначаються в залежності від розмірності m . Значення суми $C_m(r)$ – показує імовірність того, що сусідні точки у відновленому аттракторі в m -мірному лаговому просторі перебувають на відстані, що не перевищує r одна від одної. Побудуємо і порівняємо графіки функцій $\ln(C_m(r))$ і $\ln(r)$, якщо графік $\ln(C_m(r))$ має чітко виражену лінійну структура в порівнянні з $\ln(r)$, то існують самоподібні геометрії атрактора, а значить процес є хаотичним.

Якщо нам відомо розмірність фазового простору n і всі координати кожної точки атрактора, і якщо всі дані є відносними, то кореляційна розмірність атрактора знаходиться за допомогою за формулою:

$$C(r) = \frac{2}{m(m-1)} \sum_{i=0}^{m-2} \sum_{j=i+1}^{m-1} \theta(r - p(x_i, x_j)), \quad (1)$$

де $C(r)$ – показує відносне число пар точок атрактора, що знаходяться на відстані не більше r ; θ – функція Хевісайда; p – відстань в n -мірному фазовому просторі; m – число точок x_i на аттракторі.

На дуже малих масштабах довжин і коли розмірність вкладення не менше топологічної розмірності атрактора, буде виконуватись така залежність:

$$C(r) \rightarrow r^{D_2}, \quad (2)$$

де D_2 – кореляційна розмірність атрактора, яку необхідно знайти.

Знайдемо логарифм рівняння і отримаємо:

$$\ln(C(r)) \rightarrow D_2 \ln(r) \quad (3)$$

Вираз (3) дозволяє оцінити розмірність атратора, як тангенса кута нахилу прямої, що апроксимує графік кореляційного інтегралу $C(r)$ у подвійному логарифмічному масштабі (рис. 1).

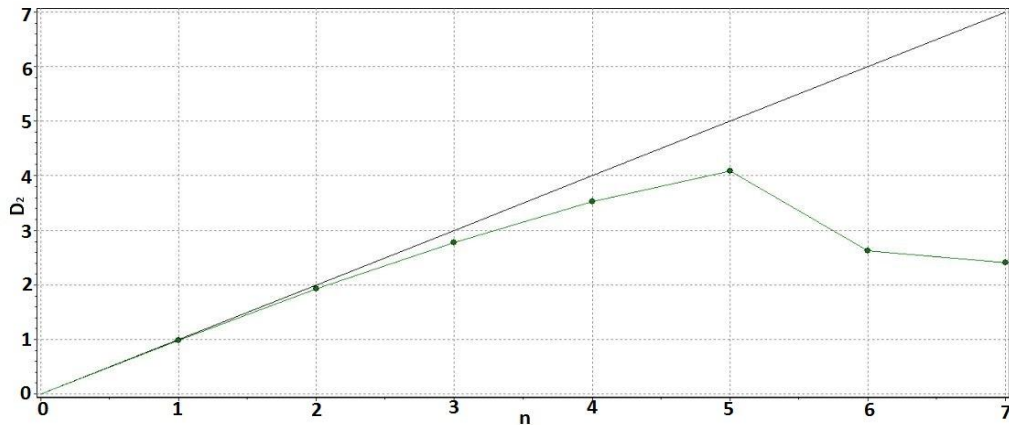


Рис. 1. Графічний вигляд залежності кореляційної розмірності від розмірності фазового простору для витрати дифузійного соку

Одним із основних показників, за допомогою якого можна оцінити розмірність атратора, це розмірність Рені [2]. Для дослідження таким методом необхідно розділити область на відрізки деякої сталої величини ε . Припустимо, імовірність того, що деяка точка атратора знаходиться на i -му відрізку ε дорівнює $p_i(\varepsilon)$. Тоді отримаємо розмірність Рені, що визначається:

$$D_q = \frac{1}{q-1} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln \sum_{i=1}^{N_\varepsilon} p_i^q(\varepsilon)}{\ln \varepsilon}, \quad (4)$$

де q – порядок розмірності; p_i^q – імовірність того, що пара точок атратора належить i -му відрізку; N_ε – число самоподібних структур лінійного розміру ε .

Одна із найскладніших, відносно керування це – хаотична поведінка. Вона досліджувалась методами нелінійної динаміки, що дозволило визначити якісні і кількісні показники ефективності, що створило необхідні передумови для розробки сучасних ресурсощадних систем синергетичного керування хаотичними процесами, до яких відносяться технологічні процеси виробництва цукру.

Література

1. Abdallah, S. Using duration models to reduce fragmentation in audio segmentation / S. Abdallah, M. Sandler, C. Rhodes, M. Casey // Machine Learning. 2009. –N. 65 (2–3). –P. 485–515.

2. Non-linear recurrent analysis of the behavior of a complex technological object / V. D. Kyshenko, A. P. Ladanyuk, M. A. Sych, O. V. Shkolna. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4, № 2(82). – P. 59–65.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

УДК 621.384.4

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ВПЛИВУ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ НА СХОЖІСТЬ РОСЛИН

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

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

Застосування технології світлодіодного стимулювання росту дає можливість підвищити продуктивність тепличних рослин без застосування хімічних і амінофосфатних стимуляторів, знизити витрати на добрива та електричну енергію.

Для визначення ефективного спектрального складу оптичного випромінювання через порівняння світлового впливу різних світлодіодів та визначення їх оптимального кількісного співвідношення на монтажних модулях шляхом створення відповідного спектрального складу та інтенсивності випромінювання для отримання якісної готової продукції.

Для рослин життєво-важливим є випромінювання з довжинами хвиль: червоне (600-720 нм), а також синє та фіолетове (380-490 нм). Випромінювання червоної області спектру є основним фактором для проходження фотосинтезу і значним чином впливає на швидкість дозрівання плодів, а синьої області – в основному стимулює утворення білків та регулює швидкість розвитку рослини. Для визначення ефективної опроміненості та періодичності досвічування тим чи іншим спектром була створена експериментальна установка для дослідження впливу різних комбінацій світлодіодних модулів на зростання рослин.



Рис. 1. Результати наукових досліджень щодо впливу світлодіодного монохроматичного випромінювання на зростання салату

Оптичне випромінювання різного спектрального складу впливає на схожість та зростання різних тепличних культур.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У НАСІННЄВІЙ
МАСІ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОЇ
НАПРУЖЕНОСТІ**

Усенко С.М., к.т.н.

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

Електричні поля високої напруженості є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Одним із напрямків використання електричних полів високої напруженості є передпосівна обробка насіння з метою стимуляції ростових процесів [1, 3].

Важливою складовою передпосівної обробки насіння в електричному полі високої напруженості є зміна його температури під час обробки [1]. Крім того, відомо, що основний період спокою насіння може бути перервано за рахунок його нагрівання. Наприклад, для ячменя вона становить 40 – 50 °С. Вважається, що підвищена температура викликає окислення інгібіторів проростання [4]. При проходженні струму під час обробки температура насінневої суміші буде збільшуватися згідно закону Джоуля-Ленца.

В літературі [1] приведені теоретичні та експериментальні дані досліджень процесів нагріву насіння. Але цих даних недостатньо для визначення залежності температури нагріву зерна від часу обробки.

В результаті досліджень встановлено, що динаміка нагріву має лінійний характер. А залежність перевищення температури зерна над температурою навколишнього середовища від питомої потужності, що виділяється в зерновій масі має нелінійний характер. Це можна пояснити, розглянувши процес нагріву зернової маси в електричному полі.

При прикладанні до електродів камери обробки електричного поля напруженістю E , через зерно проходить струм густиною J , що залежить від значення питомої провідності зернової маси γ :

$$J = E \cdot \gamma, \quad (1)$$

де J – густина струму, А/м²; E – напруженість електричного поля, В/м; γ – питома провідність зернової маси, См/м.

У зерновій масі виділяється енергія питомою потужністю P :

$$P = E \cdot J = E^2 \cdot \gamma, \quad (2)$$

Тобто, значення питомої потужності електричного поля прямопропорційне значенню питомої провідності зернової маси при незмінному значенні напруженості електричного поля.

В результаті виділення енергії зерно нагрівається. Із збільшенням температури зерна збільшується значення його питомої провідності, а

відповідно і питомої потужності, що виділяється в зерні. Це призводить до ще більшого нагріву зерна, що призводить до збільшення значення питомої провідності та питомої потужності. За даними [1] при збільшенні температури зерна від 18 °С до 25 °С при напруженості електричного поля 3,33 кВ/см значення питомої провідності змінюється від $1,9 \times 10^{-7}$ См/м до $4,1 \times 10^{-7}$ См/м (збільшується більш, ніж у 2 рази). Відповідно збільшується питома потужність електричного поля і виділення тепла у зерновій масі. При зміні температури зерна від 19 °С до 24...27 °С питома потужність, що виділяється в зерновій масі збільшилася у 1,4...4 рази при напруженості ел. поля 5,33 кВ/см. Цей процес буде продовжуватися до того значення температури, при якій втрати тепла через стінки камери обробки зрівняються з виділенням тепла у зерновій масі, або до моменту настання електричного пробоя у зерновій масі.

Встановлено, що при початкових значеннях питомої потужності обробки 8883...11190 Вт/м³ та напруженості електричного поля 5,33 кВ/см температура зерна при тривалості обробки 15 хв збільшується на 7,3 °С, 30 хв – на 10,7 °С, 40 хв – на 16,5 °С. При даних значеннях тривалості обробки насіння динаміка нагріву насінневої маси ячменю має лінійну залежність.

Література

1. Берека О.М. Сильні електричні поля в зерновій галузі рослинництва: монографія / О.М. Берека. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011 – 400 с.
2. Берека О.М. Часткові розряди в зерновій масі під дією сильного електричного поля / О.М. Берека, С.М. Усенко, С.В. Петриченко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. Вип. 11. Том 6. - Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - С. 184-191.
3. Электротехнология / [Басов А. М., Быков В. Г., Лаптев А. В., Файн В. Б.]. – М.: Агропромиздат, 1985. - 256 с.
4. Sehusler, Weinfurtner, Narziss. Die bierbrauerei. Erster Band. Die technologie der malzbereitung. FerdinandEnkeVerlaq. Stuttgart, 1976. – 504 p.

УДК 631:563

МАТЕМАТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ФОТОСИНТЕЗУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ РОСЛИН В ТЕПЛИЦЯХ

***Червінський Л.С. д.т.н., проф; Сторожук Л.О. к.і.н; Луцак Я.М.,
інженер***

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

Характерною особливістю сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі є те, що частка електроенергії на освітлення та опромінення в собівартості продукції не просто зросла, а перетворилася у визначальний фактор. Це приводить до зміни підходів у створенні технологічних процесів

та конструюванні установок для оптичних технологій, які ґрунтуються на підвищенні енергетичної ефективності опромінювальних пристроїв. Для вирішення цієї задачі широке застосування отримує моделювання технологічних процесів.

Аналіз сучасних тапліць показує, що витрати електроенергії в оптичних технологіях в аграрному секторі економіки становлять 15 - 20% від загальних витрат у галузі. Це надає особливої актуальності проблемі енергозбереження в технологіях опромінення, важливе місце серед яких займає вирощування рослин у закритому ґрунті [1,2]. Застосування математичного моделювання для опромінення рослин в закритому ґрунті розглядається як один із напрямів енергозбереження.

Потрібно враховувати, що загальних рецептів для побудови моделей не існує. Модель повинна відображати лише найважливіші риси об'єкта дослідження, залишаючись, щоб уникнути простою, без другорядних факторів [4].

Розробка полікритеріальної математичної моделі процесу вирощування овочів у теплиці та вирішення за її допомогою питання оптимізації процесу опромінення рослин, з врахуванням особливостей технологічного процесу, виду рослини, тощо.

Основними факторами, що впливають на розвиток і ріст рослин є: оптичне випромінення, засвоєння живильних речовин, вплив температури і вологи.

Модель залежності росту продуктивності рослин від характеристик режиму опромінення і інших головних факторів в загальному вигляді може бути представлена у вигляді виразу:

$$\frac{dW}{dt} = g(T, I, P, V); \quad (1)$$

де W – маса, кг; t – час, хв; T – температура, °C; I – режим опромінення; P – засвоєння світлового потоку зеленою масою; V – вологістний режим. Взаємодію сприймаючої поверхні рослини і падаючого світлового потоку можна описати виразом [5]:

$$I = I_0 e^{-kL}; \quad (2)$$

де k – коефіцієнт ефективності поглинання; I_0 – густина світлового потоку Вт/м², що падає на поверхню листа; I – густина світлового потоку Вт/м², що проникає в рослинному покриві на “глибину” L , при чому L по величині рівняється індексу площі листів зеленої маси рослини.

Закон розподілення зміни температури повітря в теплиці спрощено приймають наближеним до синусоїдального.

Середня температура T_N за добу N може бути визначена з виразу:

$$T_N = a_y + b_y \cdot \sin \left[360 \cdot \left(\frac{N - N_0}{365} \right) \right]; \quad (3)$$

де a_y – середньорічна температура, $^{\circ}\text{C}$; b_y – амплітуда коливання температури; N_0 – початкова фаза апроксимуючої синусоїди.

При моделюванні процесу поглинання вологи слід враховувати те, що більша частина вологи, що поглинається рослинами відразу покидає її, випаровуючись в атмосферу. Тільки близько 1% води йде на ріст тканин і ще менше – на фотосинтез.

Ефективність використання води визначаємо за відношенням [6]:

$$V = \frac{V_1}{V_2}; \quad (4)$$

де V_1 – фактична кількість сухої речовини рослини, кг; V_2 – кількість води, що бере участь у процесі транспірації, кг.

Під транспірацією слід розуміти процес проходження вологи в рослині починаючи від всмоктування і до випаровування у атмосферу.

Вводячи параметр чистої ефективності фотосинтезу α , кг/Дж [3], тобто відношення маси CO_2 до енергії активної світлової радіації можна знайти масу V , кг отриманої сухої речовини:

$$V = \frac{30}{40_2} \cdot \alpha \cdot f \cdot R; \quad (5)$$

де f – коефіцієнт, що залежить від параметрів рослини; R – радіація, що поглинається рослиною, Дж/м².

Підставляючи типові чисельні значення змінних $f=0,5$; $\alpha=2,5 \cdot 10^6$ кг/Дж, і враховуючи те, що втрати на дихання рослини при фотосинтезі рівні $7 \cdot 10^9$ кг CO_2 /Дж, маємо: $V = 0,006$ кг сухої речовини / кг води [3].

На рис. 1 зображено блок-схему чинників, що впливають на вирощуванні культури в процесі їх росту.

Математичну модель впливу факторів опромінення в загальному вигляді можна представити так:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3; \quad (6)$$

де b_0 – вільний член; b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти регресії; x_1, x_2, x_3 – інтенсивність (доза), час дії опромінення та спектральний склад світлового потоку. Взаємодію цих факторів характеризують три останні члени рівняння.

Задачею оптимізації у спорудах захищеного ґрунту є мета добитися екстремального результату:

- якщо вихідним результатом процесу є збільшення врожайності, то він (результат) повинен прагнути до максимального значення;

- якщо ж вихідним результатом є зменшення собівартості виробленої продукції, то цей результат має прагнути до мінімуму.

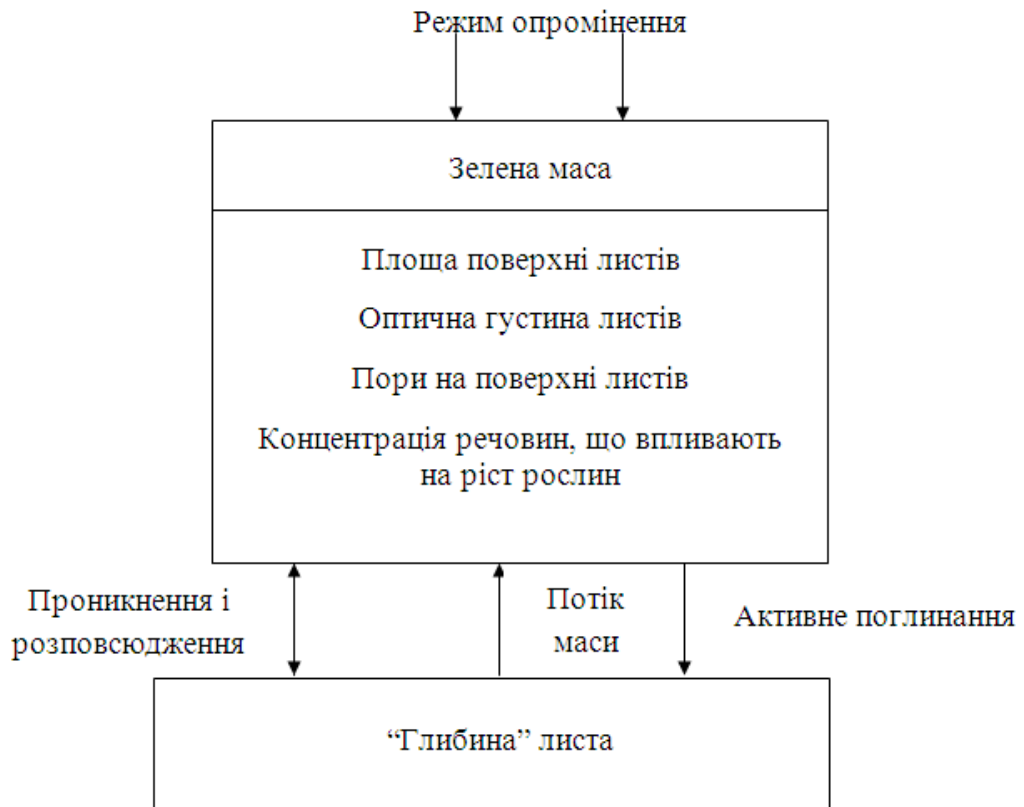


Рис. 1. Блок-схема чинників, що впливають на ріст і продуктивність тепличних рослин

Позначимо I_1 – критерій, що визначає врожайність продукції (томати, огірки, редис, морква..).

Аналізуючи літературні дані визначаємо наступні основні фактори, що впливають на врожайність об'єктів дослідження:

A_1 – інтенсивність оптичного опромінення, лк;

A_2 – час дії опромінення, хв;

A_3 – ефективний спектральний склад світлового потоку лампи опромінювача.

Тоді можна записати умову ефективності процесу опромінення:

$$I_1 = f(A_1, A_2, A_3) \rightarrow \max; \quad (7)$$

Позначимо I_2 – критерій, що визначає собівартість вирощеної продукції.

При цьому:

$$I_2 = f(B_1, B_2) \rightarrow \min; \quad (8)$$

де B_1 – вид світильника, в залежності від його вартості, яка визначає технічні характеристики та конструкцію світильника; B_2 – врожайність продукції.

Однак, поскільки збільшення врожайності призводить до зменшення собівартості продукції, то можна, в подальшому, знехтувати постійною складовою - вартістю обладнання і записати:

$$I_2 = f(B_2) = f(A_1, A_2, A_3) \quad (9)$$

Таким чином, видно, що вирішуючи задачу оптимізації щодо зменшення собівартості продукції необхідно знайти оптимальні (ефективні) значення факторів впливу запропонованим полікритеріальним методом. Причому, це можна робити найбільш прийнятними шляхами: враховуючи всі фактори одразу, або визначаючи кожен фактор окремо. Слід зазначити, що для практичного визначення і аналізу факторів можна використовувати різні існуючі методи: математичний, експериментальний статистичний, метод експертних оцінок Дельфі, тощо.

Отримання якісної сільськогосподарської продукції при мінімальних витратах на її виробництво неможливе без створення якісних умов для її вирощування. Для вибору оптимальних умов вирощування сільськогосподарських культур необхідно враховувати інформацію про їхній стан, розглядати рослину, як об'єкт регулювання і розробляти відповідну систему регулювання параметрів навколишнього середовища, як систему зі зворотнім зв'язком. Тому, застосування математичного моделювання оптичних технологій в системах закритого ґрунту розглядається як один із основних варіантів вирішення питання енергозбереження при вирощуванні рослин та отримання якісної продукції.

Література

1. Кадыров Х.К., Антомонов Ю.Г. Синтез математических моделей биологических и медицинских систем/ Кадыров Х.К., Антомонов Ю.Г – Киев, Изд. «Наукова думка», 1974,220 с.
2. Трэмбач В.В. Физическое и математическое моделирование световых приборов/ Трэмбач В.В.- Москва:»Энергия», 1975, 159 с.
3. Фізико-технологічні та електрофізичні властивості сільськогосподарських продуктів і матеріалів: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, Л.С. Червінський, О.М. Берека, О.В. Окушко; За ред. Г.Б. Іноземцева. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012 – 186 с.
4. Червінський Л.С. Світлокультура рослин. Процес становлення / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук // Енергетика і автоматика. – 2010. – № 3(5) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http:// www.nbu.gov.ua/e - journals/eia/2010-3/index.htm](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010-3/index.htm) (електронне фахове видання).
5. Л.С. Червінський. Математичне моделювання просторової фотосинтезної опроміненості в спорудах захищеного ґрунту/ Червінський Л.С., Луцак Я.М. / Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти, Вип. №4. Мелітополь, - 2016. С.53-61.
6. Л.С. Червінський . Теоретичне обґрунтування механізму керування впливом оптичного випромінювання на біологічні системи на основі фотореактивації/ Книжка Т.С., Романенко О.І., Я.М. Луцак.// Науковий вісник НУБіП України, № 242 ,Київ, 2016. - С 106-116

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОБРОБКИ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

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

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

Відомо, що при передпосівній обробці насіння сільськогосподарських культур електромагнітними випромінювання (ЕМВ) різної потужності та інтенсивності можна одержати позитивні результати[1]. Позитивний ефект впливу спостерігається у досить широкому діапазоні частот електромагнітного поля від статичного (квазістатичного) електричного поля до електромагнітного випромінювання оптичного і більш високочастотного діапазону[2,3]. Одним з серед діапазону електромагнітних випромінювань позитивний вплив на схожість і ріст рослини має електромагнітне поле в діапазоні високої частоти 3-30 МГц, що дозволяє зменшити час вегетації і збільшити врожайність культур.

А технологія обробки насіння ЕМП НВЧ дозволяє зберегти в насінні всі поживні речовини, вітаміни та мінерали, що при обробці іншими методами домогтися досить складно. Обробка насіння відбувається в результаті поглинання оброблювального матеріалу енергії електромагнітних хвиль надвисокої частоти. На відміну від традиційних методів обробки сільськогосподарської продукції, НВЧ енергія проникає в насіння і рівномірно розповсюджується по всьому об'єму матеріалу.

Для дослідження впливу ВЧ на посівний матеріал використовувався генератор ГЗ-41 та спеціально розроблена камера з плоскими конденсаторами із частотою коливань в діапазоні 5-30 МГц.

Дослідження по впливу ЕМП НВЧ на насіння кукурудзи проводились на лабораторній установці (рис. 1) в якій в якості генератора електромагнітних хвиль надвисокої частоти використано магнетрон із частотою коливань 2,45 ГГц.

В якості дослідного матеріалу було вибрано насіння кукурудзи сорту «РОНАЛДІНІО», яке піддавалося впливу енергії ЕПМ ВЧ і НВЧ. Досліджувались різні комбінації параметрів впливу ЕМП, на енергію проростання та лабораторну схожість насіння, при цьому контрольна проба не піддавалась обробці.

Аналіз проведених досліджень вказує на те, що для передпосівної обробки насіння кукурудзи електромагнітним полем в діапазоні високої частоти найбільш доцільним є використання частоти 15 МГц і 30 МГц при експозицією в 900 с., а в діапазоні надвисокої частоти доцільно застосовувати режим обробки з частотою коливань 2,45 ГГц. при питомій

потужності 1,2 кВт/кг і 0,8 кВт/кг та експозиції 60 с. і 105 с. відповідно, що дозволило підвищити енергію проростання та лабораторну схожість оброблювального матеріалу. Всі решта режимів або негативно впливали на розвиток насіння, або несуттєво

Література

1. Електротехнології обробки сільськогосподарської продукції: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, О.М. Берека, О.В. Окушко, С.М. Усенко; за ред. Г.Б. Іноземцева. – К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2015. – 306 с.
2. Нікіфорова Л.Є. Огляд існуючих способів підвищення врожайності овочевої продукції в захищеному ґрунті / Л.Є. Никифорова. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. «Проблеми енергозбереження в АПК України». – Х.: ХДТУСГ, 2004. – Вип. 27, Т. 2. – С. 85-89.
3. Черенков А.Д. Применение информационных электромагнитных полей в технологических процессах сельского хозяйства / А.Д. Черенков, Н.Г. Косулина // Світлотехніка та електроенергетика. Міжнародний науково-технічний журнал. – Х.: ХНАМГ, 2005. – №5. – С. 77-80.

УДК 621.383.52

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ІМПЛАНТАТІВ

***Олійник В.П., к.т.н., доцент, професор; Куліш С.М., к.т.н., доцент,
професор; Теличко Д.В., магістрант***

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

Одним із прикладів використання досягнень сучасної біомедичної інженерії є використання штучних органів, які імплантуються людині і можуть тимчасово або довгостроково виконувати життєво необхідну функцію. Створені імплантати різної технічної складності, багато з яких мають електричні та електронні складові. До штучних органів критичного життєзабезпечення відносять апарати «штучне серце» (ШС). Споживана потужність таких пристроїв, як наприклад AbioCor» компанії «Abiomed» (США), «HeartWare» (ФРН), HeartAssist 5 PediatricVAD» компанії «MicroMedCardiovascular» становить від 3 до 19 Вт в залежності від фізичного навантаження і психологічного стану людини [1]. Тому виникає одночасно інженерна і медична задача забезпечення надійного електропостачання з необхідною потужністю таких імплантатів.

За медичними вимогами для тривалого застосування апаратів подібних до ШС є перспективним безконтактний спосіб забезпечення електроживлення з використанням явища електромагнітної індукції. Використовуючи змінне магнітне поле з індуктивним зв'язком між зовнішнім

передавальним контуром і внутрішнім імплантованим приймальним здійснюється трансформація електроенергії.

Проведена розрахункова оцінка глибини проникнення змінного магнітного поля в біотканини та допустимий нагрів в області розташування приймального контуру показала, що компромісним значенням частоти поля є інтервал 100...200 кГц. На цих частотах також є прийнятними маса, розміри та форма внутрішнього (імплантованого) індуктора, які повинні відповідати умовам безпечного розташування в організмі пацієнта та можливими просторовими його зміщеннями в результаті процесів життєдіяльності. З досвіду практичної медицини найбільш прийнятна еліпсоїдальна форма імплантату. Для внутрішнього індуктора, який повинен включати обмотку з ізольованого дроту розташовану в плоскому циліндричному магнітопроводі, доцільна форма суттєво стисненого сфероїда з найбільшим діаметром перетину до 30...40 мм. Наявність магнітопроводу (осереддя) зменшує магнітний потік розсіювання у внутрішні тканини, але одночасно підвищує масу індуктора. Прийнятним рішенням є використання для магнітопроводу середньо частотних феритів з відносною магнітною проникливістю 600-1000.

Конструкцій індукторів придатних до імплантації в організм людини які б знайшли широке практичне застосування на сьогодні не розроблено. Тому доцільно використати деякі елементи апаратних засобів для безконтактного електроживлення радіоелектронної апаратури. Найбільшого розвитку і галузевої стандартизації отримали пристрої для безконтактної зарядки акумуляторів і живлення мобільних засобів зв'язку та комп'ютерної техніки.

Згідно класифікації Асоціації користувачів електроніки Consumer Electronics Association технологію безконтактного живлення пропонується розрізняти в залежності від величини коефіцієнту зв'язку k . Якщо значення k близько до одиниці – то це сильно - зв'язана система (tightly-coupled), якщо $k < 0,1$ – слабо - зв'язана (loosely-coupled). Товщина біотканин між зовнішнім і внутрішнім приймальним індуктором за медичними вимогами становить 10...20 мм. Згідно специфікацій альянсу Alliance for Wireless Power (A4WP) для зазначеної відстані $k \approx 0,1$. В цьому випадку рекомендується використовувати технологію MR (Magnetic Resonant – магнітно-резонансу). За цією технологією передавальний і приймальний індуктори виконані як слабо зв'язані коливальні контури. Компанія Würth Elektronik eiSos, яка входить до консорціуму Wireless Power Consortium (WPC) та альянсу A4WP налагодила випуск спеціальних котушок для передавального і приймального ланцюгів систем безконтактного живлення [2]. За конструкцією це плоскі котушки зі спіральною намоткою. Форма передавальної котушки кругла, а приймальної – еліптична, це дає змогу підтримувати стабільне значення коефіцієнту k при паралельному зміщенні площин котушок. Котушки розраховані на робочий діапазон частот 120...140 кГц, величини значень ефективних струмів 1,4...6 А, амплітуда напруг до 40 В. Такі

характеристики, в основному, відповідають умовам живлення апарату ШС. Дослідження проведені компанією встановили, що найбільша ефективність передачі енергії досягається коли співвідношення числа витків передавальної котушки до приймальної становить 1:3. Також, для роботи з цими котушками компанія Linear Technology Corporation випустила контролер безконтактного живлення LTC4120. Він забезпечує роботу ланцюга приймальної котушки. На одному кристалі реалізовані функції приймача, регулювання рівня вихідного сигналу, випрямляча і стабілізатора вихідної напруги. Для передаючої котушки розроблено цим же виробником демонстраційну плату DC1968A.

Література

1. Go, A. S. et al. Heart disease and stroke statistics–2014 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 129, e28–e292 (2014).
2. Катушки индуктивности для систем беспроводной зарядки / Рангу Нарайянан // *Электронные компоненты*. 2017, №6. – С. 54 – 59.

УДК62-932.4

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ МАЛОПОТУЖНИХ ІМПЛАНТІВ

***Куліш С.М. к.т.н, доцент, професор; Олійник В.П.. к.т.н, доцент,
професор; Волошин Ю.А. аспірант***

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

В сучасній медицині для локальної діагностики або малодозової терапії використовуються технічні пристрої, які потребують періодичного енергоживлення. Сучасні технології трансплантації органів зайняли гідне місце в лікуванні термінальних стадій багатьох захворювань. Але існує катастрофічний дефіцит донорських органів, імунологічна несумісність та багато інших проблем пов'язаних з даною темою.

Створені імплантати різної технічної складності, багато з яких мають електронні складові, як наприклад: електрокардіостимулятори, сенсори сітківки ока, кохлеарні протези звукосприйняття, мікроінфузійні дозатори ліків та інші. Функціонування цих пристроїв забезпечується завдяки незначній потужності електроживлення. В діагностичних цілях це можуть бути пристрої, які включають сенсорні елементи та засоби передачі інформації. Як правило передача інформації відбувається в радіочастотному діапазоні[1,3].

Якщо тривалість діагностичних спостережень значна (наприклад – місяці, роки), то використання автономних гальванічних елементів

електроживлення не завжди є доцільним. Тому, для імплантованих медичних пристроїв їх ефективність суттєво залежить від характеристик джерел електроенергії. Основними обмеженнями є маса, розмір та енергетична ємність джерела живлення. Використання акумуляторів дає змогу зменшити габарити елемента живлення, подовжити час користування, але потребує періодичної зарядки[2]. Крім того акумулятор забезпечує неінвазивність в процесі експлуатації імплантанту, тобто, хірургічна операція з періодичної заміни батареї стає не потрібною.

Для активізації імплантованого пристрою за необхідними медичними вимогами можна застосувати зовнішнє джерело енергопостачання. В якості одного із способів безконтактного енергоживлення пропонується використати ультразвукове акустичне випромінювання стандартних ультразвукових діагностичних (УЗД) апаратів. При цьому використовуються різні фізичні принципи енергопостачання і передачі інформації.

З практики використання УЗД апаратури відомо, що глибина проникнення ультразвуку залежить від його частоти і від особливостей самих тканин. Прийнято вважати, що в умовах цілісного організму ультразвук частотою 800-1000 кГц розповсюджується на глибину 8-10 см, а при частоті 2500-3000 кГц – на 1-3см. [4].

Пропонується використовуючи зворотній п'єзоефект забезпечити електроживлення імпланту на час передачі інформації [2]. Якість і точність формування електроживлення визначаються роздільною здатністю по глибині і поперечною роздільною здатністю, що залежить від характеристик полів випромінювання і прийому перетворювача. Поле випромінювання визначається тиском або інтенсивністю, що створюються перетворювачем у режимі випромінювання в довільній точці простору.

Встановлено, що ефективна передача енергії тканинам при проведенні процедури відбувається тільки тоді, коли ультразвуковий випромінювач дотикається до шкіри всією своєю поверхнею, Ультразвук поглинається тканинами нерівномірно: чим вища акустична густина, тим менше поглинання.

При застосуванні ультразвуку виникають біологічні ефекти, які становлять небезпеку, вони викликані тепловими, механічними або іншими механізмами впливу. Механічні ефекти включають мікропотоки, стабільну чи перехідну кавітацію, що можуть привести до порушення складу клітин та розпаду тканин. У діагностичних застосуваннях визначення ультразвукової дози ґрунтується на вимірюванні розмірів ультразвукового променя й імпульсу при випромінюванні у воді. Американський інститут із застосування ультразвуку в медицині опублікував висновок, що значення інтенсивностей ISPTA 100 мВт·см⁻² є безпечними [4]. Більшість сучасних приладів, призначених для ехокардіографії, працюють з дозами випромінювання нижче даного рівня.

В даній роботі запропоновано технології забезпечення живлення імплантів та її апаратну реалізацію.

Література

1. Bill Schweber, "Wireless charging can have real impact in medical devices", April 22, 2015
2. Sharapov V., Sotula Zh., Kunitskaya L. Piezoelectric electroacoustic transducers. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer Verlag, 2013.
3. Tom Abate, "Wireless power for tiny medical implants", Stanford Report, May 19, 2014;
4. Злепко С.М., Коваль Л.Г. Медична апаратура спеціального призначення: навчальний посібник/ [Злепко С.М., Коваль Л.Г., Гаврілова Н.М., та інші], Вінниця: ВНТУ, 2010 – 158 с.

УДК 620.179.13

ОЦІНКА ДИНАМІКИ ПІРОМЕТРИЧНОГО ДАВАЧА ТЕМПЕРАТУР

***Кулінченко Г.В., к.т.н., доцент; Мозок Є.М., асистент;
Петренко Р. В., студент
Сумський державний університет,
м. Суми, Україна***

Завдання, які вирішуються при діагностиці устаткування або керуванні технологічними процесами, пов'язаними з контролем параметрів високотемпературних полів, зводяться до локалізації градієнтів температур контрольованого об'єкта. При цьому ефективність діагностики та керування тепловим процесом визначається в першу чергу точністю засобів вимірювання теплового поля, достовірністю і повнотою одержуваної картини поля.

Практично конфігурація температурного поля можна отримати в результаті просторових точкових вимірювань по інтерполяційним значенням температур, отриманих в результаті обробки масиву вимірювань.

Істотне збільшення дискретних точок вимірювання на об'єкті до практично прийнятної кількості призводить лише до зменшення середньоквадратичної помилки відновлення поля. Незважаючи на зменшення помилки, достатню швидкодію і можливість корекції спектральної характеристики поля, елементна база технічних засобів не дозволяє довести такі системи до практичного використання.

Альтернативою контактним вимірам теплового поля виступає використання скануючих систем із застосуванням пірометричних давачів [1]. В результаті обробки масиву даних, отриманих із сканування, на моніторі у вигляді двомірних термограм візуалізується розподіл теплового поля досліджуваного об'єкта.

Таким чином варіанти реалізації пристрою сканування теплового поля залежать від конструктивних параметрів електроприводу цього пристрою та параметрів приймача теплового потоку (ПТП).

Прагнення отримати картину теплового поля в реальному часі передбачає високі вимоги до часу переміщення ПТП при скануванні об'єкту. Проте необхідна швидкодія електроприводу обмежена динамічними параметрами ПТП, тобто часом перетворення теплового потоку в електричний сигнал, що відображує конфігурацію теплового поля. Саме цей час визначає потрібну швидкодю електроприводу сканування.

Оцінка динамічних параметрів пірометричного датчика здійснювалась за допомогою схеми, що зображена на рис. 1. Завдання досліджень полягало в порівнянні значень теплового поля, отриманого від джерела теплового випромінювання (ДТВ) з допомогою матриці температурних датчиків (МТД) та значень температури, виміряних ПТП, встановленого на платі скануючого пристрою.

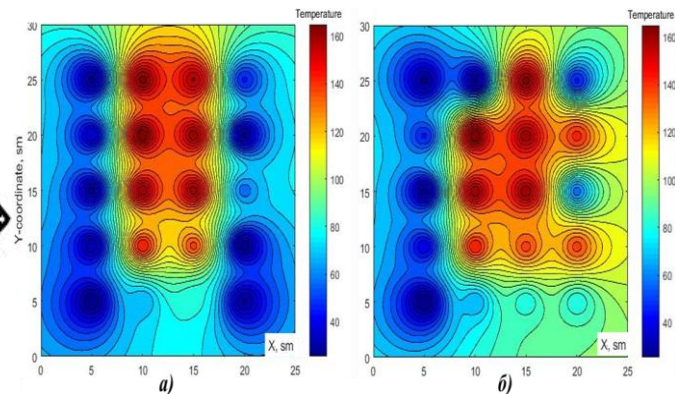
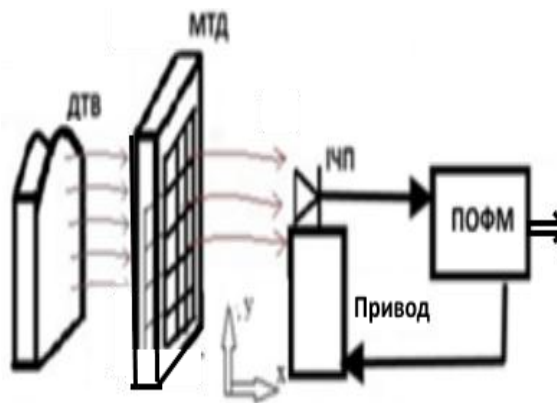


Рис. 1. Схема пристрою сканування Рис. 2 Зображення теплового поля

МТД утворюють 20 датчиків температури DS18B20В, що з допомогою інтерфейсу 1-Wire з'єднуються з пристроєм обробки та формування масиву даних (ПОФМ). Цей пристрій реалізовано на контролері Arduino, підключеного до персонального комп'ютера, на якому здійснюється візуалізація теплового поля. Додатково на контролер покладено функцію керування 2-х координатного електроприводу сканера. В якості ПТП використано інфрачервоний (ІЧП) пірометричний датчик MLX90614, що по інтерфейсу I2C з'єднаний із ПОФМ.

Первинна оцінка динаміки ІЧП здійснювалась по сталій часу, яка визначається із перехідної функції між двома значеннями теплового потоку і має значення 65мс. Враховуючи це значення, для електроприводу сканера задавались координати сканування та різні швидкості сканування.

Результати вимірювань розподілу температур при різних швидкостях сканування (0,05м/с і 0,15м/с) представлені на рис. 2 а) і 2 б). Із аналізу результатів вимірювань витікає, що при швидкостях переміщення сканера

більше 0,1м/с з'являється 10% похибка у відображенні теплового поля, яка збільшується при підвищенні швидкості сканування. Цю похибку можна зменшити у разі збільшення часу вимірювань в окремій точці поля, відповідно до сталої часу пірометричного давача.

Отримані результати оцінки теплового поля дають змогу сформулювати конкретні вимоги до алгоритмів керування електроприводом сканера, як по швидкості переміщення сканера, так і по точності його позиціонування.

Аналіз часу обробки та візуалізації результатів вимірювань теплового поля обумовлює подальше удосконалення програмного забезпечення скануючого пристрою.

Література

1. Ritter M. Further development of an open-source thermal imaging system in terms of hard-ware, software and performance optimizations [Електронний ресурс] / Maximilian Ritter // University of Applied Sciences Pforzheim. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/maxritter/DIY-Thermocam/blob/master/Documents/Scientific%20Paper.pdf>

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНА

Березюк А.О., к.т.н., ст. викл.

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

Термічна сушка зернових на традиційних енергоносіях (мінеральне паливо), основне призначення якої – це сушка продовольчого та кормового зерна, потребує в середньому 5 – 11 МДж енергії на випаровування 1 кг вологи, що відповідає енергії від спалення природного газу об'ємом приблизно 0,143-0,314 м³ (в грошовому еквіваленті відповідає орієнтовно 2,3 – 5 грн). Використання сушарок на базі теплогенератора індукційного типу для забезпечення випаровування тієї ж кількості вологи із зерна відповідає орієнтовно 1,4 – 3 кВт·год, що відповідає приблизно такому ж грошовому еквіваленту. Однак, сушарки, які для отримання гарячого теплоносія спалюють мінеральне паливо – є пожежонебезпечними та шкідливими для навколишнього середовища. Таким чином, актуальним завданням є розробка електротехнологічного комплексу для сушіння зерна на базі теплогенератора індукційного типу, який відрізняється від зазначених відсутністю шкідливих факторів, а також може бути орієнтований на невеликі фермерські господарства, які характеризуються невеликими об'ємами виробництва та потребують мобільності.

За попередніми розрахунками [1] застосування електротехнологічного комплексу для сушіння зерна на базі теплогенератора індукційного типу (рис. 1.), наприклад, потужністю 30 кВт дозволить отримати річний прибуток

до 200 тисяч грн/рік із строком окупності 4 місяці при продуктивності установки до 500 кг/год. Заміна мінерального палива у технологічному процесі сушіння зернових, яке необхідне для створення гарячого теплоносія, на електричну енергію може забезпечити ресурсоенергозбереження до 30 % та, з іншого боку, підвищити екологічність сушарок зерна. Враховуючи, що електротехнологічний комплекс для сушіння зерна на базі теплогенератора індукційного типу має значно менший час виходу на номінальний режим роботи порівняно з установками на основі горіння мінерального палива, це сприяє збільшенню обсягів виробництва та зменшенню людино-годин на виробництво одиниці продукції.

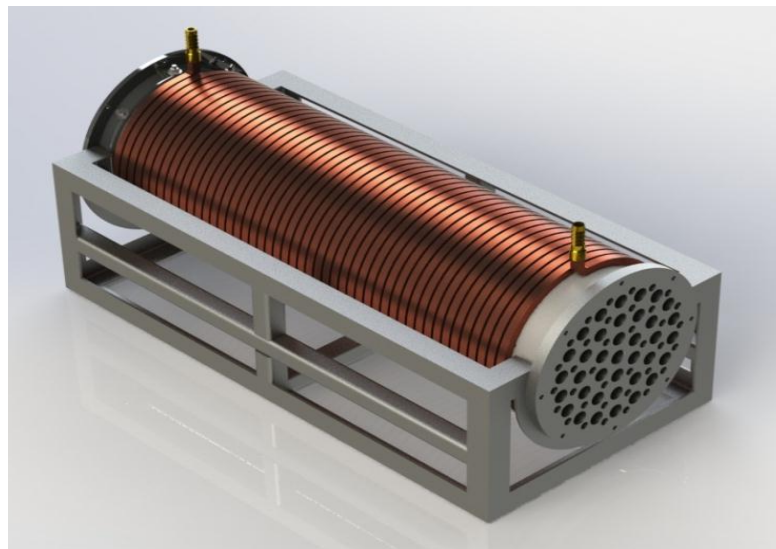


Рис. 1. Теплогенератор індукційного типу.

Під час проектування таких індукційних систем потрібно встановити взаємозв'язки між режимними та геометричними параметрами індуктора і завантаження. Також необхідно зазначити, що ефективність роботи пристроїв індукційного нагріву, в основному, визначається величиною їх коефіцієнта корисної дії (ККД). ККД пристроїв індукційного нагріву визначається електрофізичними властивостями та геометричними розмірами завантаження та індуктора, а саме: довжиною намотки, кількістю витків обмотки, числом шарів, конфігурацією індукуючого проводу, кількістю елементів у завантаженні тощо.

Таким чином, для забезпечення необхідного режиму сушки зернового матеріалу (з урахуванням встановленої продуктивності сушильного барабану) було вибрано параметри циліндричного індуктора, що призначений для нагріву теплоносія (повітря) потужністю 30 кВт, який би задовольняв вимогам енергоефективності та екологічності. Також, з економічної точки зору, доцільно використовувати джерело промислової напруги – 380/220 В, частотою змінного струму – 50/60 Гц.

Література

1. Березюк А. О. Визначення геометричних параметрів розрахункової моделі циліндричного індуктора для нагріву феромагнітних труб / А. О. Березюк, І. П. Кондратенко // Наук. вісн. НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК» – К., 2012. – № 174. – Ч.1. – С. 125–130.

УДК631.544/004.3

HARDWARE SUPPLY OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR GREENHOUSE LIGHTING FIXTURES

Olga Rechina, Teaching Assistant

Tavria state agrotechnological university, Melitopol, Ukraine

In order to reduce energy consumption in the greenhouse, a system for predictive management of irradiators was developed.

The automatic control system should provide:

- high accuracy of the receipt of the agrotechnical daily rate of photosynthetic active radiation (PAR) at the level of plant growth;
- optimal operating conditions for any lighting equipment;
- synchronization with global positioning systems GLONASS / GPS for automatic determination of geographical coordinates of the greenhouse;
- real-time system work to adequately calculate the maximum possible daily admission of solar radiation;
- to keep track of the development phase of the cultivated crop with the automatic detection of PAR daily rate;
- to collect and transmit of data throughout GSM / GPRS or Ethernet;
- save system settings in case of power failure.

Also, among the basic requirements for the functioning of the SAU of irradiation of plants should be reliability, ease of installation and operation, ease of adjustment, safety of operation of a waterproof case; convenient interface, relatively low cost.

The system of automatic plant irradiation control is built on a microcontroller and consists of the following units: real-time accounting devices, non-volatile memory, power supplies, light signaling, digital indication, data entry, information reservation system, plant irradiation sensors, GPS tracker, communication port and power output unit. Data exchange between devices is organized through a serial peripheral three-wire SPI interface.

Automatic control system for greenhouse lighting fixtures will save 10-15% of electricity.

References

1. Карпук Д. П. Апаратне забезпечення автоматизованого регулювання мікроклімату теплиці / Д. П. Карпук, В. О Сацик / Міжвузівський збірник "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво". Вип. 8. - Луцьк, 2012. - С. 151-156.
2. Предко М. PIC-микроконтроллеры: архитектура и программирование / М. Предко. ДМК Пресс, 2009. - С. 504.
3. Сабо А. Г. Підвищення ефективності енергоспоживання в спорудах захищеного ґрунту шляхом максимізації використання природної фотосинтетично активної радіації / А. Г. Сабо, О. М. Речина / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Вип. 8. - Т. 5. - Мелітополь: ТДАТУ, 2008. - С. 63-69.

УДК 631.371: 621.31

ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТЕПЛИЧНИХ РОСЛИН З ФОТОАКТИВАЦІЄЮ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ

Книжка Т.С., к.т.н., ст. викл.

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

Відомо, що сьогодні актуальним є питання підвищення урожайності тепличних культур. Одним з шляхів вирішення даної проблеми є фотоактивація живильних розчинів, яка дозволяє підвищити урожайність культур на 13-18% без внесення додаткових хімічних стимуляторів чи інших речовин. Нами розроблено пристрій, який дозволяє активувати живильні розчини УФ-випромінюванням.

Розробити технологічну лінію вирощування тепличних рослин гідропонним способом з активацією живильного розчину та здійснення її технологічного випробування.

Як приклад, для виробничої реалізації нами пропонується схема технологічної лінії, яка включає в себе такі вузли: приготування живильного розчину, підготовки живильного розчину, активації живильного розчину, контролю параметрів живильного розчину, системи керування поливом та система крапельного поливу у вегетаційному приміщенні.

На сучасному етапі гідропонного виробництва розроблена ціла серія типових цехів по вирощуванню овочевих рослин. Для зразку вибраний цех, в якому передбачена автоматизація необхідних операцій. Наші розробки відносяться тільки до першої попередньої ділянки, де головною ланкою є опромінення живильного розчину з відповідними підготовчими операціями.

Перевага запропонованої схеми технологічної лінії полягає у збільшенні урожайності тепличних рослин на 13...18% при забезпеченні екологічної чистоти і збереженні біологічної повноцінності продукції. Разом з цим, має місце скорочення витрат електроенергії на отримання одиниці продукції, оскільки активація живильного розчину сприяє покращенню процесів росту тепличних рослин та підвищенню якості продукції.

Для реалізації запропонованої вище технологічної лінії нами розроблена установка призначена для активації живильного розчину оптичним випромінюванням.

Результати проведених досліджень дають змогу зробити наступні висновки, що розроблена установка є ефективним пристроєм, що забезпечує активацію живильного розчину. Розроблена технологія гідропонного вирощування овочевих рослин включає операцію активації живильного розчину у виробничий цикл; виробничі випробування показали техніко-економічну ефективність розробленої установки при гідропонному вирощуванні овочевих рослин: у дослідному варіанті збільшується вихід екологічно чистої продукції на 15%.

THE DEVELOPMENT OF ELECTROTECHNICAL COMPLEX FOR DRYING OF BULK MATERIALS BASED ON INDUCTION TYPE HEAT GENERATOR

Andrii Zhylytsov¹, doctor of engineerings sciences; Andrii Bereziuk¹, phd, sn. Lecture; Szymon Glowacki², dr inż.

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

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

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

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

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

By convective heat transfer systems use a drying drum that blows hot heat carrier. For getting hot carrier used mainly mineral fuel, which is burned (Fig. 1) in the local thermal units (furnaces). In units of contact type granular material directly in contact with the heated surface, energy, which can be transmitted efficiently by induction method.

Induction heating [1, 2, 3] is able to efficiently provide temperature regimes of technology equipment. Possibility working without pollution, little time for achieving of nominal regime work, high coefficient efficiency of work, possibility of intensifying heat transfer between the dispersed material and heat transfer surfaces contribute to the implementation of electrical systems with induction method of energy transfer to the operation of thermal processing of bulk materials.

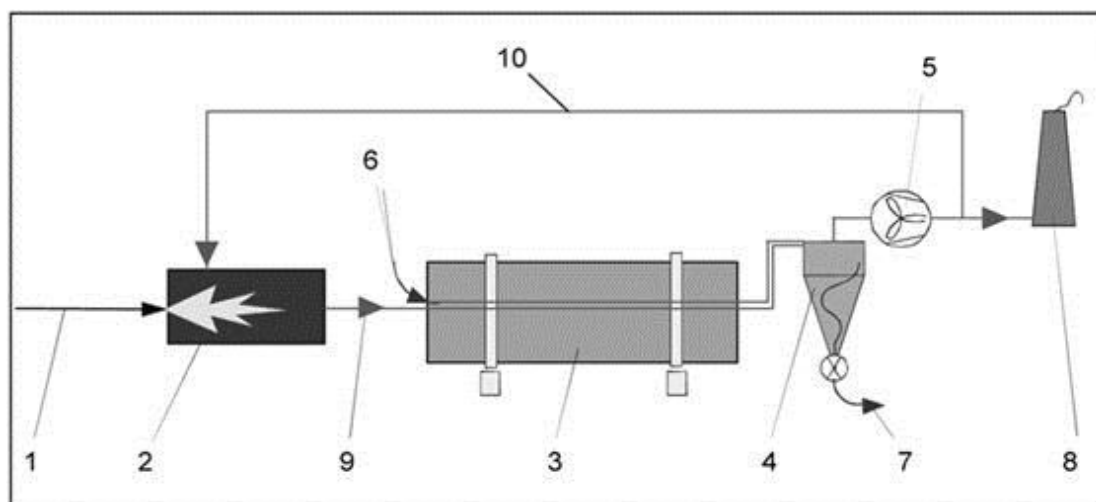


Fig.1. Block diagram of electrical and technical complex for dry bulk materials based on induction type heat generator

1 – fuel; 2 - heat-generating unit; 3 – drum; 4 – cyclone; 5 – fan; 6 – submission of moist material; 7 – gateway shutter; 8 – pipe emissions of coolant; 9 – coolant; 10 – coolant for reuse.

References

1. Rudnev V., Loveless D., Cook R., Black M. Handbook of induction heating. – Marcel Dekker. Inc., 2003.
2. Березюк А. О. Электромагнитные и тепловые процессы в цилиндрическом индукторе для нагрева сыпучих сред / А. О. Березюк, И. П. Кондратенко, А. П. Рашепкин // Вісник Кременчуцького державного університету ім. Михайла Остроградського. – 2013. – Вип. 2 (33), Ч. 2. – С. 63–67.
3. Немков В. С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева / В. С. Немков, В. Б. Демидович – Л.: Энергоатомиздат, – 1988. – 280 с.

СЕКЦІЯ 5. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

UDK 621.313.322

MODELING OF THE TEMPERATURE STATE OF TURBOGENERATORS IN THE MEDIUM OF SOLIDWORKS

Shevchenko V., cand. of techn. sciences, prof.;

Semenyutin D.G., graduate student

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
Kharkov, Ukraine*

Thermal processes are of great practical importance at all stages of design, production and operation of turbogenerators (TG). In the world practice, when designing new ones and carrying out modernization of TG that are already in operation, work is underway to replace hydrogen in the TG with a power of 200-300 MW of hydrogen cooling by air. Furthermore, problems are solved in the design of new power increase TGs without changing their size (from 200 to 250 MW). However, this requires more accurate thermal calculations of the TG, and especially the most heat-loaded stator core.

In recent years, the TG designs have been significantly changed due to the use of new materials and new manufacturing technologies, which allows to improve the distribution of losses, organize more efficient ventilation, reduce temperature and vibration. To do this, it is necessary to be able to more accurately calculate the main and additional losses, take into account the temperature distribution by volume of the machine. Modern methods of experimental research, control and calculations using computers can provide a detailed picture of the dynamics of the thermal state of various TG nodes, [1,3].

The use of computers for monitoring and calculation allows solving thermal problems for determining temperature fields or calculating the temperature of individual nodes of any complexity, for example, using equivalent thermal substitution schemes (ETS), but their use encounters certain difficulties. First of all, this refers to the calculation of thermal resistances, to the correct account of the processes of heat radiation. Complex configuration of cooling surfaces, ambiguity of heat transfer coefficients, a variety of specific thermal characteristics of insulating and active materials, the complexity of determining the ways of movement of heat flows and flows of cooling liquids and gases must be taken into account. This leads to the fact that errors in the calculation of thermal resistances can be significant.

The purpose of our research is to determine the thermal state of the core and stator winding rods by modeling the temperature field, taking into account the 3D heat distribution from the circulating currents and ohmic losses, replacing the coolant with simultaneous increase of the TG power without changing its

dimensions. When performing the thermal calculation of the stator core, the finite element method was used to determine the temperature distribution. This method allows modeling using SolidWorks software (Solid Works Simulation application), [1,2]. The advantage of this method is high accuracy. The 3D model of the stator core sector with the winding rods was used in the calculations, Fig. 1.

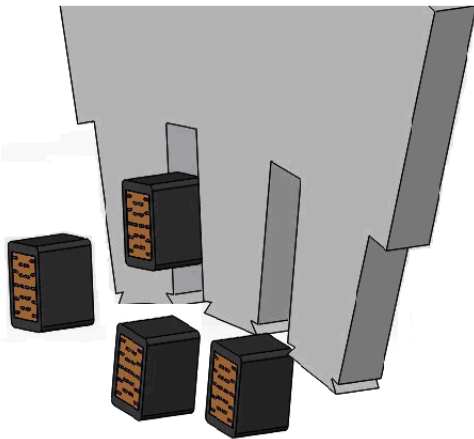


Figure 1 - 3D model of the stator core sector with winding rods

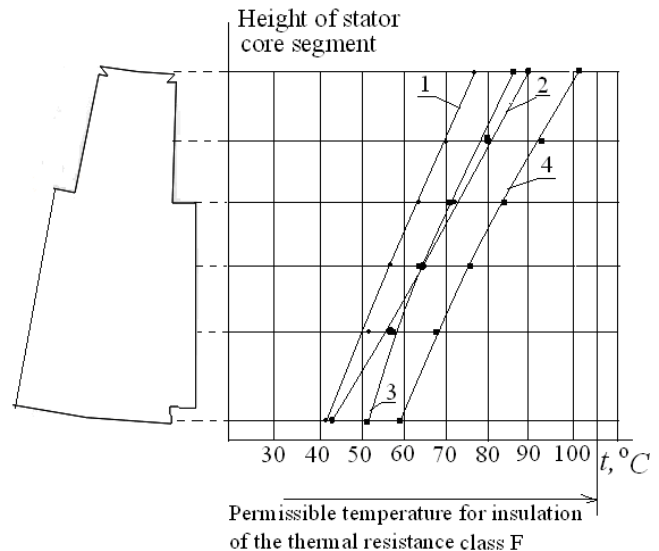


Figure 2 - Changes in the temperature of the stator core when replacing the coolant and increasing the power

1, 2 - 200 MW, cooling with hydrogen (1) and air (2); 3, 4 - 250 MW, cooling with hydrogen (3) and air (4)

The presented model allows simulating the thermal field in the stator core under hydrogen and air cooling for a TG of nominal power (200 MW) and for the same TG with a power of 250 MW, Fig. 2. It is possible to identify and prevent the emergence of an emergency overheating zone of the machine in advance and also calculate the machine thermal state. This makes it possible to exclude the appearance of the most probable overheating zones even at the design stage. It is important that such a calculation of possible places of significant overheating of TG allows us not to create additional samples for the experimental determination of the temperature values.

Literature

1. Bogan A. Yu. Experimental thermal characteristics of a new generation of turbogenerators with air cooling / A.Yu. Bogan, E.I. Gurevich, Yu.V. Pafomov and others. // S.-Petersburg: Electrosila. - Collection No. 42. - 2003. - P.p. 51-55.

2. Shevchenko V.V. Comparative estimation of mass-dimensions parameters of turbogenerators with air and hydrogen cooling systems / V.V. Shevchenko, A.N. Minko //

Kharkov: Bulletin of NTU "KhPI". Power and heat engineering processes and equipment. - 2010. - No. 3. - P.p. 108 - 112.

3. Shevchenko V.V. Ways to increase the power of turbogenerators during the work on their rehabilitation / V.V. Shevchenko // Kharkov: Kharkov Air Force University. - Information processing systems. Miscellany of scientific works. - 2012. - No. 7(105) - P.p. 152-155.

УДК 658.011.56

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА

Постнікова М.В., к.т.н., доцент

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

Підприємства борошномельного напрямку – це підприємства енергоємні, з великим споживанням електричної енергії. Наявність зв'язків між технологією та енергетикою на борошномельних підприємствах визначає не лише техніко-економічні, але і технологічні показники, а питома витрата електроенергії – фактор, для вивчення та нормування якого повинна бути приділена окрема увага [2].

Основним технологічним обладнанням процесу приготування борошна є вальцьова лінія. Визначимо вплив довжини вальцьової лінії на енергоємність процесу подрібнення. Реконструкцію технологічної схеми, тобто змінення довжини вальцьової лінії, виконується двома способами: зі зміною режимів подрібнення по окремим системам, але при збереженні загальної продуктивності (послідовне включення); зі зміною питомих навантажень по окремим системам, але при збереженні режимів подрібнення (паралельне включення). В першому випадку сумарне вилучення залишається незмінним (тобто, як і до реконструкції), в другому – незмінна сумарна продуктивність (тобто така ж, як і до реконструкції). При вивченні впливу довжини вальцьової лінії на енергетичні показники мають на увазі технологічну (умовно-корисну) потужність. В дійсності, на сумарні енергетичні показники будуть впливати також втрати в двигунах та на холостий хід обладнання, які необхідно враховувати при оцінці енергоємності виробничого процесу.

Рівняння енергобалансу для будь-якої системи (драної або розмельної) може бути представлено у вигляді [3]

$$P = \sum P_m + \sum \Delta P_{\text{дв}} + n \Delta P_x, \quad (1)$$

де $\sum P_m$ – сумарна технологічна потужність для обладнання системи кВт;
 $\sum \Delta P_{\text{дв}}$ – сумарні втрати в двигунах системи кВт; n – число пар вальців;
 ΔP_x – потужність холостого ходу на пару вальців, кВт.

Середній ККД для двигунів складає 87 %. Враховуючи це, можна прийняти, що $\sum \Delta P_{\text{дв}} = 0,13P$. Як показують дослідження, середня величина

ΔP_x складає не більше 1 кВт [2]. Формула (1) після перетворення прийме вигляд

$$P = 1,15 \left(\sum P_m + \frac{l}{l_1} \right); \quad (2)$$

де l – сумарна довжина вальцьової лінії даної системи, м; l_1 – довжина вальцьової пари, м.

За цією формулою можна розрахувати повну споживану потужність для тієї або іншої системи в залежності від довжини вальцьової лінії. Розрахуємо та побудуємо графік залежності повної споживаної потужності від довжини вальцьової лінії (паралельне підключення) для борошномельного агрегату ОПМ-0,6 [1] Р6-АВМ-7 та Р6-АВМ-15 (рис. 1).

Як видно з рисунку 1, підвищення енергоємності процесу помелу при паралельному підключенні вальцьових станків обумовлене більш інтенсивним впливом на одиницю маси продукту у зв'язку зі збільшенням довжини зони помелу. Питома величина технологічної потужності ($\frac{\sum P_{mi}}{l}$) [3] зі збільшенням довжини вальцьової лінії зменшується. Така закономірність справедлива як для драних, так і для розмельних систем (рис. 2).

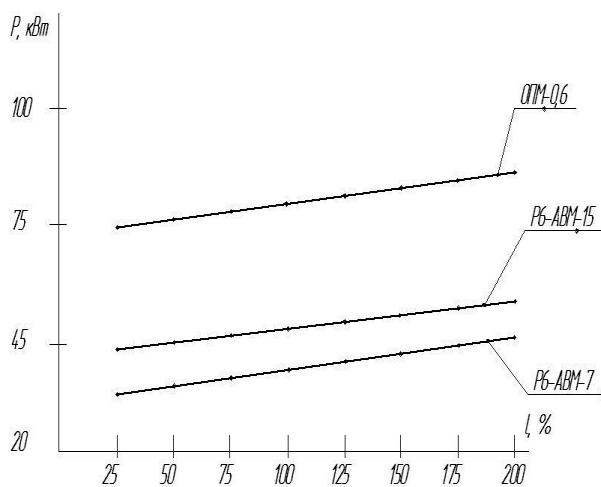


Рис. 1. Залежність повної споживаної потужності на процес подрібнення зерна від довжини вальцьової лінії

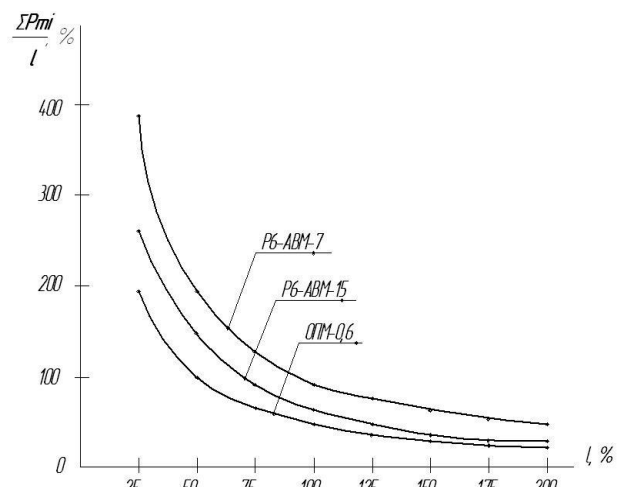


Рис. 2. Залежність питомої корисної потужності на процес помелу зерна від довжини вальцьової лінії

Згідно результатів досліджень можна зробити наступні висновки: при збільшенні довжини вальцьової лінії сумарна технологічна потужність для любого варіанту зростає, а питома потужність на одиницю довжини зменшується. Це необхідно враховувати при нормуванні електроенергії.

Література

1. Оборудование для получения высокосортовой муки ОПМ-0,6 «Фермер». Паспорт, 1997. – 52 с.
2. Постнікова М.В. Вплив конструктивних параметрів робочих машин борошномельних агрегатів на потужність електродвигунів / М.В. Постнікова, С.В. Саржан, О.П. Карпова // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2012. – Вип. 12, т.2. – С. 124-130.
3. Птушкин А.Т. Автоматизация производственных процессов в отрасли хранения и переработки зерна/ А.Т.Птушкин, О.А.Новицкий. – М.: Колос, 1979. – 335 с.

UDK 621.313.322

SOLUTION OF THE THREE-DIMENSIONAL PROBLEM OF CALCULATING THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC TURBOGENERATOR LOADS ON THE COUPLING PRISMS OF THE STATOR CORE

Strokous A., graduate student

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
Kharkov, Ukraine*

The operational experience of powerful turbo-generators (TG), which have been in operation for a long time, has shown that the stator core suspension assemblies are damaged most intensively. Long-term operation leads to mechanical wear of the mating surfaces of the laminated core and suspension elements, operation causes disturbances in the connections between the elements of the fastening system: the appearance of cracks in the welds; to unscrew nuts and breaks of necks of tie prisms; to clogging the internal volume of the generator with wear products. As a result, the insulation of the stator and rotor windings are destroyed, the windings can short-circuit. In this regard, the effect of electromagnetic loads of TG on the elements of fastening the core to the body (on the clamping prisms) it is necessary to be able to determine. Studies should be conducted in three dimensions, especially for non-nominal regimes in which TGs currently operate, [1].

The purpose of solving the three-dimensional problem of calculating the effect of non-nominal electromagnetic loads of TG on the coupling prisms is:

- determination of deformations in the tie prism;
- determination of mechanical stresses in the tie prism;
- determination of movements of the clamping prism.

We have used a system of equations, which is presented in [2], for solving three-dimensional problems of determining the influence of non-nominal electromagnetic loads of TG on the stator core fastening points, with boundary conditions of the first kind and using the software complex SolidWorks and ANSYS. The values of mechanical loads of the stator and EMF are boundary conditions of the second kind, they are obtained analytically, [3]. The simulation

results were compared with the results obtained on turbogenerators that operate on the station units. The data correspond to the general theory of electric machines and the theory of the electromagnetic field. The value of the frequency of EMF changes in non-nominal operating modes of a turbogenerator is accepted as a boundary condition of the third kind. The studies were carried out on the basis of statistical data for frequencies of 50, 100 and 200 Hz, [4].

A stator prism model was developed for the stator core in the SolidWorks software package. The geometric dimensions, materials and gaps of the stator suspension system in the assembly units are taken from the current design documentation of the plant on which the generators are made. In Fig. 1 shows the results of solving the problem.

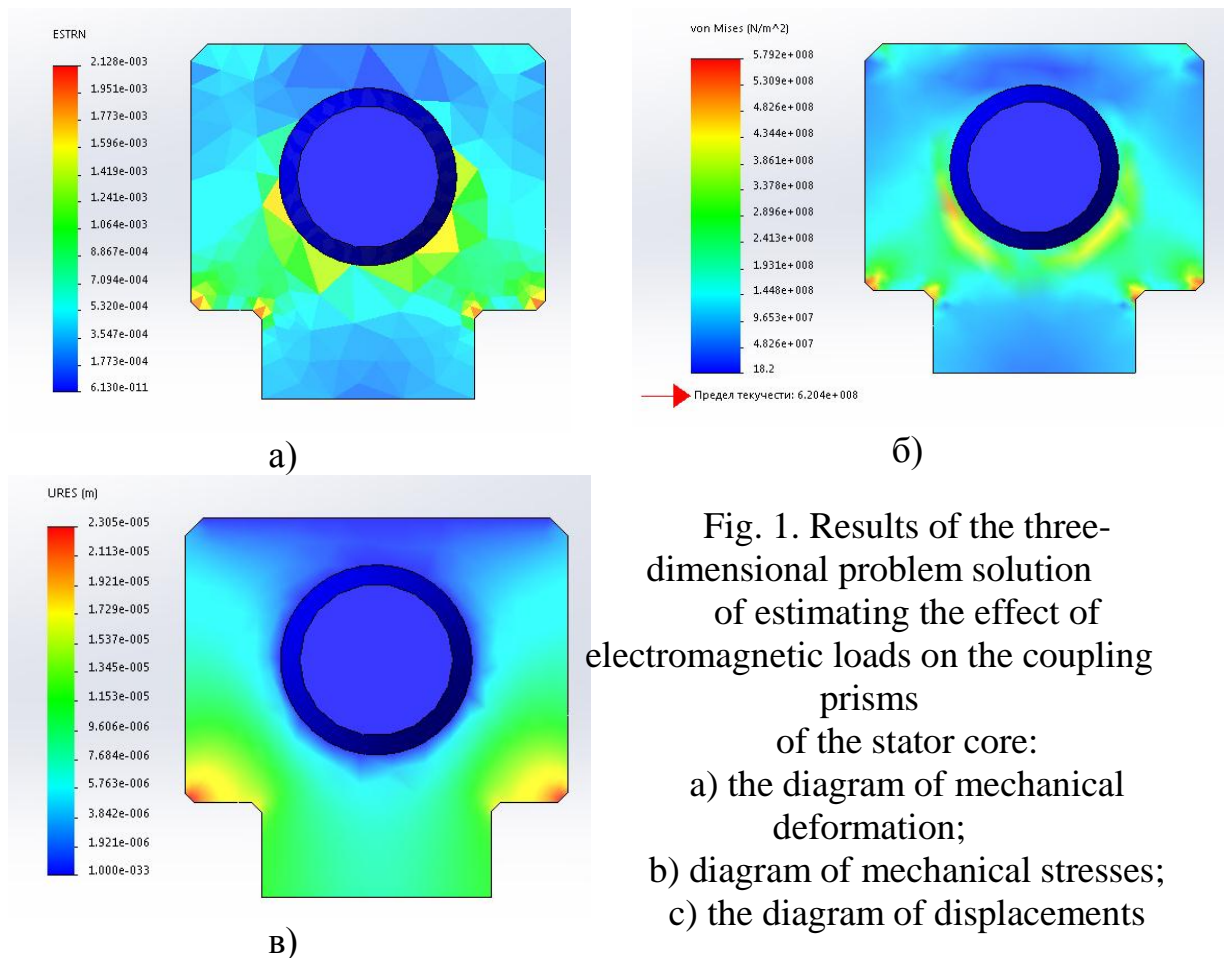


Fig. 1. Results of the three-dimensional problem solution of estimating the effect of electromagnetic loads on the coupling prisms of the stator core:
a) the diagram of mechanical deformation;
b) diagram of mechanical stresses;
c) the diagram of displacements

Literature

1. Kuznetsov D.V. Investigation of electromagnetic forces acting on the clamping prisms of the stator core of a turbogenerator. / D. V. Kuznetsov // Moscow: Electricity. – No. 10. – 2006. – P. 42-48.
2. Shevchenko V.V. Forecasting of the service life of turbogenerators according to the vibration control data / V.V. Shevchenko, A.V. Strokus // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2017. – No. 10. – P. 78-83.
3. Shevchenko V.V. Operating modes of turbogenerators taking into account the requirements of stability of the power system operation / V.V. Shevchenko, A.V. Strokus //

Energy saving. Power engineering. Energy audit. Power engineering. Energy audit. – 2016. – No. 1. – P. 33-42.

4. Strokus A.V. Methods of assessing the state of turbo-generators that have fulfilled their service life / A.V. Strokus, V.V. Shevchenko // 11th Mizhnar. Sciences-practical. Conf. magistrantiv та аспірантів, 18-21 квітня 2017 р.: 3 hours Part 2. / Ed. Є. І. Falcon. – Khar'kov: NTU "KhPI", 2017. – P. 72-73.

UDK 621.313.322

TURBOGENERATORS OF NEW GENERATION WITH VARIOUS COOLING SYSTEMS

Minko A.¹, candidate of technical sciences, engineer

Shevchenko V.², candidate of technical sciences, professor

¹Private scientific and technical firm "Ankor-Teploenergo", Kharkov, Ukraine

*²National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
Kharkov, Ukraine*

At present, power equipment that has fulfilled its technical resource requires not carrying out repair and restoration works, but full replacement with new, high-tech and competitive equipment. There is a need to create and manufacture generating units that meet modern requirements and trends in the development of the electric power industry, [5]. The basic requirements for new turbogenerators are, [4]:

- Increase of generators electric power with preservation of former dimensions;
- Reduction of specific mass, both the generator itself and individual elements of its design;
 - increase the generator service life and the time between repairs;
 - Increased reliability of the turbo-unit operation and its auxiliary systems (gas, oil, hydraulic seals)
- Reduction in the cost of generating equipment and there structural elements that wear out quickly (seals, oil separators, bearing shells, heat exchangers, etc.);
- Reduction in the cost of generating equipment and the cost of structural elements those wear out quickly (seals, oil separators, bearing shells, heat exchangers, etc.).
- Replacement of hydrogen with air, as a cooling medium, in those cases where it is permissible.

Our theoretical studies and practical experience in the design of turbogenerators, as well as analysis of current literature [1-3, 6], made it possible to review the technical parameters of 250 MW turbogenerators with various cooling media (air, hydrogen, water-hydrogen). This can be used to create turbogenerators of new generation. The data are presented in Table 1. For turbogenerators that will be designed in the future, the choice of the cooling system

type, taking into account the possibility of using different heat carriers, should be carried out using the recommendations set forth in [4]. The indicators listed in the table can be used in the development and manufacture of competitive domestic turbogenerators. Such turbogenerators must comply with international standards for the technologies used, be economical and have high operational reliability.

Table 1.

Technical parameters of 250 MW turbogenerators with different cooling systems, stator voltage 15,75 kV, $\cos\varphi = 0,85$, number of pole pairs $p=1$

| Parameters | Indicators | | |
|--|------------|----------|----------|
| | | | |
| Cooling Medium | | | |
| – stator | air | hydrogen | hydrogen |
| – stator windings | air | hydrogen | water |
| – rotor | air | hydrogen | hydrogen |
| Stator winding current, kA | 10,78 | 10,78 | 10,78 |
| Single-sided air gap, mm | 50 | 100 | 77,5 |
| Current density in the stator winding, A/mm ² | 2,6 | 3,9 | 8,5 |
| Number of stator slots | 72 | 60 | 30 |
| Stator length, mm | 4970 | 5000 | 4020 |
| Outer diameter of the stator core, mm | 2800 | 2515 | 2530 |
| Geometry of the groove in the stator core, mm | | | |
| – slot width | 27 | 38,6 | 50,8 |
| – depth of groove | 261 | 250 | 183 |
| Active rotor shaft length, mm | 5000 | 5100 | 4100 |
| Diameter of the rotor, mm | 1200 | 1075 | 1120 |
| Number of coiled grooves | 28 | 36 | 36 |
| Geometry of the groove in the rotor, mm | stepped | | |
| – slot width | 51×48×44 | 30,6 | 33,9 |
| – depth of groove | 220 | 173,5 | 165 |
| Excess cooling gas pressure, MPa | 0 | 0,4 | 0,4 |
| The total mass of the turbogenerator, t | 210 | 265 | 250 |

Literature

1. Minko A.N. Comprehensive approach to the design of cooling systems for large electric machines (turbogenerators) – Electrical equipment: operation and repair.–2017–№ 1–P.p. 12–18.
2. Minko A.N. Graphic model of the design of an effective cooling system for large electric machines (turbogenerators) / Electrical power through of the eyes youth: materials of the VII International Scientific and Technical Conference, September 19-23, 2016, Kazan. – In 3 tons of T1. – Kazan: Kazan. state power. Univ. - 2016. – P.p. 66–69.
3. Minko A.N. Optimal geometry and mass-dimensional parameters of the stator casing structure of a turbogenerator with an air cooling system / Energy Saving, Energy, Energy Audit. – 2012. – № 1. – P.p. 33–39.

4. Shevchenko V.V., Minko A.N. Development of cooling systems and optimization of turbogenerator designs: monograph. – Kharkov: Publ. Ivanchenko I.S. – 2013. – 242 p.
5. Shevchenko V.V., Minko A.N. On increasing the competitiveness of domestic turbogenerators // Kremenchug: KrNU. - Collection of proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference, Kremenchug, April 09-11, 2013. - P.p. 386–387.
6. Shevchenko V.V., Minko A.N. Optimization of the mass-size dimensions of gas coolers of turbogenerators during the reconstruction and technical re-equipment of power plants // Energetic. – 2016. – № 2. – P.p. 52–54.

УДК 631.3;621.313;621.3143

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Мішин В.І. д. т. н.; **Брагіда М. В.**, к.т.н., доцент

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

Відповідно до принципу оборотності електрична машина може працювати у режимі двигуна або генератора. Відомі умови оборотності асинхронної машини, тобто умови переведення її з режиму двигуна в генераторний режим без відключення її від електричної мережі. Це перевищення швидкості обертання ротора ω над швидкістю обертання основного магнітного поля ω_0 , $\omega > \omega_0$. Для цього застосовують зовнішній приводний двигун. Напрями обертання ротора та основного магнітного поля в обох режимах залишаються незмінними. Але при $\omega > \omega_0$ напрям швидкості перетинання провідників обмотки ротора полем статора змінюється на протилежний, $\Delta\omega = \omega_0 - \omega = \omega_0 s < 0$ при ковзанні $s < 0$. Відповідно на протилежний напрямок змінюється ЕРС E_2 обмотки ротора, що, в свою чергу, приводить до зміни напрямку активних складових струмів ротора і статора при незмінному напрямі дії реактивних складових цих струмів. Машина переходить в генераторний режим з перетворенням механічної енергії ротора в активну електричну в статорі з передаванням її в мережу або споживачу в автономному режимі роботи. Реактивну енергію, яка необхідна для створення магнітного поля (основного поля збудження та поля розсіювання) асинхронні машини споживають в будь-якому режимі із електричної мережі або від зовнішніх джерел. Так в автономному асинхронному генераторі (ААГ) загальна електрична ємність на виході служить для збудження його і компенсації реактивної потужності споживача.

Але однофазна конденсаторна машина з просторовим зміщенням в пазах осердя статора додаткової обмотки відносно основної на кут $\theta = 90^\circ$ проти напрямку обертання ротора в режимі двигуна при підвищенні приводним двигуном швидкості обертання ротора вище швидкості обертання складової основного магнітного поля $\omega > \omega_0$ не переходить в режим генератора. При

цьому в обмотці ротора і в основній обмотці статора, які взаємоіндуктивні по основній осі в просторі, як і в класичній асинхронній машині, при ковзанні $s < 0$ змінюється напрям ЕРС \dot{E}_2 ротора, активних складових струмів ротора та основної обмотки статора при незмінних напрямках дії реактивних складових струмів, хоча напрям дії ЕРС \dot{E}_1 основної обмотки статора не змінився. В додатковій обмотці статора, зміщеній на 90° відносно основної обмотки проти напрямку обертання ротора машини і її магнітного поля, де відсутня взаємоіндуктивність між ними, напрям дії ЕРС \dot{E}_Δ , напруги $\dot{U}_{c\Delta} \approx \dot{E}_\Delta$ на виході генератора, струму $\dot{I}_\Delta = \frac{\dot{U}_{c\Delta}}{-jx_{c\Delta}}$, його активної і реактивної складових

не змінилися. При незмінній активній складовій струму додаткової обмотки та при зміні напрямку активної складової струму в основній обмотці активні складові струмів їх замикаються по колу основної і додаткової обмоток через конденсатор. Це режим короткого замикання. Машина не перейшла в генераторний режим і знаходиться в аварійному стані.

Таким чином, умова перевищення швидкості обертання ротора ω понад величину швидкості обертання магнітного поля статора ω_0 ($\omega > \omega_0$), для переводу з режиму двигуна в генераторний, однофазної конденсаторної машини без від'єднання її від електричної мережі є обов'язковою, але недостатньою.

Невідомі до цього часу умови оборотності однофазної конденсаторної асинхронної машини не привели до можливості використання її в режимі генератора, хоча прості, надійні, однофазні асинхронні генератори, особливо автономні зі стабільною напругою та частотою необхідні у виробництві.

Для подолання цього недоліку при переведенні однофазної конденсаторної машини із режиму двигуна в режим генератора необхідно при підвищенні швидкості обертання ротора до $\omega > \omega_0$ одночасно змінити напрям активної складової струму і в додатковій обмотці статора при незмінному напрямку реактивних складових струмів. Це можна виконати шляхом зміни просторового положення додаткової обмотки статора, зсунувши її на кут $\theta = 90^\circ$ відносно основної обмотки за напрямком обертання ротора. Таку зміну просторового положення додаткової обмотки статора, при переведенні машини із режиму двигуна в генераторний, можна виконати при нерухомому роторі, тобто, відключивши її від електричної мережі. Тому однофазний, конденсаторний асинхронний генератор доцільно використовувати в автономному режимі.

Література

1. Методика розрахунку характеристик автономних асинхронних генераторів зі змішаним ємнісним збудженням / (Мішин В. І., Каплун В. В., Кулинич А. М., Макаревич С.С.) – К.: "Видавничий центр НАУ", 2007. – 44 с.

2. Мішин В. І. Методика розрахунку характеристик компенсованого асинхронного двигуна /Мішин В. І., Чуєнко Р. М., Міклін О. А. – К.: "Видавничий центр НАУ", 2005. – 31 с.

УДК 621.313.333.004.58

ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ І ЗАХИСТУ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Квітка С.О., к.т.н., доцент

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

Основною причиною передчасного виходу асинхронних електродвигунів з ладу є невелика кількість надійних засобів контролю і захисту їх від аварійних режимів роботи. Тому розробка нових або удосконалення існуючих технічних засобів безперервного контролю і захисту електродвигунів в процесі їх експлуатації є одним з найважливіших напрямків підвищення експлуатаційної надійності останніх.

Запропонований пристрій контролю і захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи складається з наступних блоків: блоків контролю і захисту електродвигунів (БКЗД1-БКЗД7), кожен з яких складається з підпорядкованого мікроконтролера (ПМК), блоків контролю струму (БКС) і напруги (БКН), блоку світлової сигналізації (БСС) і блоку реле (БР). До складу пристрою також входить блок керування і обробки даних (БКОД), який складається з головного мікроконтролера (ГМК), блоків цифрової індикації (БЦІ) та світлової сигналізації (БСС), блоку вводу даних (БВД), електрично програмованої пам'яті (П), комунікаційного порту (КП) і блоку живлення (БЖ).

Головний мікроконтролер є ведучим пристроєм, а підпорядковані мікроконтролери є веденими пристроями. Обмін даними між ведучим пристроєм та веденими пристроями здійснюється за допомогою шини I²C. Всі операції на шині I²C здійснюються за допомогою послідовної лінії даних (SDA) і послідовної лінії синхронізації (SCL). Блоки контролю і захисту електродвигунів призначені для контролю струмів, які споживаються електродвигунами, напруги живлення електродвигунів та керування відповідними електродвигунами. Інформативні електричні сигнали з блоків контролю струму і напруги для подальшої обробки надходять на відповідні порти підпорядкованого мікроконтролера, який здійснює обробку вхідних параметрів контролю та порівняння їх з величинами уставок. В залежності від величини вхідних параметрів ПМК видає сигнал на блок світлової сигналізації або сигнал на відключення електродвигуна за допомогою блоку реле.

Головний мікроконтролер задає основний потік даних на шині, формує необхідні часові інтервали, здійснює керування підпорядкованими мікроконтролерами та обробку даних, що надходять від них. Головний мікроконтролер також видає сигнал на блок світлової сигналізації для візуального спостереження та блок цифрової індикації, на якому відображаються поточні значення величин контрольованих параметрів (струмів і напруг). В пристрої пам'яті накопичується поточна інформація.

В пристрої передбачені: блок вводу даних (для вводу даних і керування пристроєм), роз'єм для підключення програматора і комунікаційний порт (для обміну даними між пристроєм і персональним комп'ютером).

Структурна схема пристрою контролю і захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи наведена на рис. 1.

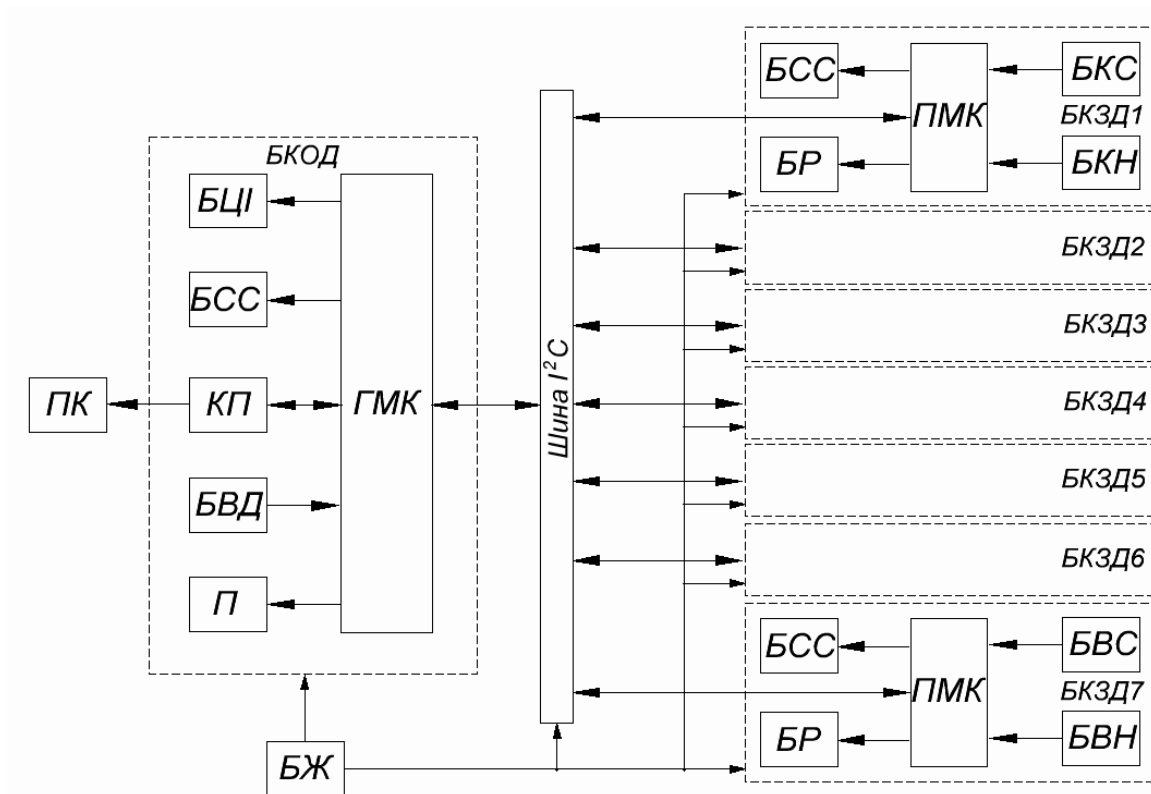


Рис. 1. Пристрій контролю і захисту асинхронних електродвигунів

Запропонований пристрій контролю і захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи дозволяє повністю використовувати їх перевантажувальну здатність в межах допустимих перевищень температури; контролювати напругу мережі та споживаний струм і, при небезпечних їх значеннях, автоматично відключати електродвигуни, що дозволяє захистити їх від основних аварійних режимів роботи.

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. – Вип. 153. – Харків: ХНТУСГ, 2014. – С. 85-87.

2. Квітка С.О. Пристрій контролю функціонального стану і захисту 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. Вип. 186. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – С. 90-92.

УДК 631.371

РЕЖИМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ ГРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ

Ковальов О.В., старший викладач

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

Основними експлуатаційними показниками електромоблоку є сила тяги, потужність тягового електродвигуна, швидкість руху та повна маса. Зазвичай експлуатаційні показники визначаються на початковому етапі розробки мотоблоку за результатами аналізу заданих технологічних циклів роботи і умов експлуатації. Оскільки в наш час досвід проектування та експлуатації мотоблоків і культиваторів з електроприводом досить обмежений, тому достатньо актуальною проблемою є обґрунтований вибір тягового електродвигуна і пристрою керування ним.

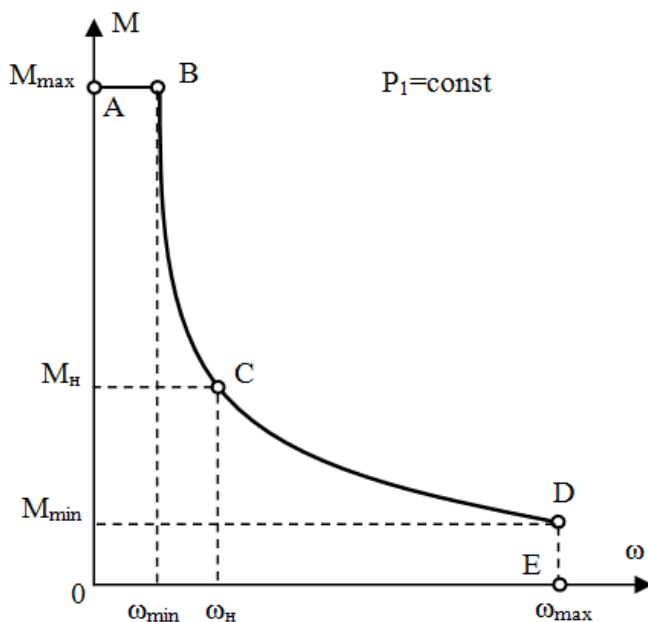


Рис. 1. Механічна характеристика тягового електродвигуна в приводі мотоблоку

Основне призначення тягового електродвигуна (ТЕД) в приводі мотоблоку складається в забезпеченні сумісно з пристроєм керування, заданої тягової характеристики мотоблоку з високими енергетичними показниками і потрібною надійністю. Для практичної реалізації цих вимог в якості ТЕД мотоблоку з централізованим електропостачанням можуть бути використані як електродвигуни змінного струму, так і двигуни постійного струму з керованими вентиляними перетворювачами. Однак використання для цих

цілей електродвигунів постійного струму, і особливо двигунів послідовного збудження, має ряд суттєвих переваг:

1. Механічні характеристики двигунів послідовного збудження $M=f(\omega)$ природна та штучні при будь-якому способі регулювання швидкості наближені до гіперболи, тобто у цих двигунів при зміні моменту опору навантаження, кутова швидкість ω змінюється автоматично, забезпечуючи потужність $P_1=\text{const.}$ (рис. 1).

2. Електродвигуни постійного струму, у відмінності від асинхронних і синхронних електродвигунів, забезпечують регулювання швидкості в широкому діапазоні як вниз від номінальної, так і вгору від номінальної шляхом ослаблення магнітного поля з використанням простих технічних засобів.

За пусковими властивостями та перевантажувальній здатності двигуни постійного струму також мають беззаперечну перевагу перед асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором.

3. В двигунах послідовного збудження електромагнітний момент M має квадратичну залежність від струму якоря I_a а значить і від струму навантаження I

$$M \sim I_a^2; \quad M \sim I^2, \text{ тобто } M \sim I_a^2; \quad I \sim \sqrt{M}. \quad (1)$$

Тому ці двигуни застосовують в приводах установок, де необхідні великі моменти при пуску і спостерігаються часті перевантаження по моменту. Згідно механічної характеристики (рис. 1) кутова швидкість двигуна $\omega \sim 1/\sqrt{M}$, внаслідок чого корисна потужність

$$P_2 = M\Omega = C\sqrt{M}, \quad (2)$$

де P_2 – корисна потужність на валу ДПС, Вт; M – електромагнітний момент ДПС, Н·м; Ω – кутова швидкість, рад/с.

При зміні навантажувального моменту в широких межах, потужність P_2 і струм I_a у двигуна послідовного збудження змінюється пропорційно \sqrt{M} . Це означає, що при одному і тому ж моменті навантаження на валу, двигуни послідовного збудження можуть мати меншу встановлену потужність у порівнянні з іншими електродвигунами.

Класичною формою тягової характеристики є характеристика з трьома ділянками: жорсткою, м'якою та ділянкою постійної потужності. Характеристика є так званою «тяговою областю», що обмежує можливі режими роботи приводу. Максимальне значення швидкості обмежують вимоги безпеки та технологічності роботи, а також обмеження по зчепленню з ґрунтом.

Найбільш перспективним варіантом побудови силового електроприводу ґрунтообробного мотоблоку є використання системи імпульсно-фазового керування, яка забезпечує діапазон регулювання кута α до 120° , асиметрію не більше $1,5^\circ$, тривалість імпульсу не менше 450 мкс ,

амплітуду імпульсів 20 В і більше, а тривалість переднього фронту імпульсу не більше 15 мкс.

Література

1. Ковальов О. В. Тягові характеристики та параметри керування мотоблоку з електроприводом постійного струму/ О.В. Ковальов, Г.Н. Назар'ян. – Вісник ХНТУ с.г. ім. П. Василенка. Випуск 73, Том 1. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 162 с.
2. Терехов В. М. Системи управління електроприводов: учебник для вузов/ В. М. Терехов, О. И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с.
3. Далека В. Х. Основи електричної тяги: навч. посібник/ В. Х. Далека, П. М. Пушков, В.П. Андрійченко, Ю. В. Мінеєва. Х.: ХНАМГ, 2012. – 312 с.

УДК 621.316

ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ВІД ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ЗА СТРУМОМ

*Попрядухін В.С., к.т.н., ст. викладач, Попова І.О., к.т.н., доцент;
Курашкін С. Ф., к.т.н., доцент*

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

Багатолітній досвід експлуатації асинхронних електродвигунів показав, що більшість існуючих захистів не забезпечують безаварійну роботу асинхронних електродвигунів. Правильний вибір захисного пристрою – це важливий в забезпеченні надійної експлуатації асинхронних електродвигунів. А розробку захисту асинхронних електродвигунів необхідно проводити виходячи з особливостей режимів їх роботи, можливостей виникнення аварійних ситуацій і наслідків, які проявляються потім [1]. Більшість аварійних режимів АД супроводжуються струмовими перевантаженнями в обмотках статора.

Пристрої захисту від аварійних режимів можна розділити на декілька видів: теплові, струмозалежні, термочутливі, комбіновані та інші

Струмові захисні пристрої реагують на струм, що тече в обмотці статора захищеного електродвигуна. Недоліком струмових захистів є неоднакова чутливість к зміні перевантажень.

Температурні захисні пристрої реагують на температуру нагріву обмоток електродвигуна і дозволяють захищати двигун від багатьох складних типів перевантажень (збільшення механічних втрат, тривалих невеликих перевантажень і інше). При досягненні небезпечної для обмотки температури захист відключає двигун незалежно від причин, що викликали перегрів. Тобто, перевагою температурних захисних пристроїв – висока ефективність при малих тривалих перевантаженнях за струмом. Однак цей вид захисту погано діє при великих поштовхових перевантаженнях, оскільки

теплова інерція ізоляції обмоток статора, через яку тепло передається від обмотки чутливому елементу пристрою, призводить до спізнення спрацювання захисту[2, 3].

Комбіновані температурно-струмові захисні пристрої поєднують в собі позитивні якості температурних і струмових пристроїв і вільні від недоліків, властивих кожному з них окрема. Тому температурно-струмові захисні пристрої достатньо добре захищають асинхронні електродвигуни як при виникненні невеликих тривалих перевантаженнях, так і при короткочасних значних [3].

Аналізуючи аномальні режими роботи електродвигунів, розроблено пристрій призначений для контролю, діагностування режимів роботи і захисту асинхронних електродвигунів лінії виробництва м'ясокісткового борошна від перевантаження за струмом електродвигунів і від перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення в залежності від класу ізоляції асинхронних двигунів.

Пристрій має наступні блоки: первинні вимірювальні перетворювачі фазних струмів (1-3) у напругу (~/-); згладжуючі фільтри (5-7); електронний операційні підсилювачі (9-11); логічний елемент «АБО» (13) і «НІ» (12); світлова сигналізація (15) при перевищенні фазного струму допустимого значення і температури обмотки; підсилюючий пристрій; звукова сигналізація (16) при перевищенні фазного струму і температури обмотки допустимого значення; виконавчий орган (17); стабілізоване джерело напруги; котушка магнітного пускача (18).

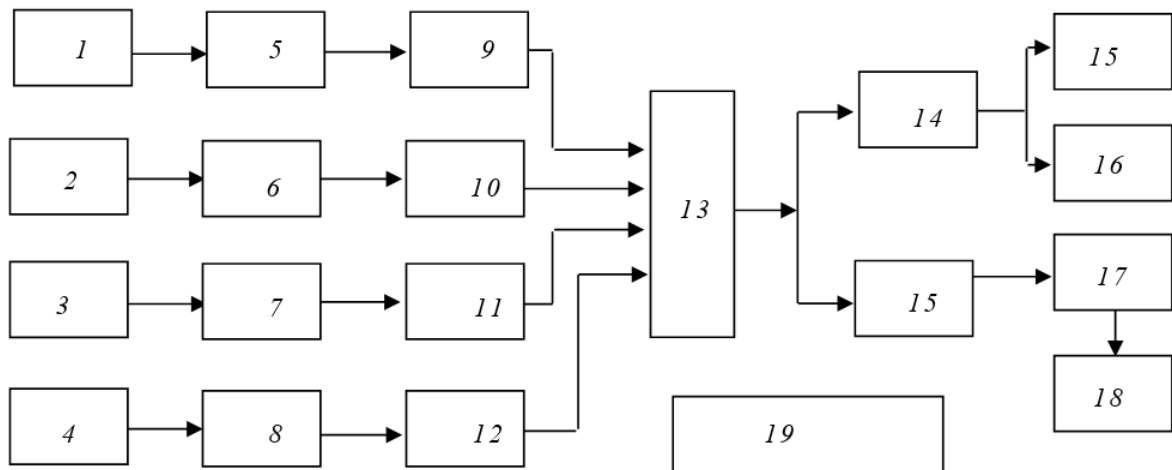


Рис. 1. Структурна схема захисного пристрою

Захисний комбінований пристрій від перевантажень за струмом дозволяє підвищити експлуатаційну надійність асинхронного електродвигуна за рахунок безперервного діагностування режиму його роботи, що дозволить збільшити термін його служби у сільськогосподарському виробництві.

Література

1. Кондратюк О.Ю. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты./ О.Ю. Кондратюк, Егоров А.Б. //Системы обработки інформації. – 2006. – Вип. 4(53). – С.79-86.
2. Пинчук О.Г. Энергетические показатели асинхронного двигателя при различных параметрах питающего напряжения / О.Г. Пинчук // Наукові праці ДонНУ – Електротехніка і енергетика. – 2008. – Вип.8(140). – С.201–204.
3. Закладний О.М. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів / О.М.Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний // Промелектро. – 2010. - №4. – С.36–40.

ПАРАМЕТРИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

*Кондратенко І.П.¹, д.т.н., чл.-кор. НАНУ, зав. відділу
електромагнітних систем; Жильцов А.В.², д.т.н., доцент; Васюк В.В.²,
к.т.н., ст. викл.*

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

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

Одним з перспективних методів зниження залишкових напружень є метод електропластичної деформації, яка реалізується за умови, коли густина струму в металі досягає величини більше 10^9 А/м² та при накладанні стискаючих зусиль на рівні 20 кН, при цьому проявляється ефект електропластичності, який полягає в релаксації напружено-деформованого стану металевих матеріалів.

Здійснення електродинамічної обробки доцільно проводити за допомогою електромеханічного перетворювача індукційного типу, в якому імпульс сили передається в метал за допомогою металевого електрода.

Метою роботи є визначення геометричних параметрів диску, які забезпечують означену вище силу взаємодії струму в котушці та викликаних їм вихрових струмів в масивному диску. Величина розрядного струму і його тривалість визначається електричними параметрами розрядного кола: активним опором, індуктивністю, ємністю та напругою на ній. Електродинамічна сила притискання електрода до поверхні металу визначаються величиною розрядного струму, на значення якого впливають співвідношення конструктивних розмірів елементів розрядного кола – котушки індуктивності і масивного диска.

До геометричних параметрів котушки індуктивності відносяться: внутрішній діаметр, зовнішній діаметр, висота, кількість витків, коефіцієнт заповнення обмотки. До геометричних параметрів диску відносяться: внутрішній діаметр, зовнішній діаметр, товщина. В залежності від даних параметрів змінюється характер перехідного процесу в електричному колі, що в свою чергу впливає на характер електродинамічної сили притискання

електрода до пластини та на розподіл струмів розтікання. Обмеження на розміри котушки та диску визначаються габаритними розмірами пристрою.

В роботі [1] розроблено математичну модель на основі редукції крайової задачі для рівнянь Максвелла до системи інтегральних рівнянь щодо джерел магнітного поля (густини струмів в масивних тілах та густини простого шару електричних зарядів на границі масивних тіл), яка застосовується в даній роботі для розв'язання сформульованих вище завдань.

На рис. 1 наведені криві рівних значень амплітуди електродинамічної сили (в кН), з якою масивний електропровідний диск відштовхується від котушки зі струмом в залежності від товщини диска (h) та його діаметра (d_2) для двох значень напруги на ємності – рис. 1 а при $U_c=500V$, рис. 1 б – $U_c=700V$. Розрахунок виконувався при наступних [1] параметрах електротехнічного комплексу для зниження залишкових напружень при застосуванні електродинамічної обробки

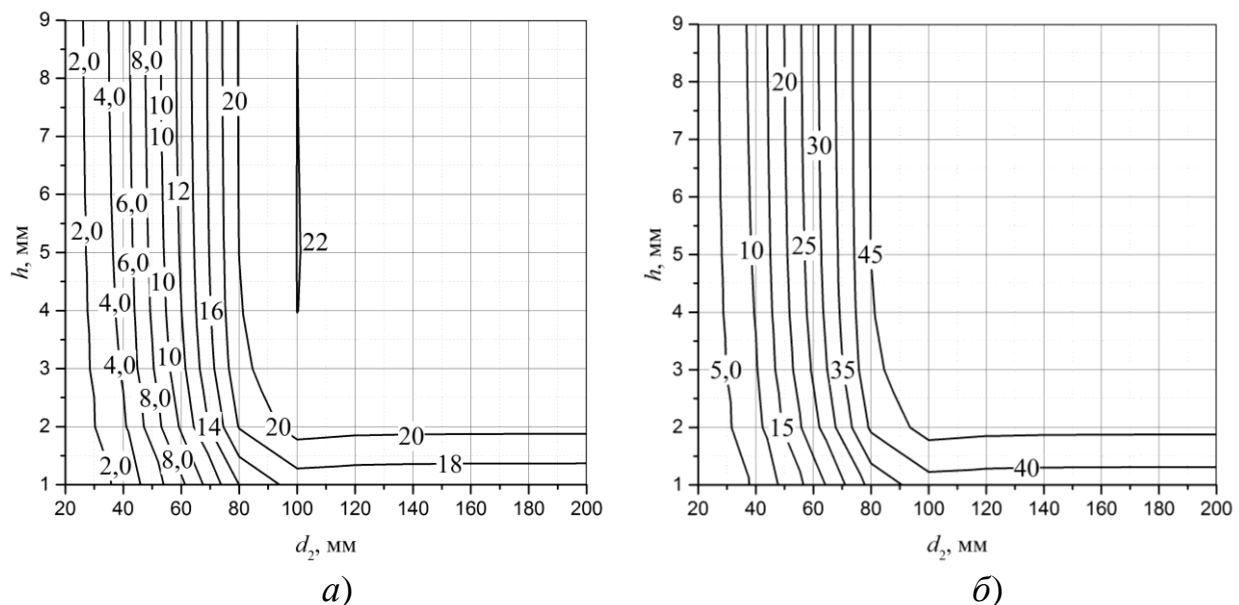


Рис. 1.

Аналіз залежностей, які наведено на рис. 1 а, 1 б вказують, що величина електродинамічної сили залишається незмінною після досягнення товщини диска більше 4 мм. Недоцільним також є збільшення діаметру диска більше 100 мм, тобто можна стверджувати, що вибір діаметра диска більшим за розміри котушки не призводить до зростання електродинамічної сили.

Література

1. Нестационарні електрофізичні процеси в системах зниження залишкових напружень зварних з'єднань / [Л. М. Лобанов, І. П. Кондратенко, А. В. Жильцов, О. М. Карлов, М. О. Пашин, В. В. Васюк, В. Я. Ящук] // Технічна електродинаміка. – 2016. – № 6. – С. 10–19.

СЕКЦІЯ 6. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

УДК 697.34

СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТВОРНОЇ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВ І ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ КОРМІВ

Топалов Д.А., магістр, Василенков В.Є., к.т.н., доцент

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

Переважає більшість дослідників і практиків у наш час визначають вищу теплотворну властивість твердого і рідкого палив двома шляхами:

1) теоретичним шляхом за даними його елементарного складу. Для цього використовується формула Д.І. Менделєєва для твердого і рідкого палива [2, 3]:

$$Q_n^p = 81C^p + 300H - 26(O^p - S_n^p) - 6(9H^p + W^p), \text{ ккал/кг}$$

де C^p , H^p , O^p , S_n^p , W^p – відповідно вагова кількість вуглецю, водню, кисню, горючої сірки і води в робочій масі палива, %.

Для газоподібного палива

$$Q_B^\Gamma = 0,01(Q_{CO}CO + Q_{H_2}H_2 + Q_{H_2S}H_2S + Q_{CH_4}CH_4 + Q_{C_2H_6}C_2H_6 + \dots + Q_{C_nH_m}C_nH_m)$$

де Q_{CO} ; Q_{H_2} і тому подібне – теплота згоряння кожного газу, що входить в склад палива; CO , H_2 і тому подібне – процентний зміст кожного газу в 1 м^3 палива.

2) експериментальним шляхом спалювання наважки палива в калориметрі. Цей спосіб дає найбільш достовірні результати [1]. Визначення вищої теплоти згоряння і підрахунки нищої теплоти згоряння згідно ГОСТ 147 – 95 (ИСО 1928 – 76), ГОСТ 10062 – 75, ДСТУ ІСО 1928 : 2006.

Методику калориметрії використовують при визначенні оцінки енергетичної поживності кормів комплексним способом поєднуючи, експериментальні виміри на бомбі і розрахунково-логічний спосіб. Результати досліджень при спалюванні зразка у вигляді наважки 1 г ячмінної дерті в калориметрі і підрахунки калорійності дорівнюють 4,324 ккал [2].

Література

1. Общая теплотехника. Швец И.Т., Голубинский В.И. и другие. Издательство Киевского университета, 1963. – 561 с.
2. Костенко В.М., Панько В.В., Сироватко К.М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Частина I “Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів”. – Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008.-141 с.

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО РОЗРАХУНКОВИЙ СПОСІБ
ВИЗНАЧЕННЯ КАЛОРИЙНОСТІ КОРМІВ**

*Грабарчук А.Б., ст.-т 2 курсу, Василенков В.Є., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

В роботі [1] представлено експериментально розрахунковий спосіб визначення калорійності кормів в логічній послідовності згідно ГОСТ 147 – 95 (ИСО 1928 – 76) на прикладі результатів досліджень і підрахунків калорійності 1 г. ячмінної дерті і який заслуговує на увагу своєю простотою і доступністю. В результаті спалювання наважки ячміню були отримані наступні вихідні дані:

Вага зразка ячмінного борошна в повітряно-сухому стані 1,931 г., приріст температури калориметра $3,27000^{\circ}\text{C}$, температурна поправка на теплове випромінювання $+0,01240^{\circ}\text{C}$, вага води в калориметрі 2168,15 г., водяний еквівалент приладу 384,56 г., утворилось тепла за рахунок спалювання запалювального дротика 14,409 кал., виникло тепла при утворенні азотної кислоти 15,169 кал.

В результаті спалювання зразка борошна та запалювального дротика температура води приросла на $3,27000^{\circ}\text{C}$ і одночасно частина тепла розсіяна приладом. В результаті підрахунку за спеціальною формулою вирахована поправка, яка становить 0,01240. Таким чином, якби втрати тепла не було, термометр показав би підвищення температури на $3,28240^{\circ}\text{C}$ ($3,27000^{\circ}\text{C}+0,01240^{\circ}\text{C}$). Тепло згорання було передано воді та приладу, при цьому теплоємність всього приладу еквівалентна 384,56 г води. Тому потрібно вважати, що тепло було прийнято водою та приладом в кількості 2552,71 г ($2168,155\text{ г}+384,56\text{ г}$).

Отже утворене в калориметрії тепло виникло в результаті згорання корму запалювального дротика та утворення деякої кількості азотної кислоти. Після підрахунку загальної кількості тепла в нього потрібно внести поправки на тепло згорання дротика і утворення азотної кислоти і лише після цього розраховувати калорійність 1 г ячмінного борошна в повітряно-сухій речовині. Продовжуємо розрахунки. Відомо, що 1 ккал – це 4,186 Дж, вона дорівнює кількості енергії, яка затрачається на підігрів 1 літра води на 10°C . В нашому прикладі потрібно розрахувати калорійність 1 г ячмінного борошна.

Кількість води разом з теплоємністю приладу становила 2552,71 г. Спалюванням 1,931 г ячмінного борошна вона була підігріта разом із випромінюванням тепла приладом на $3,28940^{\circ}\text{C}$ ($3,270000+0,0124000$). Отже калорійність 1,931 г ячмінної дерті становить 8,379 ккал ($2552,71\text{ г} \times 3,28240^{\circ}\text{C}$). Тепер вносимо поправки на утворення тепла за рахунок згорання

запалювального дротика та за рахунок утворення азотної кислоти. В нашому прикладі це $14,409 \text{ кал} + 15,169 \text{ кал} = 29,578 \text{ кал}$, їх потрібно відняти від загальної калорійності $8379 \text{ кал} - 29,578 \text{ кал} = 8349,422 \text{ кал} \approx 8,35 \text{ ккал}$.

Далі розраховуємо калорійність 1 г ячмінного борошна. Наш зразок важить 1,931 г, він має 8,35 ккал, тому в 1 г борошна буде 4,324 ккал.

Література

1. Костенко В.М., Панько В.В., Сироватко К.М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Частина I "Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів". –Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008.-141 с.

УДК 536.24

РОЗРОБКА ТА ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ В ПТАШНИКАХ

Троханяк В.І., к.т.н., ст. викладач

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

Підвищення продуктивності птахофабрик пов'язане з необхідністю створення оптимального мікроклімату в приміщеннях пташників. При цьому важливою задачею стає пошук нових підходів і принципів для вирішення проблеми охолодження та нагрівання припливного повітря птахівничих приміщень у літній і зимовий період. Ця проблема є особливо важливою у зв'язку зі зниженням продуктивності роботи птахоферм, що зумовлено недосконалістю існуючих систем мікроклімату в літній період за наявності високої температури та вологості зовнішнього повітря. У працях [1, 2], на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень, запропоновано та розроблено нову електротехнічну систему підтримання мікроклімату в пташнику, яка базується на використанні води підземних свердловин із застосуванням теплообмінних апаратів (ТА) для охолодження та нагрівання припливного повітря в літній і зимовий періоди року.

Розглянемо кожухотрубний теплообмінник із кожухом прямокутного перерізу при поперечному обтіканні пучків труб. Геометрія розташування труб з діаметром $d=10$ мм є своєрідною, що відрізняється від традиційних шахових, коридорних та компактних пучків [3, 4]. Сусідні труби в таких тісних пучках зміщені одна відносно другої на відстань 1 мм. Причому розглянуто три типи конструкції пучка, в яких є зміщення труб у поперечному напрямку по всій довжині трубного пучка на 10 мм, 12 мм і 15 мм.

Так як застосоване зміщення цілого ряду на різну відстань, кількість рядів трубок змінюється. Кількість трубок в одному ряду, діаметром 10 мм, міститься 102 шт, що складаються із 2 колекторів. Висота труб 1 м.

Проведено чисельне моделювання гідродинамічних процесів та процесів переносу теплоти в каналах із компактним розміщенням пучків труб. Для цього використано метод CFD моделювання і застосовано програмний комплекс ANSYS Fluent. В основі математичної моделі лежать рівняння Нав'є-Стокса, рівняння збереження енергії для конвективних течій та рівняння нерозривності. У розрахунках застосовано стандартну k-ε модель турбулентності.

Усі розрахунки виконано при масовій витраті повітря 86392 м³/год. Як теплоносії вибрано повітря з температурою +40 °С на вході, яке протікає в каналах для охолодження зовнішнього нагрітого повітря у пташнику в літній період року, де як охолоджувач використовується вода підземних свердловин. В сою чергу холодна вода, що рухається всередині труб, яка має температуру на вході +10 °С. Схема руху теплоносіїв має перехресний характер.

На рис. 1 наведено розподіл температурного поля в каналах теплообмінників. Як видно з рисунка температура теплоносія падає при наближенні до виходу з теплообмінника. Якщо на вході в теплообмінник вона становила +40 °С, то на виході її усереднене значення для трьох типів ТА коливається від +296 до +300 °К.

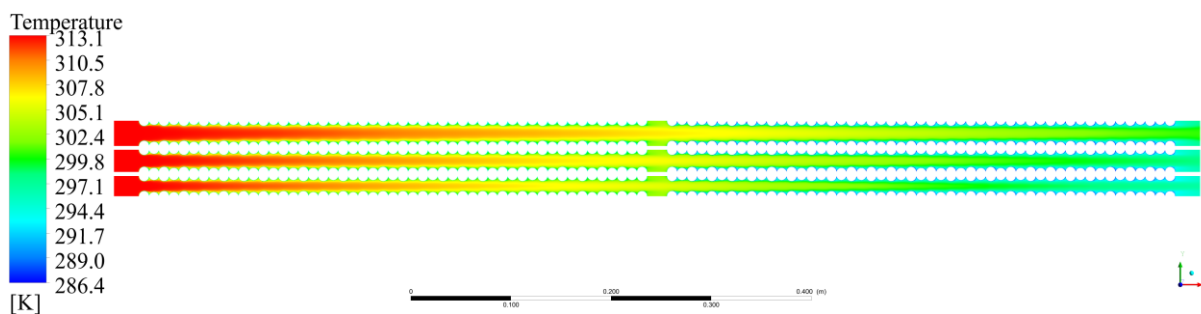


Рис. 1. Температурне поле теплоносія для різних типів конструкцій ТА

Запропоновано та розроблено нову конструкцію кожухотрубного теплообмінного апарата з компактним розташуванням труб у трубних пучках. Проведено комп'ютерне математичне моделювання процесів тепло- і масопереносу в пучках труб різної геометрії при компактному розміщенні труб з використанням програмного комплексу ANSYS Fluent. Отримано поля швидкостей, температур, тисків у досліджуваних каналах. Проаналізовано умови гідродинамічної течії в каналах та проведено оцінки інтенсивності теплопереносу між гарячим та холодним теплоносієм через стінку, що їх розділяє. Визначено наефективніші поверхні теплообміну та показано

перспективність застосування пропонованих конструкцій пучків труб при конструюванні теплообмінників різного призначення.

Література

1. Горобец В. Г., Троханяк В. И. Компьютерное математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса при вентиляции воздуха в птицеводческих помещениях // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства. 2015. № 4 (20). С. 85–90.

2. Горобець В. Г., Троханяк В. І., Богдан Ю. О. Експериментальне дослідження охолодження припливного повітря у птахівничих приміщеннях // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2015. Вип. 224. С. 204–208.

3. Троханяк В. І. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при чисельному моделюванні трубного пучка // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2015. Вип. 15, Т. 2. С. 332–337.

4. В. Г. Горобець, Ю. О. Богдан, В. І. Троханяк. Теплообмінне обладнання для когенераційних установок – К.: «ЦП «Компринт», 2017. – 203 с.

СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ І МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 621.31. – 049.34

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Окушко О.В., к.т.н., доцент

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

Підвищення енергозберігаючих заходів в ремонтних майстернях є однією із пріоритетних напрямів підвищення енергоефективності підприємства. Вирішення цієї проблеми визначається розробкою комплексу заходів з енергозбереження, яке являє собою реалізацію правових, організаційних, науково-виробничих, енерготехнічних та економічних заходів, що сприяє ефективному використанню енергетичних ресурсів.

Особливість застосування більшості робочих машин і агрегатів є те, що вони оснащені електроприводом, серед якого чинне місце (до 80 %) належить електроприводу з асинхронним короткозамкненим двигуном.

Робота асинхронних електродвигунів, особливо в умовах агропромислового комплексу за рахунок впливу режимів роботи (зміна величини електричного струму та напруги порівняно з номінальними значеннями) сприяє збільшенню втрат активної потужності. Це відбувається за рахунок: перевантаження на валу робочих машин; низького коефіцієнта завантаження ($k_z < 40$ %); асиметрії напруги; підвищення або зменшення напруги; неповнофазного режиму живлення; підвищенню температури та погіршення умов охолодження.

В основному проблема енергозбереження повинна вирішуватися шляхом зниження втрат електроенергії у процесі її перетворення у самому приводі та за рахунок оптимізації технологічних процесів за допомогою регульованого привода.

Специфікою асинхронного двигуна є те, що він споживає біля 20 – 40 % реактивного струму від номінального і тим самим сприяє збільшенню витрат електроенергії. Крім цього, дуже часто такі електричні двигуни працюють у режимах недозавантаження до номінальних значень.

Все це обумовлює існування проблеми енергозбереження при експлуатації електроприводів, яка сьогодні є дуже гострою.

Основними шляхами енергозбереження в електроприводах можна назвати наступні:

- перехід на енергозберігаючі електродвигуни з підвищеним ККД і $\cos\varphi$;
- застосування регульованого електропривода;

- удосконалення вибору електродвигуна залежно від призначення та конкретних умов при зміні навантаження;
- створення технічних засобів (спеціальні регулятори електричної енергії, силові напівпровідникові прилади та ін.), які обумовлюють мінімізацію впливу зміни навантаження від номінального та енергетичні показники;
- обмеження на робочих електроприводах холостого ходу.

Література

1. Арутюнян А.А. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. – М.: Энергосервис. – 2007. – 600 с.
2. Іноземцев Г.Б. Методи енергозбереження в системах електропостачання: Навч. посібник / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, О.В. Окушко; за ред. Іноземцева Г.Б. / К.: ЦП «Компринт». – 2016. – 222 с.
3. Корчемний М.О. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М.О. Корчемний, В.С. Федорейко, В.Г. Щербань. – Тернопіль: Підручник і посібник. – 2001. – 984 с.
4. Шидловский А.К. Повышение качества энергии в энергетических сетях / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов. – К.: Наукова думка. – 1985. – 268 с.

УДК 621.31. – 049.34

ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ЯК СИСТЕМА ВДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЛУЖБИ

Ковтун П.М., ст. викл.

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

В енергетичній службі сільськогосподарського підприємства як правило, часто відсутній час і можливість займатися питаннями енергозбереження. На відміну від експлуатації, управління енергоспоживанням ставить основним завданням зниження витрат на енергоресурси при забезпеченні необхідної їх кількості та якості.

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

Сучасна ситуація, яка складається на сільськогосподарських підприємствах вимагає здійснення пошуку нових форм і методів господарювання, проведення відповідного реформування відносин власності, самої підприємницької структури економічних суб'єктів та оновлення основних виробничих фондів на основі передових технологій. Тільки

радикальні заходи по впровадженню нових технічних і технологічних рішень, сучасних виробничих процесів, здатних випускати конкурентноспроможну продукцію. Практика показує, що підвищення енергоефективності досягається здебільшого за рахунок організаційних змін у системі управління енергогосподарством підприємством.

Впровадження системи енергоменеджменту на підприємстві дозволяє знизити витрати на теплову та електричну енергію, а також зменшити інші види енергетичних витрат, а саме:

- виявити дефекти, погану роботу або збої в системах енергоспоживання;
- швидко втручатися в роботу підприємства при несприятливих тенденціях до збільшення витрат енергоресурсів.

Література

1. Ковалко М.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк; за ред. А.К. Шидловського. – К.: УЕЗ. – 1998. – 512 с.
2. Чоджой М.Х. Энергосбережение в промышленности / М.Х. Чоджой; пер. с англ. – М.: Металлургия. – 1982. – 272 с.

УДК 621.31. – 049.34

ПІДВИЩЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НУБІП УКРАЇНИ

*Радько І.П., к.т.н., доцент, Наливайко В.А., к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування,
м. Київ, Україна*

Енергозбереження це процес внаслідок якого зменшується потреба у використанні різних видів енергії (електрична, теплова) на одиницю кінцевого корисного ефекту від його використання, тобто споживається тільки та частина енергії, яка необхідна для задоволення необхідних потреб людини в її життєдіяльності. Така стратегія використання енергії призводить до необхідності її заощадження і, як наслідок, до забезпечення максимальної ефективності при її використанні

Успішне вирішення проблеми економії енергетичних ресурсів можливо лише у тому випадку, якщо переглянути і модернізувати всі етапи споживання енергоносіїв, тобто піти шляхом вдосконалення основних заходів енерговикористання. Такими можуть бути, в першу чергу, організаційно-технічні заходи, що пов'язані в основному з підвищенням якості технічного обслуговування електротехнічного обладнання і його своєчасного ремонту, пошуку сучасних методів і режимів його експлуатації,

розробці ефективних інструментів моніторингу і управління споживання енергетичними ресурсами на підприємствах, а також пошуку механізмів стимулювання заходів з підвищення енергоефективності і енергозбереження.

В останні роки НУБІП УКРАЇНИ зіткнувся із загостренням проблеми енергопостачання, яке викликано недостатнім бюджетним фінансуванням та їх низькою енергоефективністю, як споживачів енергоресурсів і енергоносіїв. Враховуючи загострення відповідної проблеми, фахівцями ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження НУБІП України були розроблені «Рекомендації з підвищення якості енергозабезпечення, енергоощадності та енергоефективності в НАУ» [6].

На основі цих рекомендацій в НУБІП України була розроблена відповідна Програма з енергозбереження на період до 2020 року. Пріоритетними напрямками енергозбереження були визначені наступні – зниження втрат в системах опалення шляхом покращення теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій будівель, впровадження теплових екранів радіаторів, а найголовніше це розробка та впровадження автоматизованих систем обліку і регулювання витрат теплоносія на теплових пунктах. Виконання поставлених задач дає змогу створити центральну диспетчерську службу енергетичної служби, що дасть змогу оптимізувати роботу всіх служб, які задіяні в енергопостачанні університету. Звичайно, це потребуватиме суттєвих капіталовкладень, але зиск, який буде отримано від впровадження цих енергоефективних заходів може повністю окупитися за декілька років.

На рис. 1 наведено графік споживання теплової енергії за період 2012 – 2017 р.р., аналізуючи, які можна стверджувати про зменшення споживання енергоресурсів університету після початку дії Програми з енергозбереження – на першому етапі до 10 – 20 %, а на другому, після встановлення вузлів регулювання теплоносія ще до 30 %, і це не є межею.



Рис. 1. Споживання теплоносія

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

Література

1. Козирський В. В. Результати спрощеного енергоаудиту об'єктів НУБіП України: [електронний ресурс] / [Козирський В. В., Берека О. М., Шеліманова О. В., Антипов Є. О.] // Енергетика і автоматика. – 2012. – С 55 - 65. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/e-journals/eia/2012_1/12kvvonu.pdf.
2. Міщенко А. В. Аналіз теплового комфорту у приміщеннях навчального корпусу №8 НУБіП України після термомодернізації будівлі / А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова, Є. О. Антипов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 194. – Ч. 1. – С. 119–123.
3. Радько І.П. Температурне поле в композиційних тілах циліндричної форми при наявності внутрішніх джерел / І.П. Радько // Вісник ХНТУСГ ім. В. Василенка. – 2012. – №129. – С. 45 – 47.
4. Лут М.Т. Рекомендації з підвищення якості енергозабезпечення, енергоощадності та енергоефективності в Національному аграрному університеті / М.Т. Лут, А.В. Міщенко, І.П. Радько // Видавничий центр НАУ. – 2005. – 39 с.

УДК 004.89:65.011.56

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОРИНКОМ

*Борукаєв З.Х.¹, к.т.н., ст.наук.співр., Остапченко К.Б.², к.т.н.,
доцент, Лісовиченко О.І.², к.т.н., доцент;*

*¹Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, м.Київ,
Україна*

*²Національний технічний університет України «КПІ ім.Ігоря
Сікорського», м.Київ, Україна*

Одним із способів організаційного управління, який отримав досить широке поширення при управлінні складними організаційно-технічними системами, є ситуаційне управління - управління на основі сформованих фактів і обставин, які можуть бути представлені у вигляді деякої сукупності показників функціонування об'єкта управління, його системи організаційного управління та зовнішнього середовища їх існування.

Формалізація такого способу управління передбачає визначення і введення понять ситуації, її класифікації та ідентифікації в деякому просторі вихідних показників стану керованого об'єкта. Опис ситуацій та їх ідентифікація за допомогою великої кількості показників може виявитися неможливим за реальний час з огляду на те, що число можливих поєднань

значень цих показників практично стає як завгодно великим. Автоматизація процесів організаційного управління при вирішенні завдань, які часто змінюються в управлінській діяльності енергоринку, є досить складним у зв'язку з високим ступенем інформаційної невизначеності. Умовою переходу до більшої визначеності є отримання нової інформації, що може бути досягнуто за допомогою використання систем підтримки прийняття рішень (СППР) [3].

Рішення таких завдань, як аналіз і комплексна оцінка обстановки, прогноз зміни обстановки і оцінка наслідків прийнятих рішень, інтелектуальна підтримка користувачів, аналіз і прогноз розвитку зовнішньої економічної та політичної ситуації вимагає створення СППР орієнтованих на аналіз даних за допомогою комплексу спеціальних імітаційних, прогнозних, розрахункових моделей і засобів розв'язання оптимізаційних задач.

Тому, на першому етапі створення систем організаційного управління енергоринком в якості базової для СППР складової інформаційної технології, запропоновано використовувати інформаційно-аналітичну систему моніторингу (ІАСМ) - систему спеціально організованого автоматизованого відстеження поведінки об'єкта управління, його системи управління та зовнішнього середовища їх існування за заздалегідь узгодженим інтегральними показниками з метою визначення відповідності їх значень необхідним прогнозними і плановим параметрам [2].

В результаті під СППР будемо розглядати інтерактивну об'єктно-орієнтовану ІАСМ, керовану даними і моделями, основним призначенням якої є задоволення інформаційно-аналітичних потреб особи приймаючої рішення при вирішенні неструктурованих або слабоструктурованих задач [1].

В результаті, з метою розвитку та вдосконалення ІАСМ, пропонується включити в структуру СППР з управління функціонуванням енергоринком наступні компоненти:

- моделі об'єктів, що беруть участь в структуроутворюючих зв'язках оптового енергоринку, що визначають правила його функціонування;
- моделі показників (параметрів) функціонування оптового енергоринку;
- моделюючі алгоритми (моделі різного призначення), що визначають правила утворення і зміни значень показників функціонування енергоринку;
- модель взаємодії (інтерфейсу) і представлення даних користувачеві.

Вимоги універсальності та однаковості в способах представлення даних користувачеві призводить до необхідності створення так званих метаданих. Однак їх застосування є одним з найбільш складних і практично недостатньо опрацьованих інструментів в сучасних інформаційних технологіях створення автоматизованого управління процесами функціонування складних систем. У загальному випадку необхідно виділяти такі аспекти метаданих, які повинні бути присутніми в СППР, як з точки зору опису предметної області, так і функціональності системи:

- 1) метадані про структуру даних прикладної області;
- 2) метадані про процеси;
- 3) метадані про способи подання даних (інтерфейси) користувачу;
- 4) метадані опису користувачів;
- 5) метадані з адміністрування системи.

В результаті можна сформулювати напрямки робіт з проектування та створення СППР для організаційного управління енергоринком на основі єдиного підходу застосування метаданих з метою створення інтегрованого інформаційного ресурсу та єдиного програмного середовища.

Література

1. Борукаев З. Х. Подход к построению систем поддержки принятия решений для автоматизации процессов организационного управления энергорынком / З. Х. Борукаев, К. Б. Остапченко, О. И. Лисовиченко // Адаптивні системи автоматичного управління. – 2017. – Вип. №1(30). – С. 29-43.
2. Компьютерные системы организационного управления в энергетике / З. Х. Борукаев, В. Ф. Евдокимов, К. Б. Остапченко, В. Ф. Шатров. – Киев: ЦТИ Энергетика и электрификация, 2002. – 66 с.
3. Трахтенгерц Э. А. Компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений / Э. А. Трахтенгерц // Проблемы управления. – 2003. – № 1. – С. 13-28.

УДК 621.87

ПЕРЕДУМОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНИХ КРАНІВ

Неженцев О.Б., к.т.н., доцент

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

В даний час методика енергетичного аудиту вантажопідіймальних кранів до кінця не відпрацьована не зважаючи на те, що крани в порівнянні з іншим обладнанням мають більш низький ККД і є найменш ефективними по енергоспоживанню машинами. Невиправдано високі втрати енергії в кранах, що експлуатуються в даний час, обумовлені як застарілими системами управління приводами, неоптимальними режимами роботи механізмів, так і незадовільним їх технічним станом. В першу чергу це стосується більше 80% кранів, які відпрацювали нормативний термін.

Цілі енергоаудиту кранів (отримання даних про обсяг електроенергії, що витрачається; розробка заходів з ресурсозбереження та підвищення енергоефективності машин) не можуть бути досягнуті без організації моніторингу енергоспоживання кранів. Проте в Україні моніторинг енергоспоживання вантажопідіймальних кранів практично не проводиться.

До недавнього часу на сучасних зарубіжних підприємствах детальне управління раціональним енергоспоживанням, як правило, не стосувалося окремих кранів, а розглядалося підприємство в цілому і виділялися певні технологічні процеси, виробництва, лінії. Контроль показників енергоспоживання кранового обладнання або не здійснювався, або проводився епізодично. Останнім часом, при впровадженні енергетичного менеджменту, застосовується безперервний контроль споживання енергії кінцевими споживачами з оперативним реагуванням при погіршенні енергоефективності. При цьому розглядаються не тільки характеристики приводів, їх завантаження та енергетичні показники в даний момент часу, але і здійснюється оцінка їх економічності за весь термін служби. Однак це стосується, як правило, приводів, встановлених в вентиляторах, компресорах, насосах і т.п. Для кранів вказаний підхід не застосовувався.

Головним пріоритетом при експлуатації вантажопідіймальних кранів як і раніше є безпека функціонування їх металоконструкцій, механізмів і електрообладнання. Для цього існує багаторівнева система державних органів технічного нагляду, які здійснюють контроль протягом всього життєвого циклу кранів від реєстрації до виведення з експлуатації. Найважливішою ланкою в системі безпечної експлуатації кранів є обов'язкове проведення їх технічних оглядів та експертних обстежень для діагностики технічного стану кранів, які повинні бути справними, відповідати нормативним документам і забезпечувати безпечну експлуатацію.

Пропонується більш повна і точна оцінка технічного стану кранів з урахуванням їх енергоспоживання, характеру і ступеня впливу діагностуючих параметрів на втрати енергії. Доцільно удосконалити нормативну методику технічних оглядів та експертних обстежень шляхом доповнення її системою моніторингу енергоспоживання кранів. Таким чином, одночасно з регулярним проведенням повного або часткового технічного огляду кранів пропонується проводити їх енергетичний аудит з урахуванням результатів моніторингу енергоспоживання.

Автором розроблена система моніторингу енергоспоживання вантажопідіймальних кранів, яка базується на встановленому функціональному зв'язку між змінами втрат енергії при експлуатації кранів і їх технічним станом (з урахуванням нормативних вимог безпечної експлуатації). В процесі експлуатації кранів змінюються: стан підкранових колій, ходових коліс, гальмівних накладок, гальмівних шківів, канатних блоків, барабанів, підшипників і ін. вузлів в кранових механізмах, опір ізоляції і стан обмоток двигунів і комутуючої апаратури, в'язкість робочої рідини в електрогідроштовхачах і редукторах і т.д. Внаслідок цього в процесі експлуатації кранів змінюються також втрати енергії, за величиною яких

можна судити про технічний стан кранових вузлів, механізмів і металоконструкції.

З метою оптимізації енергетичних показників кранових електроприводів і динамічних навантажень, розроблено математичні моделі кранів, які враховують перехідні процеси в кранових електроприводах, коливання металоконструкції, розкачування вантажу та являють собою сукупність нелінійних інтегро-диференціальних рівнянь. Для вирішення останніх розроблено пакет прикладних програм, що використовує чисельні методи і реалізує різні процеси розгону і гальмування механізмів пересування кранів, підймання та опускання вантажів.

Проведені дослідження дозволили встановити ступінь впливу різних факторів на втрати енергії в механізмах підйому і пересування кранів. Функціональний зв'язок між втратами енергії і параметрами, що характеризують технічний стан кранів, встановлено за допомогою теорії планування експерименту. На основі багатофакторного аналізу визначено шляхи зниження втрат енергії кранів.

ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА З УРАХУВАННЯМ ОБ'ЄМУ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ

Мірських Г.О., к.т.н., доцент

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

В рамках узгодження між замовником і виконавцем показників передбаченого до розроблення об'єкту (ОБ) і вартості відповідних робіт виникає необхідність у порівнянні різних варіантів. Це актуалізує завдання розроблення узагальненого показника, який, відображаючи властивості ТО, придатний для здійснення процедури порівняння вказаних варіантів з урахуванням питань щодо фінансування проекту і подальшого впровадження розробленого ОБ у виробництво.

В представлений роботі пропонується заснований на нечіткій логіці алгоритм обчислення узагальненого показника якості, яким враховується залежність кожного окремого показника ОБ від параметрів фінансування робіт з боку замовника. При цьому зв'язок між об'ємом фінансування і прогнозованою нормою деякого показника якості ОБ пропонується подати функцією, яка змінюється в межах від нуля до одиниці і не спадає в просторі можливого змінення аргументу. Зважаючи на роль даної функції в процесі встановлення фінансових параметрів проекту і норм показників пропонованого варіанту, назвемо її *функцією паритету*. В якості аргументу функції паритету приймемо відношення вартості робіт із забезпечення норми відповідного показника якості до суми, яка необхідна для реалізації

найвищого рівня цього показника. Звичайно, аргумент функції паритету змінюватиметься в межах від нуля до одиниці.

Функція паритету відображає суб'єктивне уявлення щодо впливу на норму показника об'єму фінансування відповідних робіт. Характеристики цієї функції можна визначити за результатами експертного опитування в процесі оцінки варіантів реалізації ОБ під час узгодження показників якості між замовником і виконавцем на ранніх (до проектних) стадіях життєвого циклу вказаного об'єкту. В процесі формування узагальненого показника якості *функція паритету виконує роль оператора*, яким відображається зв'язок між нормою показника і об'ємом фінансування відповідних робіт.

Процедуру врахування параметрів фінансування при формуванні узагальненого показника можна подати наступною схемою.

Припустимо, що на підставі попередніх процедур знайдена деяка оцінка норми показника і відповідна цій оцінці функція приналежності. Знайдена функція приналежності показника відображається в системі координат функції паритету, при цьому координата максимуму функції приналежності має бути суміщена з точкою, яка вказує на максимально можливий об'єм фінансування даного показника. Сприймаючи функцію паритету як визначений оператор проєцируємо функцію приналежності аналізованого показника у простір, де подані функції приналежності оцінок норми цього показника. Вказані оцінки можуть бути встановлені, наприклад, за принципом «погано», «гірше ніж середньо», «середньо», «краще ніж середньо», «добре», «дуже добре» і т.п. Як результат, отримуємо функцію приналежності аналізованого показника у просторі вказаних оцінок. Причому положення цієї функції приналежності у просторі оцінок відповідатиме пропонованому для реалізації даного показника об'єму фінансування.

Для прийняття рішення щодо норми аналізованого показника у просторі встановлених оцінок необхідно здійснити дефазифікацію отриманих результатів, скориставшись будь-якої з відомих процедур дефазифікації нечіткого висновку [1]. Якщо отриманий результат визнаний незадовільним, то слід внести відповідні корективи у реалізацію наведеної процедури. За умови, що функції приналежності оцінок норми показника, а також вид і параметри функції паритету не викликають нарікань з боку замовника, залишається єдиний варіант виправлення ситуації – збільшити об'єм фінансування робіт з реалізації даного показника.

Література

1. Чернов В. Г. Основы теории нечетких множеств. Решение задач многокритериального выбора альтернатив / В. Г. Чернов; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 100 с.

СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

Катюха І.А., к.т.н, асистент

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

Спроби зміни структури цін в користь енергоресурсів у порівнянні з іншими ресурсами і продуктами, які здійснюються урядом України у дані роки, створює додаткові стимули до економії електроенергії підприємствами. В таких випадках при здійсненні інвестицій обираються менш енергоємні рішення, існуюче обладнання замінюється на менш енергоінтенсивне, додаткові організаційно економічні заходи щодо енергоощадності стають більш виправдані. Цей фактор у теперішній час є наслідком енергоефективної економіки України.

Досвід попереднього розвитку ринкових економік низки країн показує, що на долю факторів автономного технологічного прогресу і збільшення цін на енергоресурси припадає не менше 80% всієї здобутої економії [1]. Але ціни на енергоресурси не завжди відображають всі реальні втрати та збитки, пов'язані з їх використанням. Крім того, достатньо часто, особливо в країнах з неефективним ринковим механізмом, підвищення цін на енергоресурси не викликає помітної інтенсифікації енергозбереження. За цією причиною в Україні починає працювати спеціальна політика енергозбереження. Реформування ринку електричної енергії включає стимули до економії електроенергії на мікрорівні, та адміністративні, регламентуючі заходи. В даному випадку держава не бере участь у фінансуванні заходів щодо економії електроенергії, а дає змогу саморегуляції ринку електричної енергії.

Новий ринок електричної енергії дає змогу підприємствам обирати най-більш вигідний тариф на поставку електричної енергії, який залежить не тільки від об'єму споживання електроенергії, скільки від збігу замовленого та фактичного електроспоживання. Зрозуміло, що більш низький тариф можна отримати тільки за рахунок точного короткострокового прогнозування електроспоживання підприємствами. Енергопостачальники мають право накладати штраф за перевищення або зменшення обсягу споживання заявленої потужності підприємством, тому задача прогнозування споживання електричної енергії є актуальною і для організацій-постачальників електричної енергії.

Ризики викривлення ідеї конкурентної моделі ринку перш за все пов'язані з існуючою монополією. У тривалих пошуках ідеальних чи

компромісних рішень держава по суті постала перед вибором — дозволити енергетиці деградувати далі або ж запустити процес трансформації українського енергоринку за європейськими нормами.

Довгострокове прогнозування споживання електричної енергії на практиці дозволяє підвищити ефективність електроспоживання підприємством в цілому, планувати заходи щодо енергозбереження, використовувати більш ефективні організаційні та управлінські рішення [2].

Між енергосистемою та численними споживачами електричної енергії існують складні взаємовідносини, які визначаються особливостями електроенергетичного виробництва. Нерозривність технологічного процесу виробництва та споживання енергії призводить до жорсткої залежності обсягів виробництва від споживання в будь який даний момент часу[3].

Однією з перших та основних частин проекту електропостачання промислових підприємств є визначення очікуваних електричних навантажень. Саме навантаження визначають необхідні технічні характеристики елементів електричних мереж – перерізи і марки провідників та струмопроводів, потужності та типи трансформаторів. Перевищення очікуваних навантажень призводить до перевитрати проводів і кабелів та невиправданій втраті коштів, які закладені в надлишкову вартість потужних трансформаторів. Зменшення – до надлишкових втрат в мережах, перегріву провідників і трансформаторів, підвищеному тепловому зносу і скороченню нормального строку їх «життя». В обох випадках приведені витрати, які є критерієм економічності прийнятих проектних рішень, а також собівартість передачі електроенергії, збільшуються.

Таким чином, правильне визначення електричних навантажень забезпечує розумний вибір і економічну роботу засобів компенсації реактивної потужності і пристроїв регулювання напруги, а також релейного захисту та автоматики. Закон про новий ринок дає нові можливості побудувати конкурентний, сучасний і відкритий ринок, націлений на інтереси споживача, та зміцнити енергобезпеку держави. Важливо вдало використати можливості та підготувати споживачів і виробництво до змін. У перспективі ринок генерації повинен динамічно розвиватися та досягати готовності до розвитку нових сучасних технологій. Такі трансформації ринку лише позитивно впливатимуть на конкуренцію та сприятимуть встановленню ринкової ціни на електроенергію для споживачів.

Література

1. 1. Головкин, П. И. Энергосистема и потребители электрической энергии / П. И. Головкин. - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 359 с.
2. Тихонов Э.Е. Прогнозирование в условиях рынка / Э.Е.Тихонов -Невинномысск, 2006. - 221 с.
3. Закон України № № 2019-VIII від 13.04.2017р. Про ринок електричної енергії / [Електрон. ресурс]. – Спосіб доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>

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

ОСОБЛИВОСТІ І ЗАСТЕРЕЖЕННЯ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЙМОВІРНОСТІ

Мірських Г.О., к.т.н., доцент

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

В багатьох галузях інженерної (і не тільки) діяльності на сьогодні широко застосовується частотна (статистична) інтерпретація поняття ймовірності. При цьому фахівці нерідко забувають, що така інтерпретація містить відповідні обмеження (передумови), не врахування яких може призвести до хибних результатів.

Суттєвою (чи не найголовнішою) проблемою, яка виникає при застосуванні методів, заснованих на частотній інтерпретації ймовірності, є перевірка правильності отриманих результатів, адже питання щодо перевірки істинності (адекватності) отриманого ймовірнісного висновку є цілком природним при дослідженні будь-яких подій, що відбуваються як в живій, так і в неживій природі. В загальному випадку ні процедура верифікації, ні процедура фальсифікації не здатні привести до відповіді на це питання.

Якщо розглядати класи подій як множини кінцевої потужності, то ймовірнісний висновок безпосередньо свідчив би про арифметичне відношення потужностей цих класів. Цей висновок можна було б перевірити простим пред'явленням всіх елементів обох класів з подальшим простим підрахунком. Якщо ж розглядати нескінченні класи подій, або нескінченну кількість кінцевих статистичних послідовностей, то жодне кінцеве число спостережень не здатне остаточно підтвердити або остаточно відкинути зроблений ймовірнісний висновок. Адже не можна виключити такого факту, що дана кінцева послідовність спостережень є визначеною флуктуацією, значним відхиленням відносної частоти в даній послідовності від відносної частоти у всьому нескінченному класі аналізованих подій.

В зв'язку з цим необхідно зазначити, що прийнята фахівцями з різних областей знань практика за будь-яких умов виключати з розгляду (відкидати) результати окремих спостережень (експериментів), що суттєво відрізняються від результатів основної маси спостережень, реалізованих в рамках даного дослідження, не може бути визнана бездоганною. До такої процедури «виключення» слід відноситися достатньо обережно, застосовуючи її лише після прискіпливого аналізу відповідної ситуації, після встановлення причин вказаного відрізнення.

Іншою важливою проблемою, пов'язаною з частотною ймовірністю, є логіка побудови спостережень. Ця проблема зводиться до необхідності

чіткого формулювання умов, яким мають задовольняти послідовності подій, щоб до них можна було застосувати частотну інтерпретацію ймовірності, адже частотна ймовірність нерідко суттєво залежить від послідовності реалізації подій конкретної сукупності (від організаційних засад здійснення спостережень). Наведене приводить до філософського висновку, що для отримання адекватного результату частотна інтерпретація ймовірності має застосовуватися не по відношенню до самого факту реалізації подій досліджуваної сукупності, а скоріше до організації процесу реалізації цих подій, тобто до процесу дослідження, до ситуації, яка «супроводжує» дане дослідження.

УДК: 631.153.3:001(477)«1946–1951»

**НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОЇ ГАЛУЗІ
ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПЕРШІ ПІСЛЯВОЄННІ РОКИ (1946–1951)**

*Вільчинська Д.В., к.с.-г.н., асистент; Добровольська Е.В., к.е.н.,
доцент*

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

Рішення лютого Пленуму ЦК ВКП(б), Постанова ЦК ВКП(б) і Ради Міністрів СРСР від 20 жовтня 1948 р., які в народі називалися «Сталінським планом перетворення природи», Постанова серпневої сесії ВАСГНІЛ 1948 р., Постанова ЦК ВКП(б) та Ради Міністрів СРСР від 19 квітня 1949 р. «Про трьохрічний план розвитку громадського продуктивного тваринництва», Постанова РМ СРСР від 19 червня 1950 р. «Про постановку справи пропаганди та впровадження досягнень науки та досвіду передовиків у сільському господарстві», а також відповідні постанови ЦК КП(б)У та Ради Міністрів УРСР – все це були важливі рішення партійних, радянських та сільськогосподарських органів, які виявилися основою для складання науково-тематичних планів роботи науково-дослідних установ у післявоєнний період [1, с. 5]. Виконання цих науково-тематичних планів та впровадження основних досягнень в науковій роботі у виробництво характеризується одночасно ростом наукових кадрів, підвищення їхньої кваліфікації.

Із «Короткого звіту з виконання науково-дослідної роботи інститутами системи Міністерства сільського господарства УРСР за 1946–1951 роки» [2] дізнаємося про основні напрямки розвитку сільськогосподарської науки в перші післявоєнні роки. Науково-дослідні інститути, дослідні станції, поля та опорні пункти Міністерства сільського господарства УРСР свою роботу в досліджуваний період зосередили, перш за все, на вирішенні питань,

висвітлених у Сталінському п'ятирічному плані розвитку народного господарства (1946–1950).

У галузі землеробства особливо виокремлювалась діяльність Українського науково-дослідного інституту соціалістичного землеробства та Українського науково-дослідного інституту зернового господарства Міністерства сільського господарства УРСР, що вважалися провідними установами з розробки та впровадження в колгоспне виробництво питань травопільної системи землеробства в умовах УРСР.

У період післявоєнних років, включаючи 1951 р., сільськогосподарські науково-дослідні установи мали деякі успіхи у вирішенні деяких питань землеробства та впровадження наукових досягнень у колгоспне виробництво.

Так, наприклад, Український науково-дослідний інститут землеробства мав досить розгалужену мережу в складі 11 дослідних установ: Закарпатської, Львівської, Чернівецької, Тернопільської, Поліської та Казаровицької дослідних станцій та Дрогобицького, Чорторійського, Коростенського, Драбівського дослідних полів, а також Бучанського опорного пункту. До мережі Українського науково-дослідного інституту зернового господарства належали 9 дослідних станцій та полів: Синельниківська, Красноградська, Кіровоградська, Жеребківська, Одеська дослідні станції та Ерастівське, Розовське, Ізмайльське, Генічеське дослідні поля.

Усі ці вищеперераховані установи розробляли такі питання травопільної системи землеробства: 1) систему травопільних польових, кормових, лукопасовищних та ґрунтозахисних сівозмін; 2) систему обробки ґрунту та прийоми створення глибокого окультуреного рілничого горизонту; 3) систему удобрення сільськогосподарських рослин у польових та кормових сівозмінах, а також прийоми раціонального використання органічних та мінеральних добрив; 4) виведення високопродуктивних сортів та насінництво зернових, технічних та кормових культур; 5) систему агротехнічних прийомів, що забезпечують одержання високого врожаю зернових, технічних та кормових культур; 6) агропромислової характеристики ґрунтів та заходи з підвищення їхньої родючості; 7) економіку та організацію колгоспного сільськогосподарського виробництва.

Як бачимо, саме ці вище перераховані науково-дослідні інститути зі своєю дослідною мережею займалися розробкою основних проблем основні розвитку землеробства в країні.

Література

1. Організація наукового забезпечення сільськогосподарської галузі УРСР у 1946–1956 роках : зб. док. і матеріалів / НААН, ННСГБ, ЦДАВО України, ЦДАГО України ; уклад. В. А. Вергунов, В. І. Кучер, О. О. Черниш, А. С. Білоцерківська, Н. П. Коваленко, Н. В. Маковська, О. В. Бажан ; за заг. ред. Я. М. Гадзала ; наук. ред. В. А. Вергунов.

Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014, 886 с. (Історико-бібліографічна серія «Аграрна наука України в особах, документах, бібліографії» ; кн. 75).

2. Короткий звіт з виконання науково-дослідної роботи інститутами системи Міністерства сільського господарства УРСР за 1946–1951 роки // ЦДАВО України. Ф. 27. Оп. 18. Спр. 6685. Арк. 2–47.

DEFINITIONS OF CONTROL TESTS KNOWLEDGE

Berdsman D., Ph.D, prof.

RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)

Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ПРОБЛЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

Оберська Н. В., викладач, Михайлишин М.С.

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

Становлення вищої освіти в Україні починається у 1576 році, коли у м. Острозі на Волині місцевий меценат Костянтин Острозький заснував Греко-слов'янську Академію. У даному навчальному закладі викладався курс «семи вільних мистецтв»: граматики, риторики, діалектики, арифметики, геометрії,

астрономія, музика. Наступний етап становлення вищої освіти в Україні пов'язаний з утворенням у 1632 році Києво-Могилянської колегії. Це був вищий навчальний заклад, який за усіма параметрами відповідав вимогам європейської вищої школи.

Впродовж багатьох років навчатися в технічних інститутах, нинішніх університетах та академіях, було престижно. Під час вступних іспитів на спеціальності інженерів-механіків, нафтовиків, енергетиків, металургів, хіміків були великі конкурси. І навчання в цих вишах базувалося на студіюванні фундаментальних, загально-технічних, гуманітарних та спеціальних дисциплін. Навчальні програми включали проходження практик – від ознайомлювальної до двох виробничих та переддипломної. До того ж більшість студентів працювала, засвоюючи робітничі професії та отримуючи оплату за цю роботу. Кожен випускник вишу знав, що, здобувши освіту, він матиме роботу, буде забезпечений житлом.

«Отримай спочатку нормальну професію, а вже потім...». Багато хто з нас чув цю фразу, яка, попри свою маніпулятивність, досі не втратила актуальності. Адже зараз, коли більше половини громадян працездатного віку має вищу освіту, найвищим попитом на ринку праці користуються ті, хто вміє виробляти, будувати, шити, лагодити і куховарити.

Професійно-технічна освіта (ПТО) є невід'ємною складовою системи освіти України. Це комплекс педагогічних та організаційно-управлінських заходів, спрямованих на забезпечення оволодіння громадянами знаннями, уміннями і навичками певної професії, розвиток їхньої компетентності та професіоналізму, виховання загальної і фахової культури.

Що змінилося за останні двадцять років в Україні: стала технічна освіта кращою та престижною чи вона втратила або втрачає свою значущість для суспільства?

Однозначно – професійний рівень викладацького складу сьогодні набагато кращий, ніж 40–50 років тому. Студентів є кому навчати.

Чому ж тоді впала престижність технічної освіти? Чому викладачі бідкаються, що багато студентів втратили стимул до навчання? Чому лабораторна база багатьох кафедр не відповідає сучасному рівню? Що це – байдужість чи пристосуванство до реалії сьогодення?

Першоджерелом багатьох негараздів стала середня освіта, яка багато років поспіль знижувала рівень знань у школах із математики, фізики, хімії. Впродовж багатьох років культивувалася статистика оцінок, обов'язкове щорічне зростання оцінок із тих чи тих предметів, що ставило вчителів у складне становище – або ти виставляєш лише позитивні оцінки, або ти не відповідаєш своєму призначенню, оцінюючи задовільно або негативно низькі незадовільні знання своїх учнів.

Викладачі мусять приймати іспити та заліки у цієї частини студентів багато разів (до 10-ти і більше). Закінчується це задовільним оцінюванням

студентів чи під тиском керівництва. Збайдужіла частина викладачів займає ту та іншу ніші.

Та частина студентів, що могла би вчитися добре, спостерігаючи, що погано підготовлені до освоєння знань студенти перекочуються з семестру в семестр, теж перестає добре вчитись. І лише частина студентства, яка за будь-яких умов вчиться добре та сумлінно, здобуває належні знання. Але цих студентів стає все менше і менше.

Що стосується лабораторної бази більшості вузів, то вона аж ні як не відповідає рівню сучасних технологій: на придбання нового устаткування не вистачає коштів.

Чи можливо це змінити? Можливо. Але для цього треба переглянути навчальні плани, вилучити з них навантаження за проходження студентами практик, виконання дипломного та курсового проектів.

Література

1. Апанович О. Острозька академія // Урядовий кур'єр. –1994. –15 верес.
2. Беляков Г.Ф., Василенко Є.С., Вілков М.Ф. Київський політехнічний інститут. Нарис історії. –К.: Наукова думка, 1995. –318 с.
3. Бесов Л.М. Історія науки і техніки. З найдавніших часів до кінця двадцятого століття. 2-е вид. –Харків: ХДПУ, 2000. –250 с.

УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ ИНЖЕНЕРА

Трентал А.С., к.п.н., доцент

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

В условиях современного развития знаний, технологии, профессиональная деятельность инженера страдает значительными изменениями, охватывающими все возрастающее количество направлений, сопровождающих творческую деятельность по созданию соответствующих объектов. Это, конечно, следует учитывать в процессе подготовки инженеров высших учебных заведений (вузов), тем более что современная образовательная парадигма включает в себя личностную и развивающуюся образовательную модель.

Практическая деятельность по сопровождению жизненного цикла технических объектов требует от специалиста соответствующих компетенций в различных областях, которые на первый взгляд мало связаны с инженерией, но на сегодня считаются его неотъемлемой частью. Речь идет о компетенции, которые предоставляют возможность инженеру осуществлять деятельность не только в исследовательски-проектном направлении, но и в направлении менеджмента, маркетинга, финансов, экономики и тому подобное. Конечно, успешность в том или ином из

указанных направлений инженерной деятельности (или по всем направлениям одновременно) существенно зависит от личностных социально-психологических свойств человека, которые формируются в течение соответствующей части его жизни.

Однако уровень профессиональной успешности инженера можно повысить, организацией учебного процесса на основании личностно-ориентированного подхода. Реализация такого подхода должно начинаться с профессиональной ориентации, которая должна проводиться не только учитывая возможность реализации технической составляющей инженерной специальности, а с учетом возможностей соответствующего лица реализовать любом направлении этой специальности, приняв за основу ее указанную (техническое) составляющую. Например, для успешной научно-исследовательской деятельности важнейшими свойствами личности специалиста является когнитивность и рефлексивность, проявление интереса к обобщению имеющейся информации, склонность к индивидуальным действиям, самостоятельность и независимость и тому подобное; менее существенными для данного вида деятельности оказываются точность и исполнительная дисциплинированность в штатных ситуациях, направленность на получение конечного результата, коммуникабельность и умение общаться и тому подобное. Для успешности в проектной деятельности доминирующими свойствами личности является высокий уровень разложения пространственной мнимости, творческое мышление и инициативность, склонность к тщательному планированию своих действий и соблюдение намеченного плана; высокая ответственность, нацеленность на конечный результат при решении задач; умение общаться с коллегами и работать в коллективе; находчивость, сообразительность, креативность мышления и т.д., тогда как тщательное отношение к своему внешнему виду, достижения взаимопонимания с другими людьми, словесно-логическая память, интерес к другим людям, эмоциональная устойчивость и т.п. для данного вида деятельности является менее существенными, хотя является неотъемлемой составляющей менеджерской деятельности.

В основу разработки соответствующих алгоритмов и методик реализации ориентированного на студента личностно-развивающего образовательного процесса подготовки специалистов в вузах должна быть положена парадигма формирования личного перечня учебных дисциплин, необходимых и достаточных для приобретения соответствующей специализации в рамках выбранной специальности, что собственно и предусмотрено (и реализовано в многих странах мира) кредитно-модульной структурой учебного процесса. Принятие за основу указанной парадигмы неизбежно приведет к реальной гуманизации образовательного процесса, повышению мотивации студентов к овладению избранной специальности, уменьшению попыток необоснованного изменения профессиональных

направлений на протяжении обучения в вузе, что, в конце концов, будет способствовать увеличению количества квалифицированных и успешных специалистов в разных направлениях инженерной деятельности.

PREPARING AND PUBLISHING MANUSCRIPTS IN IEEE JOURNALS: IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION

Juri Jatskevich

University of British Columbia, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada

This tutorial presentation aims at helping the attendees of the VII Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 120-річчю НУБіП України interested in publishing their research articles in journals indexed by Scopus, such as IEEE journals, and to become more successful authors. The current Editor-In-Chief (EIC) of the IEEE Transactions on Energy Conversion will present this tutorial and discuss the most competitive and prestigious journals in the area of Energy and Power Engineering indexed by Scopus, and the role of publications in international scientific community. To help prospective authors select the most appropriate venue for publishing their work, the scope and emphasis of journals in IEEE Power & Energy Society (PES) will be briefly discussed. The EIC will further discuss a typical review process from initial submission to actual publication, and explain the criteria and considerations behind the forms and questions used in the review process. The EIC will also share best practices and common mistakes from his experience of working with authors as well as reviewers, and discuss frequently asked questions, such as the relationship to conference publications, importance of experimental validation, and potential causes for plagiarism.

References

1. IEEE PES Publications & Authors' Kit. Available: <http://www.ieee-pes.org/publications>
2. How to Publish a Technical Paper with IEEE: Part 2 - Audience & Paper Structure. Available: <https://ieeetv.ieee.org/ieeetv-specials/how-to-publish-a-technical-paper-with-ieee-part-2-audience-paper-structure>
3. IEEE Articles and Templates Instructions. Available: <https://www.ieee.org/publications/index.html>

DISTRIBUTION OF AIMS OF EDUCATION AND HIGHER EDUCATION

Braun P., Ph.D, prof.

Academy of Fine Arts Nuremberg, Bingstr. 60, 90480 Nürnberg, Germany

The development of human culture is more and more clearly reflects the boundaries between the categories of "education" and "learning", between a person educated and trained (let, even, well-trained).

The objectives of education and education within the framework of the pedagogical activity create the necessary conditions for building a system of the personality of the relevant properties. It is from the choice of goals or not to the greatest extent depends on the choice of content, methods and tools in educational and educational spaces. Stopping on some methods of learning, we answer the questions how to teach. The formulation of pedagogical goals answers the questions, why it is taught; What are the tasks (professional, vital, ethical, aesthetic, etc.) should be able to solve the future specialist based on received knowledge, skills, skill, opinion, etc.

In the real pedagogical practice, the goal is often not reflexive and not described. In some cases, specified targets are too common and undefined. For example, "to provide fundamental training to students in the defined area", or "teach creatively and effectively use knowledge" and so on. Most of-ten, the description of the objectives is under indication of the content of study, or on the list of knowledge and skills, which the student must acquire during the respective period. Of course, the mastering of specific knowledge and skills can be taken as a minor pedagogical goal, but only in case when determined (set) of the ways to assess the specified knowledge and skills, given the achievement of this purpose, that is, ways of determining whether a student has mastered these knowledge and skills.

The consideration of the given features allows to isolate the goals by the level of possibility of diagnosing the results that are obtained based on implementation of these goals.

For a complete and differentiated description of goals (to ensure the appropriate level of diagnostics of the obtained results) it is necessary that these targets from the very beginning are formulated in the language of the tasks, which are necessary for solving the relevant knowledge, skill, skills, persuasion, aesthetic sensations, etc., that the student should assimilate. Of course, this way of setting goals requires mastering the special methodology, which is currently under development.

HIGHER EDUCATION AS A SERVICE WITH THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

Moser D., Lecturer

University of Vienna, Universitätsring 1, 1010 Wien, Austria

To date, internationalization and globalization of higher education have become increasingly widespread. The corresponding processes capture the various aspects of human relations and more deeply immersed in them, contribute to the mutual interpenetration of national cultures, lead to the creation of an infinite world educational space, which, having begun, is ever more and more strongly influenced by the global conditions of the existence of mankind.

The above presents the relevant requirements for educational institutions and, above all, to higher education institutions. Indeed, such requirements are directly related to the recognition of higher education by the appropriate service to society, which is provided by the relevant educational institution. At the same time, such a service in many countries of the world is financially substantially supported by the state.

The consumers of this service, on the one hand, are citizens who receive a certain specialty in an educational institution, on the other, organizations and enterprises, in which the material and spiritual components of human culture are formed and act as employer-them, as well as the receiving state corresponding income (in the form of fees) from the professional activity of a specialist. At the same time, the quality of the indicated educational service must be confirmed by the relevant documents of the higher educational institution, which characterize (according to the definition of the higher educational institution) the general cultural and professional level of the issuer. Under these conditions, the indicated documents confirming the receipt of educational services can significantly influence (and, as a rule, affect) both on the social status of a citizen - a graduate of the corresponding educational institution, and on the rating of the educational institution itself, and not only in national, but also in the international educational space.

РОЛЬ ВИЩОЇ ШКОЛИ В УСВІДОМЛЕННІ ФАХІВЦЯМИ ПОНЯТЬ ІМОВІРНОСТІ, ЛОГІКИ І НЕЧІТКОСТІ З ОГЛЯДУ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Мірських Г.О., к.т.н., доцент

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

Глобалізація процесів сучасного періоду розвитку людства торкається не тільки економічних стосунків країн, але й проникає в інші надзвичайно чутливі сторони людського життя, визначаючи в тому числі й сам факт його існування. До подібних процесів в повній мірі можна віднести сучасний етап розвитку науки, техніки, інженерії, де прослідковується бурхливий, а подекуди й вибуховий характер, що, в свою чергу, призводить до суттєвих зрушень в наукових дослідженнях, інженерній справі, педагогіці, психології, соціології тощо. Основна особливість всіх вказаних процесів – їх масштабність, масовість, різноспрямованість, одночасне охоплення величезної кількості різноманітних об'єктів як живої, так і неживої природи. Результат цих процесів, природно, не можна передбачити достовірно, адже будь-яка інформація щодо їх протікання (яка на сьогодні набуває все більшої значимості) за будь-яких умов характеризуватиметься як неповна та неточна, подаватиметься як в числовому, так і в нечисловому вигляді.

Сучасні дослідження і прогнозування означених процесів багато в чому пов'язані з трьома категоріями: *ймовірність*, *логіка*, *нечіткість*, які стали невід'ємною складовою професійної діяльності в галузях інженерії, соціології, педагогіки, медицини, психології тощо. Адже, досліджуючи великі системи, глобальні процеси, що притаманні живій та неживій природі, фахівці стикаються з необхідністю прийняття відповідних рішень, як правило, в умовах неповної, неточної, не детермінованої, часто нечислової інформації. За таких умов застосування добре розроблених класичних методів теорії функцій і функціонального аналізу для дослідження відповідних об'єктів стає обмеженим, малоефективним, а, нерідко, і взагалі неможливим. В той же час, поняття ймовірності, логіки і нечіткості в процесі застосування відповідних інструментів дослідження в різних галузях людської діяльності на сьогодні мають чимало інтерпретацій, кожна з яких приводить до успіху за цілком визначених умов.

Наведене призводить до висновку, що в сучасних умовах на вищу школу лягає особлива відповідальність щодо належного змістовного та методичного забезпечення навчального процесу з надання відповідних знань студентам різних спеціальностей, спрямовуючи студента на розпізнавання того, чим він користуватиметься у своїй професійній діяльності, адже глибоке проникнення у зміст застосованих інструментів, дозволяє фахівцю свідомо відноситися не тільки до предмету праці, але й до власних процесів мислення, керувати цими процесами, спрямовуючи їх на досягнення шуканого результату. В представленій роботі з огляду на задачі вищої освіти, проведено аналіз різноманітних трактувань й інтерпретацій понять «ймовірність», «логіка», «нечіткість», виявлено загальне і розрізнене, що притаманне цим поняттям, обґрунтована неминучість й об'єктивність взаємопроникнення відповідних вказаним поняттям концепцій з урахуванням їх можливого застосування.

Наукове видання

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

Матеріали
VII Міжнародної
науково-технічної конференції
присвяченої 120-річчю НУБіП України
м. Київ, 23-27 травня 2018 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.