



Issue №11

Part 1



International periodic scientific journal

ONLINE

www.sworldjournal.com

D.A.Tsenov Academy of Economics - Svishtov (Bulgaria)

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 82.07)

SWorld Journal

**Issue №11
Part 1
January 2022**

*Published by:
SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria*

UDC 08
LBC 94

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in Technical Sciences*

Editorial board: More than 250 doctors of science. Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/about/editorialTeam>

Expert-Peer Review Board of the journal: Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "SWorldJournal" has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Journal Established in 2018. Periodicity of publication: twice a year

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in the INDEXCOPERNICUS, GoogleScholar.

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30888/2663-5712.2022-11-01

Published by:
SWorld &
D.A. Tsenov Academy of Economics
Svishtov, Bulgaria
e-mail: editor@sworldjournal.com



УДК 621.311

**THERMAL CALCULATION OF CABLE LINES LAID IN
POLYMER PIPES****ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ, ПРОКЛАДЕНИХ В ПОЛІМЕРНИХ
ТРУБАХ****Kyryk V. V. / Кирик В. В.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-0419-8934

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,**Kyiv, Prosp.Peremohy, 37, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», м.Київ, проспект Перемоги, 37, 03056***Podoltsev O. D. / Подольцев О. Д.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-9029-9397

*National Academy of Sciences of Ukraine "Institute of Electrodynamics",**Kyiv, Prosp.Peremohy, 56, 03057**Національна академія наук України «Інститут електродинаміки»,**м.Київ, проспект Перемоги, 56, 03057***Rybka O. O. / Рыбка О. О.***Master's student / магістрант**National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,**Kyiv, Prosp.Peremohy, 37, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», м.Київ, проспект Перемоги, 37, 03056*

Анотація. Стаття присвячена дослідженню теплового розрахунку високовольтних кабельних ліній змінного струму, прокладених в полімерних трубах. Прокладання кабельних трас в полімерних трубах – це сучасний високотехнологічний метод побудови електричних мереж, який має переваги перед прокладанням високовольтних кабелів у відкритому ґрунті або в залізобетонних каналах. Такий метод характеризується мало-об'ємними земляними роботами в умовах міської забудови та короткими термінами будівництва. Запропонована узагальнена формалізація пропускної здатності високовольтних кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену. Зокрема, показано, що в номінальному режимі роботи при температурі жили кабелю 90 °С, що є прийнятним для ізоляції зі зшитого поліетилену, температура оболонки кабелю може досягати 90...105 °С і тому в конструкції кабелів не можна використовувати полімерні труби для холодної води. Труби холодного водопостачання для прокладання в них кабелю, виконуються з поліетилену низького тиску і розраховані на температуру не вище 40 °С. Виконано аналіз методів прокладання кабельних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену. Акцентовано на основні проблемні питання теплового розрахунку кабельних мереж. Проведене моделювання в програмному середовищі COMSOL, підтвердило висновки, що питоме значення температури оболонки кабелю залежить від умов прокладання кабелю, але в середньому становить близько 50 °С. Установлено, що за деяких умов прокладання кабельної мережі в трубі не зменшує допустимий струм кабельної лінії, а навпаки, збільшує його. Сформульовані аспекти підвищення ефективності прокладання трифазних груп однофазних кабелів. Запропоновано методику проведення оціночних теплових розрахунків кабельних ліній з однофазними кабелями, що враховує відразу два механізми теплопередачі: за рахунок теплопровідності та за рахунок конвекції. Розглянуто приклад теплового розрахунку високовольтної кабельної лінії по скоригованій формулі для трифазної групи однофазних кабелів XRUHAKXS-WTC



1x2000RMS в ізоляції з XPPE напругою 110 кВ з мідною жилою перерізом 2000 мм² та екраном 150 мм².

Ключові слова: тепловий розрахунок, високовольтна кабельна лінія, ізоляція, струм.

Вступ.

На теперішній час досить широкого використання для прокладання високовольтних кабелів знайшли пластмасові труби, які витіснили екологічно небезпечні азбоцементні труби. Пластмасові труби мають привабливі характеристики такі, як: тривалий термін служби, мала вага, висока корозійна стійкість, пластичність, висока механічна міцність та легке оброблення, значна будівельна довжина. Такі характеристики суттєво спрощують технологічний процес прокладання і терміни монтажу та розширюють сферу застосування кабельних ліній електропередавання з ізоляцією зі зшитого поліетилену.

Прокладання кабельних трас в полімерних трубах – це сучасний високотехнологічний метод побудови трас електричних мереж, який має переваги перед прокладанням кабелів у відкритому ґрунті або в залізобетонних каналах: незначні земляні роботи та висока швидкість будівництва [4, 5, 6].

За номінального режиму функціонування кабельної лінії при температурі жили кабелю 90 °С, що є прийнятним для ізоляції зі зшитого поліетилену, температура оболонки кабелю може досягати 75...85 °С, а при коротких замиканнях в кабелі – до 200...350 °С, і тому в конструкції високовольтних кабельних ліній проблематично використовувати полімерні безнапірні труби із поліпропілену (ПП), поліетилену (ПЕ), непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ), які призначені для зовнішніх мереж каналізації будинків і споруд. Такі труби рекомендовано застосовувати в інтервалах температур: від 0 °С до 45 °С із ПЕ та НПВХ; від 0 °С до 95 °С із ПП (95 °С короткочасно до однієї хвилини) [7].

В сучасних умовах розширення та щільності міської забудови високовольтні кабельні мережі, зокрема напругою 110 кВ, отримали широке поширення. Досить часто виникає необхідність організації кабельних вставок в повітряні лінії електропередавання. Кабелі в таких випадках прокладаються в трубах. Тривалий допустимий струм кабельних ліній за нормального режиму роботи розраховується, згідно з рекомендаціями [8], [11], [12], за формулою:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d \cdot (0,5 \cdot T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4))}{R \cdot T_1 + n \cdot R(1 + \lambda_1)T_2 + n \cdot R(1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}}$$

де $\Delta\theta$ – різниця температур між струмопровідною жилою та зовнішнім середовищем, °С; W_d – діелектричні втрати на одиницю довжини, Вт/м; T_1 – тепловий опір між жилою та металевим екраном (оболонкою), К·м /Вт; T_2 – тепловий опір між металевим екраном (оболонкою) та бронею, К·м /Вт; T_3 – тепловий опір зовнішньої ізоляції кабелю, °С ·м /Вт; T_4 – тепловий опір середовища, що оточує кабель, °С ·м /Вт; R – погонний електричний опір струмопровідної жили змінному струму за максимально допустимої температури жили, Ом /м; n – кількість жил у кабелі; λ_1, λ_2 – відношення загальних втрат у металевих екранах (оболонках) і броні до суми втрат у струмопровідних жилах.



Визначений тривалий допустимий струм кабелю коригується відповідно до умов прокладання [8], з врахуванням поправкових коефіцієнтів на: спосіб прокладання кабелю; температуру середовища (повітря, ґрунту, дна водойми); глибину закладання кабелю; питомий тепловий опір середовища; переріз екрана (оболонки); відстань між кабелями та групами кабелів; кількість кабелів у траншеї; теплопровідність матеріалу і діаметри (внутрішній, зовнішній) труби; відсутність струмового навантаження екранів і оболонок. Тепловий розрахунок кабельної лінії після коригування струму як правило не проводиться.

Незважаючи на опубліковані результати досліджень теплових режимів кабельних ліній, які отримані різними способами і методами, питання практичного визначення допустимих струмів кабельних ліній за різного виконання траси з врахуванням реальних умов є актуальним. За деяких умов прокладання кабельної мережі в трубі можливі випадки, коли допустимий струм КЛ не зменшується, а навпаки навіть збільшується.

На теперішній час рівень чисельних розрахунків теплових режимів та їх візуалізації спеціалізованими програмними засобами, завдячуючи мікропроцесорним засобам, став досить високим і в той же час простим та доступним інженерними працівникам. За допомогою програмних інструментів досить точно можна оцінити температуру як жили кабелю, так і навколишнього середовища, в тому числі захисних полімерних труб.

Метою роботи є розроблення узагальненої математичної формалізації теплового розрахунку високовольтного кабелю з ізоляцією зі зшитого поліетилену в полімерних трубах та оцінка пропускної здатності кабельної лінії.

Для спрощення визначення пропускної здатності кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену скористаємося методикою [4], відповідно до рівняння теплового балансу.

Моделювання теплових процесів виконаємо за допомогою спеціалізованого програмного середовища COMSOL.

Оціночний тепловий розрахунок кабелю.

На рис. 1 схематично показана конструкція силового однофазного кабелю і один із способів його прокладки – у полімерній трубі, розміщеній у ґрунті. Під час проведення оціночних розрахунків вважаємо, що кабель розташований в середній частині труби (насправді кабель завжди розташовується в нижній частині труби). На рис.1 зображено 1 – жила, 2 – ізоляція, 3 – екран, 4 – оболонка, 5 – труба, 6 – ґрунт, 7 – повітря, r_1 – радіус жили кабелю, r_2 – внутрішній радіус екрана кабелю, r_3 – зовнішній радіус екрана кабелю, r_4 – зовнішній радіус кабелю, r_5 – внутрішній радіус труби, r_6 – зовнішній радіус труби.

Тепловий розрахунок кабелю базується на вирішенні рівняння теплового балансу: активна потужність втрат, що виділяється в кабелі, переходить у тепло, яке через ізоляцію (I) кабелю, оболонку (O), повітря ($П$) у трубі і через саму трубу (T) виділяється в навколишній ґрунт ($Г$), зустрічаючи на своєму шляху відповідно тепловий опір: $R_I, R_O, R_П, R_T, R_Г$ [2].

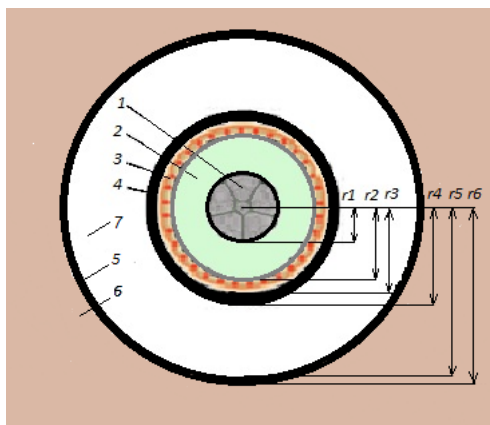


Рисунок 1 – Силовий однофазний кабель в поліетиленовій трубі, що прокладена у ґрунті

При розгляді цього рівняння та його складових вважаємо, що тепло відводиться від кабелю тільки в радіальному напрямі, а відведення тепла вздовж осі кабелю і труби, в який він прокладений, не відбувається.

У трифазних мережах прокладають трифазні групи однофазних кабелів, що для кожної із фаз погіршує умови відведення тепла до ґрунту. Це можна врахувати, вважаючи, що для кожної з фаз тепловий опір ґрунту втричі більше, ніж воно було за наявності лише однієї фази кабелю.

Для ізоляції зі зшитого поліетилену, яка найбільше часто застосовується для сучасних однофазних кабелів 6...500 кВ, у нормальному режимі роботи температура не має перевищувати 90 °С. Прийнявши температуру жили $T_{\text{ж}} = 90$ °С, з рівняння теплового балансу знайдемо тривалий допустимий струм кабелю [4]:

$$I_{\text{Д90}} = \sqrt{\frac{T_{\text{ж}} - T_{\text{Г}} - P_{\text{І}} \cdot (0,5R_{\text{І}} + R_{\text{О}} + R_{\text{В}} + R_{\text{Т}} + 3R_{\text{Г}})}{K_{\text{П}}R_{\text{Ж}}(R_{\text{І}} + R_{\text{О}} + R_{\text{В}} + 3R_{\text{Г}}) + R_{\text{Ж}} \left(\frac{P_{\text{Е}}}{P_{\text{Ж}}} \right) \cdot (R_{\text{О}} + R_{\text{В}} + R_{\text{Т}} + 3R_{\text{Г}})}}$$

де $T_{\text{Г}}$ – температура ґрунту; $R_{\text{Ж}}$ – активний опір жили; $K_{\text{П}}$ – коефіцієнт, що враховує зростання втрат у жилі кабелю з допомогою поверхневого ефекту; $P_{\text{І}}$ – діелектричні втрати в ізоляції кабелю;

$P_{\text{Е}}/P_{\text{Ж}}$ – відношення, яке характеризує роль «паразитних» втрат в екранах кабелю на фоні втрат у жилах. Відомо, що $P_{\text{Е}}/P_{\text{Ж}} = 0,1...3,0$ при простому заземленні екранів з двох сторін кабелю та $P_{\text{Е}}/P_{\text{Ж}} = 0$ при заземленні екранів з одного боку чи їхньої транспозиції.

Із трьох відомих механізмів передачі тепла від кабелю до труби через заповнений повітрям проміжок між ними - теплопровідність, конвекція, випромінювання, в розрахунках враховуємо теплопровідність і конвекцію [3].

Потужність з розрахунку на 1 м довжини, відведена від кабелю до труби за рахунок теплопровідності повітря, що заповнює трубу, дорівнює:

$$\Delta P_{\text{П}} = \frac{\Delta T}{R_{\text{П}}} = \alpha_{\text{П}} \cdot \frac{2\pi}{\ln\left(\frac{r_5}{r_4}\right)} \Delta T,$$

де $\alpha_{\text{П}}$ – питома теплопровідність повітря, Вт/(м·К); ΔT – різниця температур



поверхні кабелю та труби; r_4 – зовнішній радіус кабелю; r_5 – внутрішній радіус труби.

Потужність з розрахунку на 1 м довжини, відведена від кабелю до труби за рахунок конвекції повітря, дорівнює:

$$\Delta P_{\text{ПК}} = \alpha_{\text{ПК}} \cdot S \cdot \Delta T = \alpha_{\text{ПК}} \cdot (2\pi \cdot r_4) \cdot \Delta T,$$

де $\alpha_{\text{ПК}}$ – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, Вт/(м²·К); $S = (2\pi \cdot r_4)$ – площа бічної поверхні ділянки кабелю довжиною 1 м.

Як показують розрахунки [4], конвекція – головний механізм передачі тепла від кабелю до труби.

Сумарна передача тепла через повітря між кабелем і трубою представляється як:

$$\Delta P_{\text{П}} + \Delta P_{\text{ПК}} = \Delta P_{\text{П}} \cdot \left(1 + \frac{\Delta P_{\text{ПК}}}{\Delta P_{\text{П}}} \right)$$

Приклад розрахунку.

Розглянемо приклад розрахунку по скоригованій формулі для трифазної групи однофазних кабелів XRUHAKXS-WTC 1x2000RMS в ізоляції з XPLE напругою 110 кВ з мідною жилою 2000 мм² та екраном 150 мм². Прийнято такі дані: $r_1=0.028$ м; $r_2=0.045$ м; $r_3=0.048$ м; $r_4=0.053$ м.

$$r_5 = 0,5 \cdot D_T - \frac{D_T}{SDR}, \quad r_6 = 0,5 \cdot D_T,$$

де D_T та SDR – зовнішній діаметр труби та її SDR (Standard Dimension Ratio) – відношення зовнішнього діаметра до товщини стінки. Приймаємо для кабелю класу напругою 110 кВ типове одностороннє заземлення екранів.

Питомий тепловий опір ізоляції взято на рівні $\rho_I=3,5$ К·м/Вт, оболонки $\rho_O=3,5$ К·м/Вт. Температура ґрунту $T_{\text{Г}} = 15$ °С, глибина закладення кабелю $h = 1,5$ м, труба має типовий для кабельних мереж $SDR=11$. Питомий тепловий опір труби та повітря $\rho_T = 3$ К·м/Вт, $\rho_{\text{П}} = 30$ К·м/Вт, коефіцієнт конвекції повітря $\alpha_{\text{П}} = 5$ Вт/(м²·К).

В результаті розрахунку визначено значення довготривалого допустимого струму кабелю на рівні 1100 А.

Чисельний розрахунок теплового поля кабелю

Для проведення уточненого розрахунку теплового поля кабельної лінії, який дозволяє враховувати такі фактори як неоднорідність ґрунту, розташування кабелю не в центрі труби, а в її нижній частині тощо, доцільно використовувати чисельний метод. В роботі використовується метод скінчених елементів, реалізований в пакеті програм Comsol.

Результати розрахунку температурного поля в трифазній кабельній лінії зі струмовим навантаженням 1100 А, кабелі якої прокладені безпосередньо в ґрунті наведені на рис. 1. Кабелі розташовані у трикутник, температура навколишнього середовища – 15 °С, а теплопровідність ґрунту прийнята $\lambda = 1/\rho_{\text{Г}}=1$ Вт/(м·К). Результати розрахунку (рис.2, а, б) показали, що максимальна температура при вказаних умовах досягається на жилі верхнього кабелю і дорівнює 46,4 °С.

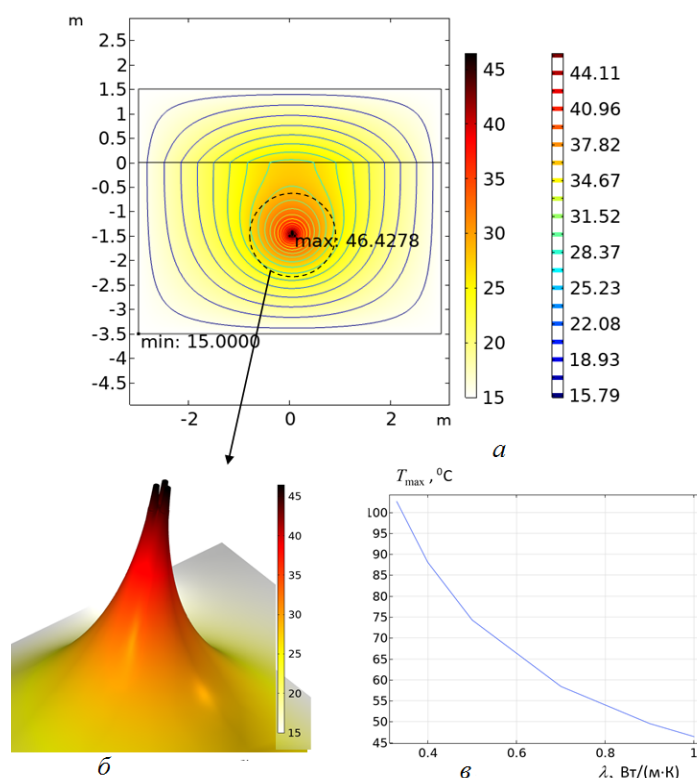


Рисунок 2 – Просторове розподілення температури ($^\circ\text{C}$) в перерізі кабельної лінії: *a* – при прокладенні трьох однофазних кабелів у ґрунті; *б* – в збільшеному масштабі; *в* – залежність максимальної температури кабелю від теплопровідності ґрунту λ

Авторська розробка

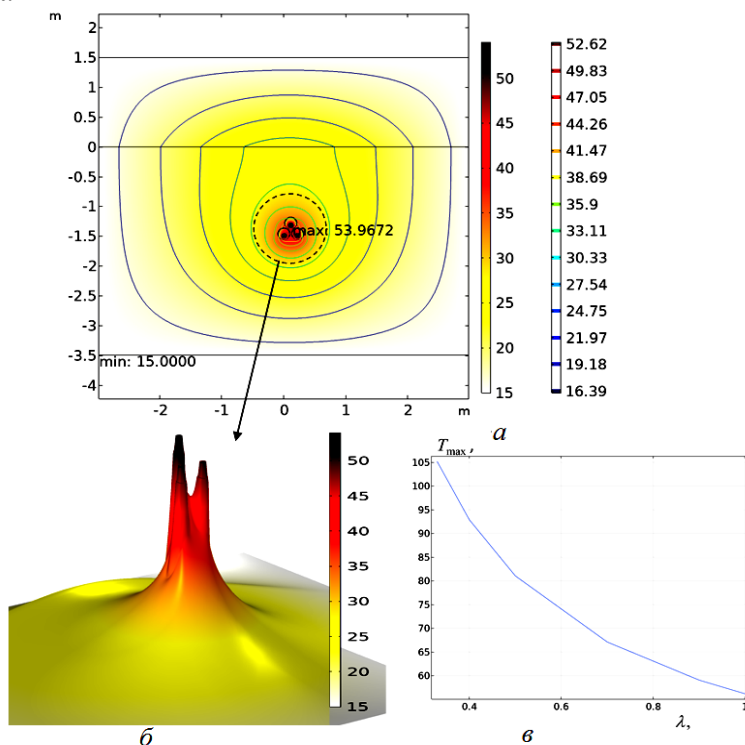


Рисунок 3 – Просторове розподілення температури ($^\circ\text{C}$) в перерізі кабельної лінії: *a* – при прокладенні трьох однофазних кабелів у ґрунті; *б* – в збільшеному масштабі; *в* – залежність максимальної температури кабелю від теплопровідності ґрунту λ

Авторська розробка



Залежність температури від теплопровідності ґрунту λ показана на рис. 2, в. В разі ґрунту із малим значенням $\lambda < 0,4$ це значення може перевищувати допустиме - 90 °С.

Результати розрахунку температурного поля в трифазній кабельній лінії, кабелі якої прокладені в полімерній трубі діаметром 160 мм, наведені на рис.2. Результати розрахунку (рис.3, а, б) показали, що величина максимальної температури верхнього кабелю збільшується до $T_{\max} = 53,9$ °С (при $\lambda = 1$ Вт/(м·К)). Залежність цієї температури від теплопровідності ґрунту λ показана на рис. 3, в. В разі наявності ґрунту із низьким значенням теплопровідності $\lambda < 0,4$ максимальна температура верхнього кабелю може перевищувати – 100 °С.

Висновки.

Розроблено комп'ютерну модель розрахунку теплових процесів підземної кабельної лінії із використанням пакету програм Comsol, яка дозволяє визначити тепловий режим роботи кабелів при наявності таких ускладнюючих факторів, як неоднорідність параметрів ґрунту по висоті, різного розміщення кабелів та наявності поряд паралельних ліній тощо.

На основі проведеного чисельного розрахунку та моделювання теплових процесів в кабельній лінії визначено значення довготривалого допустимого струму кабельної лінії з трифазною групою однофазних кабелів XRUNAKXS-WTC 1x2000RMS в ізоляції з XPLE напругою 110 кВ з мідною жилою 2000 мм² та екраном 150 мм².

Використання методу скінчених елементів, який реалізований в пакеті програм Comsol, дозволило отримати розподіл теплового поля кабельної лінії прокладеної в ґрунті та в полімерній трубі за різного розміщення кабелів фаз відносно один одного.

В результаті досліджень встановлено, що спрощена формула визначення тривало допустимого струму навантаження нормального режиму відповідно до методики СОУ-Н-МЕВ-40.1-37471933-49-2011 дає завищені значення струму. Температура жили кабелю за нормального режиму може перевищувати 100 °С. Тому при визначенні тривало допустимого струму навантаження нормального режиму кабельної лінії необхідно виконувати уточнюючий розрахунок теплового поля кабельної лінії на моделі.

Література:

- 1) Дмитриев М. Кабельные линии, проложенные в полиэтиленовых трубах. Новости электротехники. 2013, № 4, (82), с. 2-6.
- 2) Distributed fiber optic sensing and dynamic rating of power cables by Anders, George J. Cherukupalli. IEEE Press, 2020, 243 pp.
- 3) ГБН В.2.5-00013741-72:2013 Кабельні лінії напругою до 10000 в з використанням гнучких гофрованих двошарових труб із поліетилену. Київ Міністерство енергетики та вугільної промисловості України 2013, с.24
- 4) ДСТУ Б В.2.5-32:2007 Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації будинків і споруд та кабельної каналізації. Технічні умови.



Київ. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2007 с.112

5) СОУ-Н-МЕВ-40.1-37471933-49-2011 Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України с.190

6) Standart IEC 60287-1-1:2001. Electric cables - Calculation of the current rating. Part 1-1. Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses general

7) Standart IEC 60287-2-1:2001. Electric cables – Calculation of the current rating. Part 2-1. Thermal resistance – calculation of thermal resistance.

8) Уїді Б. Кабельні лінії високої напруги / Уїді Б. -М.: Енергоатоміздат, 1983.-232с.

9) Біткін С. Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ / Біткін С., Бовкун Я., Болдирєв О., -Київ: Міненерговугілля, 2011. –190с.

Abstract. The article is devoted to the study of thermal calculation of high - voltage AC cable lines laid in polymer pipes. Laying cable routes in polymer pipes is a modern high-tech method of building electrical networks, which has advantages over laying high-voltage cables in the open ground or in reinforced concrete channels. This method is characterized by low-volume earthworks in urban areas and short construction times. The generalized formalization of throughput of high-voltage cables with cross-linked polyethylene insulation is offered. In particular, it is shown that in the nominal mode of operation at a cable core temperature of 90 ° C, which is acceptable for cross-linked polyethylene insulation, the cable sheath temperature can reach 75... 85 ° C and therefore polymer pipes for cold water can not be used in cable construction. Cold water supply pipes for laying cables in them are made of low pressure polyethylene and are designed for a temperature not exceeding 40 ° C. The analysis of methods of laying cable lines with cross-linked polyethylene insulation is performed. Emphasis is placed on the main problematic issues of thermal calculation of cable networks. The simulation performed in the COMSOL software environment confirmed the conclusions that the specific value of the cable sheath temperature depends on the cable laying conditions, but averages about 50 ° C. It is established that under some conditions laying of a cable network in a pipe does not reduce admissible current of a cable line, and on the contrary, increases it. Aspects of increase of efficiency of laying of three-phase groups of single-phase cables are formulated. A method for estimating thermal calculations of cable lines with single-phase cables is proposed, which takes into account two mechanisms of heat transfer: due to thermal conductivity and due to convection. An example of thermal calculation of high-voltage cable line according to the adjusted formula for three-phase group of single-phase cables XRUHAKXS-WTC 1x2000RMS in insulation with XPLE voltage 110 kV with copper core cross section 2000 mm² and screen 150 mm² is considered.

Keywords: thermal calculation, cable line, insulation, current.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Кирик В.В.
д.т.н., проф. Подольцев О.Д.

Стаття відправлена: 20.12.2021 р.
© Рибка О.О.



УДК 669.587

PROGRESSIVE ZINCING ELECTROLYTES ПРОГРЕССИВНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ ЦИНКОВАНИЯ

Kryukova E.A. / Крюкова Е.А.

с.т.с., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-8638-3580

Korobkova M.V. / Коробкова М.В.

Kyiv National University of Technologies and Design,

Kyiv, Nemyrovycha-Danchenka, 2, 01011

Киевский национальный университет технологий и дизайна,

Киев, Немировича-Данченка, 2, 01011

Аннотация. Цель: провести литературный обзор отечественных и зарубежных источников информации по тематике посвященной процессу электролитического цинкования и особенностям проведения процесса.

Методика: анализ открытых литературных источников методом сравнительной характеристики.

Результаты: установлено, что современные электрохимические производства применяют в большинстве случаев кислые электролиты цинкования из-за их высокой рассеивающей способности и долговременной устойчивости.

Практическая значимость: обобщены наработки ученых-практиков и их рекомендаций относительно процесса цинкования, что позволило лучше понять рассматриваемую проблему.

Ключевые слова: цинкование, электролиты, плотность тока, гальваника.

Вступление.

Металлические конструкции, оборудование заводов и фабрик, детали заводов и машин, а также других металлических изделий должны быть долговечны. Для этого, кроме механической прочности, все изделия должны обладать химической стойкостью, и в первую очередь, должны быть защищены от атмосферной коррозии. Коррозия металлов наносит огромный вред народному хозяйству. Ежегодно в результате коррозии разрушаются многие тысячи готовых изделий. Особенно подвержены коррозии черные металлы, являющиеся основным материалом для изготовления различных конструкций, машин и многих предметов народного потребления. Установлено, что около 10% выплавляемых ежегодно чёрных металлов разрушается от коррозии.

Методы защиты черных металлов от коррозии многообразны. В технике широко используются лакокрасочные, химические и гальванические покрытия. Во многих случаях одновременно с защитой от коррозии поверхности изделия необходимо придать хороший внешний вид, для этого используют лакокрасочные покрытия. Кроме того, покрытие часто наносят для повышения износостойкости, для восстановления размеров деталей, утраченных в результате механического износа, для изменения электрических свойств поверхностного слоя деталей и других целей. В большинстве случаев для этих целей используются гальванические покрытия [1].

Борьба с коррозией начинается с выбора материала для создаваемого изделия, а также выбора защитного покрытия. Нанесение гальванических



покрытий является одним из эффективных методов защиты металлов от коррозии, повышения износостойкости и соответственно срока службы, надежности деталей машин и механизмов, приборов и радиоэлектронной аппаратуры, улучшения электрохимических характеристик многочисленных токопроводящих деталей. Гальванические покрытия значительно улучшают отделку различных металлических конструкций и изделий, придают им красивый вид. Требования к коррозионной стойкости могут изменяться в широких пределах в зависимости от назначения изделия, условий эксплуатации и планируемого срока службы. Однако наличие у материала высокой коррозионной стойкости при нужной комбинации других свойств является необходимым, но не достаточным критерием, которым должен руководствоваться инженер-конструктор. Его цель должна заключаться в выборе наиболее экономичной комбинации свойств.

Постановка задачи.

Цинк относится к электроотрицательным металлам; его стандартный потенциал $-0,786$ В. Загрязненный примесями других металлов цинк сравнительно легко растворяется в кислотах и щелочах. Химически чистый цинк растворяется в них медленно вследствие того, что водород, который при этом должен выделяться, имеет на цинке высокое перенапряжение. Реагирует цинк также с H_2S и сернистыми соединениями, образуя сернистый цинк. В сухом виде цинк почти не корродирует. Во влажном воздухе и воде, содержащем CO_2 и O_2 , он покрывается пленкой, состоящей из $ZnCO_3$ и защищающей металл от дальнейшего разрушения. Скорость коррозии цинка составляет, мкм/год: 0,5 при чистой сухой атмосфере (пустыня); 1,0–1,5 – в сельской местности умеренного климата; до 5 в чистой влажной атмосфере тропиков; 6–8 в городе с атмосферой, загрязненной газами (SO_2 , H_2S); до 20 в городе с особо загрязненной атмосферой; 4–20 в атмосфере приморья. Большое влияние на скорость коррозии цинка оказывает величина pH среды. В интервале pH 7–12 скорость коррозии цинка минимальна; она растет при отклонении от указанных значений [2].

Цинковые покрытия используются для защиты от коррозии деталей из стали для:

- климатических районов, эксплуатируемых в разной внешней атмосфере, в атмосфере промышленных районов (загрязненной SO_2), в закрытых помещениях с умеренной влажностью или загрязненных газами и продуктами сгорания;
- соприкасающихся с пресной водой при температуре не выше $60-70^{\circ}C$ (водопроводные трубы, питательные резервуары, предметы домашнего обихода);
- эксплуатация при температуре до $300^{\circ}C$;
- контактирующих с топливами, содержащими сернистые соединения и маслами (бензобаки, бензопроводы, маслопроводы и др.).

Высокие защитные свойства цинкового покрытия в результате его анодного характера и низкая стоимость цинка объясняют широкое применение цинкования в различных отраслях промышленности.



Итак, вполне очевидна потребность в цинковых покрытиях, ведь оно занимает свою нишу в бытовой жизни человека. В этой связи была поставлена цель проанализировать современный рынок предоставления электрохимических услуг и определить, какой тип электролитов является актуальным в настоящее время среди производителей гальванических покрытий.

Результаты исследования.

Цинкование проводят в простых (кислых, сернокислых, хлористых, борфтористоводородных) и сложных комплексных (цианистых, цинкатных, пирофосфатных, аммиакатных, аминокислотных с органическими аддендами и др.) электролитах.

Качество осадков и скорость их осаждения зависят от природы и состава электролитов, в значительной степени определяемых характером и степенью изменения катодных потенциалов. Чем больше катодная поляризация, тем более мелкозернистые и равномерные по толщине покрытия осаждаются на детали.

В кислых электролитах без специальных добавок катодная поляризация невелика, хотя осадки из кислых электролитов удовлетворительны по структуре, но менее равномерны по толщине слоя, чем из цианистых и других комплексных электролитов. Допустимая плотность тока и скорость осаждения в кислых электролитах могут быть значительно выше, чем в комплексных. Наиболее эффективны борфтористоводородные электролиты, так как они обладают высокими буферными свойствами. Кислые электролиты применяются главным образом для цинкования изделий простой формы (листы, ленты, проволоки, стержни, пластины и др.).

Осаждение цинка из цианистых электролитов происходит при высокой катодной поляризации, особенно при большом содержании свободного радикала CN^- . Осадки из цианистых электролитов получаются очень мелкозернистыми и равномерными по толщине, чем из кислых электролитов без специальных добавок. В цианистых электролитах выход металла по току ниже, чем в кислых электролитах, он снижается при повышении плотности тока (особенно резко при большом содержании свободного CN^-), что способствует улучшению равномерности распределения металла на катоде. Допустимая плотность тока в цианистых электролитах, как правило, ниже, чем в кислых [3].

Цианистые электролиты применяют в промышленности для нанесения покрытий на детали разной формы – простых и сложных по конфигурации. В цианистых электролитах (без специальных добавок) происходит значительное наводнение стальных деталей, что приводит к резкому ухудшению их механических свойств после цинкования: уменьшается пластичность, увеличивается склонность стали к разрушению. Поэтому не допускается электролитическое цинкование в цианистых электролитах деталей, изготовленных из сталей с пределом прочности 1400 МПа и более. Большим недостатком цианистых электролитов является их токсичность, связанная с испарением синильной кислоты, как при работе самого электролита, так и при



его приготовления.

В пирофосфатных электролитах стационарные потенциалы выделения Zn на катоде имеют более отрицательные значения, чем в кислых электролитах. Повышенная катодная поляризуемость и снижение выхода Zn по току при увеличении плотности тока в этих электролитах обуславливают более равномерное распределение металла по катодной поверхности. Качество осадков в большой степени зависит также от pH, концентрации свободного $K_4P_2O_7 \cdot 3H_2O$ или $Na_2P_2O_7 \cdot 10H_2O$ и температуры.

В аммиакатных электролитах Zn присутствует в виде комплексного аммиачного катиона $Zn(NH_3)_n^{2+}$ (где $n = 1 \div 4$ в зависимости от концентрации аммиака). Восстановление этих ионов протекает при более отрицательном потенциале, чем восстановление простых гидратированных ионов, но с повышением плотности тока катодный потенциал изменяется не столь резко, как в цианистых и пирофосфатных электролитах, а наклон поляризационных кривых меньше. Рассеивающая способность, аммиакатных электролитов выше, чем у простых кислых (без специальных добавок), но уступает рассеивающей цианистой способности. Аноды в аммиакатных электролитах растворяются в рабочем интервале плотности тока (равного катодному) с высоким выходом по току [4].

В последние годы в машиностроении для цинкования деталей из стали начали применять борфтористоводородный электролит, состоящий из 280-300 г борфтористоводородного цинка $Zn(BF_4)_2$; 28-30 г борфтористоводородного аммония NH_4BF_4 ; 28-30 г хлористого аммония NH_4Cl и 0,5-1,0 г солодового корня на 1 л воды. В состав электролита вводят NBF_4 до получения кислотности $pH = 1 \div 2$. Этот электролит обеспечивает высокую интенсификацию процесса цинкования. Светлое, мелкокристаллическое плотное покрытие получают при режиме: $t_{эл} = 35 \div 40^\circ C$ и $D_k = 40 \div 50 A/дм^2$.

При цинковании в качестве анодов применяют стержни (пластины), изготовленные из электролитического цинка Ц-0 или Ц-1. Цинковые электроды, интенсивно растворяясь, засоряют электролит, поэтому их помещают в холщовые чехлы.

Для повышения антикоррозионной стойкости оцинкованные детали подвергают осветлению и пассивированию. Посредством химической обработки в растворах солей хромовой кислоты на поверхности цинка создают тонкую (0,5-0,6 мк) хроматную пленку. Сущность процесса пассивирования состоит в восстановлении шестивалентного хрома на поверхности цинка. Установлено, что защитные свойства хроматных плёнок не снижаются при механическом повреждении (царапины) поверхности детали.

Известны комплексные электролиты цинкования. К ним относятся электролиты с органическими аддендами, такие как: этилендиаминовые, моноэтаноламиновые, триэтаноламиновые, полиэтиленполиаминовые, гликолевые, трилонатные и другие.

Щелочные нецианистые, то есть цинкатные, электролиты в отличие от цианистых нетоксичны и более просты и устойчивы, чем цианистые. Катодная поляризация в цинкатных электролитах без специальных добавок выражается



сравнительно небольшой величиной и мало зависит от концентрации цинка и щелочи. Выход металла по току в интервале допустимых плотностей тока практически не изменяется и равняется примерно 95-98%. Все это вместе с дешевизной делает этот электролит наиболее удобным в применении для нанесения покрытий на стальные изделия [5].

Заключение и выводы.

В работе были рассмотрены существующие химические составы электролитов цинкования и проведен сравнительный анализ основных типов электролитов, которые получили наиболее широкое применение в современной электрохимической промышленности.

Сравнивая электролитические растворы цинкования с экологической точки зрения, можно заключить, что слабокислые электролиты опаснее цианидных. Это объясняется проблемой нейтрализации и утилизации технологических отходов производственных процессов. Цианидные соединения, которые образуются после цинкования, токсичны, но вопросы их обезвреживания успешно решаются. После оцинковки деталей в слабокислых аммонийных электролитах промывочные сточные воды содержат комплексные соединения аммония с железом, медью, хромом и другими металлами. Эти комплексы имеют крепкую химическую связь и при нейтрализации препятствуют выделению гидроксидов. Обезвреживание отходов после слабокислого процесса цинкования приводит к дополнительным затратам.

В результате сравнения было установлено, что современные электрохимические производства применяют в подавляющем большинстве кислые электролиты из-за их высокой рассеивающей способности и долговременной устойчивости.

Литература:

1. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. // Устаткування гальванічних цехів. - М. - Л.: Машинобудування. 1971. - 296 с.
2. Вансовская К.М., Волянчук Г.А. // Промислова гальванопластика / під ред. Вячеславова П.М. - Л.: Машинобудування - 1986. - 105 с., іл.
3. Шлугер М.А., Струм Я.Д. // Гальванічні покриття в машинобудуванні. Довідник в 2 -х томах // під ред. М.А. Шлугера, Я.Д. Струму. - М.: Машинобудування, 1985 - Т.2. 1985, 248 з іл.
4. Кудрявцев Н.П. // Електрохімічні покриття металами. М.: Хімія. 1979 - 351 с.
5. Дасоян М.А., Пальмская И.Я. // Устаткування цехів електрохімічних покриттів. - М.: Машинобудування. 1989 - 391 с.

Abstract. Purpose: to conduct a literary review of national and foreign sources of information on the topic devoted to the process of zinc plating and the peculiarities of working with them.

Methodology: analysis of open literary sources by the method of comparative characteristics.

Findings: it was found that modern electrochemical manufacturing is used galvanizing electrolytes of the acid zinc electrolytes are used because of their high dissipation and long-term stability in most cases.



Practical value: summarized the achievements of practical scientists and their recommendations of the process of zinc coating, which allowed to understand better the problem considered.

Key words: zinc plating, electrolytes, current density, galvanic.

Статья отправлена: 14.01.2022 г.

© Крюкова Е.А.



УДК 628.161.1:546.21.001.2

**RESEARCH OF DEAERATION AND NUTRITIONAL INSTALLATION
OPERATION IN ORDER TO DETERMINE ITS OPTIMAL AND MOST
EFFICIENT OPERATING MODE****ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДЕАЕРАЦІЙНО-ЖИВИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З МЕТОЮ
ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ОПТИМАЛЬНОГО ТА НАЙБІЛЬШ ЕФЕКТИВНОГО РЕЖИМУ
РОБОТИ****Hlushchenko O.L. / Глущенко О.Л.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-9230-9958

Rudenko K.O. / Руденко К.О.*bachelor's degree / бакалавр**Dniprovsk State Technical University, Kamianske, Dneprostroyevskaia 2, 51918**Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Дніпробудівська 2, 51918*

Анотація. В роботі проводиться дослідження питання продовження терміну безаварійної та безперебійної експлуатації деаераційно-живильної установки. Надійний захист від корозії поверхонь нагріву і трубопроводів, які омиваються водою, досягається шляхом видалення з живильної води корозійно-агресивних газів. На практиці це краще всього забезпечується при термічній деаерації води. Термічна деаерація води є основним методом боротьби з кисневою і вуглекислою корозією. В роботі зроблені розрахунки, а саме: тепловий розрахунок деаераційної установки та розрахунок її на міцність. Отримані результати дають змогу визначити кількість кисню, яка повинна бути видалена при барботажі та товщини стінок і днища деаератора для забезпечення безпечної експлуатації деаераційно-живильної установки.

Ключові слова: деаераційна колонка, термічна деаерація, деаераційно-живильна установка, концентрація кисню, дисперсне виділення газів, дифузія, внутрішня корозія.

Вступ.

Термічна деаерація води є основним методом боротьби з внутрішньою корозією пароводяного тракту опалювально – виробничих котелень, а також трубопроводів і теплообмінного обладнання систем тепlopостачання. Термічна деаерація - це процес десорбції газу, при якій відбувається перехід розчиненого газу з рідини в пару, що перебуває з нею в контакті.

Відсутність глибокої деаерації води знижує надійність і економічність роботи обладнання теплових установок і веде до значного збільшення оксидів заліза у живильній і підживлювальній воді. Це призводить до відкладення вторинного накипу на поверхнях нагріву і підвищення кольоровості підживлювальної води теплових мереж. Широке застосування газу і мазуту, впровадження хімічного пом'якшення води за методами Na і H - На-катіонування в промислово-опалювальних котельнях, включення пікових водогрійних котлів в схеми теплових мереж та застосування систем тепlopостачання з безпосереднім водорозбіром значно підвищили вимоги до якості води в частині видалення корозійно-агресивних газів, і в першу чергу кисню і вуглекислоти. Видалення цих газів здійснюється в спеціальних апаратах – термічних деаераторах, в яких відбувається одночасно підігрів потоків води до температури насичення, що відповідає тиску в апараті.



Постановка задачі.

Для запобігання корозії пароводяного тракту повинна бути забезпечена надійна деаерація живильної води, щоб залишковий зміст розчиненого кисню в живильній воді не перевищував 10 мкг/кг для котлів з тиском рівним і більшим 10,0 МПа [1, 2].

До останнього часу для деаерації живильної і підживлювальної води опалювально-виробничих котелень та теплових мереж застосовувалися одноступінчасті струменеві деаератори атмосферного тиску продуктивністю від 5 до 300 т/год, які не забезпечували якості деаерованої води, що вимагається за нормами. Застосування двосхідцевих деаераторів атмосферного типу (продуктивністю 5-300 т/год.) дозволяє значно підвищити надійність роботи теплового обладнання опалювально-виробничих котелень.

Застосування вакуумних деаераторів в схемах теплосилових установок дозволяє отримувати деаеровану воду з температурою 40 - 80 °С. При цьому вдається спростити теплові схеми енергетичних установок і отримати значний техніко-економічний ефект від використання низькопотенційних відборів турбін на ТЕЦ і зниження температури відхідних газів в опалювально-виробничих котелень.

В якості дослідної установки в даній роботі прийнята типова односхідцева деаераційна установка (рисунок 1).

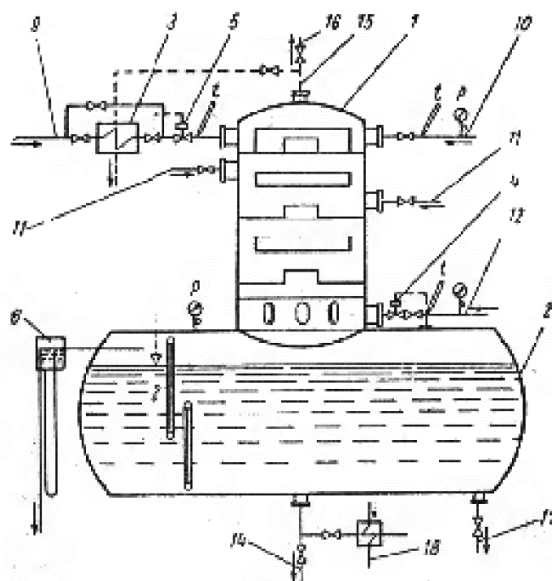


Рисунок 1 – Принципова схема односхідцевої деаераційної установки

1 – деаераційна колонка; 2 – бак-акумулятор; 3 - охолоджувач випару, 4 – регулятор тиску; 5 – регулятор рівня; 6 – гідравлічний затвор; 7 – регулятор переливу та сигналізатор рівня; 8 – вентиль з електромагнітним приводом; 9 – підведення хімічно пом'якшеної води; 10 – підведення конденсату; 11 – підведення «киплячого» конденсату; 12 – підведення пари, що гріє; 13 – підведення барботажної пари; 14 – відведення деаерованої води; 15 – відведення випару; 16 – вихлоп у атмосферу; 17 – дренаж установки; 18 – теплообмінник для охолодження проб води; 19 – обмежувальна діафрагма; t – вимірювання температури; p – вимірювання тиску; В – водомірне скло



Вона включає деаераційну колонку, розташовану в центрі бака-акумулятора. Подача пари здійснюється під колонку, яка служить для підігріву води до температури, близької до температури насичення, і дегазації води. В баку-акумуляторі за рахунок відстоювання відбувається видалення певної частини найдрібніших бульбашок.

Із довідкових даних відомо, що для забезпечення глибокої дегазації води як в односхідцевих, так і двосхідцевих деаераторах необхідно підігріти вихідні потоки води до температури насичення, яка відповідає тиску в паровому просторі бака [1-3].

Результати роботи.

Для визначення найбільш оптимального режиму роботи деаераційно-живильної установки треба провести її тепловий розрахунок, на підставі якого визначається число ступенів деаераційної колонки і їх висота.

Завданням повірочного розрахунку деаератора є: визначення продуктивності — витрати деаерованої води G_d , т/г; витрати пари G_n , т/г; і нагрівів води по ступенях, що забезпечують отримання деаерованої води із змістом кисню не більше 0,05 мг/кг.

Таблиця 1 – Вихідні дані для теплового розрахунку деаератора

Назва величини	Одиниці виміру	Числове значення величини
1	2	3
1. Тиск в деаераторі, p	МПа	0,59
2. Температура насичення, t_n	°C	158,18
3. Ентальпія пари по насиченню, i''	кДж/кг	2755,4
4. Питомий об'єм сухої насиченої пари (по t_n), V_n	кг/м ³	0,32071
5. Ентальпія рідини по насиченню, i'	кДж/кг	667,65
6. Витрата основного конденсату, $D_{ок}$	кг/с	183,64
7. Ентальпія основного конденсату, $i_{ок}$	кДж/кг	642,24
8. Витрата дренажу з підігрівача високого тиску, що стоїть вище, $D_{ПВТ}$	кг/с	32,82
9. Ентальпія дренажа з підігрівача високого тиску, що стоїть вище, $i_{ПВТ}$	кДж/кг	829,6
10. Витрата живильної води, $D_{жв}$	кг/с	216,51
11. Ентальпія живильної води, $i_{жв} = i'$	кДж/кг	667,65
12. Витрата грійочої пари з відбору турбіни, D_d	кг/с	0,865
13. Ентальпія грійочої пари, i_d	кДж/кг	2978
14. Витрата пари із ущільнювачів штоків, $D_{шт}$	кг/с	0,63
15. Ентальпія свіжої пари, $i_{сн} = i_0$	кДж/кг	3474
16. Витрата пари з розширювача безперервної продувки, $D''_{пр}$	кг/с	1,39
17. Ентальпія пари з розширювача, $i_{пр} = i''$	кДж/кг	2756,13
18. Витрата пари на ежектор та ущільнення, $D_{ев}$	кг/с	2,835
19. Питомі теплота пароутворення, r	кДж/кг	2088,48



Вихідні дані для розрахунку представлені у таблиці 1, а результати розрахунку – в таблицях 2 та 3, відповідно.

Таблиця 2 – Результати теплового розрахунку деаератора

Назва величини	Одиниці виміру	Числове значення величини
1	2	3
1. Сумарна витрата води, яка подається у водорозподільник, $D_{ок}$	кг/с	183,64
2. Температура води у водорозподільнику, t_{el}	°C	152,27
3. Витрата насиченої пари у деаераторі нижче активної зони, D_n'	кг/с	5,74
4. Витрата води в деаераторі нижче активної зони, D_6	кг/с	29,97
5. Швидкість витікання води з отворів тарілки, w_6	м/с	0,961
6. Необхідна кількість отворів у тарілці, N	шт.	10701
7. Площа тарілки, що занята отворами, які розміщені у шаховому порядку з кроком $S = 0,0075$ м, F_{map}	м ²	0,301
8. Внутрішній діаметр розміщення отворів у тарілці, d_2	м	1,902
9. Площа живого перетину для проходу по внутрішній межі струминного відсіку при довжині струменів $l = 0,6$ м, F_2	м ²	1,194
10. Площа живого перетину для проходу по зовнішній межі струминного відсіку, F_1	м ²	1,256
11. Швидкість пари на вході до струминного відсіку, w_1	м/с	1,5
12. Швидкість пари на виході з струминного відсіку, w_2	м/с	0,7
13. Температурний підігрів води у струминному відсіку, t_{62}	°C	157,87
14. Кількість пари, яка конденсується у струминному відсіку пари, $D_{конд}$	кг/с	4,41
15. Концентрація кисню в потоці води, що надходить на барботажну тарілку, C_2	мкг/кг	15,5
16. Загальна витрата води через барботажну тарілку, $D_{в.барб}$	кг/с	218,02
17. Висота шару води над порогом водозливу, h_6	м	0,17
18. Висота шару води на барботажній тарілці, h_0	м	0,27
19. Мінімально припустима швидкість пари у отворах барботажної тарілки, $w_{мин}$	м/с	11,67
20. Живий перетин для проходу пари у барботажному листі, $F_{отв}$	м ²	0,0068
21. Необхідна кількість отворів при $d_0 = 0,005$ м, N	шт.	346
22. Висота парової подушки під барботажний листом, при коефіцієнті гідравлічного опору дірчастого барботажного листа $\xi = 1,8$ і поверхневому натягу води $\sigma = 0,0454$ Н/м, h_{nn}		0,53



Продовження таблиці 2

1	2	3
23. Приведена швидкість пари при барботажі, W_n	м/с	0,072
24. Висота динамічного шару рідини на тарілці, $h_{дин}$	м	0,215
25. Кількість кисню, яка повинна бути видалена при барботажі, G_{O_2}	мкг/с	1199
26. Швидкість руху води на барботажному листі, $W_{жс}$	м/с	0,55
27. Коефіцієнт масопередачі на барботажній тарілці, k_{O_2}	кг/(м ² ·с)	24,98
28. Середньологарифмічний концентраційний напір, $\Delta C_{O_2}^{cp}$	мкг/кг	12,55
29. Необхідна площа барботажної тарілки, $F_{барб}$	м ²	3,824

Таблиця 3 – Результати розрахунку елементів деаератора на міцність

Назва величини	Одиниці виміру	Числове значення величини
1	2	3
1. Товщини стінки деаератора, S	м	0,0102
2. Мінімальна товщина стінки днища при $\varphi = 1$, $C = 0$; S_0	м	0,00693
3. Мінімальна розрахункова товщина стінки штуцера при $\varphi = 1$, $C = 0$; $S_{0ш}$	м	0,00021
4. Висота ділянки штуцера, що укріплює, який розташований ззовні днища, $h_{н.ш.}$	м	0,0245
5. Площа перетину, що укріплює на ділянці, яка розташована ззовні днища, $f_{н.ш.}$	м ²	0,000284
6. Висота ділянки штуцера, що укріплює, яка розташована всередині днища, $h_{в.ш.}$	м	0,02
7. Площа перетину штуцера, що укріплює, на ділянці, розташований всередині днища, $f_{в.ш.}$	м ²	0,00016
8. Сума площ деталей, що компенсують, які укріплюють, $\sum f$	м ²	0,00044

Заключення та висновки.

Розрахунки, які були проведені у даній роботі показують, що для досягнення кількості кисню, яка повинна бути видалена при барботажі ($C_{O_2}^{вихід} = 10$ мкг/кг), треба забезпечити площу барботажної тарілки на рівні 3,824 м². Розрахунок на міцність деаератора дозволив визначити товщину стінки ($S = 0,0102$ м) та товщину днища ($S_0 = 0,00693$ м), які будуть забезпечувати безпечну експлуатацію деаераційно-живильної установки.



Література:

1. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 309 с.
2. Кострикин Ю.М. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник / Ю.М. Кострикин, Н.А. Мещерский Н.А., О.В. Коровина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.
3. Тарасюк В.М. Эксплуатация котлов: практическое пособие для оператора котельной / В.М. Тарасюк. – М.: ЭНАС, 2008. – 272 с.

Abstract. *The study of the issue of extending the period of trouble-free and uninterrupted operation of the deaeration-feeding unit is carried out. Reliable protection against corrosion of heating surfaces and pipelines that are washed with water is achieved by removing corrosive and aggressive gases from the feed water. In practice, this is best ensured by thermal deaeration of water. Thermal deaeration of water is the main method of combating oxygen and carbon dioxide corrosion. The calculations are made in the work, namely: thermal calculation of the deaeration unit and its calculation for strength. The obtained results make it possible to determine the amount of oxygen that must be removed during bubbling and the thickness of the walls and bottom of the deaerator to ensure safe operation of the deaeration feeder.*

Keywords: *deaeration column, thermal deaeration, deaeration feeder, oxygen concentration, dispersed gas evolution, diffusion, internal corrosion.*

Стаття відправлена: 17.01.2022р.

© Глущенко О.Л.



УДК 687.157.016

**FEATURES OF DESIGN OF BRAND SPECIAL CLOTHES
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ФІРМОВОГО СПЕЦІАЛЬНОГО ОДЯГУ****Nikulina A.V. / Нікуліна А.В.***s.p.s., as.prof. / к.п.н., доц.*

ORCID ID: 0000-0002-4010-5830

Shopina T.P. / Шопіна Т.П.*Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkov, 16 Universitetskaya st., 61003**Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Університетська, 16, 61003*

Анотація. Виявлено необхідність розробки системного підходу до проєктування фірмового виробничого одягу, що враховує різні вимоги, які пред'являються до нього. У роботі наведено результати досліджень основних етапів створення спецодягу. Розроблена концептуальна модель проєктування фірмового спеціального одягу. Сформовано визначення фірмового стилю, що проєктується на базі особливої концепції і форм продукції фірми, а також формування організаційних сторін виробничої і комерційної діяльності підприємства. Виявлено, що призначення і умови експлуатації спецодягу є найбільш важливими факторами при проєктуванні фірмового спецодягу.

Ключові слова: спецодяг, фірмовий стиль, символіка, проєктування одягу, комплекс вимог.

Вступ.

Одним з необхідних умов зниження впливів на людину небезпечних і шкідливих виробничих факторів є використання спеціального одягу.

Для ефективної організації системи захисту накопичено великий науковий матеріал, розроблено методи та критерії фізіолого-гігієнічної оцінки спеціального одягу, встановлено взаємозв'язок між технічними параметрами матеріалів і спецодягу в цілому; сформульовані основні методологічні принципи проєктування та промислової технології виготовлення відповідно до вимог, які зумовлені конкретними умовами її експлуатації [1-6].

У сучасних умовах виробництва значно підвищилися вимоги споживачів до захисних, експлуатаційних і естетичних властивостей виробничого одягу та виникла потреба у виробничій одязі фірмового стилю. Необхідність пошукових досліджень зі створення принципово нових варіантів фірмового виробничого одягу обумовлена умовами її експлуатації на сучасних промислових фірмах і технічними параметрами нових матеріалів; вдосконаленням нормативно-технічної бази стандартів на спецодяг, їх зв'язки з міжнародними стандартами з метою підвищення якості та конкурентоспроможності виробів, що проєктуються [5].

Метою роботи є: дослідження особливостей проєктування спеціального одягу та розробка концептуальної моделі проєктування фірмового спеціального одягу.

Виклад основного матеріалу

З урахуванням аналізу існуючих підходів до проєктування спецодягу В.С. Романовим було розроблено на початку 80-хр.р. системний підхід [2]. У центрі його уваги знаходився процес проєктування, в основу якого покладено операцію кількісного порівняння альтернативних проєктних рішень з метою



вибору оптимального рішення, яке підлягає подальшій реалізації. Для цього необхідна оцінка всіх властивостей альтернативних рішень на основі аналізу та систематизації наступних масивів інформації: факторів виробничого середовища; цілей проєктування спецодягу конкретного фізичного призначення; параметрів елементів спецодягу.

При побудові моделі Є.Я. Сурженко виявлено, що процес розробки спецодягу розчленовується на три стадії: передпроектні дослідження, що завершуються упорядкуванням зведеного переліку технічних рішень; власне етап проєктування; і дослідне застосування.

У результаті аналізу існуючих розробок у галузі створення спецодягу напрошується висновок, що саме системний підхід до проєктування спецодягу дозволяє врахувати різноспрямованість вимог, що висувуються до спецодягу, систематизувати та обробити всю накопичену інформацію у галузі створення спецодягу, вибрати оптимальний варіант.

Основними етапами створення спецодягу є: аналіз технічних вимог і вивчення умов праці; вибір матеріалів, які найкраще відповідають конкретним умовам виробництва відповідно до впливу шкідливих факторів виробництва і метеорологічних умов; розробка конструкції з урахуванням динаміки рухів працюючого; оцінка спецодягу в лабораторних і виробничих умовах; розробка науково-технічної документації на масове або серійне виготовлення спецодягу.

Вибір матеріалів та розробка оптимальної конструкції спецодягу знаходяться в прямій залежності від умов праці. Вибрані матеріали повинні найбільшою мірою забезпечувати захисні, експлуатаційні та гігієнічні вимоги, але часто неможливо задовольнити одними матеріалами весь комплекс вимог. У цьому випадку поставлена задача, по можливості, вирішується конструктивним шляхом.

Конструкція спецодягу розробляється з урахуванням динаміки рухів робітників, властивостей матеріалів, захисних та гігієнічних властивостей одягу. На підставі даних про динамічний ефект встановлюється загальна прибавка на вільне облягання і її розподіл по основним конструктивним ділянкам. При цьому в розрахунок приймаються властивості обраних матеріалів: жорсткість, драпіруємість, вага тощо.

Для створення спецодягу дуже важливо обґрунтоване введення конструктивних елементів, що дозволяють максимально задовольнити запити споживачів. Оцінки якості спецодягу проводиться за допомогою дослідного використання на підприємстві з метою визначення відповідності спецодягу умовам і методам праці [3].

Завершальним етапом створення спецодягу є розробка науково-технічної документації: державних або галузевих стандартів, технічних умов на масове або серійне виготовлення виробів. Розробка такої документації можливо тільки при позитивних результатах перевірки та при схваленні їх працюючими. На цьому етапі вносяться корективи в конструкцію спецодягу відповідно до результатів її виробничих випробувань, розробляються основні технологічні параметри її виготовлення і оформляється конструкторська документація на всі розміри і зростання. При загальному скороченні обсягів виготовлення швейних



виробів в останні роки стійко розвивається виробництво спецодягу на замовлення фірм, зацікавлених у формуванні свого іміджу [1].

Проблема фірмового стилю останнім часом привертає все більшу увагу, як замовників, так і дизайнерів. Фірмовий стиль стає засобом підвищення авторитету фірми, популяризації її продукції, підвищення конкурентоспроможності на зовнішньому ринку.

Термін «фірмовий стиль» пов'язаний з більш загальною категорією – «стиль» і характеризується візуальною спільністю, єдністю зовнішніх характеристик матеріальних об'єктів, що належать тій чи іншій фірмі або випускаються нею, які сприймаються візуально та відображають специфіку фірми і її організації.

Таким чином, фірмовий стиль - це сукупність знаків, предметів і засобів, спеціально спроектованих для виробничого або обслуговуючого підприємства з метою створення певного постійного зорового образу, пов'язаного з діяльністю підприємства і його продукцією. Фірмовий стиль проєктується на базі особливої концепції і форм продукції фірми, фірмового знака, кольору, документації, одягу співробітників, фірмового транспорту, стильової єдності виробів і їх комплексів, а також формування організаційних сторін виробничої і комерційної діяльності підприємства.

Найбільш загальна причина виникнення фірмового стилю - в прагненні будь-якої фірми до організованої діяльності. Кожна фірма стоїть перед необхідністю формування своєї власної творчо-виробничої «особи». Це створюється за допомогою високо художнього рівня і якості виробів, рівня сервісу і рекламних заходів. Як правило, при розробці фірмового одягу використовується колір фірми, її атрибути та емблема.

При проєктуванні спеціального одягу значення кольору зводиться до наступних характеристик [2]:

- вплив кольору на сприймання форми: колір сприяє розподілу площини окремих деталей одягу (кокеток, наколінників, налокітників, накладки тощо) і графічних ліній (колірних оздоблювальних строчок, які підкреслюють конструктивне рішення костюма). Допустимо застосування поєднань матеріалів різних кольорів і фактур, можливо коригування за допомогою кольору пропорцій і тектонічних рішень форми, акцентування того чи іншого елемента форми, зміна характеру сприймання форми спецодягу в цілому;

- вплив кольору на психічний і емоційний стан людини: за допомогою колірних співвідношень можна домогтися враження легкості або тяжкості форми, холоду або тепла;

- колір - як засіб інформації: спецодяг відноситься до речей, що призначені здійснювати комунікативні функції. Колір і промислова графіка (емблематика) служать засобами підвищення інформативності спецодягу і сприяють встановленню комунікативних зв'язків у виробничому процесі. Введення умовних кодових кольорів в одязі, розділених за спеціалізацією праці, постійне використання кольору в одному і тому ж значенні (колір головного убору, колірна розпізнавальна смуга, нагрудний або нарукавний знак) покращують організацію праці;



- колір як організуючий засіб: використання кольору дозволяє зробити спецодяг більш помітним у виробничому процесі, залучити до нього мимовільну, рефлекторну увагу (це досягається за рахунок застосування жовтого, червоного і помаранчевого кольорів). Менш помітними є кольори холодного (синього) спектра. Їх доцільно застосовувати там, де є необхідність зробити навколишнє середовище, що не відволікає уваги. Ці рекомендації враховуються при виборі кольорів оздоблювальних строчок, колірному рішенні емблеми, виборі і поєднанні самих матеріалів;

- колір як естетичний фактор: колір є самостійним художнім засобом з сильним естетичним впливом і компенсує несприятливі аспекти виробничого оточення.

Окремі види спецодягу для певних виробництв, професій, умов праці з урахуванням функціональних та естетичних вимог можуть бути стандартизовані за колірною гамою і елементам промислової графіки.

При розробці конкретних рішень емблеми та інших елементів графіки, що діють в композиції форми спецодягу, необхідно враховувати наступні моменти [2]:

- розташування емблем, написів, які розміщуються на деталях одягу (рукаві, переді, спинці, тощо);
- залежність сприймання емблеми від характеру її конфігурації, розміру, масштабності, komponування по відношенню до видимої конструкції костюма, колірного контрасту знаку і фону;
- залежність сприймання емблеми від характеру пересування людини і його швидкості у процесі праці.

Конкретне рішення самої емблеми засноване на реальності й умовності в зображенні і стилевій особливості шрифту. Необхідно, щоб знаки та емблеми вирішувалися в єдиній знаковій системі фірми, тобто відбивали фірмовий стиль підприємства.

Символіка фірмового знаку в сконцентрованому вигляді повинна представляти стилістичну спрямованість створюваних колекцій і представленого образного рішення. Фірмовий знак не є самостійною, ізольованою графічною одиницею - він існує лише в тісному взаємозв'язку - графічних, образних, колірних принципів самого продукту, і супроводжуваними його рекламними матеріалами. Принципове значення для рекламосдатності фірмового знаку мають такі його якості: новизна ідеї, асоціативність, лаконічність, запам'ятовуваність, відтворюваність [6].

Фірмовий знак є своєрідною візитною карткою підприємства в силу різноманітних способів його вживання. Необхідно пам'ятати, що значну частину життя людина проводить на виробництві, тому спецодяг, що забезпечує комфортні умови, буде додатковим стимулом зацікавленого ставлення до праці, підвищення його продуктивності і ефективності, зниження захворюваності, стомлюваності і травматизму, що в підсумку дасть значний соціальний та економічний ефект [4].

Тому колір спецодягу повинен органічно вписуватися в інтер'єр, гармоніювати з навколишнім оточенням. Загальний колорит повинен бути



неяскравим, заспокійливим, так як різкі, контрастні кольори швидко стомлюють зір і знижують продуктивність праці. Відкриті локальні кольори застосовуються тільки в емблемах. Аналізуючи сучасний спецодяг можна сказати, що колірна гамма в спецодязі не так вже велика - це переважно сині, зелені з сірими або коричневими відтінками, коричневі, вишневі і нейтральні тони.

Таким чином, вибір оптимального колірної рішення слід здійснювати з урахуванням наступних міркувань:

- в залежності від призначення костюма його колірна гамма може бути контрастною до навколишнього середовища (виявлення), тотожною (маскування) або спорідненою (релаксація, відпочинок);
- комплект одягу не слід фарбувати повністю в один колір, що створює монотонність і негативне ставлення споживачів;
- в разі двох або трьох колірної рішення костюма один колір повинен домінувати, а темніші кольори слід розташовувати в нижній частині фігури, що посилює враження стабільності силуету;
- колірна гамма спеціального одягу повинна також відображати тенденцію моди, бути привабливою і сучасною, але при цьому вона повинна бути утилітарною, зручною в експлуатації і не перешкоджати виконанню основних професійних завдань.

З огляду на обмеження кольору і матеріалів, художники прагнуть декорувати костюм різною фурнітурою (металеві гудзики і пряжки, шкіряні пояси), оздоблювальними деталями (коміри, манжети, головні убори) і колірними строчками, які, крім того, роблять шви більш міцними і підкреслюють конструктивні лінії. Кожна деталь костюма повинна нести певне конструктивне навантаження; випадкові, невиправдані деталі неприпустимі.

Дуже часто в костюмі застосовуються додаткові шари тканини - наколінники і налокітники, які зміцнюють основну тканину там, де вона піддається найбільш сильному механічному впливу. Вони можуть бути зроблені з основної або прогумованої тканини, шкіри, іноді всередину наколінників вкладається пом'якшувальна прокладка з поролону і ватину (для будівельних професій). Іноді буває необхідна подвійна кокетка - на спинці і пілочках (наприклад, в одязі маляра), що оберігає від проникнення вологи [1].

На основі аналізу відомостей щодо формування фірмового стилю підприємства запропонована концептуальна модель проектування фірмового спеціального одягу, яка представлена на рисунок 1.

Таким чином, при формуванні фірмового стилю необхідно враховувати те, щоб виробничий одяг повинен:

- ✓ бути зручним для виконання всіх операцій;
- ✓ відповідати санітарним нормам і стандартам з безпеки праці, фізичним характеристикам матеріалу, кліматичним і мікрокліматичним умовам, особливостям місця роботи, ходу технологічного процесу;
- ✓ враховувати тривалість перебування людини протягом робочого дня при температурі;
- ✓ відповідати характеру роботи і організації робочого місця;



- ✓ враховувати колір одягу, який може бути фактором вдосконалення організації праці;
- ✓ відповідати естетичним потребам працюючих і сучасного напрямку моди.



Рисунок 1 - Концептуальна модель проектування фірмового спеціального одягу

Висновки.

У рамках концептуальної моделі було встановлено, що проектування асортименту спецодягу для великої промислової фірми, що має сукупність виробництв, в даний час, як правило, здійснюється стихійно, без належного аналізу виробничого процесу та систематизації умов праці. Це призводить до необґрунтованого розширення асортименту спецодягу, не дозволяє повністю



задовольнити споживачів якістю виробів і створює певні складнощі при формуванні фірмового стилю підприємства.

Тому виникла необхідність проведення функціонального аналізу, систематизації факторів виробничого середовища і розробки на їх основі класифікації спецодягу відповідно до ситуації споживання.

Виявлено, що призначення і умови експлуатації спецодягу є найбільш важливими факторами, що дозволяють визначити область подальших досліджень при проектуванні фірмового спецодягу, обґрунтувати вибір пакету матеріалів і функціональних конструктивних елементів для виготовлення виробів.

Література:

1. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу : Навчальний посібник. / М.В. Колосніченко, Л.І. Зубкова, К.Л. Пашкевич, Т.О. Полька, Н.В. Остапенко, І.В. Васильєва, О.В. Колосніченко. – К. : ПП «НВЦ «Профі», 2014. – 386 с.
2. Романов В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды / В.Е. Романов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 127с.
3. Русинова А.М. Производственная одежда / А.М. Русинова. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 160 с.
4. Савельева И.Н. Основы художественного проектирования спецодежды / Художественное проектирование костюма. – М., 1990, с. 39-40.
5. Технічний регламент з підтвердження відповідності засобів індивідуального захисту, затверджений Державним комітетом України з питань технічного регулювання та споживчої політики 27 вересня 2004 року №207.
6. Филиппова И.М. Фирменный знак в формировании стиля предприятия / Художественное проектирование костюма: Межвузовский сб. науч. тр. – М., 1992, С.23-24.

Abstract. Based on the analysis of literature sources in the field of special clothing, the need to develop a systematic approach to the design of branded clothing, which takes into account the different requirements for it. The results of researches of the basic stages of creation of special clothes are given, namely: the analysis of technical requirements and studying of working conditions, a choice of materials, development of a design taking into account dynamics of movements of the worker, an estimation of overalls, development of scientific and technical documentation. A conceptual model of designing branded special clothing has been developed, which allows to determine the goals and objectives of further research. The definition of corporate style is formed, which is projected on the basis of a special concept and forms of the company's products, as well as the formation of organizational aspects of production and commercial activities of the enterprise. The main requirements for the formation of corporate identity of special clothing related to the justification of shape, design, materials, system of corporate graphics and color scheme of models, as well as features of their compositional and constructive construction, taking into account specific operating conditions of systems. It is revealed that the purpose and conditions of operation of overalls are the most important factors in the design of branded overalls, the rationale for choosing a package of materials and functional structural elements for the manufacture of products.

Key words: overalls, corporate identity, symbols, clothing design, set of requirements

Стаття надіслано: 18.01.2022р.

© Нікуліна А.В. , © Шопіна Т.П.



УДК 663.8: 633.17

**THE RESEARCH OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF WORT
EXTRACTED FROM SWEET SORGHUM AND APPLE CONCENTRATE AS
RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF SAFE FOODSTUFFS
ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СУСЛА З ЦУКРОВОГО
СОРГО ТА ЯБЛУЧНОГО КОНЦЕНТРАТУ ЯК СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ
БЕЗПЕЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Karputina M.V. / Карпутіна М.В.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Kharheliia D.D. / Харгелія Д.Д.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., as.prof.***Teterina S.M. / Тетеріна С.М.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Romanova Z.M. / Романова З.М.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Oliinyk S.I. / Олійник С.І.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Національний університет харчових технологій, Київ, вул. Володимирська 68, 01601**National university of food technologies, Kyiv, Volodymyrska 68, 01601***Vitriak O.P. / Вітриак О.П.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, вул. Кіото, 19, 02000**Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, vul. Kyoto, 19, 02000*

Анотація. У роботі досліджено мікробіологічні та фізико-хімічні показники соку цукрового сорго та непастеризованого сусла на його основі із застосуванням розбавленого яблучного концентрату. Встановлено вміст у зразках соку та сусла основних груп мікроорганізмів, які визначаються гігієнічними нормативами по безпеці продуктів харчування. На підставі досліджень рекомендовано теплову обробку сусла для подальшого його застосування в технології напоїв.

Ключові слова: цукрове сорго, сусло, мікробіологічні показники.

Вступ.

Мікробіологічні ризики та захворювання харчового походження на сьогодні є нагальною проблемою системи охорони здоров'я будь-якої країни, тому при оцінці безпеки харчових продуктів, насамперед, визначають їх мікробіологічний стан.

Гігієнічні нормативи за мікробіологічними показниками включають контроль наявності 4-х груп мікроорганізмів, серед яких, зокрема: санітарно-показові, до яких відносяться мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми – МАФАМ і бактерій групи кишкової палички БГКП (колі-форми); умовно-патогенні мікроорганізми, у тому числі коагулазопозитивні стафілококи (*Staphylococcus aureus*); патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели; мікроорганізми псування – це в основному дріжджі і плісеньові гриби

Пріоритетним завданням виробників харчових продуктів не тільки в Україні, а й в інших країнах світу є впровадження системи безпеки харчових продуктів, що ґрунтується на принципах НАССР. Відповідно до вимог цієї



системи, щоб максимально унеможливити мікробіологічне забруднення харчових продуктів слід приділяти велику увагу гігієнічним умовам в ході всього технологічного процесу та якості сировини та напівпродуктів [1].

Однією із головних умов при виробництві напоїв на основі рослинної сировини є досягнення максимально можливого рівня в них харчової і біологічної цінності при максимальному забезпеченні гігієнічних нормативів за мікробіологічними показниками.

У дослідженнях в якості такої сировини для виробництва безалкогольних напоїв було запропоновано сусло, виготовлене з соку цукрового сорго, яке містить велику кількість біологічно активних речовин, та концентрату яблучного соку [2].

Основний текст.

Мета роботи полягала у дослідженні мікробіологічних та фізико-хімічних показників соку цукрового сорго та непастеризованого сусла на його основі із застосуванням розбавленого яблучного концентрату.

В якості об'єктів досліджень було обрано: сік цукрового сорго сорту Фаворит, отриманий методом пресування; концентрат яблучного соку виробництва фірми Döhler (вміст сухих речовин 65 ± 1 %). Підготовку концентрату для дослідження проводили шляхом розбавлення до вмісту сухих речовин (СР) 10 % стерильною бутильованою водою.

З метою отримання сусла із соку цукрового сорго були використані ферментні препарати (ФП) гідролітичної дії, зокрема Ксилолад, як джерело ксиланази та Tegamyl FAL, який має альфа-амілазну та глюкоамілазну активність.

Аналіз мікробіологічних показників зразків проводили шляхом висіву їх розведень з використанням наступних поживних середовищ: МПА, МПА з 10% глюкози, суслний агар, Кеслера, ЕНДО та MRS. Після термостатування колонії підраховували, виділяли ізольовані морфотипи та здійснювали дослідження їх морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних ознак. У середовищах визначали наявність усіх чотирьох груп мікроорганізмів, які нормуються гігієнічними вимогами.

Для дослідження морфолого-культуральних ознак морфотипів використовували мікроскопіювання препаратів методом «роздавлена крапля». Дослідження фізіолого-біохімічних ознак проводили шляхом виявлення капсулоутворюючих бактерій за методом Бурі-Гінса та визначенням грамприналежності [3].

З метою визначення фізико-хімічних показників соку цукрового сорго, непастеризованого сусла на його основі, суміші із 70 % непастеризованого сусла із соку цукрового сорго і 30 % розбавленого яблучного концентрату в роботі були використані сучасні методи досліджень і загальноприйняті методики хіміко-технологічного контролю цукрового та пиво-безалкогольного виробництва [4].

В роботі було проведено фізико-хімічний аналіз соку цукрового сорго і визначено його хімічний склад. Так, вміст сухих речовин (СР) у соку складала $18,0 \pm 0,2$ %, загальних цукрів – $12,7 \pm 0,1$ г/100 см³, редукуючих речовин –



$2,5 \pm 0,1$ г/100 см³. Загальна кислотність соку цукрового сорго становила $1,75 \pm 0,1$ см³ моль/дм³ NaOH на 100 см³, активна кислотність (pH) – $5,3 \pm 0,1$.

Зважаючи на те, що розбавлений яблучний концентрат та сік цукрового сорго мікробно забруднені, необхідним є аналіз впливу їх мікрофлори на мікробне обсіменіння отриманого сусла.

Кількісний склад виявленої мікрофлори представлений у таблиці 1.

Після аналізу морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних ознак морфотипів, виділених з соку цукрового сорго, виявлені бактерії за більшістю ознак можна віднести до родів *Lactococcus*, *Streptococcus* та *Bacillus*. Також були виявлені дріжджі родів *Sacharomyces* та *Rhodotorula*.

Мікрофлора розбавленого яблучного концентрату була представлена трьома морфо типами клітин, які за більшістю морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних ознак можна віднести до родів *Lactococcus*, *Streptococcus* та *Saccharomyces*.

Таблиця 1 - Мікрофлора соку сорго та розведеного яблучного концентрату

№ зразка та його характеристика	Молочнокислі бактерії	БГКП	МАФАМ	Спороутворювальні бактерії	Дріжджі
	наявність в 1см ³		КУО/см ³		
1 – сік цукрового сорго (СР 18 %)	+	-	$1,7 \cdot 10^5$	$8,3 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$
2 – розбавлений концентрат яблучного соку (СР 10 %)	+	-	$8,6 \cdot 10$	$2,2 \cdot 10$	$6,4 \cdot 10$

З метою отримання сусла здійснювали ферментативну обробку соку цукрового сорго, яка передбачала внесення гідролітичних ферментів у середовища та витримку за відповідних оптимальних температур: $35 \pm 1^\circ\text{C}$ для дії ксиланази та $55 \pm 1^\circ\text{C}$ для дії альфа-амілази та глюкоамілази ферментних препаратів. Тривалість проведення процесу гідролізу крохмалю сировини складала 30-35 хвилин за температури $55 \pm 1^\circ\text{C}$.

Отримане сусло фільтрували, розбавляли стерильною бутильованою водою до вмісту СР 10 %, підкислювали лимонною кислотою до pH 4,75 і визначали кількісний склад мікрофлори цього сусла та окремо суміші з 70 % непастеризованого та непідкисленого сусла із соку цукрового сорго і 30 % непастеризованого розбавленого до 10 % СР яблучного концентрату (табл. 2).

Як видно із отриманих даних вміст МАФАМ у зразках сусла на порядок менше, ніж у зразках соку цукрового сорго (табл. 1), а вміст дріжджів і спороутворювальних бактерій менше їх вмісту у соку в середньому на 10 і 20%, відповідно. Ці результати пояснюються тим, в технології приготування сусла використовується стадія фільтрування, яка забезпечує часткове покращення мікробіологічних показників.



Таблиця 2 - Мікрофлора зразків непастеризованого сусла

№ зразка та його характеристика	Молочно кислі бактерії	БГКП	МАФAM	Спороутворювальні бактерії	Дріжджі
	наявність в 1см ³		КУО/см ³		
1 – сусло із соку цукрового сорго (СР 10 %)	+	-	$9,8 \cdot 10^4$	$6,3 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$
2 – суміш 70 % сусла із соку цукрового сорго і 30 % розбавленого концентрату яблучного соку (СР 10%)	+	-	$8,4 \cdot 10^4$	$5,9 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$

В результаті аналізу нефільтрованого сусла з соку цукрового сорго, було виявлено, що значну частину виділених морфотипів складали дріжджі, які за більшістю морфолого-культуральних ознак схожі до родів *Saccharomyces* та *Rhodotorula*. В менших кількостях були виявлені бактеріальні морфотипи, які за більшістю ознак подібні до бактерій родів *Lactobacillus*, *Leuconostoc* та *Streptococcus*.

Висновки.

В результаті досліджень було визначено кількісний та якісний склад мікрофлори соку цукрового сорго, розбавленого яблучного концентрату та сусла на їх основі.

Результати досліджень свідчать про те, що застосування розбавленого концентрату яблучного соку у складі сусла сприяє зниженню кількісних показників його мікрофлори.

З метою подальшого використання непастеризованого сусла із соку цукрового сорго та суміші із сусла та розбавленого яблучного концентрату в технології безалкогольних напоїв рекомендована їх теплова обробка для отримання якісної та безпечної продукції.

Література:

1. Продовольча безпека: сутність, стан та особливості забезпечення: монографія /І. В. Федулова та ін. Національний університет харчових технологій. Київ: Кондор, 2013. 467 с.
2. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграр. наук України. Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2015, Вип. 23. 176 с.
3. Ananthanarayan. Textbook of Microbiology. 9th Ed. Orient Blackswan, 2013. 657 p.
4. Мелет'єв, А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова. В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв. Вінниця.: «Нова книга», 2007. 392 с.



Abstract. *The microbiological and physicochemical indicators of sweet sorghum juice and unpasteurized wort based on it with the use of diluted apple concentrate were studied. The content of the main groups of microorganisms in the samples of juice and wort, which are determined by hygienic standards for food safety, has been established. Based on research, heat treatment of wort is recommended for further use in beverage technology.*

Key words: *sweet sorghum, wort, microbiological indicators.*

Стаття відправлена: 19.01.2022 г.

© Карпутіна М.В.



УДК 579.66

**JUSTIFICATION FOR THE CHOICE OF SANITARY PREPARATION
OF PREMISES FOR PRODUCTION TRYPHOPHANE AMINO ACIDS
ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ САНІТАРНОЇ ПІДГОТОВКИ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА АМІНОКИСЛОТИ ТРИПТОФАНУ**

Hrehirchak N. M. / Грегірчак Н. М.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Slobodyan O. P. / Слободян О. П.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Shulga M. O. / Шульга М. О.***National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska 68, 01033*

Анотація. У статті наведено та проаналізовано загальну характеристику санітарної підготовки приміщень та обладнання у виробництві амінокислоти триптофану за використання продуцента *Corynebacterium glutamicum* KY9218. На основі аналізу мийних засобів, методів та способів дезінфекції приміщення та обладнання обрано найбільш раціональні мийні та дезінфікуючі засоби для виробництва триптофану. При виборі засобів враховувались такі критерії, як концентрація активно-діючої речовини, особливості застосування та ціна [3].

Ключові слова: НАССР, поверхнево-активні речовини, дезінфекція, дезінфікуючі розчини, мийні розчини, дезінсекція, амінокислота, синтетичні мийні засоби, триптофан.

Вступ.

В системі санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують якість і безпечність біотехнологічного виробництва важливе місце займає санітарна підготовка. Санітарний режим підприємства передбачає утримання в чистоті приміщень, інвентарю, обладнання; виконання персоналом правил особистої гігієни; дотримання послідовності і правил технологічної обробки виробництва, зокрема амінокислоти триптофану, як добавки до комбикормів.

Процес біосинтезу амінокислоти триптофану як кормової добавки на основі *Corynebacterium glutamicum* KY9218 відбувається за температури 30-32°C і рН 7,0, а такі умови можуть бути оптимальними для багатьох мікроорганізмів, в тому числі і для контамінуючої мікрофлори. Тому культивування потрібно проводити в асептичних умовах з метою запобігання контамінації та усунення ризиків отримання неякісного кінцевого продукту, а також матеріальних втрат.

Основний текст.

При проведенні профілактичних, поточних і заключних дезінфекційних заходів на підприємствах по виробництву триптофану допускається використовувати лише ті мийні та дезінфекційні засоби, що внесені до Державного реєстру дезінфекційних засобів, і за умови наявності Свідоцтва про державну реєстрацію дезінфекційного засобу встановленої форми [1].

Задля зменшення ризику контамінації передбачено генеральне прибирання перед початком виробничого процесу, перед кожним циклом виробництва та після останнього, а також миття та стерилізацію обладнання, комунікацій.

Для того, щоб обрати мийний та дезінфікуючий засіб, потрібно врахувати його вартість та витрати при обробці заданої площі виробництва. Засоби слід



змінювати раз в 3 місяці задля уникнення виникнення дезрезистентних форм мікроорганізмів. Миючі та дезінфікуючі засоби повинні відповідати таким вимогам як ефективність та безпечність.

Дезінфекція, або знезаражування – комплекс заходів щодо знищення у середовищі життєдіяльності людини збудників інфекційних хвороб та їхніх переносників – комах (дезінсекція) і гризунів (дератизація). **Дезінфекційні заходи поділяються на такі види:** профілактичні, поточні, прикінцеві дезінфекційні засоби, фізичні, механічні, термічні, променеві засоби знезаражування, хімічні методи дезінфекції. Дезінфекція дозволяє зменшити кількість мікроорганізмів до цілком прийняттого рівня, але повністю їх може і не знищити отже, є одним з різновидів знезараження.

Основними перевагами дезінфекційних засобів є:

- хороша розчинність у воді;
- швидка дія;
- відносно низька вартість;
- багатоцільове призначення;
- широкий спектр антимікробної дії;
- екологічна безпека;
- відсутність різких запахів;
- низький рівень токсичності;
- належний рівень миючих властивостей;

Недоліки:

- вузький антивірусний спектр дії;
- відсутність спороцидного ефекту при нормальних температурах навколишнього середовища;
- наявність вираженого піноутворення, що не дозволяє використовувати їх в аерозолях ;
- вироблення стійкості у мікроорганізмів при тривалому застосуванні;
- чутливість до дії неорганічних та органічних речовин, температури, світла, рН тощо.

Миючі та дезінфікуючі засоби слід контролювати на мікробіологічну чистоту. Їх розчини потрібно зберігати у попередньо очищеній тарі та суворо дотримуватись термінів зберігання. Дезінфікуючі засоби мають відповідати таким основним вимогам: володіти бактерицидною дією, бути хімічно стійкими та не ушкоджувати поверхні обладнання[2].

Мийний засіб - будь-яка речовина або препарат, що містить мило та/або інші поверхнево-активні речовини, призначені для прання або очищення. Мийний засіб може бути у формі рідини, порошку, пасти, бруска, плитки, таблетки тощо. Основу сучасних синтетичних миючих засобів (СМЗ) складають агресивні поверхнево-активні речовини (ПАР), зокрема аніонні ПАР (А-ПАР).

Очищення, мийка і дезінфекція обладнання та приміщень - це складна багатоступенева процедура. Щоб розробити ефективну програму миття та дезінфекції, потрібно знати особливості обладнання і правила використання



деззасобів.

Будь яке сучасне біотехнологічне виробництво, в тому числі виробництво амінокислоти триптофану, передбачає в собі підготовку виробничого обладнання, оскільки воно не повинно негативно впливати на якість кінцевої продукції. Частини або поверхні устаткування, що контактують з продукцією, повинні бути виготовлені з матеріалів, які не вступають з нею в реакцію, не мають абсорбційних властивостей тощо. Тому для забезпечення максимальної якості готового продукту технологічне обладнання також повинно проходити певну підготовку.

Першим етапом необхідно розрахувати витрати мийних та/або дезінфікуючих засобів. Приблизно на 1 м² витрачається 100 мл робочого розчину мийного чи дезінфікувального засобу (згідно з методичними рекомендаціями щодо підготовки виробничих приміщень, наказ МОЗ України від 14.12.2001 № 502). Обладнання та комунікації потрібно мити перед кожним виробничим циклом; підлога миється кожного робочого дня; а стіни, вікна та двері – раз на місяць. Загальна площа оброблюваних об'єктів за весь період виробництва вказана у *табл. 1.1*.

Таблиця 1.1 - Розрахунок загальної площі миття та/або дезінфекції за весь період виробництва триптофану

Об'єкт миття та/або дезінфекції	Площа (об'єм) оброблюваного об'єкту, м ² (л)	Кількість процесів миття та/або дезінфекції за весь період виробництва	Загальна площа (об'єм) оброблюваного об'єкту за весь період виробництва, м ² (л)
Обладнання, інвентар, комунікації	5000	32	16000
Підлога	198	120	23760
Стіни, двері, вікна	110	4	440

Авторська розробка

Миття ємнісного обладнання проводиться методами циркуляції робочого розчину в системі, заповнення резервуара (біореактора) робочим розчином засобу складає близько половини відповідного об'єму обладнання. Тривалість контакту дезінфікуючого засобу з поверхнею повинна складати не менше 20 хв. Після закінчення обробки залишки засобу змивають і промивають устаткування водою[2].

Як мийні засоби використовують лужні (кальцинована сода, каустична сода) та кислотні (азотна, фосфорна, соляна, оцтова, сульфамінова кислоти) мийні засоби, а також мийні засоби на основі синтетичних поверхнево-активних речовин (синтетичні порошки типу А, Б, В ТЕА-АБСК) і мийні засоби з протеолітичними ферментами.

Проаналізувавши вітчизняний ринок миючих та дезінфікуючих засобів,



слід звернути увагу на ефективні, порівняно дешеві та найбільш вживані, серед таких засобів слід виділити каустичну і кальциновану соду, «Біомой», «Гембар», «Хлорантоїн» та «Дезактін».

Слід зазначити, що «Хлорантоїн» та «Біомой» належать до 4 класу небезпеки, тому їх використання дозволяється у присутності персоналу, який не причетний до прибирання.

«Біомой» – багато компонентний, поліфункціональний, біоактивний миючий засіб з дезінфікуючим ефектом (ТУ У 22902465.005–96). Рекомендований Міністерством охорони здоров'я України.

Препарат являє собою порошок, світлих тонів (допускається присутність забарвлених включень ензимів). Добре розчиняється у воді (розчинність не менше 30 г/дм³). Для приготування робочого розчину «Біомой» використовується концентрація 0,15–0,5%. Робочий розчин «Біомой» готують у тарі будь-якого матеріалу шляхом розчинення у питній воді[3].

Каустична сода (їдкий натр, NaOH) являє собою безбарвну кристалічну речовину. Гігроскопічна. Добре розчиняється у воді. Водні розчини мають лужну реакцію. Гарячі розчини каустичної соди добре обмилюють жири, гідролізують білки, розщеплюють вуглеводи.

При зменшенні температури розчину мийні властивості засобу падають. Засіб належить до високонебезпечних речовин (2 клас небезпеки за ГОСТ 12.1.007). При потрапленні на шкіру викликає хімічний опік. Подразнює слизову оболонку очей та верхніх дихальних шляхів[2].

Кальцинована сода являє собою зневоднений вуглекислий натрій (Na₂CO₃). Має вигляд білого дрібнокристалічного порошку, який добре розчиняється у воді. Гарячі (55±5 °C) розчини кальцинованої соди добре обмилюють жирові забруднення на поверхнях та руйнують білки. Засіб належить до речовин 3-го класу небезпеки за ГОСТ 2263-79. У нативному вигляді та концентрованих розчинах сильно подразнює шкіру і слизову оболонку очей.

«Гембар» - дезінфекційний засіб виробництва фірми НВЦ "Біоцид" (Україна). В якості АДР містить полігексаметиленгуанідін фосфат. Засіб належить до мало небезпечних речовин (4 клас небезпеки за ГОСТ 12.1.007), не подразнює шкіру, не виявляє сенсibilізуючих, кумулятивних, мутагенних та канцерогенних властивостей, але подразнює слизову оболонку очей.

«Дезактін» – дезінфекційний засіб, що використовується для очищення і дезінфекції та одночасного миття твердих поверхонь приміщень, предметів та обладнання і комунікацій. «Дезактін» являє собою порошок від білого до жовтуватого кольору з помірним запахом хлору. Робочі розчини засобу не пошкоджують об'єкти, не фіксують білкові забруднення на поверхні обладнання, добре змиваються, не залишають нальоту.

«Хлорантоїн» – хлорактивний, багатокомпонентний, поліфункціональний дезінфекційний засіб з миючим ефектом стабільний при зберіганні протягом 3-х років (ТУ У 22902465.004-95). Препарат являє собою: сипучий порошок, світлих тонів зі слабким запахом хлору. Спектр антимікробної дії: «Хлорантоїн» має бактерицидні, туберкульозні, спороцидні та фунгіцидні



Таблиця 1.2

Узагальнена характеристика витрат мийних та/або дезінфікуючих засобів для виробництва триптофану [3]

Назвамиючого/ дезінфікуючого засобу	Об'єкт миття та/або дезінфекції	Кон-ція робочого розчину, %	Заг. площа миття та/або дезінфекції об'єкту за весь період вир-цтва м ² (л)	Кількість робочого розчину за весь період виробництв а, л	Витрата на 1 м ² поверхні, л	Вартість 1 л (кг) мийного або дезінфікуючо го засобу, грн	Вартість 1 л робочого розчину, грн	Заг-на вартість миття та/або дезінфекції за весь період вир- цтва, грн
«Біомой»	Обладнання, інвентар, комунікації	0,3	11100	5550	0,1	34	1,02	566
Кальцинована сода		2,0	11100	5550	0,5	9	0,18	999
Каустична сода		2,0	11100	5550	0,5	14	0,28	1990
«Дезактін»	Стіни, вікна, двері, підлога, тара, інвентар, обладнання, комунікації	0,2	9100	1800	0,1	135	2,7	245
«Гембар»		0,5	1835	910	0,5	150	0,75	550
Хлорантоїн		0,2	9100	910	0,1	110	0,22	198

Авторська розробка

Варто відмітити, що усім наведеним засобам притаманні як високі мийні, так і дезінфікуючі властивості.



(включаючи збудників кандидозів, дерматомікозів, цвілевих грибів) властивості. Також слід зазначити, що «Хлорантоїн» та «Біомой» належать до 4 класу небезпеки, тому це дозволяє використовувати їх у присутності персоналу, який не причетний до прибирання[2].

Рекомендується чергувати дезінфікуючі та антисептичні засоби кожні 1–3 місяці з метою запобігання розвитку та розповсюдженню стійких варіантів мікроорганізмів [3].

Висновки.

Перевагами усіх вище зазначених дезінфікуючих засобів є стабільність при зберіганні, зручне приготування робочих розчинів, повний спектр знезаражуючої дії, екологічна безпека та легкість змивання з поверхонь. Але при виборі дезінфікуючих засобів увагу слід звертати також і на їх вартість.

Для миття обладнання, інвентарю, комунікацій, тари доцільно використовувати кальциновану соду, яка проста у приготуванні, має невисоку вартість. Для миття та дезінфекції стін, підлоги, вікон та дверей – «Хлорантоїн», оскільки він є мийно-дезінфікувальним засобом, що дає змогу заощадити кошти, але слід змінювати засоби раз на 3 місяці на «Гембар», щоб запобігти виникнення резистентності мікроорганізмів.

Література:

1. Гігієнічне оцінювання мийних засобів, санітарного одягу та особиста гігієна персоналу. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

https://www.lnu.edu.ua/life-safety/wp-content/uploads/2020/03/SG_PR-4_SR_2020.pdf.

2. Грегірчак Н.М., Тетеріна С.М., Нечипор Т.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами HACCP. – К.: НУХТ, 2018. – 274 с.

3. Грегірчак Н. М., Слободян О. П., Зомчак В.В. Вибір мийних і дезінфікуючих засобів для пробіотичного виробництва // Modern Engineering and Innovative Technologies, Issue №15, Part 2, February 2021, Sergeeva&Co, Karlsruhe, Germany, 2021, P.68-72

References:

1. Hygienic assessment of detergents, sanitary clothing and personal hygiene of personnel. [Electronic resource]. Access mode:

https://www.lnu.edu.ua/life-safety/wp-content/uploads/2020/03/SG_PR-4_SR_2020.pdf.

2. Hrehirchak N.M., Teterina S.M., Nechipor T.M. Microbiology, sanitation and hygiene of industries with the basics of HACCP. - K.: NUFT, 2018. - 274 p.

3. Hrehirchak N. M., Slobodyan O. P., Zomchak V.V. Choice of detergents and disinfectants for probiotic production DOI: 10.30890/2567-5273.2021-15-02-056 <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-02-056>

Abstract. The general characteristics of sanitary preparation of premises and equipment for the production of tryptophan amino acid using the producer of corynebacterium glutamicum KY9218 are presented and analyzed in the article. The characteristic of detergents is considered. The classification of methods and ways of disinfection of premises and equipment is described. The most rational detergents and disinfectants for tryptophan production have been selected. Criteria such as required concentration and price were taken into account when choosing the means.

Key words: HACCP, surfactant, disinfection, disinfectant solutions, detergent solutions, disinsection, amino acid, SMZ, tryptophan.

© Грегірчак Н. М., Слободян О. П., Шульга М. О.



УДК 621.9.02

THE EQUATION OF MOVEMENT OF THE WORKING CONTAINER DURING VIBRO-MAGNETIC-ABRASIVE PROCESS OF SUPER HARD CERAMICS

РІВНЯННЯ РУХУ РОБОЧОГО КОНТЕЙНЕРА ПРИ ВІБРО-МАГНІТНО-АБРАЗИВНОМУ ОБРОБЛЕННІ НАДТВЕРДОЇ КЕРАМІКИ

Burlakov V.I./Бурлаков В. І.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-1826-6486

Burlakova N.Ya./Бурлакова Г. Ю.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-1873-5518

Priazovsky State Technical University, Mariupol, Universytetska, 7, 87500

Приазовський державний технічний університет, Маріуполь, Університетська, 7, 87500

Анотація. В роботі розглядається розрахунок динамічної моделі робочого контейнеру для оброблення надтвердої кераміки з ціллю визначення положення такого контейнера в будь-який час у просторі. Таким чином, знаючи положення контейнеру ми будемо знати положення абразиву та деталей з надтвердої кераміки. Отже ми зможемо прогнозувати якість обробленої поверхні та продуктивність вібро-магніто-абразивного оброблення. У статті дан опис контейнера для оброблення надтвердої кераміки вібро-магніто-абразивним способом. Для складання диференціального руху механічної системи (робочий контейнер-абразив-зразки) використовуємо рівняння Лагранжа II роду для узагальнених координат Y , Z і φ . Наведені кінематичні рівняння руху центру мас. Рішенням отриманих рівнянь руху контейнера, можна отримати координати переміщення центру мас.

Ключові слова: кінематичні рівняння, координати переміщення центру мас, диференціальний рух, надтверда кераміка, динамічна модель, робочий контейнер, рівняння Лагранжа II роду.

Вступ

Розвиток сучасного машинобудування пов'язаний з розробкою і впровадженням нових матеріалів і прогресивних технологічних процесів їх обробки. Унікальні властивості кераміки дозволяють використовувати її в різних областях техніки, в тому числі, в якості різального інструменту. Удосконалення способів обробки матеріалів на основі кубічного нітриду бору пов'язано з вивченням закономірностей складного багатофакторного процесу шліфування. Продуктивність, якість поверхні, знос і стійкість інструменту, енергетичні витрати визначаються властивостями композиту, характеристиками алмазного інструменту, режимами і технологічними особливостями обладнання. Для прогнозування продуктивності, якості оброблення необхідно знати положення робочого контейнера в будь-який час.

Основний текст

Верстат для вібраційної обробки деталей (ВіМАО містить закріплений контейнер 2 із пружно-в'язким зв'язком і дебалансний вібробудник 1 (рис.1).

Будемо вважати, що горизонтальна вісь обертання дебалансу розташована на осі симетрії контейнера в його положенні рівноваги.

Точка O – положення центру мас контейнера в положенні статичної рівноваги.

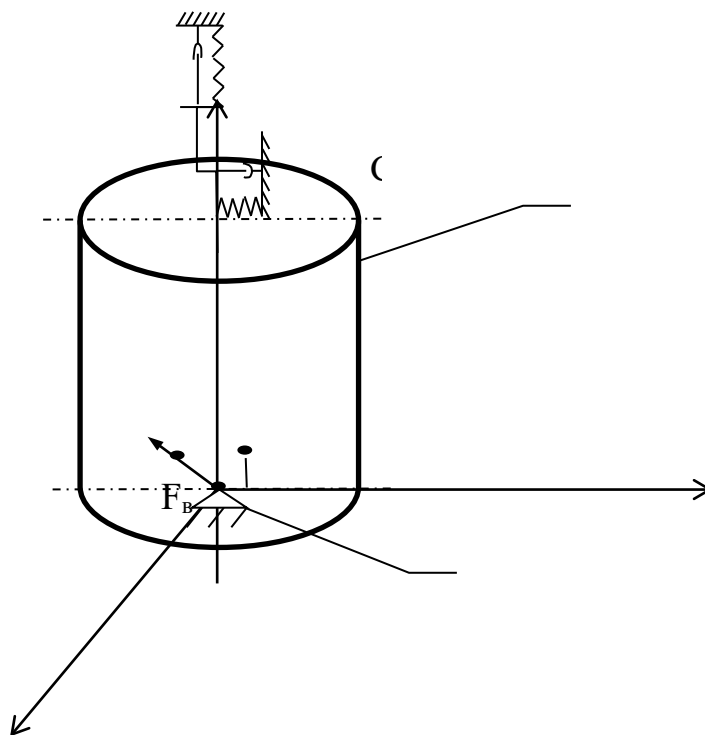


Рисунок 1 – Розрахункова схема динамічної моделі руху контейнера при ВіМАО

1 – віброзбудник; 2 - контейнер

Авторська розробка

Приймаємо наступні конструктивні, інерційні, жорсткісні, дисипативні параметри ВіМАО-верстата:

- перетин має циліндричну форму, витягнуту вздовж осі Z . Вид з вісі OX показаний на рис.1. По осі OY контейнер також має циліндричну форму. Пружина розташована по центральній вісі;
- маса контейнера – m_k , кг;
- маса завантаження (робоче середовище і деталі) – m_z , кг;
- маса дебаланса – m_0 , кг.
- момент інерції завантаженого контейнера щодо центральної осі OX – J , кг/м²;
- коефіцієнт жорсткості на валу, навколо якого обертається дебаланс – C_φ , $\frac{\text{Нм}}{\text{рад}}$;
- коефіцієнти жорсткості кріплень у здовж осей Z – C_z , $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Коефіцієнти дисипації, що враховують властивості кріплень і вплив робочого середовища, яку представляємо у вигляді псевдорідини, уздовж осей Z – b_z , $\frac{\text{Нс}}{\text{м}}$ і навколо осі OX – b_φ , $\frac{\text{Нс}}{\text{м}}$.
- кутова швидкість обертання дебаланса навколо осі OX – ω , $\frac{\text{рад}}{\text{сек}}$.



– ексцентриситет дебаланса e (відстань від маси дебаланса до його осі обертання OX) – e , м.

Відлік кута повороту дебаланса починаємо з вертикального положення. Розглядаємо ВіМАО як систему з трьома ступенями свободи, узагальнені координати – координати центру мас по осях $q_1 = Y$, $q_2 = Z$, кут повороту навколо осі OX , що проходить через центр мас контейнера, $q_3 = \varphi$.

Для складання диференціального руху механічної системи використовуємо рівняння Лагранжа II роду. При цьому змінність конфігурації робочого середовища не враховуємо.

Маса контейнера складається з масою завантаження $M = m_k + m_3$.

Кінетична енергія контейнера T і дисипативна функція системи Φ дорівнюють:

$$T = \frac{1}{2}M(\dot{Y}^2 + \dot{Z}^2) + \frac{I\dot{\varphi}^2}{2}, \quad \Phi = \frac{1}{2}(b_y\dot{Y}^2 + b_z\dot{Z}^2 + b_\varphi\dot{\varphi}^2) \quad (1)$$

Потенційні узагальнені сили:

$$Q_y^{(n)} = -C_y Y; \quad Q_z^{(n)} = -C_z Z; \quad Q_\varphi^{(n)} = -C_\varphi \varphi \quad (2)$$

Узагальнені збуджуючі сили:

$$\begin{cases} Q_1^{(B)} = F_y^{(B)} = m_d \omega^2 e \sin(\omega t) \\ Q_2^{(B)} = F_z^{(B)} = m_d \omega^2 e \cos(\omega t) \\ Q_\varphi = M_\varphi^{(B)} = m_d \omega^2 e (Z_d \sin(\omega t) - Y_d \cos(\omega t)) \end{cases} \quad (3)$$

де Y_d, Z_d – координати дебалансу.

Рівняння Лагранжа II роду системи для узагальнених координат Y, Z і φ мають вигляд:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{Y}} \right) - \frac{\partial T}{\partial Y} = Q_y^{(n)} + Q_y^{(c)} + Q_y^{(B)} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{Z}} \right) - \frac{\partial T}{\partial Z} = Q_z^{(n)} + Q_z^{(c)} + Q_z^{(B)} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_\varphi^{(n)} + Q_\varphi^{(c)} + Q_\varphi^{(B)} \end{cases} \quad (4)$$

Підставивши значення $T, \Phi, Q^{(c)}, Q^{(b)}, Q^{(n)}$, отримаємо:

$$\begin{cases} M\ddot{Y} + b_y\dot{Y} + C_y Y = H \sin(\omega t) \\ M\ddot{Z} + b_z\dot{Z} + C_z Z = H \cos(\omega t) \\ J\ddot{\varphi} + b_\varphi\dot{\varphi} + C_\varphi \varphi = H (Z_d \sin(\omega t) - Y_d \cos(\omega t)) \end{cases} \quad (5)$$

де $H = m_d e \omega^2$, кг м/с² – амплітуда збуджуючої сили.

Поділивши на масу M ліві і праві частини цих рівнянь, отримаємо диференціальні рівняння вимушених коливань:

$$\begin{cases} \ddot{Y} + 2n_y\dot{Y} + k_y^2 Y = h \sin(\omega t) \\ \ddot{Z} + 2n_z\dot{Z} + k_z^2 Z = h \cos(\omega t) \\ \ddot{\varphi} + 2n_\varphi\dot{\varphi} + k_\varphi^2 \varphi = h(Z_d \sin(\omega t) - Y_d \cos(\omega t)) \end{cases} \quad (6)$$



$$\text{де } 2n_y = \frac{b_y}{M}, 2n_z = \frac{b_z}{M}, k_y^2 = \frac{c_y}{M}, k_z^2 = \frac{c_z}{M}, h = \frac{H}{M}, 2n_\varphi = \frac{b_\varphi}{J} k_\varphi^2 = \frac{c_\varphi}{J}$$

Приватні рішення неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку при відсутності резонансу знайдемо у вигляді:

$$\begin{cases} Y = A_y \sin(\omega t + \delta_1) \\ Z = A_z \cos(\omega t + \delta_2) \\ \varphi = A_{1\varphi} \cos(\omega t) + A_{2\varphi} \sin(\omega t) \end{cases} \quad (7)$$

Підставивши (7) в (6), отримаємо:

$$A_y = \frac{h}{\sqrt{(k_y^2 - \omega^2)^2 + 4n_y^2 \omega^2}}, \quad \text{tg } \delta_1 = \frac{2n_y \omega}{k_y^2 - \omega^2}, \quad (8)$$

$$A_z = \frac{h}{\sqrt{(k_z^2 - \omega^2)^2 + 4n_z^2 \omega^2}}, \quad \text{tg } \delta_2 = \frac{2n_z \omega}{k_z^2 - \omega^2}, \quad (9)$$

$$A_{1\varphi} = \frac{hY_A(k_\varphi^2 - \omega^2) + 2n_\varphi \omega Z_A}{\Delta}; \quad A_{21\varphi} = \frac{hZ_A(k_\varphi^2 - \omega^2) + 2n_\varphi \omega Y_A}{\Delta}, \quad (10)$$

$$\text{де } \Delta = (k_\varphi^2 - \omega^2)^2 + 4n_\varphi^2 \omega^2$$

Кінематичні рівняння руху центру мас в разі малого опору, якщо коефіцієнти дисипації задовольняють умовам $n_y < k_1, n_z < k_2$, мають вигляд:

$$\begin{cases} Y = e^{-n_y t} (C_1 \cos k_y t + C_2 \sin k_y t) + A_y \sin(\omega t + \delta_1) \\ Z = e^{-n_z t} (C_3 \cos k_z t + C_4 \sin k_z t) + A_z \cos(\omega t + \delta_1) \\ \varphi = e^{-n_\varphi t} (C_5 \cos k_\varphi t + C_{62} \sin k_\varphi t) + A_{1\varphi} \cos(\omega t) + A_{2\varphi} \sin(\omega t) \end{cases} \quad (11)$$

У процесі абразивної обробки, коли $t \gg 0$, складові в рішенні (11), що містять експоненту, прагнуть до нуля. Тому будемо вважати, що центр мас, а разом з ним і контейнер, буде рухатися відповідно до рівнянь (12).

$$\begin{cases} Y = \frac{h}{\sqrt{(k_y^2 - \omega^2)^2 + 4n_y^2 \omega^2}} \sin(\omega t + \text{arc tg } \frac{2n_y \omega}{k_y^2 - \omega^2}) \\ Z = \frac{h}{\sqrt{(k_z^2 - \omega^2)^2 + 4n_z^2 \omega^2}} \cos(\omega t + \text{arc tg } \frac{2n_z \omega}{k_z^2 - \omega^2}) \end{cases} \quad \text{— приватні рішення з (13), (3.34)}$$

Таким чином, рішенням отриманих рівнянь руху контейнера, можна отримати координати переміщення центру мас з урахуванням амплітудно-частотної характеристики контейнера, і оцінити швидкість переміщення оброблюваних зразків усередині контейнера, а отже отримати продуктивність процесу.

Висновки

1. Теоретичні розрахунки, які були проведені, дали змогу отримати результати, що можуть служити вихідними даними для проектування та виготовлення установки для вібро-магнітно-абразивної обробки;

2. Отримані координати переміщення центру мас з урахуванням амплітудно-частотної характеристики контейнера.

**Список використаних джерел:**

1. Сергиев, А.П. Кинематика и динамика центробежно-планетарной установки / А. П. Сергиев, Д. А. Спицын, И. О. Матвеев // Вестник машиностроения. – 2007, №10 – С. 15 – 17.

2. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии: учебник для вузов / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов-на-Дону: Высшая школа, 2008. – 694 с.

References.

1. Sergiyev, A. P. Kinematika i dinamika tsentrobezhno-planetarnoy ustanovki [Kinematics and dynamics of a centrifugal planetary installation]/ A. P. Sergiyev, D. A. Spitsyn, I. O. Matveyev // Vestnik mashinostroyeniya. – 2007, №10 – P. 15 – 17.

2. Babichev A.P. Osnovy vibratsionnoy tekhnologii: uchebnik dlya vuzov [Fundamentals of vibration technology: a textbook for universities]/ A.P. Babichev, I.A. Babichev. – Rostov-na-Donu: Vysshaya shkola, 2008. – 694 p.

Abstract. The paper considers the calculation of a dynamic model of a working container for processing superhard ceramics in order to determine the position of such a container at each point in space. Thus, knowing the position of the container, we will know the position of the abrasive and parts made of superhard ceramics. Therefore, we will be able to predict the quality of the machined surface and the performance of vibro-magnetic-abrasive machining. The article describes a container for processing superhard ceramics by vibro-magnetic-abrasive method. To compile the differential motion of the mechanical system (working container-abrasive-samples), we use the Lagrange equation of the second kind for the generalized coordinates Y , Z and φ . The article presents the kinematic equations of motion of the center of mass. By solving the obtained equations of motion of the container, you can get the coordinates of the movement of the center of mass.

Keywords: kinematic equations, coordinates of displacement of the center of mass, differential motion, superhard ceramics, dynamic model, working container, Lagrange equation of the second kind.

Статья отправлена: 04.09.2021 г.

© Бурлаков В.І.



УДК 331.45

**OCCUPATIONAL SAFETY AT THE OPERATION OF BIOGAS
INSTALLATIONS AT FOOD INDUSTRY ENTERPRISES**
**БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК НА ПІДПРИЄМСТВАХ
ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Siryk A.O. / Сірик А.О.

с.т.с. / к.т.н.

ORCID: 0000-0002-5041-7096

Evtushenko O.V. / Євтушенко О.В.

с.т.с., ас.проф. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-6773-682X

Maltseva A.V. / Мальцева А.В.

National university of food technologies, Kyiv-33, Volodymyrska str. 68, 01601

Національний університет харчових технологій, Київ-33, вул. Володимирська 68, 01601

Анотація. У статті розглянуто небезпечні фактори, які можуть становити ризики при виникненні аварійних ситуацій і аварій у ході експлуатації промислових об'єктів з виробництва біогазу. Встановлено, що біогазові установки можуть у багатьох випадках виступати джерелом небезпеки для працівників, так як біогаз включає шкідливі та небезпечні фактори. Запропоновано організаційно-технічні заходи, спрямовані на безпечну експлуатацію біогазових установок, що є одним із найважливіших способів захисту працівників та навколишнього середовища з мінімізацією ризику виникнення аварійних ситуацій.

Ключові слова: біогазові установки, безпека, праця, вибухонебезпека, харчове виробництво.

Вступ.

Виробництво біогазу є однією з безвідходних технологій, яка виконує природоохоронну і ресурсозберігаючу функцію, адже воно не лише не призводить до утворення будь-яких відходів, а й утилізує відходи харчових сільськогосподарських, та інших виробництв.

Згідно даних Європейської Біогазової Асоціації, до 2050 року від 30 до 40% загального споживання газу в Європі може становити біометан. Сукупне виробництво біогазу і біометану у ЄС в 2020 році склало 18 млрд м³ або 191 ТВт/год, і очікується, що в найближчі 9 років цей показник подвоїться. До 2050 року виробництво може зрости як мінімум в п'ять разів і перевищити 1000 ТВт/год, а за деякими оцінками – до 1700 ТВт/год. Сільськогосподарські біогазові і біометанові установки складають левову частку від загального обсягу виробництва, що в даний час вже перевищує все споживання природного газу Бельгії і становить 4,6% від споживання газу в Європейському Союзі [1].

Виробництво біогазу та отримання енергії відкриває нові економічні й соціальні перспективи, поліпшить ситуацію з енергопостачанням, створить нові робочі місця. Для промислових підприємств безпека праці має важливе значення і полягає у зростанні продуктивності виробництва за допомогою безперервного покращення високопродуктивних умов праці, підвищення безпеки персоналу, зменшення кількості нещасних випадків на виробництві та



професійних захворювань. Це спостерігається у збільшенні ефективності роботи, збереженні трудових ресурсів.

Основний текст.

За останні роки Україна, як учасник Енергетичного співтовариства та на виконання Договору про асоціацію з Європейським Союзом упровадила низку ініціатив, пов'язаних із подальшим розвитком використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Зокрема, уряд України затвердив а також Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року та План заходів з реалізації у 2021-2023 роках Національного плану дій з енергоефективності на період до 2030 року з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 року [2]. Цей документ встановлює правила, призначені для усунення бар'єрів на енергетичному ринку та подолання неспроможності ринку, що перешкоджає ефективності постачання та використання енергії, а також передбачає встановлення орієнтовних національних цільових показників енергоефективності на 2020 і 2030 роки [3].

Найбільш комплексно питання широкого використання біогазу розглядаються Біоенергетичною асоціацією України.

Одним із перспективних напрямів енергозбереження в осередку харчових та сільськогосподарських підприємств України є виробництво біогазу, як одного із видів відновлювальних джерел енергії.

В Україні наразі існують заводи, які виробляють біогаз із аграрних відходів, відходів тваринництва, харчової промисловості, сміттєзвалищ тощо [1, 5]. Біогаз має усі переваги, що властиві природному газу. Насамперед, він має більш низьку собівартість, легко транспортується газопроводами, згорає без диму, кіптяви й залишку попелу та шлаку. Запровадження планованої діяльності, що має на меті виробництво альтернативної енергії шляхом анаеробного збродження відходів харчових виробництв, сільського господарства та тваринництва, може забезпечити власні тепло- та електропотреби підприємств, а також може бути буде реалізоване в мережі електропостачання. Екологічний ефект біогазового виробництва полягає в екологічно безпечній переробці органічних відходів та побічних продуктів тваринного походження, не призначених для споживання людиною, за рахунок зброджування.

Застосування біогазових установок можливе на тих підприємствах, де є достатня кількість субстрату (органічних відходів): відходи бойні на м'ясопереробних підприємствах (кров, жир, кишки); на підприємствах з виробництва пива (пивна дробина); буряковий жом при виробництві цукру; рослинні відходи, силос, зіпріле чи підгниле зерно, та інші відходи харчової промисловості. Харчові відходи заслуговують на увагу, оскільки є енергетичними ресурсами, що сприяють зниженню вартості утилізації, а також захисту навколишнього середовища. Харчові відходи утворюються постійно, їх не потрібно спеціально культивувати і можна ефективно використовувати, оскільки вони є високоенергетичною сировиною для виробництва енергії [6]. Також сировиною для виробництва біогазу є гній великої рогатої худоби і свиней, пташиний послід.



На сьогодні у ЄС забезпечено понад 210 тис. робочих місць у біогазовому та біометановому виробництві. Обидва сектори в сукупності створюють в цілому близько 420 тис. робочих місць до 2030 року і більше мільйона робочих місць до 2050 року [1].

Технологічне рішення щодо підключення біометанового заводу це достатньо нова сфера бізнесу для України і тут відчувається дефіцит кваліфікованих кадрів. Якщо говорити про технологічні рішення для підключення біометанових заводів, то тут також є складнощі із спеціалістами, які зможуть не тільки запропонувати таке технологічне рішення, а й в подальшому обслуговувати його – для цього необхідно мати відповідні знання, досвід та доступ до технологій. [1].

Безпечна експлуатація, пожежо- та вибухозахист біогазової установки є одним із найважливіших способів захисту працівників та навколишнього середовища від серйозного впливу цих факторів. За останні десятиліття активного використання біогазових установок було накопичено значний досвід у забезпеченні надійності та їх безпечної експлуатації. Працівники, які працюють на виробництві біогазової продукції повинні проходити: медичний огляд, навчання та інструктажі з охорони праці та дотримуватися всіх правил, що зазначені в інструкції з охорони праці на робочому місці.

Існує ризик виникнення небезпечної або аварійної ситуації через електричні пристрої, обертові частини, труби та обладнання, що працює під тиском. При проектуванні біогазових установок повинні бути розроблені заходи безпеки виробничого персоналу при роботі з пристроями, автоматичними та спеціалізованими пристроями згідно чинного законодавства України з охорони праці.

Біогазова установка повинна мати датчики аварійного відключення за параметрами: зниження тиску газу нижче мінімального значення; підвищення тиску газу вище максимально допустимого значення; включення датчика обмеження температури; включення датчика аварійного відключення; підключення датчика пожежі або оповіщення газу; контроль роботи системи вентиляції; системи визначення температури, контроль повітря в приміщенні. При витоку газу спрацьовує спеціальний датчик, після цього включається система сповіщення персоналу (звукова або світлова сигналізація) і відбувається аварійне відключення системи біогазової установки.

Біогазові установки можуть у багатьох випадках виступати джерелом небезпеки так як біогаз включає такі елементи: сірководень (H_2S) – безбарвний отруйний газ нервової дії, горючий із неприємним запахом; щільність 1,539 г/л при $0^\circ C$ та тиску 760 мм рт. ст., викликає параліч дихання вже за концентрації 1 г/м³, ступінь токсичності – 2, сірководень важчий за повітря і може накопичуватися в підвальних приміщеннях, шахтах, колодязях; вуглекислий газ (CO_2) – безбарвний, інертний, негорючий газ, важчий за повітря, щільність 1,977 г/л при $0^\circ C$ при тиску 760 мм рт. ст., накопичується в нижніх ділянках поверхні, підвалах, тунелях, ступінь токсичності – 4, при великих концентраціях викликає кисневе голодування, при отруєнні викликає сонливість, розлади координації руху, втрату свідомості.



Біогаз (суміш газів) – безбарвний горючий газ, щільність 1,2 г/л при 0°C та тиску 760 мм рт. ст., має серйозну небезпеку при ремонтних роботах у підвальних приміщеннях, шахтах, колодязях.

Проходження газу необхідно контролювати рідинним гідрозатвором. Під час експлуатації місця витоку газу необхідно шукати тільки за допомогою піноутворюючих розчинів.

Неочищений біогаз є дуже отруйною речовиною для працівника через наявність у ньому сірководню, який має сильну токсичну дію і викликає задишку. Біогаз навіть після обробки без сірки може призвести до смерті через нестачу кисню [4]. Газ метан, у свою чергу, негативно впливає на центральну нервову систему, пригнічує її роботу і координацію рухів. Він небезпечний при концентрації більше 5%.

Токсичність біогазу і вибухонебезпечність – це два фактори, які повинні враховуватися експлуатації біогазових установок. Ризик вибуху метану, при змішуванні метану з повітрям у пропорції 5-15% об'єму.

Суміш газу з повітрям, що має вибуховість у певних межах, вибухає при зовнішньому джерелі енергії (вогонь, електрична іскра) певної потужності, вище температури самозаймання газ починає окислюватися, і цей процес набуває вибухового характеру (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика вибухо- та пожежонебезпечних газів

№	Назва газу	Характеристика вибухо-та пожежонебезпеки
1	Водень	Найбільшу вибухонебезпечність водень має при об'ємному відношенні водню і кисню 2:1, або водню та повітря приблизно 2:5, оскільки в повітрі міститься приблизно 21 % кисню. Також водень пожежонебезпечний. Рідкий водень при потраплянні на шкіру може викликати сильне обмороження
2	Метан	З повітрям метан утворює вибухові суміші. При вмісті в повітрі до 5...6 % метан горить біля джерела тепла (температура запалення 650...750 °C), при вмісті 5...15,2 (16)% – вибухає, понад 16 % – може горіти при припливі кисню, зниження при цьому концентрації метану вибухонебезпечне.
3	Сірководень	Горючий газ, межі спалахування 4,3%...45,5%, температура самозаймання – 290°C. Пари в замкнених об'ємах утворюють вибухонебезпечні концентрації.

При виконанні робіт, що спрямовані на охорону праці персоналу біогазових комплексів необхідно дотримуватися норм безпеки роботи на підприємствах відповідно до НПАОП 01.0-1.02-18 "Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві", а також – передбачені правилами техніки безпеки експлуатації біогазових установок.

Розміщення ферментаторів та інших споруд на плані підприємства повинні відповідати вимогам ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій", ДБН В.2.5-20-2018 "Газопостачання" та ВНТП-АПК-09.06 "Система видалення, обробки, підготовки та використання гною".

Щоб гарантувати безпеку персоналу необхідно встановлювати обладнання, що сповіщає про небезпеку вибуху газів.

На видних місцях необхідно встановити первинні засоби пожежогасіння, що призначені для певних категорій приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою згідно ДБН В.1.1-7:2016 та ДСТУ Б В.1.1-4, а саме: ферментатор – В; резервуари з/б – Д; технічні приміщення – Д.



Вибухонебезпечні зони: територія в радіусі 1,0 метра навколо газової системи, горловини вивідного трубопроводу і на відстані 5,0 метрів від накопичувача газу (газгольдера) і резервуара для бродіння (ферментатора), вважаються вибухонебезпечними.

В межах цих зон все електрообладнання та техніка виконуються в вибухозахищеному варіанті.

У разі виникнення аварійних ситуацій, необхідно передбачити протипожежні заходи згідно вимог ДБН В.2.5-74:2013.

Висновки.

На основі проведеного аналізу, з метою мінімізації ризику виникнення аварійних ситуацій і аварій у ході експлуатації об'єктів з виробництва біогазу необхідно передбачити ряд організаційно-технічних заходів з безпеки праці: проводити систематичну діагностику стану обладнання із застосуванням сучасних технічних засобів; проводити щорічне планування робіт щодо підвищення промислової безпеки (покращення умов праці працівників, оснащення їх сучасними й безпечними засобами праці, підтримання в відповідному стані потенційно небезпечні зони робочих ділянок); проводити планування засобів щодо забезпечення пожежної безпеки; впровадження заходів щодо забезпечення безаварійної й безпечної роботи в несприятливих погодних умовах; проводити розробку і своєчасне коригування планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, графіків учбових тренувань з опрацюванням дій на випадок аварійної ситуації (аварії); проводити систематичне навчання персоналу методам, способам, засобам забезпечення безпеки виробничого процесу і безпечних умов праці (в тому числі підвищення кваліфікації й перепідготовка кадрів) з обов'язковою перевіркою знань. У випадку аварійної ситуації для максимального зменшення збитків необхідно: оперативно виявити джерело забруднення навколишнього природного середовища; знайти можливість як найшвидшого усунення аварійної ситуації і недопущення переходу в катастрофічну.

Література:

1. Гоцик І. Біометан – європейський досвід та українські реалії. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ua.interfax.com.ua/news/blog/783840.html>
2. Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2021 р. № 1803-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text>.
3. Директива Європейського парламенту і ради 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-12#n89
4. Эдэр, Б. Биогазовые установки. Практическое пособие / Б. Эдэр, Х. Шульдц. – Германия: Издательство им. И. А. Реддиха, – 2011. – с. 268.
5. Kovalenko V. The methodology of determining the efficiency of using biogas mixtures in industrial furnace installations / V. Kovalenko, A. Cheilytko // Polish



journal of science. Warszawa, Poland, 2019. – №19 (VOL. 1). – P. 39 – 42.

6. Токарчук Д. М. Перспективи використання відходів рослинництва на виробництво біогазу в Україні / Д. М. Токарчук, Н. В. Пришляк, Я. В. Паламаренко// Агросвіт, 2020, – № 22, – С. 51-57.

Abstract. *The article considers the dangerous factors that can pose risks in the event of accidents and accidents during the operation of industrial facilities for biogas production It has been established that biogas plants can in many cases be a source of danger for workers, as biogas includes harmful and hazardous factors. Organizational and technical measures aimed at safe operation of biogas plants are proposed, which is one of the most important ways to protect workers and the environment while minimizing the risk of emergencies.*

Key words: *biogas plants, safety, labor, explosion hazard, food production.*

Стаття відправлена: 23.01.2022 р.

© Сірик А.О., Євтушенко О.В., Мальцева А.В.



УДК 664.641.2

**ORGANIC BREAD WITH TEF FLOUR
ОРГАНІЧНИЙ ХЛІБ ІЗ БОРОШНОМ ТЕФУ****Falendysh N.O. / Фалендиш Н.О.***Ph.D., associate professors / к.т.н., доцент*

ORCID: 0000-0002-2571-3643

Blazhenko M.S. / Блаженко М.С.*postgraduate student / аспірант**National University of Food Technologies, Kiev, Volodymyrska 68, 01601**Національний університет харчових технологій, Володимирська 68 01601***Belinska K. / Белінська К.О.***Ph.D / к.т.н.*

ORCID: 0000-0001-8765-5998

*Kamianets Podilskyi National Ivan Ohienko University,**Kamianets Podilskyi, Suvorova, 52, 32300**Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка,**Кам'янець-Подільський, Суворова, 52, 32300*

The possibility of using the organic teff flour the production of organic bread from the first grade wheat flour is investigated in the article. The influence of the teff flour on the technological process, dough and bread quality has been studied. It was found that the introduction of the teff flour to replace wheat flour, in the amount of 10 and 20% reduces the duration of aging of the dough due to the lack of gluten in its composition.

It is determined that the introduction of 10% of flour from teff, to replace wheat flour of the first grade, provides the appropriate quality of bread and contributes to its enrichment with physiological and functional ingredients.

Keywords: bread, tefu flour, gluten, gas formation

Introduction. The development of organic production is quite relevant today due to a number of obvious environmental, economic and social benefits inherent in this area of activity.

Organic products are more beneficial to consumers by minimizing the health effects of toxic and persistent chemicals. The average conventional vegetable and fruit contains more than 20 pesticides, meat and milk, in turn, contain antibiotics, hormones, growth stimulants.

One of the important aspects to pay attention to is caring for the environment. After all, the production of organic products does not contaminate the soil, does not get into it pesticides, growth hormones and other extremely harmful substances, it is completely safe for nature production.

The advantages of organic products: excellent taste, no harmful additives, high standards for organic products have a positive impact on your body, guard your health; organic products are safe for humans and the environment, they are not contaminated by nitrates, heavy metals, residual pesticides, herbicides and other substances of chemical synthesis; organic products contain no pathogens, parasites and allergic components; organic products do not contain genetically modified organisms and substances made on their basis; organic food store nutritional properties, quality, safety and natural composition during processing, since only natural methods of processing and traditional recipes, natural substances and



materials for packaging, prohibited the use of synthetic flavors, preservatives, additives, etc.; use organic products indirectly promotes the preservation of the environment, namely a positive impact on the reproduction of natural soil fertility, promote the growth of natural biodiversity, improves animal health, since they used such methods of detention that are consistent with their natural needs and not cause suffering to animals.

According to research by scientists from different countries, 50% more organic products contain more minerals, vitamins and other nutrients than similar products from industrial farms. Therefore, the world market for organic products is developing rapidly.

Numerous studies have shown that organically derived ingredients contain more nutrients and antioxidants that have anti-cancer properties than their conventionally derived counterparts.

Tef is another name for Abyssinian, Abyssinian grass. Its grains are too small and therefore easily carried by the wind and lost. Tefa grain is covered with a protective film.

The taste of the grains resembles the taste of nuts, a little sweet, so its grains go well with walnuts and hazelnuts.

Cereal tef is an agricultural crop that is widely consumed. For example, Africans make high-quality wholemeal bread from teff. Ethiopian pastries are baked from ground grain. In addition, in Ethiopia, such flour is used to bake both bread and confectionery [1].

Tefu grains contain from: 6.0% to 9.0% of proteins; 70.0% to 74.0% of carbohydrates; 2.2% to 3.5% fat; 2.4% of ash substances [2].

The caloric content of tefa seeds is quite high - 335.2 kcal, which allows you to quickly saturate the body and get rid of hunger, but at the same time this product helps to lose weight.

The plant contains B vitamins, vitamins A, E, D, PP, choline, and especially vitamin C, which is there in large quantities, so tefa has a strengthening and immunostimulating effect. This composition explains the fact that the grains of the plant have long occupied a niche in the food industry, flour and cereals from teff - an indispensable ingredient in cooking.

Teff is also rich in useful macro-and micronutrients: calcium, potassium, magnesium, copper, zinc, manganese, phosphorus, sodium, selenium, iron. It is worth noting that tefa grains are rich in iron. They have 2.5 to 4.8 times more of this mineral than, for example, wheat grains.

Tefa seeds do not contain gluten (fiber), like other cereals, so tefa dishes can be used to feed people with gluten disease (celiac disease).

Materials and methods. The object of research of this scientific work were organic raw materials (wheat flour and tefu flour) and finished products. Methods of research of raw materials: determination of organoleptic parameters, flour size, mass fraction of moisture (accelerated method), flour acidity, quality and quantity of gluten, spreading of dough balls. Research methods of finished products: trial baking and evaluation of bread quality by organoleptic and physicochemical parameters [3].



To establish a rational amount of substitution of premium wheat flour for tefu flour, formulations of prototypes using 10 and 20% of tefu flour were proposed.

The dough was prepared by steamless method. Kneading the dough and forming the products was done manually. The aging was carried out in a stand cabinet at a temperature of $35 \pm 1^\circ\text{C}$ and a relative humidity of 80-85% until ready. Bread was baked in the oven F3-HPK at a temperature of 220-230 °C. Gas formation in semi-finished products was evaluated by the amount of CO_2 , volumetric method [3].

Results. The aim of the research was to determine: quality indicators of raw materials, namely tef flour, rational dosing of tef flour in the production of organic bread from wheat flour and to establish the impact of tef flour on bread quality. Analysis of the quality of tefu flour showed that: the color of the flour is gray with a greenish tinge; smell - raw flour; the taste corresponds to flour; mineral impurities are absent; mass fraction of moisture - 9.3%; size - 90.7%; acidity - 10 degrees; water absorption capacity 428.0%.

The effect of teff flour on the quantity and quality of gluten washed from the dough, with dosages of 10 and 20%, was determined. From the obtained data it can be concluded that the replacement of wheat flour with flour from teff, in the amount of 10 and 20%, reduces the amount of crude gluten during washing, by 0.66 - 1.56%. The lower content of gluten in the samples with the additive compared to the control can be explained by the fact that the flour from teff does not contain gluten proteins, as well as the sufficient content of grain shells, which with wheat dough proteins form complexes lost during washing.

The stability of the dough increases with the addition of 10% flour from teff by 4%, with 20% deteriorates by 17%. The spreading of the dough increases. The acidity of the dough increases with the addition of tefu flour 10 - 20% by 0.8 -1.8 degrees, respectively.

Analysis of the dynamics of gas formation showed that the introduction of tef flour in the amount of 10 and 20% increases the activity of gas formation and prolongs the fermentation time of the dough to 90 minutes, while in the control sample the optimal fermentation time is 60 minutes.

Analysis of finished products showed that with increasing dosage of tefu flour, the color of the crust becomes more intense, the porosity of the crumb is well developed, thick-walled, the color of the crumb acquires a grayish color, the intensity of which increases with increasing dosage of tefu flour, taste and smell supplements.

The results of the study showed that the elasticity of the crumb, compared to the control sample, did not change in almost all samples. A study of the specific volume of bread showed that in finished products with the addition of teff flour 10 and 20%, this figure, compared to the control sample, decreases by 9 and 22%, respectively, and correlates with the data on the spread of the dough. Therefore, increasing the dosage of tefu flour has a negative effect on this indicator and requires adjustment of the technological process.

According to the results of research, a rational dosage of tefu flour in the amount of 10% to replace wheat flour was determined, because at this dosage the finished products have organoleptic and physicochemical parameters closest to the control sample and increased nutritional value.



Analysis of literature sources showed that the enrichment of bakery products with vitamins, micro- and macronutrients, or the introduction of gluten-free flour remains a promising area of expanding the range of organic bread products for therapeutic or prophylactic or even general purposes.

Conclusions. The results of the research made it possible to substantiate the use of tefu flour in the technology of organic bread to improve the quality of finished products and increase their nutritional and biological value.

Bibliography:

1. Волде Е.Б. Экономические проблемы производства зерна в эфиопии. / Волде Еханнес Бесерат; . - Москва, 1998. - 26 с.
2. Полевичка / Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд. - М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.
3. Дробот, В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик та ін. - К.: Центр навч. літератури. 2006. - 341 с.
4. Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини: Закон України від 03.09.2013 No 425-VII [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/425-18>.
5. Фещенко Н.М. Проблемні моменти ринку органічної сільськогосподарської продукції. Інноваційна економіка. 2013. №7. С. 141-150.

Анотація. В статті досліджено можливість використання органічного борошна з тефу для виробництва органічного хліба із пшеничного борошна першого сорту. Вивчено вплив борошна з тефу на технологічний процес, якість тіста та хліба. Встановлено, що внесення борошна з тефу на заміну пшеничному борошну, у кількості 10 та 20 % скорочує тривалість вистоювання тістових заготовок через відсутність глютену у своєму складі.

Визначено, що внесення 10 % борошна з тефу, на заміну пшеничного борошна першого сорту, забезпечує відповідну якість хліба і сприяє його збагаченню фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Key words: хліб, борошно тефу, клейковина, газоутворення.

Статья отправлена: 24.01.2022 г.

© Фалендиш Н.О.



UDC 66.069.84; 66.084; 628.316; 628.32; 628.16

INTENSIFICATION OF WATER TREATMENT TECHNOLOGY BY DISCRETE-PULSE ENERGY INPUT ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ШЛЯХОМ ДИСКРЕТНО- ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Dolinskyi A.A. / Долінський А.А.*Academician of the NAS of Ukraine, prof. / академік НАН України, проф.***Obodovych O.M. / Ободович О.М.***d.t.s., chief researcher / д.т.н., гол.н.с.*

ORCID: 0000-0001-7213-3118

Tselen B.Ya. / Целень Б.Я.*c.t.s., leading researcher / к.т.н., пров.н.с.*

ORCID: 0000-0001-5213-0219

Sydorenko V.V. / Сидоренко В.В.*c.t.s., senior researcher / к.т.н., с.н.с.*

ORCID: 0000-0001-7735-7719

Ivanytskyi H.K. / Іваницький Г.К.*d.t.s., leading researcher / д.т.н., пров.н.с.*

ORCID: 0000-0002-0486-2359

Lymar A.Yu. / Лимар А.Ю.*c.t.s., researcher / к.т.н., н.с.*

ORCID: 0000-0002-6256-0746

Radchenko N.L. / Радченко Н.Л.*c.t.s., senior researcher / к.т.н., с.н.с.*

ORCID: 0000-0002-5315-1609

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv, Marii Kapnist, 2a, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Марії Капніст, 2а, 03057*

Annotation. The application of the method of discrete-pulse energy input for neutralization of the condensate of natural gas combustion products, intensification of aeration treatment of water during purification from iron and manganese ions and reducing the total water hardness is considered. It established that the application of this method allows effectively neutralize condensate by removing dissolved carbonic acid without adding reagents, reduce the total hardness of water as well as to intensify the process of water purification from iron and manganese ions in industrial conditions.

Keywords: discrete-pulse energy input, condensate, water, carbonic acid, neutralization, aeration, iron, manganese, rotary-pulse apparatus, ammonium hydroxide, total water hardness.

The Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine has launched a new scientific field known as the principle of discrete-pulse energy input (DPEI). Within this area, about 50 innovative technologies and more than 900 units of energy-efficient equipment designed and implemented, which successfully used in various industries.

A number of physical phenomena, such as adiabatic boiling and cavitation, accompanied by shear stresses and perturbation of the interfacial surface, developed contact surface of gas-liquid phases, etc. realized in the devices developed within this direction. The study of the influence of DPEI mechanisms on the properties of water and water systems revealed a change in some of their physicochemical properties, in particular, increasing the hydrogen index (pH) while maintaining its stable value for a



long time (up to two years). The use of the DPEI method in water aeration creates a fine-bubble water-air suspension with a significant contact surface, which intensifies the process of water saturation with oxygen. This technology used in the separation of dissolved iron from water.

Today in Ukraine, the issue of modernization of the energy sector, in particular, industrial and municipal gas boilers to reduce natural gas consumption is relevant. To solve this problem it proposed to operate them in the mode of deep utilization of flue gas (condensing mode) by equipping with heat recovery. This will increase the efficiency of boilers by 5÷6 percentage and reduce natural gas consumption by about 500 million m³ per year.

However, when operating boilers in the mode of deep heat recovery from flue gases, as a result of contact of water vapor formed during the combustion reaction of gas with other combustion products, condensate with pronounced acidic properties (pH=3.8÷4.9) is formed. Given the solubility of individual components of combustion products in water, as well as the design of modern gas boilers and fuel combustion methods aimed at minimizing the formation of nitrogen oxides and carbon monoxide, it can be considered that the formed condensate is an aqueous solution of carbonic acid with relatively few impurities.

The volume of condensate formed is approximately 145 l/h for a boiler with a capacity of 1000 kW and increases in proportion to the increase in boiler power. Given the acidity of this condensate, it can't be drained into the sewer without prior neutralization. In modern practice, neutralization is carried out by passing acidic condensate through a layer of neutralizing reagent (for boilers up to 1000 kW) or dosing liquid reagent (for boilers over 1000 kW), which involves additional costs for neutralizing reagent and contamination of reaction products.

The condensate can be neutralized using absorption devices (decarbonizers), but this method of neutralization is associated with significant specific material and energy costs.

The proposed method of neutralizing condensate, developed at the Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine based on the DPEI principle, based on physical impact on the treated environment without the use of chemical reagents and implemented in high-efficiency small equipment with low specific energy consumption. The use of such DPEI mechanisms as high-frequency hydrodynamic oscillations accompanied by high circumferential velocities and shear stresses, as well as transient phase transitions allows reducing the carbonic acid content to a neutral pH value [1].

In Fig. 1 shows the dependence of the change in the pH of condensate on the duration of treatment. At a final pH value of 6.5 for the condensate, the dissolved carbon dioxide content is 0.03 mg/l (the initial dissolved carbon dioxide content in the condensate at pH 4.7 was 62 mg/l).

Thousands of medium and low-capacity steam and hot water boilers operate in the country's industry, municipal energy, and agriculture. Their reliable operation largely determined by the maintenance of a rational water-chemical regime.

The transparency of water, its hardness, the content of iron and copper, the amount of dissolved oxygen in water, the pH value, and the content of petroleum



products regulated.

The high content of dissolved iron (usually with manganese) in water leads to the formation of sludge during its oxidation, which settles on surfaces. Together with scale, these deposits reduce the diameter of the pipes, thicken the walls of the boilers, clog the filters, and clog the water inside the boiler. Requirements for iron content in feed water for different types of boiler equipment are different and range mainly from 0.03 to 0.6 mg/l.

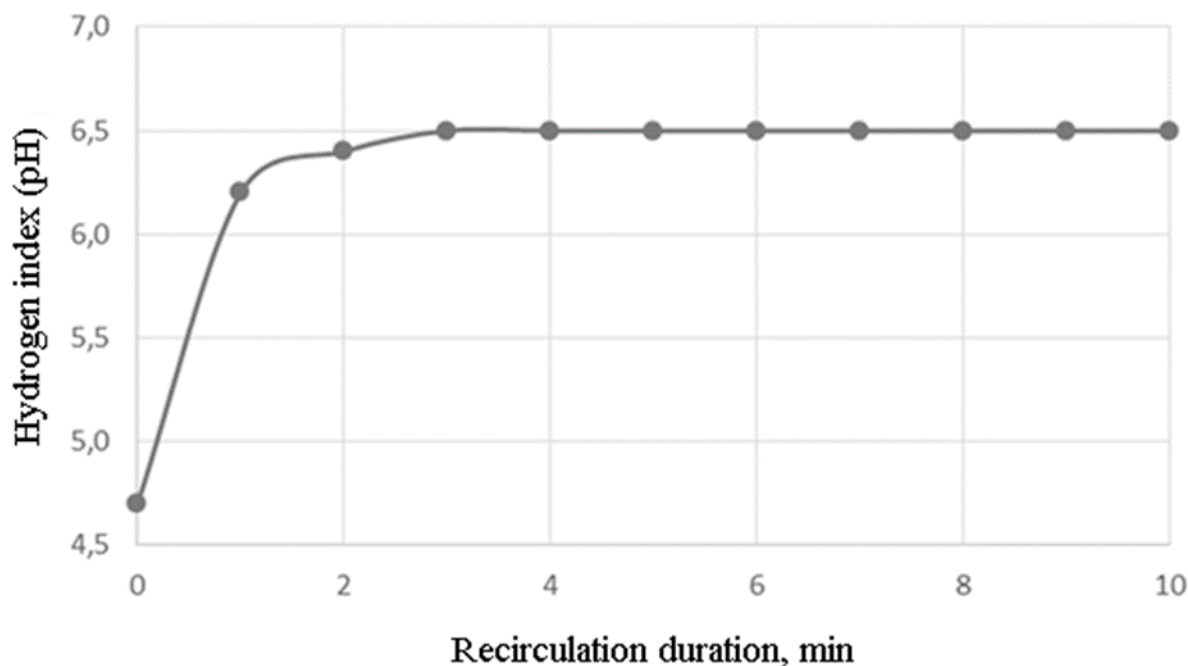


Figure 1 – Changing the pH of condensate after treatment with the DPEI method

Author's development

Intensification of the iron removal from artesian water took place in aeration-oxidation unit of rotary type [2]. In fig. 2 shows the dependence of the change in the concentration of iron ions in water on the number of processing cycles at different speeds of rotor rotation.

The results of studies have shown that the treatment of water in the aerator-oxidant can effectively reduce the concentration of iron ions in water. Thus, at an angular velocity of rotor 3300 rpm, the concentration of iron ions in one treatment cycle decreases from 3.5 to 0.25 mg / l. With the reduction of the angular velocity to 2700 rpm and 2100 rpm to achieve the desired result (≤ 0.3 mg/l) it is necessary to increase the number of treatment cycles.

Water treatment for energy facilities has become especially important today. Physical and chemical properties of water and steam largely determine the service life of equipment. Scale, oxygen and carbonic acid corrosion lead to reduced heat transfer, reduced service life and equipment failure, increased heat loss. Dissolved in water oxygen and carbon dioxide increase the rate of corrosion of steel, especially at elevated temperatures. Research on the use of the method of discrete-pulse energy input to reduce water hardness conducted at the Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine [2, 3].

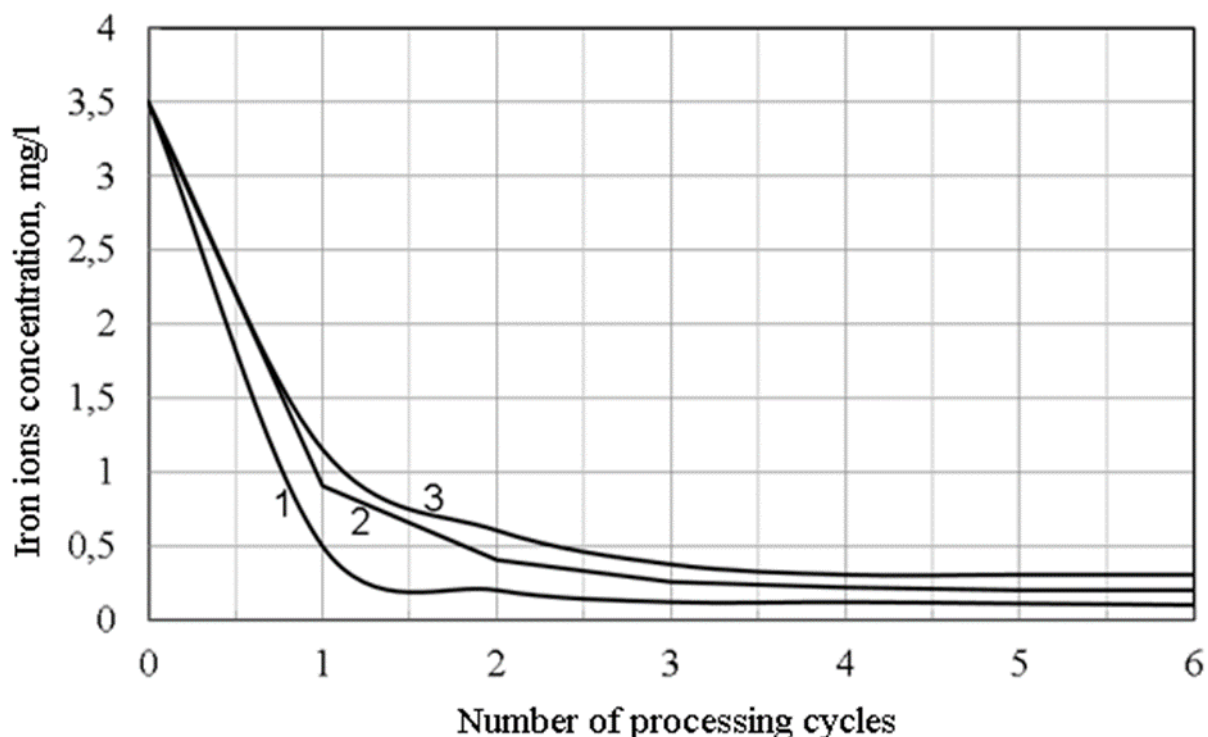


Figure 2 – Dependence of changes in the concentration of iron ions in water on the number of processing cycles at rotor rotation speed:

1 – 3300 rpm; 2 – 2700 rpm; 3 – 2100 rpm

Author's development

Table 1 shows the results of changes in physicochemical parameters of artesian water depending on the time of treatment by discrete-pulse energy input in the rotor-pulsation apparatus (thickness of the inter-cylinder gap 100 μm) [3] at an initial temperature of 20°C.

An additional experimental study found that the addition to artesian water of ammonia hydrate in amount of 0.01% mass under the same conditions leads to an increase in pH and a decrease in overall hardness (table 1).

Table 1 - Physico-chemical parameters of artesian water under different processing conditions using the method of discrete-pulse energy input

Indicator	Source water	One-time treatment (1 cycle)	Processing for 5 cycles	Treatment of 5 cycles with 0.01%mass ammonium hydroxide	Regulatory indicators of feed water for boilers
Hydrogen index (pH)	7,12	7,51	7,81	9,05	8,5÷10,5
Total hardness, °H	1,8	1,74	1,72	0,36	0,04

Source: [3], author's development (treatment of 5 cycles with 0.01%mass ammonium hydroxide).



Conclusions.

1. Implementation of the condensate neutralization apparatus will improve the environment by reducing the amount of harmful wastewater (chemically contaminated neutralized condensate and wastewater softening apparatus), rational use of water resources by saving up to 8.5 million m³ of water in case of reuse of neutralized condensate.

2. The high efficiency of the DPEI method in the process of aeration water treatment confirmed, which allows intensifying the process of its purification from iron and manganese ions in industrial conditions.

3. Addition to water of ammonium hydroxide in amount of 0.01% mass followed by processing using the method of discrete-pulse energy input in the rotor-pulsation apparatus provides a significant reduction in water hardness.

List of references:

1. Dolinskiy A.A., Tselen B.Ya., Ivanitskiy G.K., Konyk A.V., Radchenko N.L., Hartviih A.P. (2017). Using of the energy discrete-pulse input method for the condensate natural gas combustion products neutralizing. *Scientific Works of ONAFT*, 81(1), 9–14.

2. A. Dolinsky, O. Obodovych, V. Sydorenko, N. Husiatynska. (2018). The realities of the present and future prospects of drinking and technological water. *Scientific Works of NUFT*, 24(2), 247–255.

3. A. Dolinsky, A. Konyk, N. Radchenko. (2016). Influence of instantaneous depressurization on properties of water. high-frequency hydrodynamic vibrations. *Scientific Works of NUFT*, 22(3), 157–165.

Анотація. В статті розглянуто застосування методу дискретно-імпульсного введення енергії для нейтралізації конденсату продуктів згоряння природного газу, інтенсифікації аераційної обробки води при очищенні від іонів заліза та марганцю і зниження її загальної жорсткості. Наведені фізичні явища, що виникають при роботі даного методу і їх вплив на властивості водних систем. Обґрунтовано доцільність застосування методу для нейтралізації конденсату продуктів згоряння природного газу, що дасть змогу підвищити ефективність роботи котлів на 5÷6% і скоротити споживання природного газу приблизно на 500 млн. м³ протягом року, а також поліпшити стан довкілля за рахунок зменшення кількості шкідливих стоків (хімічно забрудненого нейтралізованого конденсату і відходів установок пом'якшення води) і раціонально використовувати водні ресурси шляхом економії до 8,5 млн. м³ води у випадку повторного використання нейтралізованого конденсату. Досліджено вплив методу на інтенсифікацію процесу знезалізнення артезіанської води в аераційно-окиснювальній установці роторного типу. Виявлено, що при кутовій швидкості обертання ротора 3300 об/хв концентрація іонів заліза за один цикл обробки знижується з 3,5 до 0,25 мг/л. Зі зменшенням кутової швидкості до 2700 об/хв та 2100 об/хв для досягнення бажаного результату ($\leq 0,3$ мг/л) необхідно збільшувати кількість циклів обробки. Встановлено, що застосування методу дискретно-імпульсного введення енергії дозволяє ефективно нейтралізувати конденсат шляхом вилучення розчиненої вуглекислоти без додавання реагентів, більш ефективно знижувати жорсткість води шляхом її обробки даним методом з додаванням гідроксиду амонію, а також інтенсифікувати процес очищення води від іонів заліза та марганцю в промислових умовах.



Ключові слова: дискретно-імпульсне введення енергії, конденсат, вода, вугільна кислота, нейтралізація, аерація, залізо, марганець, роторно-пульсаційний апарат, гідроксид амонію, загальна жорсткість води.

Стаття отправлена: 24.01.2022 г.

© Долінський А.А., Ободович О.М., Целень Б.Я., Сидоренко В.В.,
Іваницький Г.К., Лимар А.Ю., Радченко Н.Л.



УДК 502.51:622.363.8

**MONITORING OF NITRATE CONTENT IN GROUNDWATER
МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ****Baitova S.N. / Баитова С.Н.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-3139-7998

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Shmidt 3, 212027**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,**Могилев, пр. Шмидта 3, 210027***Zhuravska N.E. / Журавская Н.Е.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4657-0493

*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Vozduhoflotsky 31, 03680**Киевский национальный университет строительства и архитектуры,**Киев, пр. Воздухофлотский 34, 03680*

Аннотация. Подземные воды, как компонент природной среды, играют ключевую роль в жизнедеятельности человека и всего живого в биосфере. Однако в водные объекты попадают загрязнители различной природы, в том числе и нитраты. В Республике Беларусь подземные воды используются в качестве питьевой воды, следовательно, воды, загрязнённые нитратами, представляют опасность для организма человека. Данная работа посвящена вопросам загрязнения нитратами подземных вод. Проведены исследования по определению содержания нитратов в подземных водах (колодцев, индивидуальных скважин, родников), расположенных на территории Могилевской области. Был проведен отбор проб воды из 43 источников: 19 шахтных колодцев, 14 индивидуальных скважин, 10 родников. Авторами проанализированы полученные результаты по концентрации нитратов в подземных водах исследованных источников воды и установлена возможность использования воды из данных источников на питьевые нужды. В 51,2 % обследованных водных источниках концентрация нитратов превысила допустимую норму (45 мг/дм³).

Ключевые слова: нитраты, мониторинг, концентрация, подземные воды, шахтные колодцы, индивидуальные скважины, родники.

Вступление.

Одной из проблем для Беларуси является загрязнение подземных вод нитратами. В Могилевской области загрязнение вод нитратами аккумулируется в центральной, юго-западной и южно-восточной частях [1].

Нитраты широко распространены в окружающей среде. В грунтовых водах всегда есть нитраты и нитриты, это обусловлено как естественными процессами круговорота азота в природе, так и техногенным влиянием. Естественное поступление нитратов в воду происходит при разложении микроорганизмами белков животного и растительного происхождения. Поступлению нитратов в воду способствует техногенное влияние: использование удобрений, бытовые стоки, удаление в почву осадка сточных вод, промышленные сбросы, вымывание из мест захоронения отходов и вымывание из атмосферы. Однако основной причиной поступления в воду нитратов является смыв с полей удобрений. Поскольку они хорошо растворимы в воде и практически не задерживаются в почве, то способны проникать на довольно большие глубины, загрязняя подземные воды [2, 3].



Высокие концентрации нитратов в питьевой воде создают угрозу здоровью населения и могут привести к нарушению транспортной системы крови, развитию гемолиза, аритмии, брадикардии и сердечной недостаточности, повышению образования продуктов свободнорадикального окисления, нарушению работы желудочно-кишечного тракта, канцерогенезу в желудочно-кишечном тракте и др [4].

В настоящее время общий статический объем пресных подземных вод в пределах Беларуси варьирует от 7,85...10,47 тыс. км³ [5]. Для 83,7 % потребителей водоснабжение многих сельских населенных пунктов (до 56 % сельского населения), усадеб городских и пригородных зон (до 7 % городского населения) обеспечивается за счёт подземных вод из шахтных колодцев. Поэтому вопрос безопасности подземных вод, с точки зрения содержания нитратов, является актуальным.

Объекты и методы.

Объектом исследования в данной работе являлись подземные воды Могилевской области. Отбор проб воды осуществлялся из шахтных колодцев, индивидуальных скважин и родников. Для проведения исследования был выбран метод прямой потенциометрии с использованием ионоселективных к нитрат-ионам электродов [4, 6]. Данный метод является одним из наиболее быстрых и точных методов и применяется при определении массовой концентрации нитратов от 50...500 мкг/дм³.

Результаты исследований.

В ходе научной работы проводились исследования по определению концентрации нитратов в подземных водах (колодцев, индивидуальных скважин, родников), расположенных на территории Могилевской области. Был проведен отбор проб воды из 43 источников: 19 шахтных колодцев, 14 индивидуальных скважин, 10 родников.

Шахтные колодцы.

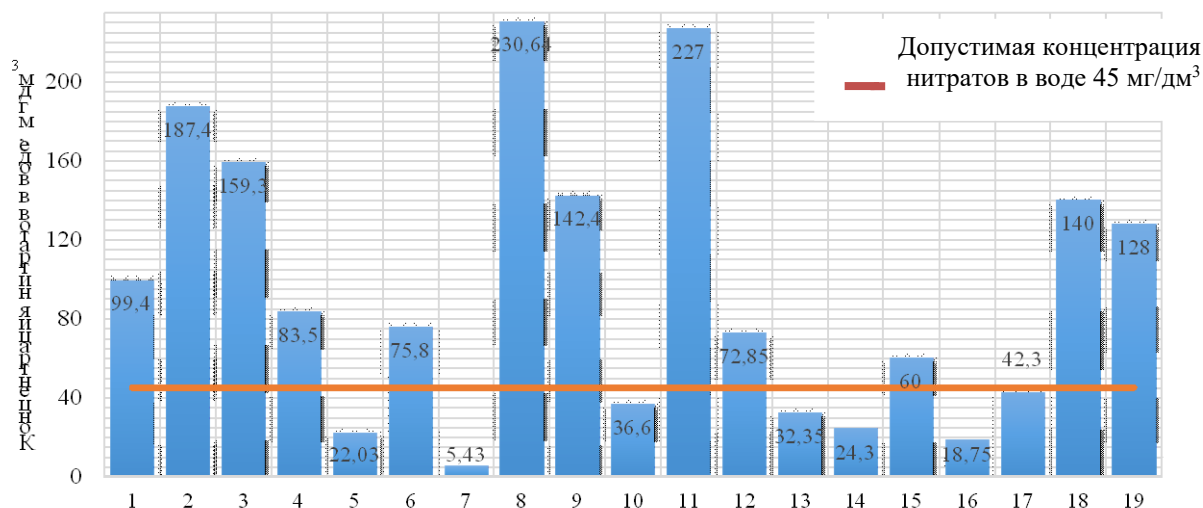
В ходе выполнения научной работы исследованиями были охвачены 19 колодцев. Содержание нитратов в воде шахтных колодцев Могилевской области варьировало от 1,8 мг/дм³ (с.т. Текстильщик) до 253 мг/дм³ (д. Старое Пашково). На рисунке 1 представлены полученные результаты среднего содержания нитратов в воде шахтных колодцев.

Из исследованных шахтных колодцев только 36,8 % отвечает требованиям СанПиН 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99» по концентрации нитратов.

Индивидуальные скважины.

Отбор проб воды осуществлялся из индивидуальных скважин глубиной от 11...34 м, расположенных на территории приусадебных и дачных участков. На графике (рисунок 2) представлены средние значения концентрации нитратов в воде индивидуальных скважин.

Максимальное количество содержания нитратов было зарегистрировано в воде индивидуальной скважины №3 д. Браково и составило 85,67 мг/дм³.



1 – Могилевский р-н, д. Чаусы, 2 – Могилевский р-н, д. Дашковка, шахтный колодец №1, 3 – Могилевский р-н, д. Дашковка, шахтный колодец №2, 4 – Могилевский р-н, д. Дашковка, шахтный колодец №3, 5 – Кировский р-н, д. Дубцы, 6 – Бобруйский р-н, д. Побоквичи, 7 – Быховский р-н, с. т. Текстильщик, 8 – Могилевский р-н, д. Старое Пашиково шахтный колодец №1, 9 – Могилевский р-н, д. Старое Пашиково шахтный колодец №2, 10 – Могилевский р-н, д. п. Пуца, 11 – Бельничский р-н, д. Старое Село, 12 – Могилевский р-н, д. Репище, 13 – Минский р-н, с. т. Заселье, 14 – Костюковичский р-н, аг. г. Шорейка, шахтный колодец №1, 15 – Костюковичский р-н, аг. г. Шорейка, шахтный колодец №2, 16 – Костюковичский р-н, аг. г. Шорейка, шахтный колодец №3, 17 – Могилевский р-н, д. Гусянка, 18 – Могилевский р-н, д. Селец, 19 – Могилевский р-н, д. Супоницы.

Рисунок 1 – Концентрация нитратов в воде шахтных колодцев

Авторская разработка

Полученные результаты показали, что только в 57,2 % индивидуальных скважин содержание нитратов в отобранных пробах воды не превышало допустимой нормы (45 мг/дм^3) и составило $5,13...37,90 \text{ мг/дм}^3$. В остальных индивидуальных скважинах (42,8 %) содержание нитрат-ионов превысило допустимую норму в $0,4...1,9$ раза.

Родники.

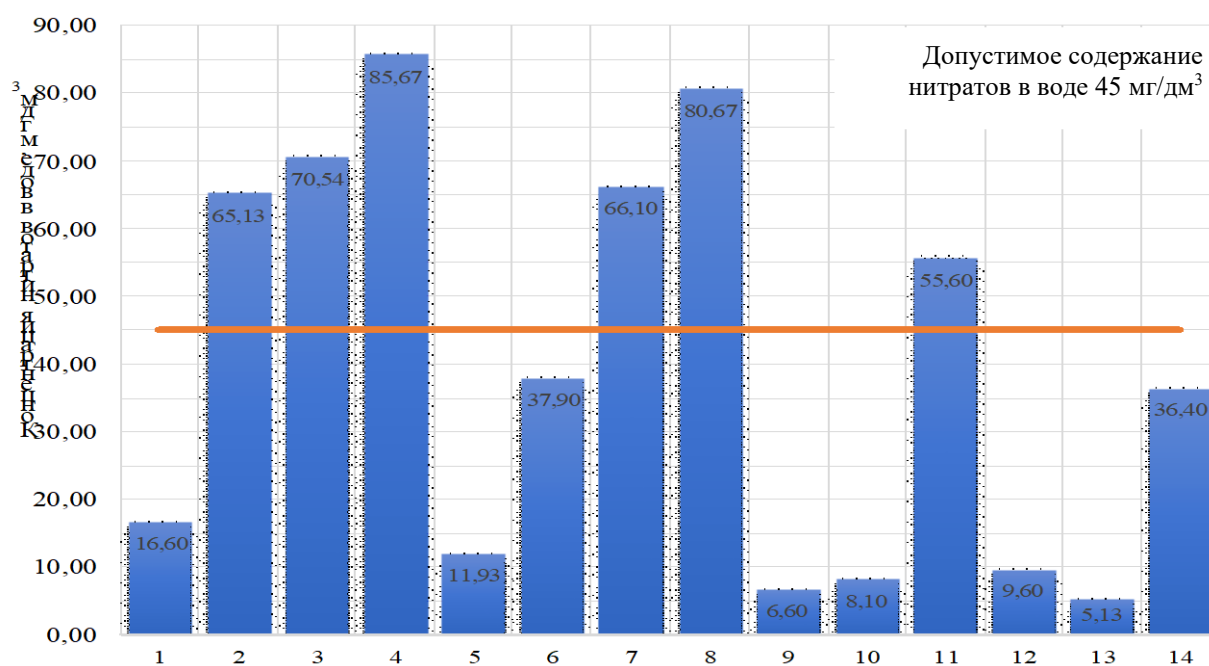
Родники – уникальные водные природные объекты с точки зрения их формирования, роли в сохранении ландшафтного и биологического разнообразия, возможности их использования для питьевых нужд. В Беларуси насчитывается более 1000 родников. Некоторые из них имеют статус памятников природы республиканского значения.

Родники, из которых был произведен отбор проб воды, находятся не только в зоне влияния населенных пунктов и сельскохозяйственной деятельности, но и местах без антропогенного воздействия.

Концентрация нитратов составила от $13,1 \text{ мг/дм}^3...107 \text{ мг/дм}^3$ (рисунок 3). Содержание нитратов в воде 60 % родников соответствовало допустимым нормам (45 мг/дм^3). Повышенное содержание нитратов было зафиксировано в четырех исследованных родниках. Превышение допустимых норм



концентрации нитратов в воде родников, находящихся на территории аг. Польшовичи Могилевского района («Польшовичская криница»), п. Тетерино Круглянского района, д. Княжицы Шкловского района, связано с антропогенным воздействием. В роднике, расположенном в лесном массиве вблизи д. Гремячая Дрибинского района, повышенное содержание нитратов объясняется естественными процессами, т.к. родник находится в хвойном лесу с дерново-подзолистой почвой, которая имеет кислую реакцию среды, что



обуславливает химическую активность иона NO_3^- .

1 – с.т. Ульяновка; 2, 3, 4 – Могилевский р-н, д. Браково, скважины №1, №2; №3; 5 – Бобруйский р-н, д. Побоковичи; 6 – Могилевский р-н, с.т. Швейник, участок №82; 7 – Могилевский р-н, д. т. Швейник, участок №83; 8 – Могилевский р-н, с.т. Швейник, участок №84; 9 – г. Бобруйск, завод ОАО «Фандок»; 10 – с.т. Заселье; 11 – д. Броды; 12 – Могилевский р-н, д. п. Пуца; 13, 14 – Быховский р-н, с.т. Текстильщик, скважины №1; №2.

Рисунок 2 – Концентрация нитратов в воде индивидуальных скважин

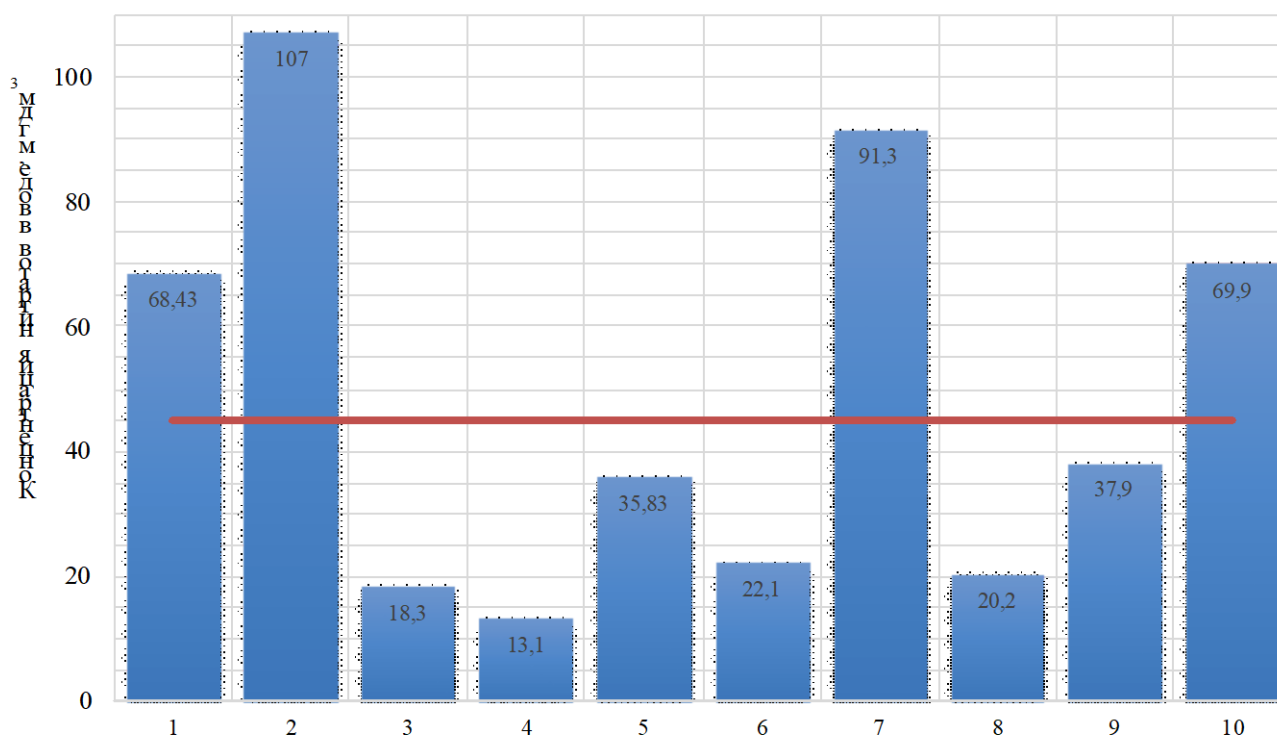
Авторская разработка

Закключение и выводы.

Таким образом, установлено, что содержание нитратов в отобранных пробах воды варьировало от 1,2...253 мг/дм³ (при допустимой норме 45 мг/дм³). В ходе исследования выявлено, что в 51,2 % источниках воды (из них: 63,2 % шахтные колодцы, 42,8 % индивидуальные скважины, 40,0 % родники) содержание нитратов в отобранных пробах воды превысило допустимую норму (45 мг/дм³). Вода шахтных колодцев (63,2 %) подвержена в большей степени загрязнению нитратами, по сравнению с индивидуальными скважинами и родниками. Это можно объяснить тем, что шахтные колодцы чаще всего размещаются в зонах интенсивной сельскохозяйственной деятельности, вблизи



сельскохозяйственных угодий, на которые вносятся различные органические и неорганические удобрения, богатые азотом. Следовательно, данная причина носит антропогенный характер. Превышение содержания нитратов в подземных водах родников обусловлено не только антропогенными факторами, но в некоторых случаях носит природный характер (тип и состав почв, вид растительности, климат, рельеф, глубина залегания). Мониторинг содержания нитратов в подземных водах, используемых на питьевые цели, является



актуальным для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека.

1 - Могилевский р-н, аг. Польшовичи («Польшовичская криница»), 2 - Круглянский р-н, п. Тетерино, 3 - Могилевский р-н, д. Бовшево,; 4 - Могилевский р-н, д. Калиновка, пойма реки Днепр; 5 - Быховский р-н, д. Барколабово; 6 - Славгородский р-н («Голубая криница»); 7 - Шкловский р-н, д. Княжицы; 8 - Шкловский р-н, д. Просалы; 9 - Чаусский р-н, д. Будино; 10 - Дрибинский р-н, д. Гремячая

— Допустимое содержание нитратов в воде 45 мг/дм³

Рисунок 3 – Концентрация нитратов в воде родников

Авторская разработка

Литература:

1. Карта загрязнения колодцев и родников в Могилевской области. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/675579.html> - Дата доступа: 24.04.2021.
2. Нитраты в воде. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://filter-water.by> – Дата доступа: 24.04.2021.
3. Проблема загрязнения подземных вод. - [Электронный ресурс] –



Режим доступа: <https://green.planeta.jimdo.com> – Дата доступа: 27.12.2020.

4. Что такое нитраты и чем они вредны. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://eda.bit.ua/> – Дата доступа: 19.05.2021.

5. Технология очистки подземных вод от нитратов. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/77753>- Дата доступа: 12.05.2021.

6. Определения концентратов в воде. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://chem21.info/info/1611690/>– Дата доступа: 21.05.2021.

Abstract. Groundwater, as a component of the natural environment, plays a key role in the life of man and all living things in the biosphere. However, pollutants of various nature, including nitrates, get into water bodies. In the Republic of Belarus, groundwater is used as drinking water, therefore, water contaminated with nitrates is dangerous for the human body. This work is devoted to the issues of groundwater pollution by nitrates. Studies have been carried out to determine the content of nitrates in groundwater (wells, individual wells, springs) located on the territory of the Mogilev region. Water sampling was carried out from 43 sources: 19 shaft wells, 14 individual wells, 10 springs. The authors analyzed the results obtained on the concentration of nitrates in the groundwater of the studied water sources and established the possibility of using water from these sources for drinking needs. In 51.2 % of the surveyed water sources, the concentration of nitrates exceeded the permissible norm (45 mg/dm³).

Key words: nitrates, monitoring, concentration, groundwater, mine wells, individual wells, springs.

Статья отправлена: 24.01.2022 г.

© Баитова С.Н.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-095>

DOI: 10.30888/2663-5712.2022-11-01-095

УДК 664.681.9

**MANUFACTURE AND MANUFACTURING ORGANIZATION
OF SPECIAL PURPOSE CAKE FOR RESTAURANT ESTABLISHMENTS
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТАРТУ СПЕЦІАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**

Pavliuchenko O. / Павлюченко О.С.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-8742-4150

Shteyman Z. / Штейман Ж.С.*Undergraduate / магістрант**National University of Food Technologies, Kyiv, Vladimirskaya, 68, 01601**Національний університет харчових технологій,**м. Київ, вул. Володимирська 68, 01601*

Анотація. У статті охарактеризовано хімічний склад підсолоджувача «Солодка стевія», інуліновмісної рослинної сировини – порошку з бульб топінамбуру, а також порошку куркуми для виготовлення борошняних кондитерських виробів спеціального призначення.

Досліджено можливість заміни цукру кристалічного на підсолоджувач «Солодка стевія» ТМ «Green Leaf», а також внесення рослинної сировини – порошку з бульб топінамбуру та куркуми. Наведено дані, що підтверджують можливість повної заміни цукру, а також внесення додаткової сировини. Встановлено, що тарти спеціального призначення мають достатньо високі органолептичні показники якості та зменшену на 199,05 ккал, порівняно з традиційною рецептурою, енергетичну цінність.

Ключові слова: стевія, порошок топінамбуру, підсолоджувач, рослинна сировина, тарт спеціального призначення.

Вступ.

У щоденному раціоні харчування значної частини населення нашої країни спостерігається дисбаланс щодо співвідношення в продуктах харчування білків, жирів, вуглеводів, недостатній вміст вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших нутрієнтів, що сприяє зниженню працездатності, загальної резистентності організму до захворювань і несприятливих факторів довкілля.

Організація «правильного» харчування сучасної людини потребує розширення існуючого асортименту та розроблення нових видів харчової продукції зі зниженим вмістом вуглеводів, зокрема, цукрів. Надмірне споживання яких є одним із визначальних факторів зростання захворюваності серед населення на цукровий діабет та ожиріння.

Актуальним постає питання розробки та розширення асортименту борошняної кондитерської продукції, яка б мала покращений склад макро-, мікронутрієнтів та за споживчими властивостями могла б максимально задовольнити потреби сучасного споживача.

Нині значна частина наукових розробок присвячена пошуку альтернативної заміни цукру в технологіях борошняних кондитерських виробів, а також збагаченням їх корисними елементами.

Аналіз літературних джерел вказує на ефективність заміни цукру



цукрозамінниками та підсолоджувачами, зокрема продуктами переробки стевії, карагеном, маннітом, еритролом, мальтитолом, ізомальтом, лактитолом і лактулозою [1,2,3,4].

Результати і обговорення.

Вироби із пісочного тіста посідають значне місце серед борошняної кондитерської продукції закладів ресторанного господарства. Одним із сучасних її видів, який користується попитом серед споживачів, є тарт.

Тарт (фр. Tarte) – традиційний борошняний кондитерський вирів французької кухні, відкритий пиріг з начинкою всередині, що не покрита тістом. Зазвичай основу для тарту виготовляють з пісочного тіста, класична рецептура якого обумовлює високу енергетичну цінність готових виробів за рахунок значного вмісту жирів (26%) та цукру (18%).

Для досліджень було обрано класичну рецептуру тарту з яблучною начинкою «Яблучний тарт», наведеною у табл. 1.

Таблиця 1 – Класична рецептура тарту з яблучною начинкою «Яблучний тарт»

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на порцію, г		Відповідність сировини нормативній документації
		в натурі	в сухих речовинах	
Борошно пшеничне в/с	85,5	58	49,59	ДСТУ 46.004-99
Цукрова пудра	99,85	16,5	16,48	ДСТУ 4623-2006
Яйця курячі 1	27	8,3	0,05	ДСТУ 5028:2008
Масло вершкове	75	20,1	15,08	ДСТУ 4399:2005
Яблука	73	166	124,5	ДСТУ 8133:2015
Цукор	99,85	50	49,93	ДСТУ 4623-2006
Крохмаль кукурудзяний	87	2	1,74	ДСТУ 3976-2000
Всього		321	257,37	

При розробці рецептури борошняного кондитерського виробу – тарту, ми використовували традиційну і нетрадиційну сировину, яка дозволила б замінити цукор та збагатити продукт біологічно активними компонентами.

Нами було запропоновано удосконалення рецептурного складу тартів з повною заміною цукру білого кристалічного на натуральний підсолоджувач «Солодка стевія» ТМ «Green Leaf». Даний продукт є гармонійним поєднанням еритрітолу (продукт ферментації кукурудзи) та екстрактом стевії (2,5%). Виробник рекомендує використовувати його у



технології холодних, гарячих напоїв, солодких страв та борошняних кондитерських виробів. Солодкість порошку «Солодка стевія» порівняно з цукром становить 1:1. Він має енергетичну цінність 0 Ккал, та до волі привабливу ціну, що робить його достатньо доступним [5].

В якості рецептурного компонента було використано порошок з бульб топінамбуру «Дар» ТМ «Мак-Вар Екопродукт». Даний порошок містить інулін, який сприяє зниженню рівню цукру в крові, а клітковина, яка входить до його складу, очищає організм від шлаків і токсинів, регулює потік жовчі в організмі, позитивно впливаючи на обмін речовин. Виробник рекомендує використовувати даний порошок у технологіях супів, соусів, гарнірів та борошняних кондитерських виробів [6].

Для покращення органолептичних показників зокрема, кольору та збагачення тартів біологічно активними речовинами до їх рецептури додатково вносили куркуму ТМ «Приправка».

Хімічний склад порошку топінамбуру та куркуми містить: вуглеводів 73,1 г та 44,44 г відповідно; білків 4,7 г та 9,68 г відповідно та жирів 2,2 та 3,2 г відповідно.

Серед біологічно активних речовин вітаміни групи В, калію, магнію, міді, фосфору, натрію, заліза та інших. Це вказує на доцільність їх комплексного використання у складі тартів.

Приготування дослідних зразків тартів складалось з наступних етапів:

1. Підготовка рецептурних компонентів.
2. Швидке замішування та охолодження тіста для основи тарта при температурі 6 °C протягом 2 год.
3. Приготування яблучної начинки шляхом уварювання нарізаних яблук з цукром або підсолоджувачем (удосконалений рецептурний склад) протягом 30хв.
4. Охолодження начинки.
5. Формування тістової заготовки шляхом розкачування.
6. Заповнення тістової заготовки яблучною начинкою.
7. Випікання тартів при температурі 170 °C протягом 20 хв.
8. Охолодження та подавання готових виробів.

У результаті попередньо проведених досліджень було встановлено оптимальне дозування компонентів на порцію яблучного тарта (190 г): підсолоджувача «Солодка стевія» - 3,6 г; порошку з бульб топінамбуру «Дар» - 6,26 г; куркуми – 1,8 г, а також підсолоджувача в начинці – 10 г.

На перших етапах досліджень було визначено органолептичні показники дослідних зразків тартів (табл.2).

Встановлено, що повна заміна цукру сприяє незначній зміні консистенції, тартів з удосконаленим рецептурним складом, має дещо меншу розсипчастість та крихкість. Також спостерігається зміна кольору на яскраво жовтий для тістової основи та світло жовтий для начинки. Хоча слід значити, що обидва зразки характеризуються достатньо високими органолептичними властивостями (рис.1).

Визначення фізико-хімічних показників дослідних зразків тартів вказує на



те, що повне виключення з рецептури цукру та заміна його на підсолоджувач «Солодка стевія», а також внесення нетрадиційної рослинної сировини зокрема, порошку з бульб топінамбуру «Дар» та куркуми сприяє збільшенню вологості готової продукції на 0,8% - 1,2% та незначному збільшенню виходу продукції.

Таблиця 2 – Органолептичні показники дослідних зразків тартів

Показник	Тарт з яблучною начинкою 1 (класичний)	Тарт з яблучною начинкою 2 (удосконалений рецептурний склад)
Зовнішній вигляд	Поверхня пісочної основи гладенька без тріщин та розламів, дно плоске без впадин, яблучна начинка тримає форму та має золотисте забарвлення.	Поверхня пісочної основи гладенька без тріщин та розламів, дно плоске без впадин, грушевий конфітур тримає форму та має світло золотисте забарвлення.
Консистенція	Основа – крихка, рівномірно розсипчаста, без грудочок та слідів непромісу, начинка – соковита, не розварена, тримає форму.	Основа – менш крихка, розсипчаста (великими крихтами), без грудочок та слідів непромісу, начинка – соковита, не розварена, тримає форму.
Колір	Колір основи жовтий, рівномірний по всій товщині, не підгорілий; начинка – золотиста з карамельним відтінком.	Колір основи яскраво жовтий, рівномірний по всій товщині, не підгорілий; начинка - злегка золотиста.
Смак та аромат	Приємний, властивий пісочному виробу, в міру солодкий, відчувається присмак, аромат яблука, та карамельний присмак.	приємний, властивий пісочному виробу, злегка наявний присмак топінамбуру та куркуми, в міру солодкий, відчувається присмак та аромат яблука.

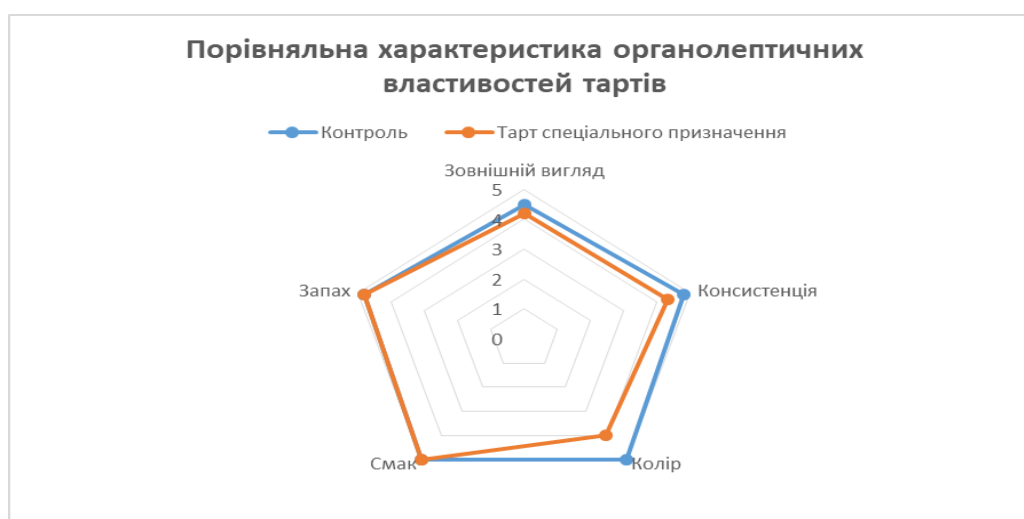


Рис. 1 – Порівняльна характеристика органолептичних властивостей



дослідних зразків тартів.

Харчова цінність – поняття, що розкриває всю повноту корисних властивостей харчового продукту, включаючи ступінь забезпечення фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах, енергії.

Порівняльний аналіз харчової та енергетичної цінності дослідних зразків тартів яблучних наведено у табл. 3.

Таблиця 3- Харчова та енергетична цінність дослідних зразків тартів, (на 100 г продукту)

Вміст, г	Назва зразку тартів	
	Тарт з яблучною начинкою 1 класичний	Тарт з яблучною начинкою 2 (удосконалений склад)
Білків	7,93	9,64
Жирів	18,16	22,75
Вуглеводів	130,3	65,51
Енергетична цінність, ккал	691,3	492,25

Отже, використання підсолоджувача та рослинних компонентів у рецептурі тартів сприяє зменшенню в готовій продукції вуглеводів на 64,79 г, збільшення білків та дещо жирів на 1,71 г та 4,59 г відповідно. Також сприяє зменшенню енергетичної цінності на 199,05 ккал.

Результати і висновок.

Проведені дослідження підтвердили можливість повної заміни у рецептурі тартів цукру на підсолоджувач «Солодка стевія» та доцільність використання в рецептурі нетрадиційної сировини, а саме порошку з бульб топінамбуру «Дар» та куркуми. Встановлено, що яблучні тарти з удосконаленим рецептурним складом дещо поступаються за своїми органолептичними показниками зразкам традиційних яблучних тартів. Мають менш розвинену структуру, відрізняються дещо зовнішнім виглядом, більш насиченим жовтим кольором пісочної основи, проте світло жовтим (блідішим) кольором начинки, а також мають достатньо солодкий смак та приємний запах.

Використання нетрадиційної сировини у технології тартів дозволяє на 199,05 ккал знизити енергетичну цінність отриманого борошняного кондитерського виробу та дозволяє рекомендувати їх як вироби спеціального призначення для закладів ресторанного господарства.

Література:

1. Flegel K.M., Carroll M.D. et al. // Int.J. Obes. Relat. Metab. Disord. – 1998. – Vol.22, №7. – Р. 39–47.
2. Воробйова І.С., Шатнюк Л.Н. Збагачувати кондитерські вироби вітамінами і мінеральними речовинами // Кондитерське виробництво. – 2004. – №2. – С. 10 – 12.
3. Технологія харчових продуктів функціонального призначення: ТЗ8



монографія / А.А. Мазаракі, М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко та ін.; за ред. д – ра техн. наук, проф. М.І. Пересічного. – 2-ге вид., переробл. та допов. – К.: Київ. Нац. торг.-екон. ун-т, 2012. – 1116с.

4. Павлюченко О.С., Лазоренко Н.П., Григоренко І.А. Виробництво італійського печива біскоті для хворих на цукровий діабет // Наукові праці НУХТ. – 2015. Том 21. – №5.– С. 232- 237.

5. GREEN LEAF Солодка Стевія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://greenleaf.com.ua/uk/product/green-leaf-solodka-steviya-300-g/>

6. Мак-Вар Екопродукт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/bfooc>.

Abstract. *The work is devoted to solving quite pressing problems today.*

It is investigated that the use of sugar substitutes and raw materials of plant origin in flour and confectionery technologies, namely in cakes, will positively affect its physical and chemical parameters, enrich BAR, reduce calories and sugar content, which will affect their future use in restaurants.

The article analyzes the existing market of sugar analogues and provides a comparative description of pricing policy. The chemical composition of the most common sugar substitutes, inulin-containing vegetable raw materials - Jerusalem artichoke, walnut cake, as well as turmeric powder for making desserts for special purposes is described.

The possibility of replacing crystalline sugar with stevia sugar substitute, as well as the introduction of vegetable raw materials - Jerusalem artichoke powder, walnut cake and turmeric was studied. The data confirming the possibility of complete replacement of the sugar component, as well as the introduction of additional raw materials. It was found that special purpose cakes have a fairly high organoleptic and physicochemical quality indicators and reduced by 64 kcal, compared to traditional recipes, energy value.

Key words: *stevia, artichoke powder, walnut cake, sugar substitute, vegetable raw materials, special purpose tart.*

Стаття відправлена: 27.01.2022 г.

© Павлюченко О.С.



УДК 629.735.083.06

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE TIME OF CORRELATION OF ACCIDENTAL INTERFERENCE ON THE EFFICIENCY OF CONSEQUENTIAL INFORMATION RESERVATION ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ КОРРЕЛЯЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПОМЕХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Al-Ammori A.N. / Аль-Аммори А.Н.

д. т. н., проф. / Doctor of Technical Sciences, Professor

Poleva N.M. / Полсва Н.М.

Palchik O.P. / Пальчик О.П.

Tumanova I.V. / Туманова І.В.

Oliinuk V.L. / Олейник В.Л.

National Transport University,

Kyiv, Str. Mykhaila Omelianovycha - Pavlenko 1, 01010

Національний транспортний університет,

Київ, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, 01010

Аннотация. В работе рассматривается способ повышения достоверности пожарной сигнализации на воздушных судах с учетом влияния времени корреляции случайных процессов при введении последовательного информационного резервирования в информационно-управляющих системах сигнализации, как новая информационная технология.

Ключевые слова: информационная корреляция, случайные помехи, информационное резервирование, информационная безопасность

Число запросов источников информации (ИИ) на протяжении допустимого времени t_{cd} старения информации зависит также от допустимой частоты запросов f_{cd} которая определяется временем корреляции τ_k случайных помех в ИИ при измерении того или иного контролируемого параметра. Чем больше время корреляции τ_k , тем реже можно осуществлять контрольные запросы источников информации.

Если ИИ запрашивать циклически, через интервал времени, превышающий время корреляции его случайных помех, то данные запросы в ИИ будут практически некоррелированными между собой. Таким образом, число последовательных запросов ИИ по существу ограничивается двумя факторами: допустимым временем старения информации t_{cd} и временем корреляции случайных помех ИИ τ_k .

Время корреляции τ_k случайных помех, самоустраняющихся отказов и сбоев определяет минимальной временной интервал последовательного съема данных.

Для оценок времени τ_k корреляции используется корреляционная функция $R_x(\tau)$, определяемая общим выражением:

$$R_x(\tau) = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X(t) \cdot X(t + \tau) dt$$

Величина $R_x(\tau)$ - всегда действительная четная функция с максимумом в



точке $\tau = 0$; она может быть как положительной, так и отрицательной, выражаемой следующими зависимостями:

$$R_x(-\tau) = R_x(\tau)$$

$$R_x(0) \geq |R_x(\tau)|$$

В исследованиях корреляционных функций применяется спектральная плотность $S(f)$ случайного процесса, описываемая общую частотную структуру корреляционной $R_x(\tau)$ функции следующей зависимостью:

$$S_x(f) = 4 \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau$$

Обратная зависимость между корреляционной функцией $R_x(\tau)$ и спектральной плотностью $S(f)$ выражается следующим образом:

$$R_x(\tau) = 2 \int_0^{\infty} S_x(f) \cos 2\pi f \tau df$$

При последовательном информационном резервировании число N независимых съемов данных от одного ИИ приближено определяется выражением: $N \leq \frac{T_{cd}}{\tau_{k0}}$, где T_{cd} - допустимое время старения информации; τ_{k0} - средний интервал корреляции.

Для реальных каналов передачи данных с целью определения среднего интервала τ_{k0} корреляции вводится понятие [1,2,3] эффективной полосы частот сигнала определяемой по спектральной плотности $S_x(f)$:

$$S_x \cdot 2\pi \Delta f_{эф} = \frac{1}{S_{x\max}} \int_0^{\infty} S_x(f) df$$

где $S_{x\max}$ наибольшее значение спектральной плотности сигнала; $\Delta f_{эф}$ - эффективная полоса частот сигнала.

Графически эффективная полоса частот предоставляет собой основание прямоугольника с высотой $S_{x\max}$ и плотностью, равной площади, ограниченной кривой спектральной плотности сигнала и осями координат (Рис.1).

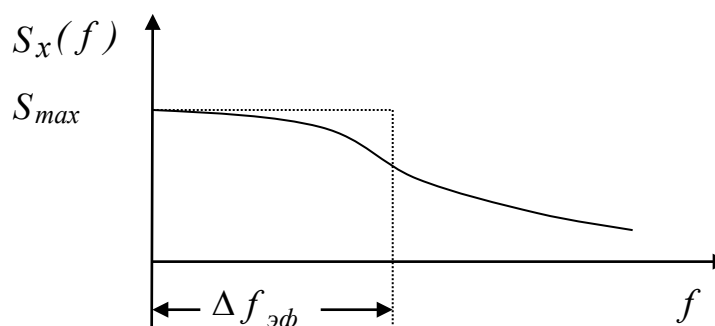


Рис. 1. Определение эффективной полосы частот сигнала по спектральной плотности

При этом средний интервал τ_{k0} корреляции определяется зависимостью:



$$\tau_{k0} = \frac{1}{2\Delta f_{\text{эф}}} \quad (1)$$

Такой метод оценки интервала τ_{k0} можно применить и для нестационарных случайных процессов. Для таких процессов вводится понятие текущего среднего интервала $\tau_{k0}(t)$ по формуле:

$$\tau_{k0}(t) = \frac{1}{2\Delta f_{\text{эф}}(t)} \quad (2)$$

где $\Delta f_{\text{эф}}(t)$ - эффективная полоса частот мгновенной спектральной плотности.

Некоррелированные последовательные съемки данных при нестационарных случайных помехах располагается неравномерно на оси времени.

Применяется [1,2,3] также понятие квазистационарного процесса, в котором среднее значение, взятое по множеству реализаций, спектральная плотность и корреляционная функция совпадают с соответствующими характеристиками нестационарных сигналов. У квазистационарных сигналов средний интервал τ_{k0} корреляции независит от времени.

Таким образом, для определения реального среднего интервала τ_{k0} можно произвести измерение корреляционной функции $R_x(\tau)$ или ее спектральной плотности $S_x(f)$ известными методами и оценить таким образом по формулам (1,2) реальный средний интервал τ_{k0} корреляции.

С целью снижения влияния помех в тракте измерения полезного сигнала, вызываемых *переходными процессами* переключения мультиплексорных каналов связи, высокочастотными наводками по цепям электропитания можно применить низкочастотные активные фильтры, например, на рис.2. приведена принципиальная схема низкочастотного фильтра [2,3].

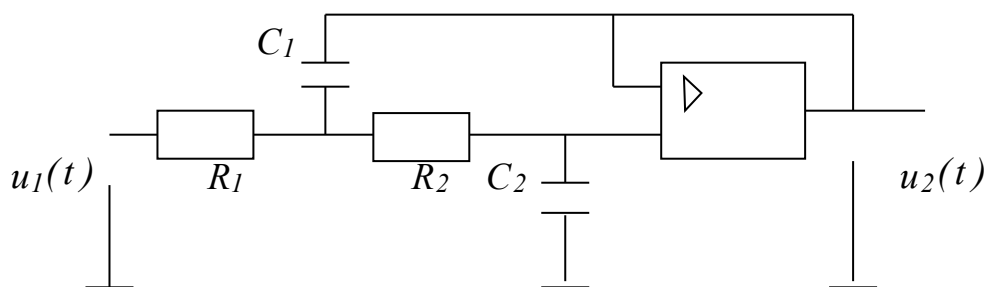


Рис.2. Принципиальная схема низкочастотного активного фильтра

Частотная характеристика фильтра (рис.3) определяется зависимостью:

$$k(f) = \frac{1}{\sqrt{(1-4\pi^2 f^2 c_1 c_2 r_1 r_2)^2 + 4\pi^2 f^2 c_2^2 (r_1 + r_2)^2}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{c_1 c_2 r_1 r_2}}; \quad k(f_0, c_i, r_i) = \frac{\sqrt{c_1 c_2 r_1 r_2}}{c_2 (r_1 + r_2)}$$

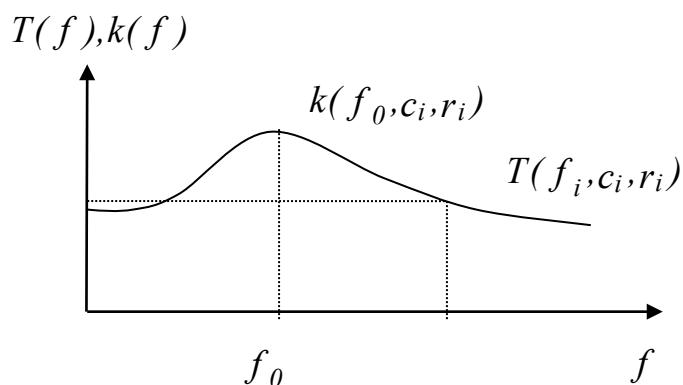


Рис.4. Частотная характеристика низкочастотного активного фильтра

Разностная функция $Z(c_i, r_i)$ на заданной полосе частот f определяется выражением:

$$Z(c_i, r_i) = \sum_{i=1}^k |T(f_i, c_i, r_i) - k(f_i, c_i, r_i)|$$

Применяя процедуру минимизации разностной функции $Z(c_i, r_i)$, можно построить активный фильтр (рис.3) на требуемую полосу пропускания, вычислив таким способом требуемые значения параметров схемы c_i, r_i .

Синтезированный таким способом активный фильтр (рис.4) целесообразно ставить в тракте измерения на входе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). Такая схема должна существенно снижать вероятность ложной тревоги, вызываемой помехами в канале связи.

Выводы:

1. Применение микропроцессора в системах сигнализации позволяет в режиме реального времени многократно измерять время корреляции случайных процессов, и достоверно определять появления контролируемого события.
2. При последовательном информационном резервировании к средствам сигнализации предъявляются повышенные требования к технической надежности и простоте конструкции.
3. Быстрая алгоритмическая оценка данных измерения на микропроцессоре позволяет снизить требования ко времени старения информации.

Литература

1. Аль-Аммори Али. Методика обеспечения эффективности информационно-управляющих систем сигнализации опасных полетных ситуаций // Искусственный интеллект № 2, 2007. с. 75-86.
2. Дж. Бендат, А. Пирсол. Измерение и анализ случайных процессов: Пер. С англ.- М.: Мир, 1974.- 460 с.
3. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники. М.: "Энергия", 1971, 410 с.
4. Абезгаус Т.Т., Тронь А.П. и др. Справочник по вероятностным расчетам. М.: Воениздат, 1989, 656 с.



5. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятности и ее инженерные приложения. - М.: Наука, 1988.- 480 с.

References

1. Al-Ammori Ali. Metodika obespecheniya effektivnosti informatsionno-upravlyayuschih sistem signalizatsii opasnyih poletnyih situatsiy // Iskusstvennyiy intellekt # 2, 2007. s. 75-86.
2. Dzh. Bendat, A. Pirsol. Izmerenie i analiz sluchaynyih protsessov: Per. S angl.- M.: Mir, 1974.- 460 s.
3. Temnikov F.E., Afonin V.A., Dmitriev V.I. Teoreticheskie osnovyi informatsionnoy tekhniki. M.: "Energiya", 1971, 410 s.
4. Abezgaus T.T., Tron A.P. i dr. Spravochnik po veroyatnostnyim raschetam. M.: Voenizdat, 1989, 656 s.
5. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. Teoriya veroyatnosti i ee inzhenernye prilozheniya. - M.: Nauka, 1988.- 480 s.

Abstract. The paper considers a way to increase the reliability of fire alarms on aircraft, taking into account the influence of the correlation time of random processes with the introduction of sequential information redundancy in information and control alarm systems, as a new information technology.

Keywords: information correlation, random interference, information redundancy, information security



УДК 519.6: 681.5

PIECEWISE LINEAR APPROXIMATION OF THE SINUSOIDAL MOTION OF THE VIBROCALIBRATION COMPLEX CARRIAGE**КУСКОВО-ЛІНІЙНА АПРОКСИМАЦІЯ СИНУСОЇДАЛЬНОГО РУХУ КАРЕТКИ ВІБРОКАЛІБРУВАНЬНОГО КОМПЛЕКСУ****Kryvoruchko I.P./Криворучко І. П.**
researcher/н. снівр.

ORCID: 0000-0003-2848-5348

G.E.Puhov Institute for modeling and energy engineering, Kyiv, Naumova, 15, 03164

Інститут проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є.Пухова, Київ, Наумова, 15, 03164

Анотація. Для спрощення управління кроковим двигуном у випадку реалізації синусоїдального руху каретки вібро-калібрувального комплексу пропонується представлення цього руху сумою відрізків з фіксованою швидкістю. Наведено алгоритм розрахунку точок перелому та частот слідування імпульсів у залежності від величини максимального відхилення між графіками руху, амплітуди та частоти коливань. Наводиться графік залежності коефіцієнта нелінійних спотворень від величини максимального відхилення.

Ключові слова: кроковий двигун, синусоїдальний рух, вібро-калібрувальний комплекс, кусково-лінійна апроксимація, коефіцієнт нелінійних спотворень.

Вступ

Серед основних типів руху каретки вібро-калібрувального комплексу важливе значення приділяється руху за синусоїдальним законом. Покрокове зчитування розрахованих значень часових міжкрокових інтервалів для управління драйвером крокового двигуна стикається з технічними складнощами. Для спрощення реалізації руху каретки пропонується апроксимація синусоїди кусково-лінійною функцією. В результаті каретка в межах кожного часового інтервалу має рухатися зі сталою для даного інтервалу швидкістю. А сталість швидкості означає фіксовану величину міжкрокового інтервалу. Таке спрощення значно - у сотні разів зменшує об'єми пам'яті для зберігання міжкрокових інтервалів і спрощує управління кроковим двигуном.

Використання крокових двигунів (КД) у системах без зворотного зв'язку можливе у випадках коли режими його використання виключають пропуски кроків і можуть бути найкращим варіантом навіть для задач точного керування рухом враховуючи вартість і складність серводвигунів.

Апаратно-програмний вібро-калібрувальний комплекс (ВКК) складається із системи приводу руху каретки з датчиками параметрів руху (акселерометри) та вимірювального блоку [1]. Відповідно до вимог до ВКК необхідно забезпечити періодичний рух каретки з досить високими показниками якості руху. Використовуваний у якості приводу КД має, як і всі КД, ступінчастий характер обертання якоря. Обертальний рух якоря за допомогою спеціального пристрою - актуатора перетворюється на послідовне ступінчасте лінійне переміщення каретки. Величина кроку визначається як параметрами актуатора так і обраним режимом роботи КД. Залежно від КД і обраного режиму роботи драйвера величина кроку КД може змінюватися від 1,8 кут. град. до 1/512 цієї величини у режимі "мікрокроку". Можна оцінити величину основного кроку в мм.



$$l_{ш} = \frac{2\pi \cdot R}{200} \approx 0.5 \text{ мм}, \quad (1)$$

де $l_{ш}$ - величина основного кроку, R – радіус шестерні актуатора КД.

Кількість кроків необхідна для переміщення каретки на відстань, наприклад, 0,5 метра (від центрального положення до крайнього положення), можна розрахувати так:

$$N = \frac{A}{l_{ш}} \approx 10000 \quad (2)$$

де A – амплітуда коливання.

Реалізація синусоїдального руху каретки вимагає розрахунку моментів здійснення чергового кроку згідно з формулою наведеною в [2]. Для зберігання, оперативного зчитування без затримок та передачі контролеру значень інтервалів між кроками потрібна наявність оперативної або іншої пам'яті, що швидко зчитується, від 100 кБайт і більше для $\frac{1}{4}$ періоду коливань. Розраховані значення для $\frac{1}{4}$ періоду можуть бути використані для реалізації повного періоду коливань. Іншим варіантом реалізації синусоїдального руху може бути представлення його кінцевим числом лінійних переміщень з відповідним фіксованим значенням швидкості і тривалості часового проміжку. Сталість швидкості в межах одного лінійного відрізка означає рівність часових інтервалів кожного кроку. У такому разі розмір пам'яті для зберігання величин міжкрокових інтервалів зменшується у сотні разів. Заміна руху по синусоїді рухом по ламаній полілінії очікувано супроводжуватиметься збільшенням нелінійних спотворень у порівнянні з еталонним. Очевидно, що зі збільшенням числа відрізків, що використовуються для представлення синусоїди, зменшується ступінь відмінності двох графіків.

Використання ідеї заміни експоненціальної кривої розгону-гальмування ступінчатою залежністю швидкості від часу використовується, наприклад, у [3]. У роботі [4] пропонується замість S-кривої розгону застосовувати експоненціальне прискорення, рівномірне прискорення, гальмування за параболічним законом. Згладжені криві прискорення і швидкості дозволяють уникнути пропуск кроків і робить переміщення більш плавним. Дається математичне обґрунтування методу розрахунку міжкрокових інтервалів.

Для оцінювання рівня відмінності можна використовувати кілька оцінок: коефіцієнт кореляції, Евклідова відстань, різницю площ двох графіків, сума квадратів відхилень у заданих точках (квадратичне наближення), максимум модуля різниці та ін. У роботі паралельно з використанням у якості міри подібності модуля різниці ординат здійснюється розрахунок коефіцієнта нелінійних спотворень (K_n), оскільки у вимірювальному блоці комплексу передбачено вимірювання параметрів датчиків, що тестуються на частоті коливань каретки з датчиками. Тому оцінка K_n , а отже, і величини гармонійних складових дуже важлива. Для оцінки величини відхилень двох графіків розроблено алгоритм і реалізовано програму розрахунку точок перелому (точки на синусоїді, в яких закінчується попередній відрізок і починається наступний), числа кроків для кожного кутового інтервалу (чи часового), частоти здійснення



кроків в залежності від заданої частоти коливань каретки, амплітуди коливань (максимального відхилення каретки від положення рівноваги) та максимальної величини відхилення ординат двох графіків.

Алгоритм роботи програми наведено на рис.1. На початку роботи задаються початкові значення: A_k -амплітуда коливань, T_k -період коливань, d_1 -максимальне відхилення ординат графіків прямої і косинусоїди. Далі в тілі циклу починаючи з першої точки на графіку косинусоїди до кожної наступної будується прямий відрізок і для кожної точки на ньому у другому циклі обчислюється d_m - максимальне відхилення кожної точки цього відрізка від відповідних точок на косинусоїді.

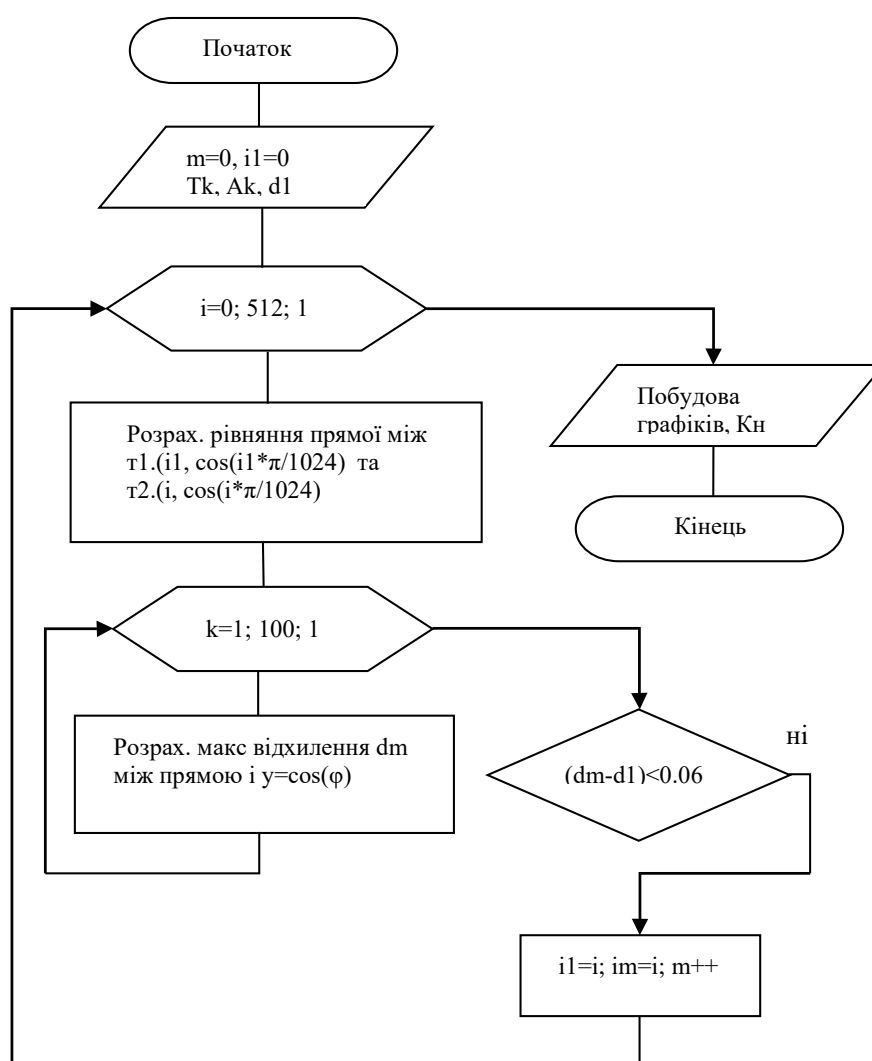


Рис.1. - Алгоритм роботи програми розрахунків параметрів руху.

Якщо розрахована величина менше за задану – відбувається перехід в перший цикл; кінцева точка відрізка пересувається на наступну точку на косинусоїді і процес повторюється. У випадку співпадіння d_1 та d_m кінцева точка першого відрізка стає першою точкою наступного і процес повторюється. По досягненню останньої точки (512) отримуємо набір прямих відрізків сполучених послідовно. За результатами обчислень будуються графіки і розраховуються параметри подібності графічних представлень.



В результаті роботи програми будуються обидва графіки (Рис. 2). По осі абсцис - кут відхилення каретки з кроком $\Delta\varphi = 0,17578125$ град. Така величина кроку вибрана для зручності подальших розрахунків K_n із залученням апарату FFT ($\Delta\varphi = 360/2048$). Симетрія періодичних графіків дозволяє навести зображення лише четвертої частини всього періоду коливань.

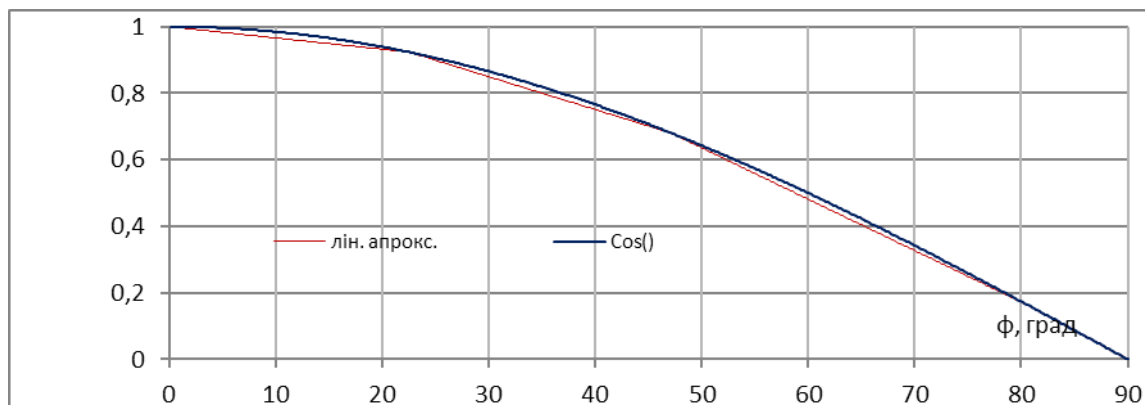


Рис.2 - Кусково-лінійна апроксимація $y = \cos(\varphi)$ чотирма відрізками (на $\frac{1}{4}$ періоду)

Куту 90 град. відповідає нульове відхилення від положення рівноваги незалежно від періоду коливань. Для спрощення сприйняття і покращення роздільної здатності амплітуда коливання на графіку дорівнює одиниці, а кут лежить в діапазоні 0 – 90 град. кут.

Ступінь відмінності двох графіків визначається параметром $d1$, що використовується в програмі, який задає максимальне допустиме відхилення ординат двох графіків для всього періоду.

На рис. 3 представлений аналогічний графік зі збільшеним числом прямолінійних відрізків до 10.

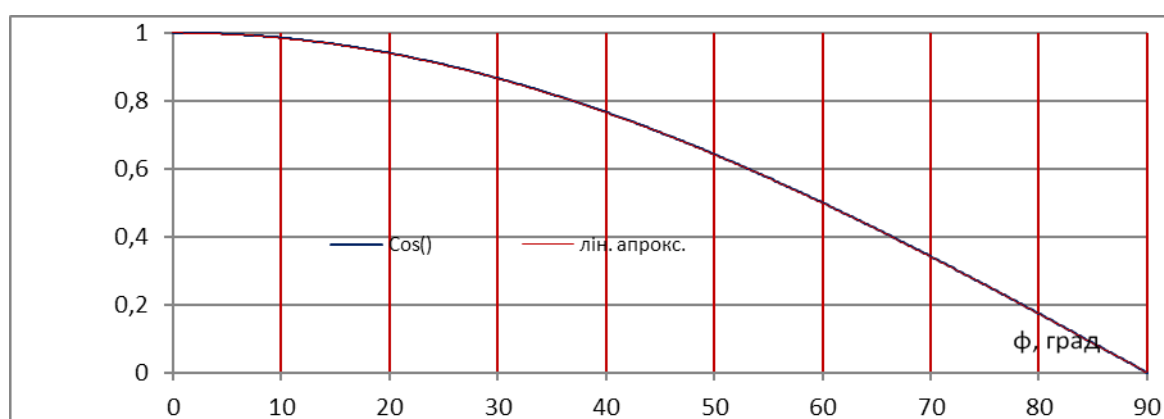


Рис.3 - Кусково-лінійна апроксимація графіка функції $y = \cos(\varphi)$ 10-ма відрізками (на $\frac{1}{4}$ періоду)

З малюнка видно, що збільшення кількості відрізків призводить до значного покращення «якості» графіка. Узагальнені результати вимірювань деяких оцінок міри близькості для ряду значень параметра $d1$ наведено на рис.4.

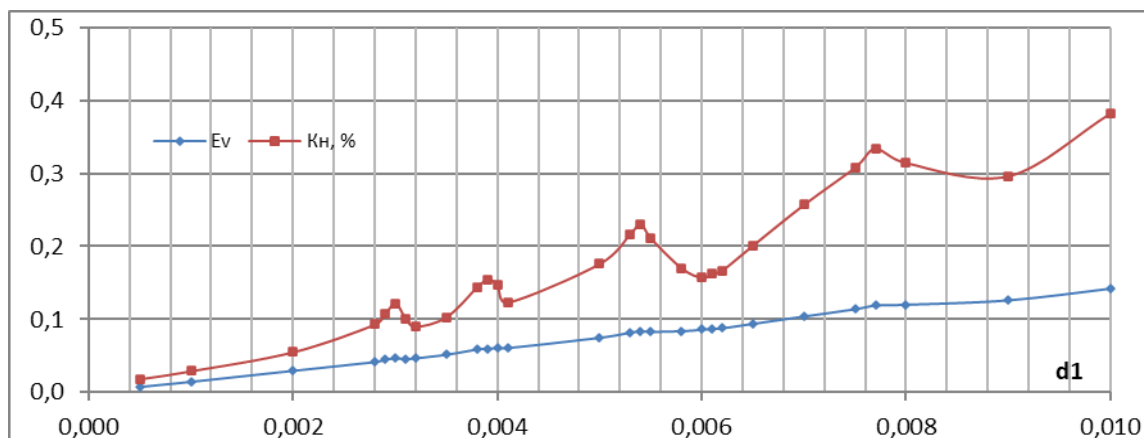


Рис.4 - Залежність Кн та Ev від максимального модуля різниці d1.

Евклідова відстань (Ev) є найбільш зрозумілою та інтерпретованою мірою відмінності або близькості об'єктів і є геометричною відстанню в багатовимірному просторі. Воно обчислюється за теоремою Піфагора. У нашому випадку Ev обчислюється як квадратний корінь від суми квадратів різниці ординат на кожному кроці (512 точок). Кн дорівнює відношенню середньоквадратичного значення всіх вищих гармонік сигналу до величини першої гармоніки:

$$K_n = \frac{1}{U_1} \sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots} \quad (3)$$

Задання величини d1 впливає як на оцінні параметри схожості графіків так і на число прямих відрізків і відстань точок перелому від початку відліку в кутових одиницях. Тому для певних значень d1 можуть виникнути ситуації, коли відстань між точками перелому (найбільших неоднорідностей графіка) може становити точну частину від періоду коливань, а значить може розглядатися як додаткова гармонійна складова результуючого сигналу. Це підтверджується графіком залежності Кн від d1. Наприклад, для d1=0,0054 7-а гармоніка у спектрі сигналу збільшена більш ніж у 22 рази порівняно з величиною цієї гармоніки для значення d1=0,006. Цьому випадку відповідає відстань між першою та четвертою точками перелому рівна 49,5 град. і між 4-ою та 2-ою (у наступному квадранті) 52 град. Це можна розглядати як додатковий сигнал, що заважає, на частоті близької до 7-ї гармоніки. Тобто спектральний склад сигналу, який описується ломаною лінією в значній мірі визначається величиною параметра d1.

Висновки. Запропоновано спосіб представлення синусоїдального закону руху каретки рухом кількома часовими інтервалами з фіксованою швидкістю. Таке рішення значно спрощує реалізацію коливального періодичного руху. Величина Кн суттєво залежить від числа лінійних відрізків, які представляють чи моделюють синусоїду. Коректним вибором величини максимального відхилення можна мінімізувати Кн кусково-лінійної функції для вибраної частоти коливань а значить поліпшити умови для виділення корисного сигналу при виконанні вимірювань. Отримані результати планується використати для розробки спеціалізованого ПО, яке стосується управління КД, віброкалібрувального комплексу.



Література.

1. О.А. Владимирський, І.А.Владимирський, А.П.Іващенко, І.П.Криворучко, Розробка структури низькочастотної автоматизованої вібро-калібрувальної установки НАВКУ-3. Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 89, Київ, 2019 р.-с.45-49.
2. І.П.Криворучко, Методика розрахунку параметрів управління крокових двигунів для моделювання руху довільного характеру, Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 91, Київ, 2020 р.
3. X. Wei, "Acceleration and Deceleration Control Design of Step Motor Based on TMS320F240," Procedia Engineering, vol. 15, pp. 501-504, 2011.
4. Zeng, Min & Hu, Cheng-Zu & Hu, Peng-Fei. (2016). Control Algorithm of Acceleration Curve for Stepper Motor. Journal of Control and Systems Engineering. 4. 32-39. 10.18005/JCSE0401004.

Abstract. To simplify the control of the stepper motor in the case of sinusoidal motion of the carriage of the vibro-calibration complex, it is proposed to represent this motion by the sum of segments with a fixed speed. An algorithm for calculating breakpoints and pulse repetition frequencies depending on the magnitude of the maximum deviation between the graphs of motion, amplitude and frequency of oscillations is presented. A graph of the dependence of the non-linear distortion coefficient on the value of the maximum deviation is given.

Keywords: stepper motor, sinusoidal motion, vibration calibration complex, piecewise linear approximation, nonlinear distortion coefficient.



UDC 004.621.8

IMPLEMENTATION OF THE QUANTUM GENETIC ALGORITHM IN THE ENVIRONMENT PYTHON

Skakalina E. V. / Скакалина Е.В.

с.т.с., ас.проф. к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-6441-3467

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Politechnics"

Pershotravnevyi ave. 24, Poltava, UA-36011, Ukraine

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,

Полтава, проспект Першотравневий 24, 36011

Abstract. In modern conditions of total digitalization of the entire world economy, the development of quantum algorithms is one of the topical areas of research. The advantage of quantum algorithms is to reduce the problem solving time by parallelizing operations by generating entangled quantum states and then using them. This advantage (quantum acceleration) is the most advantageous in solving the problem of modeling the dynamics of complex systems and enumerating mathematical problems. The island model of genetic algorithms gives a significant advantage in determining the computational load due to parallelization at the level of the main algorithm. Therefore, research into the possibilities of a quantum genetic algorithm is essential for solving many complex problems.

Keywords : quantum programming, genetic algorithms, qubit, simulator, Amadar operator

Introduction .

The first quantum revolution took place in the second half of the 20th century and led to the emergence of lasers, transistors, nuclear weapons, and subsequently mobile phones and the Internet. The technologies of the first quantum revolution are used in computers, mobile phones, tablets, digital cameras, communication systems, LED lamps, MRI scanners, scanning tunneling microscopes, etc. The volume of the market for the corresponding products in the world is \$3 trillion a year. At the same time, "Moore's law", according to one of the statements of which, the performance of processors should double every 18 months, no longer works. Since the end of the 20th century, the world has been on the threshold of the second quantum revolution. In the first quantum revolution, technologists and devices were built on the control of collective quantum phenomena. In the second quantum revolution, technologies will be built on the ability to control complex quantum systems at the level of individual particles, such as atoms and photons. Technologies based precisely on such a high level of control over individual quantum objects are commonly referred to as quantum technologies.

Quantum computers are devices that can solve any algorithmic problem using qubits - that is, they are quantum analogues of universal classical computers. The computational capabilities of a quantum computer are determined by two main characteristics: the number of qubits and their quality (the level of errors in performing elementary operations).

The functioning of a quantum computer is extremely difficult to model using classical algorithms. Simulating a quantum computer with only 50 qubits already requires enormous computing resources, which are at the limit of the capabilities of existing classical supercomputers. Accordingly, a supercomputer with more than 50



qubits can already demonstrate "quantum superiority" - the ability to solve those problems that cannot be solved using modern classical supercomputers.

It is predicted that in a number of tasks a quantum computer will be able to give a multiple acceleration compared to existing supercomputer technologies. Examples are cybersecurity, optimization (including in logistics and finance), artificial intelligence (training and acceleration of neural networks), database search, big data processing and complex systems modeling (materials and chemical reactions).

But to increase the computing power of a quantum computer, it is not enough to increase the number of qubits; the degree of control over them is also important. An uncontrolled impact on a quantum system from the environment can lead to the phenomenon of decoherence, which, in turn, leads to errors in the course of calculations.

Technologies for quantum programming

Many software packages have been written to simulate quantum computers, and they are connected in such a way that they can be used with Python. This programming language remains just as accessible and easy to use even for such complex and ambiguous tasks. Special modules such as qiskit, cirq, ocean are installed for quantum programming. Qiskit is IBM's open source software development kit for working with quantum computers [1]. This module simplifies the development of quantum applications by offering the resources needed to interact with quantum systems and simulators. Suitable for end users without experience in quantum development. With four Qiskit packages - Aqua, Terra, Ignis, and Aer, you can work with both simple and complex algorithms. You can use this add-on in two ways: either run it locally or in the cloud without installing any software using IBM Computer Lab. Cirq is Google's Python-based library of software for writing, managing, and optimizing quantum schemas and then running them on quantum systems or simulators. Beginning in 2021, Cirq is working on offering access to one of Google's real quantum computers. Meanwhile, it is still possible to create algorithms and schemes and test them on a quantum simulator. Google offers a variety of tutorials to help beginners move from zero to expert level of quantum simulation with Cirq. Ocean is a set of tools provided by D-Wave to solve complex problems using quantum computers. The software performs the calculations required to convert random problems into a form that can be solved by a quantum computer[2].

To develop my own algorithm, I chose the qiskit module. More about him. It works in two modes. The first is, like everything, a regular local emulator. The second is to run the program on a real quantum computer IBM Q.

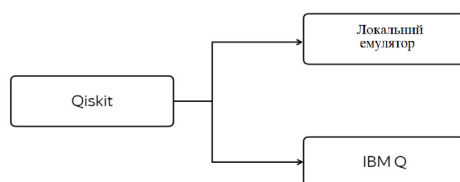


Figure 1 - Modes of operation of the selected module



This computer now looks like a barrel that maintains an extremely low temperature of about three microns. And IBM provides the ability to use cloud technology to connect and run your code directly on this machine.

There are several computer installations for sharing. One of them is 5-qubit, there are 15-qubit, 16-qubit, we even have 20. The qubit for this computer is just a vector in two-dimensional space, which has a certain basis. An infinite amount of information can be stored in one qubit through a vector form.

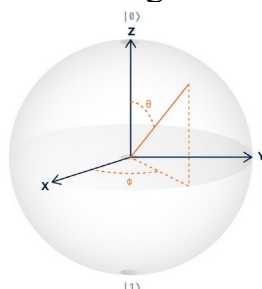


Figure 2 - Qubit as a vector represented in the three-dimensional sphere

Quantum simulator operations

The first thing we are used to in classical imperative programming is to calculate the value of a variable, for example, in Python. We want to read what state the qubit is in. But we never know the exact values of α and β . If we try to look at the qubit, read, we get either 0 or 1 with the corresponding probabilities. Probabilities are simply projections on the corresponding basis vectors. The second thing we can do is assign a variable to another, but in the quantum world we can't do that. That is, there is a qubit that we cannot read, we cannot appropriate. What can you do? Qubit is a vector[3]. The vector can be taken and rotated around the sphere. To rotate, you can invent a matrix that makes this rotation. All operations on qubits are matrices. They are called unitary. The first thing we are used to in classical imperative programming is to calculate the value of a variable, for example, in Python. We want to calculate the state of the qubit. But we never know the exact values of α and β . If we try to look at the qubit, calculate, we get either 0 or 1 with the corresponding probabilities. Probabilities are simply projections on the corresponding basis vectors. The second thing we can do is assign a variable value to another, but in the quantum world we can't do that. That is, there is a qubit, which we can not calculate, we can not assign it a certain value. What can you do? In the most general sense, a qubit is a vector. The vector can be taken and rotated around the sphere. To rotate, you can invent a matrix that makes this rotation. All operations on qubits are matrices. They are called unitary.

$$UU^\dagger = I$$

Figure 3 - Complex-coupled matrix

This icon means a transposed and complex-conjugated matrix. Its property is that for any operation there is a reverse. That is, no matter how we move the vector, we can always return it to its original position.

There are, of course, those operations to which we are accustomed in classical programming. For example, the negation operator (NOT):



$$\begin{aligned} |0\rangle &\rightarrow |1\rangle \\ |1\rangle &\rightarrow |0\rangle \end{aligned} \quad X = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Figure 4 - Operator NOT

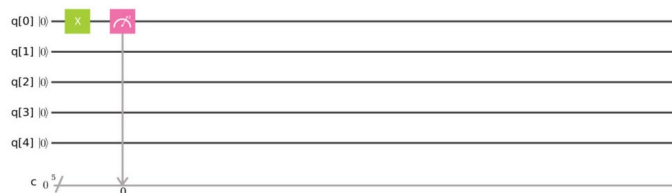


Figure 5 - Application of the NOT operator on the simulator circuit

In quantum programming, circuits are usually used[4]. On the visual simulator from IBM, you can track the work of operators through the interaction with qubits. The scheme usually looks like we can place our operators on five horizontal lines. Five lines means five qubits. Operators are denoted as blocks. The Quantum Composer library contains many different classes of gates: single qubit gates, such as yellow idle operation; green class of Pauli operators representing bit-flips (X, equivalent to classical NE); somersault phase (Z); and a combined bit-flip and phase-flip (Y). Clifford operations are also proposed, which are a blue class of gates such as H, S and S' gates for generating quantum superpositions and complex quantum phases, as well as the previously mentioned two-qubit C-NOT funnels. The red gate is two-phase, which is important to ensure quantum calculation of its power. To measure the state of any qubit, a standard measurement operation is used, which is a simple Z-projection assigned to a classical bit in the classical bit register. The gray barrier allows to separate parts of the scheme from a visual line; when using optimization, it stops optimizing tools across the barrier. Quantum algorithm (scheme) begins with the preparation of qubits in well-defined states, here the ground state, $|0\rangle$, then perform a series of one- and two-qubit gates in time with subsequent measurement of qubits.

The same blocks can be written in Python, using the qiskit library. To begin with, it is necessary to initialize the quantum register from one qubit, and the classical register. A classical register is required to record the measurement result. That is, transformations are made with the quantum register, the result is classical - 1 or 0.

Operators such as AND or OR do not work in quantum programming because they are not completely reversible. In other words, getting "0" in operation "and" we will never be able to find out what the initial values were. However, another CNOT operator appears:

$$\begin{aligned} \text{if } q[0]: & \quad CNOT|00\rangle \rightarrow |00\rangle \\ & \quad q[1] = \text{not } q[1] \\ & \quad CNOT|01\rangle \rightarrow |01\rangle \\ & \quad CNOT|10\rangle \rightarrow |11\rangle \\ & \quad CNOT|11\rangle \rightarrow |10\rangle \end{aligned}$$

Figure 6 - CNOT operator



Figure 7 - Application of the CNOT operator on the simulator circuit

To describe the next operator, I want to draw an analogy with the game "eagle or tail", which involves the user and the computer. Two players take turns to toss an imaginary coin, but the result is not visible immediately. For a computer, this is usually a sample of 0 or 1. Players have two attempts, after which the computer gives the result - who won, and the winner is the one who has more "eagles". If you play with a normal computer, without which we can no longer imagine our lives, then both players have equal chances - 50 to 50. In practice, it turns out - about 50% of the winnings. 372 people took part in the same game, but their opponent was a quantum computer. The result was quite expected - 97% of computer winnings. By the way, those 3% multiple losses are due to operating system failures. Here's how it works: A normal computer takes each side of a coin for one bit, ie 0 or 1, and its chip is set to the position of the coin at a given time. The quantum computer works in a completely different way. Qubit, more dynamic, it is characterized by a binary state. It can exist in the superposition, or in another - situations of overlap 0 and 1. This state can be called not just indefinite, but rather a state in the range from 0 to 1. In fact, with some probability it may be 0, and with some - 1 This probability can be 80/20 or 54/46, 70/30, etc. The key idea is that we have to abandon the exact values of 0 and 1 and allow some ambiguity. Thus, during the game, the quantum computer creates a dynamic combination of eagle and tail (0 and 1), so regardless of whether the player wins the winning combination or not, the superposition remains unchanged. A quantum computer can separate 0 or 1 at the very last moment, when calculating the result, for example, and easily get a 100% winning combination, so its opponent is doomed to lose. This situation can be simulated using the Hadamard operator[5]:

$$|0\rangle \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Figure 8 - Hadamard operator

This operator in the quantum simulator scheme is denoted by block H:



Figure 9 - Application of the Hadamard operator on the simulator circuit

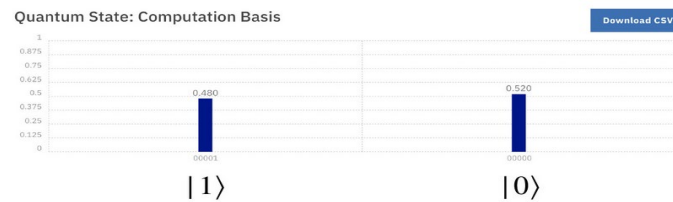


Figure 10 - The result of the work of the operator Hadamard

Algorithm description and implementation on QASM simulator

Quantum genetic algorithm is a GA that combines quantum operators (rotation, measurement, quantum chromosomes) with classical genetic operators (crossover and mutation). It can be used for educational and research purposes.

Consider the problem in terms of graphs:

- ✓ cities are represented as vertices and cost / path as edges;
- ✓ the specified distances will be coded in the form of phases;
- ✓ each city has a certain path to another, each path has a value, ie there is a task to minimize losses;
- ✓ unitary operators are built, the vectors of which are computational basis states, and the eigenvalues are different combinations of these phases;
- ✓ then we apply a phase estimation algorithm to certain eigenstates, which gives us possible common distances for all routes;
- ✓ After obtaining distances, we can search for this information using a quantum search algorithm to find the minimum to find the shortest possible distance, as well as the route traveled. This gives us a quadratic acceleration compared to the classical method of brute force for a large number of cities.

Consider the case when the number of nodes in our graph is 4 ($n = 4$). To do this, use the network module for and *matplotlib* [6]. In Python we describe the vertices and sides of the graph, add the phase designations on each edge and visualize:

```
G = nx.DiGraph(directed=True)
G.add_node(1)
G.add_node(2)
G.add_node(3)
G.add_node(4)

G.add_edge(1, 2)
G.add_edge(1, 3)
G.add_edge(1, 4)

G.add_edge(2, 1)
G.add_edge(2, 3)
G.add_edge(2, 4)

G.add_edge(3, 1)
G.add_edge(3, 2)
G.add_edge(3, 4)

G.add_edge(4, 1)
G.add_edge(4, 2)
G.add_edge(4, 3)
```

```
pos = {1: [0.75, 1.0],
       2: [0.75, 0.15],
       3: [0.5, -0.5],
       4: [1.0, -0.5]}
```

```
edge_labels = {(1, 2): '$\\phi_{2\\to 1}$\\n $\\phi_{1\\to 2}$',
               (1, 3): '$\\phi_{1\\to 3}$\\n $\\phi_{3\\to 1}$',
               (1, 4): '$\\phi_{4\\to 1}$\\n $\\phi_{1\\to 4}$',
               (2, 3): '$\\phi_{2\\to 3}$\\n $\\phi_{3\\to 2}$',
               (2, 4): '$\\phi_{4\\to 2}$\\n $\\phi_{2\\to 4}$',
               (3, 4): '$\\phi_{4\\to 3}$\\n $\\phi_{3\\to 4}$'}
```

Figure 11 - Code in Python to implement a graph on 4 vertices

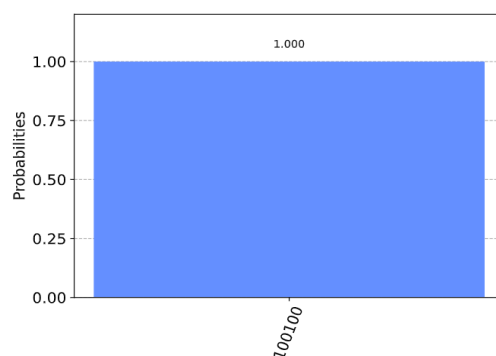


Figure 16 - Result on the QASM simulator

Conclusions

A quantum genetic algorithm has been developed to solve the problem of constructing the optimal path as an example of practical application. Genetic algorithms in various development environments such as Matlab and PyCharm are also presented for reliable testing. The proposed quantum genetic algorithms have a divergent structure: qubit and cutrite representation of the algorithm. The research of the subject area is carried out, the quantum genetic algorithm as a symbiosis of the genetic algorithm and quantum mechanics is designed. A thorough analysis of software analogues and research in the field of quantum genetic algorithms, methods of constructing algorithms and their features, testing on a simulator using test functions, proved as a result of computational verification that the developed algorithms are effective and meet the requirements of tasks, proven optimality of their practical application.

References :

- [1] IBM and Ponemon Institute research [Electronic resource] // IBM - Resource access mode: <https://www-03.ibm.com/press/ru/ru/pressrelease/50084.wss>.
- [2] P. W. Shor, "Quantum Computing," Documenta Mathematica, vol. Extra Volume ICM, pp. 467- 1486, 1998, <http://east.camel.math.ca/EMIS/journals/DMJDMV/xvol-icm/001Shor.MAN.html>.
- [3] P. W. Shor, "Algorithms for Quanhim Computation: Discrete Logarithms and Factoring," in Proceedings of the 35th Annual Synrposiunz on Foundations of Computer Science, pp. 124- 134, 1994.
- [4] Li J.-P., Balazs M.E., Parks G.T., Clarkson P. J., A Species Conserving Genetic Algorithm for Multimodal Function Optimization, Evolutionary Computation, V. 10, N. 3, pp.207-234, 2002.
- [5] Li J.-P., Balazs M.E., Parks G.T., Clarkson P. J., A Species Conserving Genetic Algorithm for Multimodal Function Optimization, Evolutionary Computation, V. 10, N. 3, pp.207-234, 2002.
- [6] R. Nowotniak and J. Kucharski, "Higher-order quantuminspired genetic algorithms," in Proceedings of the 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2014, pp. 465–470, Poland, September 2014.

Анотація . У сучасних умовах тотальної диджиталізації всього світового господарства розробка квантових алгоритмів є однією із актуальних напрямів досліджень.



Перевага квантових алгоритмів полягає у зниженні часу вирішення задачі за рахунок розпаралелювання операцій шляхом генерування заплутаних квантових станів та їх подальшого використання. Вказана перевага (квантове прискорення) є найбільш вигірною при вирішенні задачі моделювання динаміки складних систем та перебірних математичних завдань. Острівна модель генетичних алгоритмів дає значну перевагу щодо обчислювальної навантаження з допомогою розпаралелювання на рівні основного алгоритму. Тому дослідження можливостей квантового генетичного алгоритму мають важливе значення при вирішенні багатьох складних задач.

Ключові слова: квантове програмування, генетичні алгоритми, кубіт, симулятор, оператор Амадара .

Стаття відправлена: 23.01.2022 г.

© Скакаліна О. В.



УДК 004.041:004.042

CONCEPTION OF INFORMATION TECHNOLOGY OF REPRESENTATION OF COMPUTATIONAL PROCESS BY PETRY NET КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА СЕТЬЮ ПЕТРИ

N.O. Komlevaya/ Н. О. Комлевая

с.т.с, аs.prof/к.т.н., доц.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9627-8530>

O.N. Paulin/ О. Н. Паулин

д.т.с, аs.prof/д.т.н., доц.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2210-8317>

Odessa State University "Odessa polytechnica" Odessa, av. Shevchenko, 1

Одесский государственный университет «Одесская политехника»,

Одесса, пр. Шевченко, 1

Аннотация. Целью работы является повышение качества программных продуктов путем представления и оптимизации вычислительных процессов (ВП) сетью Петри.

Рассматривается новый подход к анализу программ, основанный на предварительном представлении ВП сетями Петри (СП). Это позволит выявить множество ошибок уже на стадии отладки ВП, а также оптимизировать ВП.

В статье предлагается концепция информационной технологии (ИТ) построения ВП на основе его представления СП. Исходной информацией для ИТ является словесное описание алгоритма решения задачи, выходной информацией является качественный ВП и соответствующая ему СП.

ИТ включает в себя следующие этапы: построение исходного ВП и итерационное повышение его качества путём устранения распространённых ошибок и оптимизации; декомпозиция ВП на макрооперации и составление для них фрагментов СП; моделирование фрагментов СП; составление полной СП и её моделирование; занесение в библиотеку МО и и отлаженного полного ВП, а также соответствующих им фрагментов СП и полной СП.

Описывается содержание этапов ИТ с учётом достигнутых результатов.

Ключевые слова: качество программного продукта, концепция, информационная технология, этап, словесное описание алгоритма, вычислительный процесс, декомпозиция, фрагмент, сеть Петри, моделирование, оптимизация, библиотека.

Вступление

При разработке программного продукта (ПП) на основе современных технологий необходимо соблюдение требований, выраженных стандартами (ISO 12207, ISO 9000, CMM). Однако этого мало: практика полна примеров больших затрат времени и ресурсов на исправление ошибок и реинжиниринг в будущем. Наиболее критичными являются этапы программирования и тестирования, которые непосредственно влияют на качество ПП (ISO 9001). Поэтому качественное программирование и тестирование программ позволяет значительно сокращать время на разработку и повышает качество ПП в целом, что очень актуально.

Рост сложности программ приводит к увеличению времени их отладки и тестирования, причем анализ программ часто занимает больше времени, чем написание самой программы. На наш взгляд, это следствие неправильной стратегии создания ПП, так как ошибки надо выявлять на более ранней стадии решения некоторой задачи – на стадии алгоритмизации, то есть разработки



вычислительного процесса (ВП). На этой же стадии следует заниматься и оптимизацией ВП, что повысит качество программы.

Данная статья является дальнейшим развитием работы [1], в которой предлагается новый подход к повышению качества ПП за счёт предварительного повышения качества ВП. Здесь рассмотрены: современные приложения теории сетей Петри к разнообразным ВП: характеристики сетей Петри и их оптимизация; применение СП в случае более сложных многоуровневых ВП. Однако авторами не сделаны попытки уточнения ВП на основании результатов моделирования соответствующих СП.

Основная часть

Постановка проблемы. Процесс получения качественного ПП включает в себя основные этапы его разработки [2]: формулирование идеи решения задачи; развертывание идеи в словесное описание ВП; доказательство того, что ВП является алгоритмом; построение схемы алгоритма; написание программ на языке высокого уровня; отладка программы на контрольном примере и тестирование.

Однако на практике обычно делается акцент на этап написания программы; при этом предыдущие этапы (кроме первого) или выпускаются, или выполняются частично и небрежно. Это приводит к необходимости последующего рефакторинга программного кода. Такая «традиция» имеет следующие недостатки:

1. Ошибки в процедуре уже не могут быть исправлены программно, поэтому важно их обнаружить на этапе анализа схемы алгоритма.

2. Многообразие вычислительных процессов при традиционном подходе приводит к излишним затратам времени на программирование каждого отдельного ВП и на анализ программ, в то время как в вычислительных процессах есть много общего в виде подпроцессов.

Известны свободные интегрированные среды разработки (IDE) программного обеспечения (ПО) для различных языков программирования, такие как IntelliJ IDEA, NetBeans, Eclipse и др. Они решают проблему ускорения создания ПО с использованием объектно-ориентированного подхода, но используются на последнем этапе разработки ПО.

Существуют различные CASE-технологии (Computer Aided Software Engineering), среди которых наиболее известными являются ERwin, PowerBuilder, SQL Windows, DataBase Designer и др. Кроме того, существуют специальные языки моделирования, наиболее распространенным из которых является UML – Unified Modeling Language. Эти инструменты работают с графическими описаниями архитектурных и функциональных элементов в области разработки ПО, моделирования бизнес-процессов, проектирования систем и отображения организационных структур.

Функции CASE-технологий включают инструменты для анализа, проектирования и программирования ПО, проектирования интерфейсов, документирования и создания структурированного кода на языке программирования. Однако часто эти инструменты являются средствами объектного моделирования, нацеленными на создание абстрактной модели



системы и не учитывающими качество ВП.

В последнее время популярным стал автоматный подход к программированию, в котором можно выделить два наиболее развитых подхода: SWITCH-технология [3] и КА-технология [4] (КА – конечный автомат) разработки ПО. Эти два подхода различаются реализацией логики автоматных программ. Однако недостатком автоматного подхода является малая вычислительная мощность, выражаемая автоматным языком. Более адекватным является использование сетей Петри [5], которые имеют существенно *большую* выразительность своего языка, занимая промежуточное положение между КА и машиной Тьюринга. К тому же автомат не отражает более сложного понятия, чем «операция», т.е. понятие «событие», а также взаимную зависимость «событие – условие», что характерно для сетей Петри; это сужает сферу применения КА.

При автоматном подходе программные конструкции преобразуются в базовые автоматы, что также является недостатком, так как целесообразно связывать с автоматом вычислительные конструкции (МО). Это тем более относится к сетям Петри.

В свете сказанного особенно важной и актуальной является разработка информационной технологии автоматизированного построения сети Петри для заданного ВП. Решению данной проблемы, а также обсуждению связанных с этим предпосылок и анализа результатов, и посвящена данная работа.

Цели и задачи исследования. Целью работы является повышение качества ПП и, в конечном счёте, сокращение времени на анализ программы, реализующей конкретный ВП, за счет более ранней увязки вычислительных конструкций с более мощным средством их описания – сетью Петри.

Для достижения этой цели необходима разработка информационной технологии (ИТ) представления ВП сетью Петри. При этом должны быть решены следующие основные задачи:

- построение библиотеки ВП и соответствующих им СП в виде базы знаний;
- разработка методов и методик для: 1) декомпозиции ВП на МО (вычислительные и управляющие – см. [1]); 2) преобразования МО во фрагменты СП; 3) композиции фрагментов в полную СП; 4) моделирования фрагментов и полной СП; 5) описания МО и финального ВП и соответствующих им фрагментов и полной СП; 6) реализации операций над библиотекой (занесение, извлечение, редактирование описаний), которая по сути должна представлять собой базу знаний.

В работе представлено частичное решение указанных задач.

Концепция информационной технологии.

В [1] предложены метод и реализующая его процедура построения модели ВП с использованием СП, что позволило разработать информационную технологию преобразования ВП в СП.

На рис. 1 представлена информационная технология (ИТ) разработки ВП с использованием сети Петри. Здесь CPs – computational processes; MOs – macro-operations; PN – Petri net.

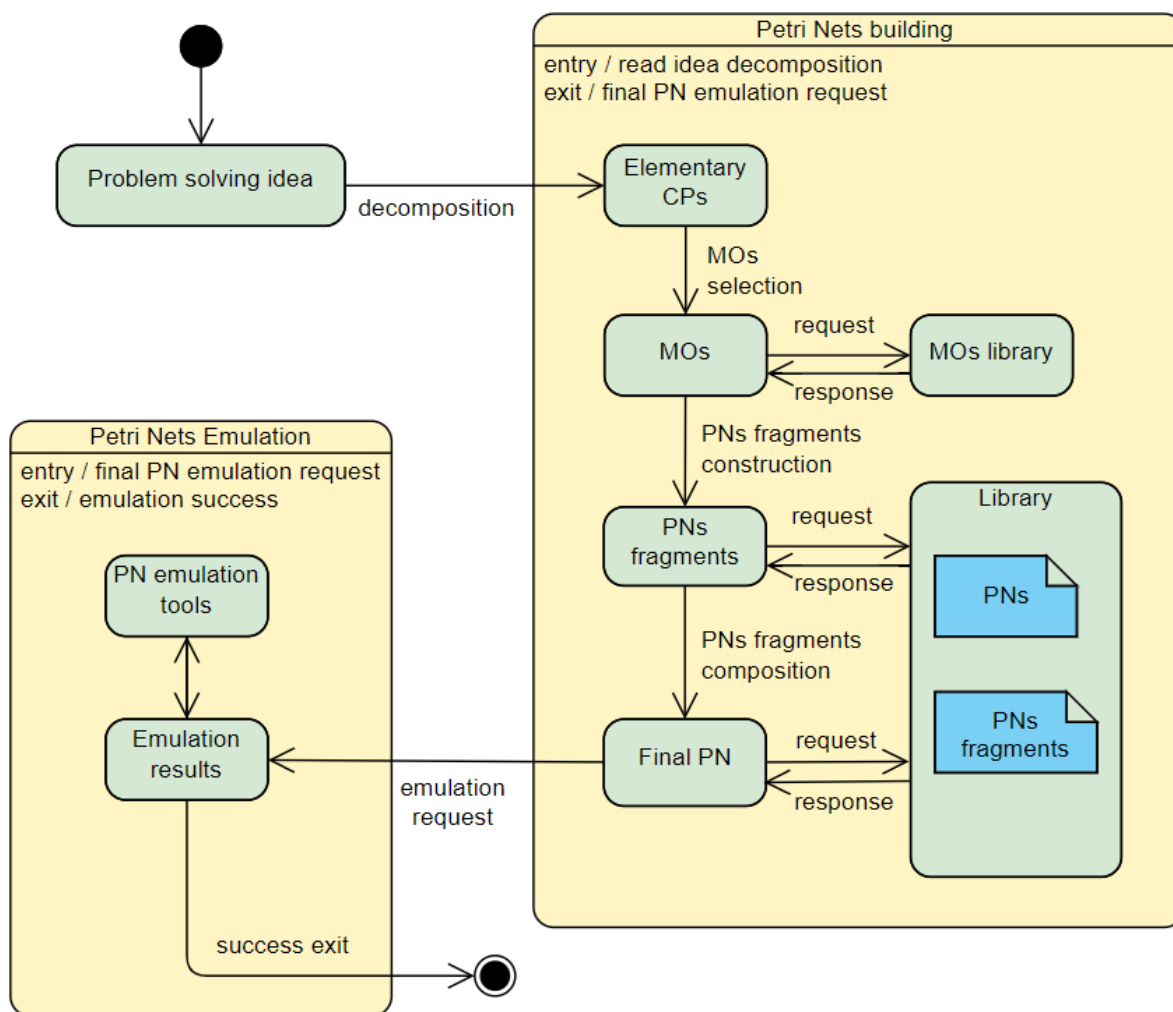


Рисунок 1 – ИТ разработки ВП с использованием сетей Петри

На первом этапе ИТ выполняется декомпозиция решения поставленной задачи на элементарные вычислительные процессы (подпроцессы).

Далее каждый такой подпроцесс оформляется в виде МО. Если процесс рассматривается впервые, для него вручную выделяются МО и они заносятся в библиотеку. Если же подпроцесс встречается повторно, данный этап не выполняется.

Каждой выделенной МО сопоставляется фрагмент сети Петри, который после моделирования также заносится в библиотеку.

Композиция фрагментов сетей Петри формирует финальную сеть Петри, которая заносится в библиотеку наряду с соответствующим ВП.

Построение сети Петри по выделенным МО.

Исходим из того, что ВП включает в себя две составляющие: вычислительную и управляющую. Первая составляющая использует совокупность операций разного уровня иерархии, начиная с простейших операций процесса вычислений; вторая составляющая обеспечивает организацию управления вычислительным процессом, то есть выстраивание процесса в определенном порядке.

Предлагаемый нами подход основан на следующих положениях.



Утверждение. Любой ВП может быть сконструирован на основе относительно небольшого числа МО и структур управления.

Определение 1. *Вычислительный процесс* – это последовательность операций как простых, так и достаточно сложных (макроопераций и процедур), выстроенных во времени в определённом порядке.

Определение 2. *Макрооперацией* называется логически законченный фрагмент вычислительного процесса.

МО включает в себя на нижнем уровне иерархии простые арифметические операции и арифметические выражения (как и в программировании, при рассмотрении ВП следует различать равенство и присваивание), на следующем уровне – перестановки элементов массива, смещения элементов последовательности, сравнение строк (столбцов) таблицы и т.п. В МО могут быть встроены структуры управления (альтернатива, итерация и более сложные структуры) элементарными операциями и МО. Так, простую сортировку вставками можно рассматривать как МО 3-го уровня иерархии с двумя циклами, управляющими процессом сортировки.

Библиотека.

Структура разрабатываемой библиотеки строится по принципам обычной библиотеки. Например, разделам соответствуют определённые классы решаемых задач (сортировка, покрытия, на графах и т. д.), которые включают в себя конкретные алгоритмы. Компонентами библиотеки являются МО и полный ВП, а также соответствующие им фрагменты и полная СП. Основные операции над компонентами библиотеки – это занесение компонента в библиотеку, его вывод, редактирование

Также имеются алгоритмы, используемые в разных классах задач. Такого рода общие алгоритмы должны быть выделены в отдельную группу.

В определенном разделе библиотеки должен быть приведен минимизированный перечень МО для всех алгоритмов данного класса задач с подробным описанием сути МО, её спецификацией.

Заключение и выводы.

Предложенная ИТ основана на материале [1]. Идея перехода к более крупным алгоритмическим фрагментам основана на утверждении о возможности описания большого разнообразия ВП с помощью относительно небольшого числа МО, которым соответствуют отлаженные фрагменты СП.

ИТ построения сети Петри для данного ВП требует дальнейшей проработки в части методики преобразования МО в фрагменты СП, библиотеки как базы знаний, методики моделирования СП.

Литература

1. Paulin, O. N., Komleva, N. O., Marulin, S. U. & Nikolenko, A. A. “Method for Constructing the Model of Computing Process Based on Petri Net”. *Applied Aspects of Information Technology. Publ. Science i Technical*. Odessa: Ukraine. 2019; Vol. 2 No.4: 260–270. DOI: <https://doi.org/10.15276/aaat.04.2019.1>
2. Goodman, S.E. and Hedetniemi, S.T. Introduction to the Design and Analysis of Algorithms [Text] Tata Mcgraw-Hill, New Delhi, 2002.



3. Шалыто А. А. SWITCH-технология. Алгоритмизация и программирование логических задач управления [Текст] – СПб: Наука, 1998. – 628 с.
4. Бурдонов И. Б., Косачев А. С., Кулямин В. В. Использование конечных автоматов для тестирования программ [Текст] // Программирование. – 2000. – №2. – С. 12-28.
5. Girault C., Valk R. Petri Nets for Systems Engineering: A Guide to Modeling, Verification, and Applications [Online] – Springer, 2003. — 601 p.

Abstract. *The aim of the work is to improve the quality of software products by preliminary representation of computational processes (CP) by a powerful tool for their description - Petri net (PN). This will allow you to identify many errors already at the stage of debugging the CP, as well as optimize the CP.*

The article proposes the concept of information technology (IT) of building CP based on its representation of PN. The initial information for IT is a verbal description of the algorithm for solving the problem, the output information is a high-quality CP and the corresponding PN.

IT includes the following steps: building the original CP and iteratively improving its quality by eliminating common errors and optimizing; decomposition of CP into macro-operations (MO) and compilation of PN fragments for them; modeling of PN fragments; construction of a complete PN and its modeling; saving to the MO library the corresponding fragments of the PN, the debugged complete CP and the corresponding complete PN.

The content of the IT stages is described, taking into account the results that have been achieved.

Key words: *software product quality, concept, information technology, stage, verbal description of the algorithm, computational process, decomposition, fragment, Petri net, modeling, optimization, library.*

Статья отправлена: 24.01.2022 г.

© Комлевая Н.О., Паулин О.Н.



УДК 004.056.53:[004.7:004.032.26]

RESEACH OF PARAMETERS OF QUALITY OF DEFINITION OF NETWORK ATTACKS OF THE PROBE CATEGORY WITH USE OF THE SELF ORGANIZING MAP

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК КАТЕГОРІЇ PROBE З ВИКОРИСТАННЯМ САМООРГАНІЗУЮЧОЇ КАРТИ

Pakhomova V.M. / Пахомова В.М.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-0022-099X

Pavlenko I.I. / Павленко І.І.

master / магістр

ORCID: 0000-0003-4941-6755

Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Lazaryan St., 2, 49010
Український державний університет науки і технологій, Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010

Анотація. Для визначення мережесих атак категорії Probe створена в Python програма «SOM_Probe» на основі реалізації самоорганізуючої карти Кохонена 30*30, структура якої 15-5 (де 15 – кількість вхідних параметрів мережевого трафіку, 5 – кількість результуючих нейронів), та з використанням відкритої бази KDDCup. Визначені параметри якості (Precision, Recall, F-мірка) виявлення наступних класів атак: Portsweeper, Ipsweeper, Satan, Nmap, а також проведені дослідження F-мірки за різною кількістю epoch навчання нейронної мережі.

Ключові слова: категорія, Probe, клас, атака, SOM, точність, повнота, F-мірка.

Вступ

Постановка проблеми. Створення ефективної системи виявлення мережесих атак вимагає застосування якісно нових підходів до обробки інформації, які повинні ґрунтуватися на адаптивних алгоритмах здатних до самонавчання. Найбільш перспективним напрямком у створенні подібних систем виявлення мережесих атак є застосування нейромережної технології.

Аналіз останніх досліджень. Відомо, що для виявлення мережесих атак можливе використання наступних нейронних мереж (НМ): багатошарового перцептрон (Multi Layer Perceptron, MLP); мережі Кохонена або самоорганізуючої карти (Self Organizing Map, SOM); радіально-базисної мережі (Radial Basis Function Network, RBF), серед яких для кластеризації найбільш підходить SOM [3]. Так, наприклад, Palomo A. та Esteban J. провели дослідження, використовуючи зростаючу ієрархічну самоорганізуючу карту при використанні бази KDD99. У результаті визначено майже максимальний рівень виявлення атаки, що складає 99,99 %, але при цьому є суттєвий недолік, який полягає в великій ймовірності помилки 5,44 % в зрівнянні з іншими НМ. Ortis Andres також проводила дослідження із зростаючою ієрархічною самоорганізуючою картою. У результаті створена НМ з підвищенням швидкості виявлення атак, яка при навчанні використовувала метод маркування ймовірностей. Для даної НМ використовувалася база NSL-KDD, досягнуто найвищу частоту виявлення атак 99,68 % з найменшим помилковим спрацьовуванням 0,02 %. У [1] доведено, що якість класифікації залежить від кількості еталонів окремих класів (Dos, Probe, U2R, R2L) у навчальній вибірці.



Дана робота виконана відповідно до НДР [2]. *Метою статті* є дослідження параметрів якості визначення мережевих класів атак категорії Probe з використанням самоорганізуючої карти.

1. Постановка задачі та вибір методу

Атаки Probe полягають в скануванні мережевих портів з метою отримання конфіденційної інформації. Відомі наступні класи мережевих атак відповідно до категорії Probe: PortswEEP, Ipsweep, Satan, Nmap. У якості початкових даних використана відкрита база даних KDDCup [5]. У якості математичного засобу взята самоорганізуюча карта Кохонена, що навчається без вчителя. Структура SOM має єдиний шар нейронів (шар Кохонена) без коефіцієнтів зсуву та показана на рис. 1.

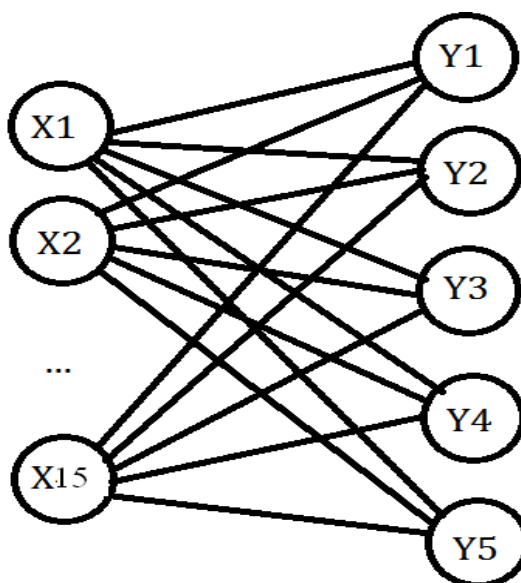


Рисунок 1 – Структура самоорганізуючої карти Кохонена

У якості вхідних змінних НМ параметри мережевого трафіку $x_1 \dots x_{15}$, де x_1 – Protocol type; x_2 – Service; x_3 – Flag; x_4 – Source bytes; x_5 – Destination bytes; x_6 – Hot; x_7 – Logged in; x_8 – Count compromised; x_9 – Serror rate; x_{10} – Error rate; x_{11} – Same srv rate; x_{12} – Diff srv rate; x_{13} – Srv Serror rate; x_{14} – Srv Error rate; x_{15} – Srv diff host rate. У якості результуючих нейронів $y_1 \dots y_5$, де y_1 відповідає PortswEEP, y_2 – Ipsweep, y_3 – Satan, y_4 – Nmap, y_5 – атаки не було.

Ми вважаємо, що використання SOM [6] в якості математичного апарату є доцільним і достатнім. Хоча RBF і навчається швидше ніж MLP, але необхідно визначити кількість радіальних елементів, розташовування їх центрів і значення відхилення, модель RBF потребує декілька більшої кількості елементів, тобто буде працювати повільніше і потребує більше пам'яті, ніж модель MLP. Однак, при створенні MLP необхідно провести додаткові дослідження функцій активації нейронів, алгоритмів навчання та довжини вибірки.

За допомогою мови «Python» створена програмна модель «SOM_Probe», в основу якої покладена реалізація самоорганізуючої карти. У якості основного фреймворку для створення SOM використано MiniSom (мінімалістичну реалізацію самоорганізуючої карти на основі Numpy). Для відображення інформації обрана бібліотека Matplotlib, до складу якої входить модуль



Matplotlib.pyplot який містить в собі функції для графічного відображення інформації. У якості допоміжної бібліотеки обрано NumPy (бібліотеку з відкритим вихідним кодом, яка поєднує в собі багато математичних функцій). Для аналізу даних використаний модуль Metrics від Sklearn, що включає функції оцінки, метрики продуктивності та обчислення відстані.

2. Навчання та тестування нейронної мережі

Для навчання SOM подана вибірка із 400 прикладів, фрагмент якої наведено на рис. 2. Для тестування SOM використано вибірку із 205 прикладів. У результаті роботи програми «SOM_Probe» отримані карти 30*30, які приведені на рис. 3(а, б) при навчанні та тестуванні НМ відповідно. Розподілення атак на картах наступне: «красне кільце» – Portswear, «зелений квадрат» – Ipswear, «синій плюс» – Satan, «жовтий крестик» – Nmap.

3. Дослідження параметрів якості визначення мережових класів атак

На створеній програмі «SOM_Probe» отримані параметри якості виявлення мережових класів категорії Probe, деякі із яких зведені в табл. 1 (250000 епох). У таблиці збалансована F-мірка – це гармонічне середнє між Precision та Recall.

```
1,6,2,0,0,0,0,0,2,0.00,0.00,1.00,0.02,0.53,0.00,1
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,15,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,6,6,0,0,0,0,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,13,3,0,77,0,1,0,1,0.00,0.00,1.00,1.00,0.00,0.00,2
1,14,3,693375640,0,1,0,0,3,0.79,0.67,0.21,0.05,0.39,0.00,1
1,6,8,0,0,0,0,0,2,0.69,0.50,0.31,0.01,0.38,0.00,1
2,5,1,8,0,0,0,0,10,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,6,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,9,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,37,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,43,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,46,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,49,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,33,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,26,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,4,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
2,5,1,8,0,0,0,0,43,0.00,0.00,0.00,1.00,0.00,1.00,2
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
1,6,7,0,0,0,0,0,1,1.00,1.00,0.00,1.00,0.00,0.00,4
```

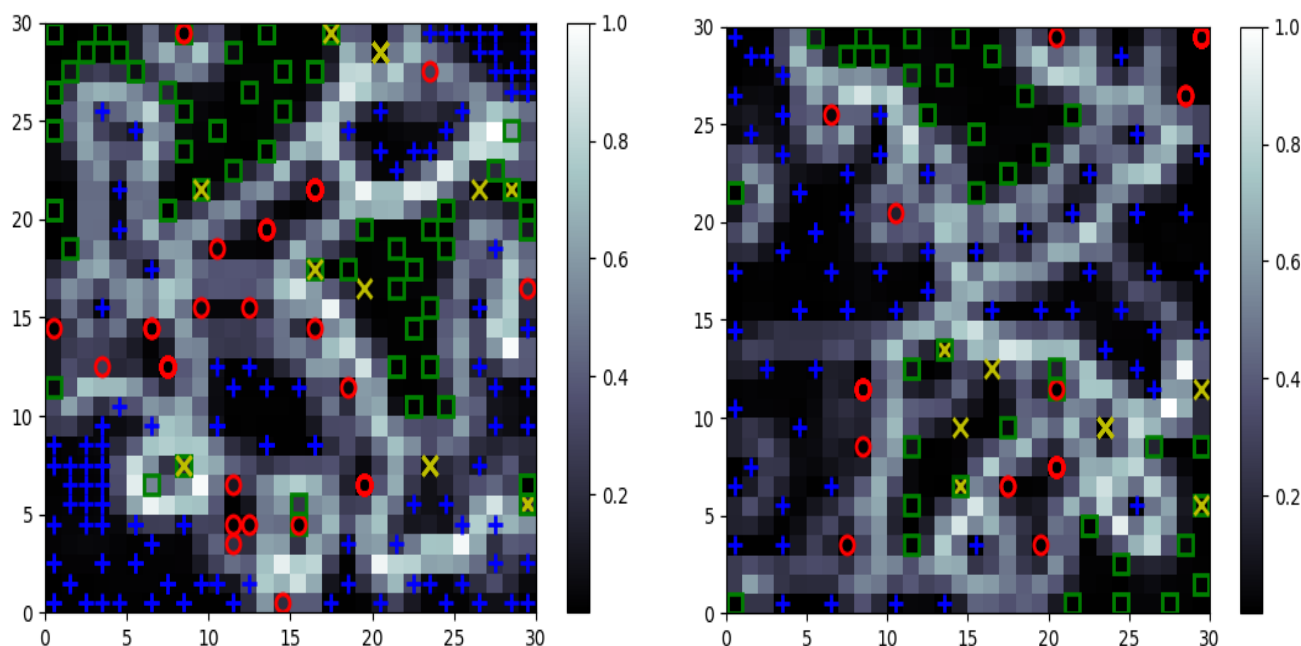
Рисунок 2 – Фрагмент навчальної вибірки

Таблиця 1 – Параметри якості, що отримані на програмі «SOM_Probe»

Клас атаки	Навчання НМ			Тестування НМ		
	Precision	Recall	F-мірка	Precision	Recall	F-мірка
Portswear	1,00	0,97	0,98	1,00	0,98	0,99
Ipswear	0,93	0,99	0,93	0,97	0,97	0,97
Satan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Nmap	0,94	0,74	0,94	0,83	0,91	0,83



Із таблиці видно, що НМ добре визначає типи мережеских атак. Найменшу точність НМ показала при визначенні атак типу Nmap. Тобто НМ добре визначає мережескі атаки типу Portsweep, Ipsweep та Satan, але при визначенні типу Nmap можуть виникати помилки.



**Рисунок 3 – Результат роботи програми «SOM_Probe»:
(а) - при навчанні НМ; (б) - при тестуванні НМ**

4. Дослідження F-мірки за різною кількістю епох навчання НМ

На створеній програмі «SOM_Probe» проведено дослідження F-мірки за різною кількістю епох навчання НМ (рис. 4), апробація результатів в [4].

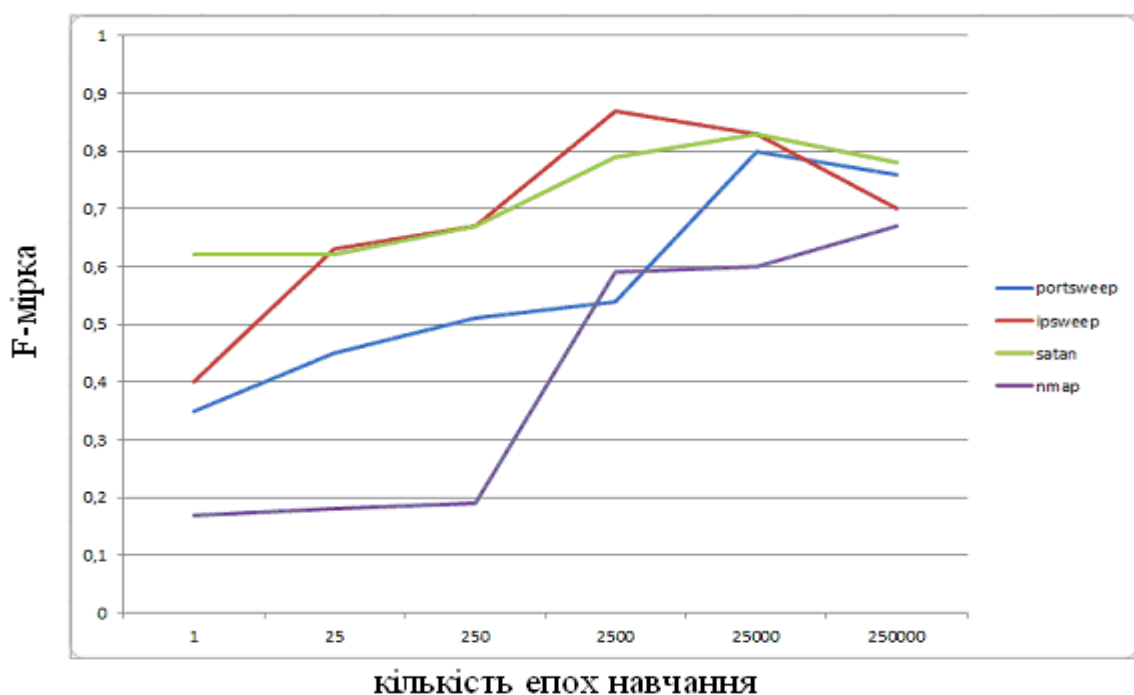


Рисунок 4 – F-мірка за різною кількістю епох навчання



Із рисунку видно, що для всіх типів атак (крім Nmap) F-мірка зростає, досягаючи свого максимуму на відмітці 25000 епох, після чого спостерігається невеликий спад мірки. Але для Nmap спостерігається постійний ріст, максимум якого випадає на 250000 епох. Незначний ріст значення F-мірки для Nmap та встановлення кількості епох навчання на 250000 буде означати втрати на визначенні інших типів атак і зниження загальної точності.

Висновки

На основі створеної в Python програми «SOM_Probe» з використанням самоорганізуючої карти Кохонена та бази даних KDDCup проведено дослідження параметрів якості визначення мережових класів атак категорії Probe. НМ добре визначає мережові атаки типів: PortswEEP; Ipsweep; Satan, але при визначенні типу Nmap можуть виникати помилки. Крім того, проведено дослідження F-мірки за різною кількістю епох навчання з використанням програми «SOM_Probe»: для всіх типів атак (крім Nmap) F-мірка зростає.

Література:

1. Емельянова Ю.Г., Талалаев А.А., Тищенко И.П., Фраленко В.П. Нейросетевая технология обнаружения сетевых атак на информационные ресурсы. Программные системы: теория и приложения. № 3(7). 2011. С. 3-15.
2. НДР «Дослідження механізмів визначення мережових атак з використанням методів штучного інтелекту»; наук. кер.: доц. Пахомова В.М. Державний реєстраційний номер: 0121U110676. 2021-2022 р.р.
3. Пахомова В.М., Коннов М.С. Дослідження двох підходів до виявлення мережних атак із використанням нейромережної технології // Наука та прогрес транспорту. 2020. № 3(87). С. 81-93. DOI: 10.15802/stp2020/208233.
4. Пахомова В.М., Павленко І.І. Дослідження на створеній мережі Кохонена виявлення PROBE атак. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті: Тези XV Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 16-17 грудня 2021 р.): УДУНТ, 2021. С. 198.
5. KDDCup1999Data.URL:<http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html>
6. Kohonen T. The self-organizing map. Proceedings of the IEEE. 1990. Vol. 78. No 9. pp.1464-1480.

Abstract. To determine network attacks of the Probe category, Python created the program "SOM Probe" based on the implementation of Kohonen Self Organizing Map 30*30, the structure of which is 15-5 (where 15 - the number of network traffic input parameters, 5 - the number of resulting neurons), and using an open database KDDCup. Quality parameters (Precision, Recall, F-measure) of detection of the following classes of attacks are defined: PortswEEP, Ipsweep, Satan, Nmap, and also researches of F-measure on various quantity of epochs of training of a neural network are carried out.

Keywords: category, Probe, class, attack, SOM, precision, recall, F-measure.



УДК 336:338.246

**THE STATE OF ECONOMIC SECURITY FOREIGN ECONOMIC
ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES
СОСТОЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Korniienko T. O. / Корниенко Т. А.*s.e.s., as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8020-0771

Vinnytska O. A. / Винницкая О. А.*s.e.s., as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-6402-6451

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, Sadova 2, 20301**Уманский государственный педагогический
университет имени Павла Тычины, Умань, Садовая 2, 20301*

Аннотация. В работе рассматривается процесс формирования состояния экономической безопасности, который в значительной степени зависит от усовершенствования управления процессом формирования данного состояния, предлагаемого осуществлять путем: упорядочения функций обеспечения экономической безопасности с функциями управления предприятием; перехода в дифференцированное управление по сценариям развития предприятия с соответствующими сценариями формирования состояния экономической безопасности; формирование механизма обеспечения состояния экономической безопасности как целостной совокупности его методов, инструментов и мер; обоснование пятишагового алгоритма формирования состояния экономической безопасности на основе комбинирования ее функциональных составляющих, инструментов и мер по разным сценариям формирования состояния экономической безопасности предприятия.

Ключевые слова: формирование состояния экономической сохранности, сельскохозяйственное предприятие, состояние экономической сохранности сельскохозяйственного предприятия, функциональные составляющие экономической сохранности, устойчивое развитие сельскохозяйственного предприятия.

Вступление.

Под влиянием экономической и политической нестабильности перед предприятиями возникает необходимость обеспечения экономической безопасности сельскохозяйственных предприятий и защиту от различных проявлений угроз и опасностей внешнего и внутреннего происхождения, которые существенно влияют на внешнеэкономическую деятельность предприятий аграрной сферы.

Основной текст.

Экономическая безопасность субъекта предпринимательства является важной характеристикой состояния его положения на рынке. Она в сельском хозяйстве имеет определенную специфику и неоднозначную трактовку, относительно чего суть понятия «экономическая безопасность сельскохозяйственного предприятия» следует рассматривать как состояние его способности не только эффективно осуществлять хозяйственную деятельность, отвечать по своим обязательствам и эффективно реагировать на воздействие



эндогенных и экзогенных рисков, но и возможности обеспечить условия устойчивого развития с учетом зависимости результативности деятельности предприятия от влияния почвенно-климатических условий [2].

Экономическая безопасность является таким состоянием предприятия, в рамках которого оно гибко реагирует на существующие угрозы и риски для хозяйственной деятельности на основе: ведения постоянного мониторинга влияния дестабилизирующих факторов, обеспечения эффективного выполнения текущих хозяйственных задач, выполнение обязательств и решения задач развития.

Ослабление экономической безопасности предприятий аграрной сферы приводит к тому, что во многих случаях лучшие цели внешнеэкономической деятельности превращаются в свою противоположность и вместо выигрыша задают вреда при экспорте и импорте товаров [5].

Основные угрозы развития сельскохозяйственных предприятий непосредственно определяется состоянием отрасли и проблемами ее развития, а также обусловлены различными изменениями конъюнктуры мирового рынка и адекватностью механизмов государственного регулирования национального продовольственного рынка, в том числе степенью монополизации его отдельных сегментов.

Формирование состояния экономической безопасности субъектов предпринимательства требует надлежащего обоснования. В контексте указанного, в научном и практическом отношении важным является использование алгоритма формирования состояния экономической безопасности сельскохозяйственного предприятия, который целесообразно рассматривать как элемент в его системе принятия управленческих решений. Алгоритм обосновывает порядок задействования механизма обеспечения экономической безопасности, который реализуется в ответ на влияние факторов риска через определенную функциональную составляющую экономической безопасности по определенным целевым направлениям [4].

Определение эффективности решения задач формирования экономической безопасности нужно осуществлять на комплексной основе – на основе оценки эффективности использования отдельных элементов механизма и функциональных составляющих экономической безопасности, интегральной оценки соответствия предприятия состоянию экономической безопасности и оценки эффективности предприятия с позиций устойчивого развития.

Ключевым для обеспечения долгосрочного функционирования предприятий является возможность достижения определенных целей развития. В связи с этим, основными направлениями обеспечения состояния экономической безопасности сельскохозяйственных предприятий являются: увеличение конкурентоспособности предприятия и продукции, повышение устойчивости объемов производства и доходов. При этом увеличение конкурентоспособности предприятий достигается за счет рационализации соотношения между доходами и расходами.

Современные условия характеризуются усилением процессов мировой экономической глобализации, поэтому важным является повышение



возможностей предприятий противостоять в конкурентной борьбе. При этом следует отметить, что речь идет не только о внутренней, но и о внешней конкуренции. Поэтому важным является поиск возможностей модернизации производства и всех составляющих экономической безопасности предприятий: операционной, инвестиционной, финансовой, кадровой, информационной и защитной.

В условиях мировой экономической глобализации некоторые предприятия вступают в конкурентную борьбу с интегрированными большими аграрными фирмами, мощность которых также формируется в результате использования средств государственной поддержки. При таких условиях эффективное противостояние таким структурам возможно за счет распространения и разнообразия процессов интеграции для повышения масштаба и уровня конкурентоспособности предприятия и его продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Общая эффективность работы и уровень конкурентоспособности предприятий зависит от достижения устойчивых параметров развития. В этом отношении важным на уровне предприятий является разработка инструментария прогнозирования влияния внешних факторов на предприятия, изменение общей результативности производства и уровня экономической безопасности. В контексте указанного следует сосредоточить внимание на предварительной подготовке сценариев развития предприятий, в которых учитываются различные варианты изменения структурных параметров предприятия в ответ на возможную конфигурацию влияния факторов внешней среды.

На текущем этапе развития для предприятий важным является повышение активности в привлечении средств и использования финансовых возможностей государственной поддержки. В соответствии с этим нами отмечается необходимость проработки на уровне каждого предприятия методического подхода по повышению его способности стать участником программы государственной поддержки на основе формирования соответствующего делового статуса предприятия, уровня его материально-технического обеспечения и инновационного уровня производства, повышение инвестиционной привлекательности, стабилизации результатов хозяйственной деятельности и обеспечения устойчивого состояния экономической безопасности.

Стратегия развития внешнеэкономической деятельности аграрной сферы в первую очередь должна быть направлена на обеспечение национальных интересов и балансов, во-первых, между отечественным производством и импортом, а во-вторых, между внутренним потреблением и экспортом. Разработка и внедрение комплексной системы мер по поддержке таких балансов на государственном уровне должны осуществляться с помощью таможенного и налогового регулирования с совершенствованием современного состояния сельскохозяйственных предприятий - стимулировать увеличение сбыта сельскохозяйственной продукции за счет разработки систем предоставления льгот для тех видов сельскохозяйственной продукции, которые



имеют значительный потребительский спрос с учетом возможностей стимулирования экспорта продукции за его пределы.

Для обеспечения финансовой устойчивости аграрного производства необходимо задействовать прежде всего механизмы, связанные с оптимизацией ценовых соотношений на продукцию всех отраслей АПК с повышением эффективности таможенно-тарифного и нетарифного регулирования.

Таким образом, для производства конкурентоспособной продукции и в достаточной степени защищенности нужно принять следующие меры:

- создать действенный таможенно-тарифный механизм защиты внутреннего рынка на основе повышения тарифов, дифференцированных по видам продукции;
- увеличить бюджетное финансирование отрасли в основном за счет средств государственного бюджета и повысить уровень экспортного субсидирования;
- расширить кредитование, ввести льготное налогообложение и провести реструктуризацию задолженности [7].

Эти важные меры по обеспечению производства конкурентоспособной продукции должны охватывать все уровни управления и предусматривать конкуренцию финансовых, материальных, трудовых ресурсов.

В результате можно сделать вывод, что концептуальные основы повышения эффективности формирования состояния экономической безопасности, основанные на привлечении всех составляющих устойчивого развития, возможностей государственной поддержки, функциональном совершенствовании процесса формирования состояния экономической безопасности, алгоритма формирования состояния экономической безопасности, возможности гибкого выбора инструментов и мер по обеспечению экономической безопасности и методическим подходом по оценке уровня экономической безопасности.

Для обеспечения высокого уровня экономической безопасности сельскохозяйственных предприятий нужно сформировать действенный механизм, который позволит противодействовать диспропорциям в использовании товарной продукции и избегать опасных явлений в развитии внешнеэкономической деятельности. Механизм экономической безопасности внешнеэкономической деятельности по своему характеру должно быть комплексным и обязательно включать такие рычаги, которые способны обеспечивать рост конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции на мировых рынках. Эффективный механизм управления экономической безопасностью сельскохозяйственных предприятий должен обеспечивать интеграцию экономических процессов на предприятии, связывать внутренние ресурсы и окружающую среду, предоставлять конкурентные преимущества для достижения поставленных целей деятельности предприятия.

Заключение и выводы.

Было предложено усовершенствование процесса формирования состояния экономической безопасности сельскохозяйственных предприятий осуществлять на основе активизации системы принятия управленческих решений,



основывающейся на переходе предприятий на позиции устойчивого развития, функциональном и организационном совершенствовании процесса формирования состояния экономической безопасности, подготовке сценариев возможного развития предприятий, гибкому варьированию регулирующих инструментов. и мер в соответствии с действием рисков факторов, повышении квалификационного уровня управления предприятиями для успешного участия в программах государственной поддержки.

Литература:

1. Бартон Т., Шенкир У., Уокер П. Риск-менеджмент. Москва : Вильямс, 2018. 208 с.
2. Баумоль У. Микротекория инновационного предпринимательства. Москва : Изд-во Института Гайдара, 2013. 432 с.
3. Васильчук Е. С., Замалаев П. С. Проблемы и методы прогнозирования финансовой несостоятельности предприятий. Бизнес–Информ. 2012. № 5. С. 175–178.
4. Глушенко С. А., Долженко А. И. Система нечеткого моделирования рисков инвестиционно-строительных проектов. Бизнес-информатика. 2015. № 2 (32). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sistema-nechetkogo-modelirovaniya-riskov-investitsionno-stroitelnyh-proektov>.
5. Клебанова Т. С., Сергиенко Е. А. Модели оценки, анализа и прогнозирования экономической безопасности предприятия. Бизнес-Информ. 2006. № 8. С. 65–72.
6. Корниенко Т. А. Чвертко Л. А. Конкурентоспособность предприятия как фактор экономической безопасности. Вестник Академии знаний. 2016. № 4. С. 11–15.
7. Королев М. И. Экономическая безопасность фирмы: теория, практика, выбор стратегии : монография. Москва : Экономика, 2019. 284 с.

Abstract. *The paper considers the process of formation of the state of economic security, which largely depends on the improvement of the management of the process of formation of this state, proposed to be carried out by: streamlining the functions of ensuring economic security with the functions of enterprise management; transition to differentiated management according to scenarios for the development of the enterprise with the corresponding scenarios for the formation of the state of economic security; formation of a mechanism for ensuring the state of economic security as an integral set of its methods, tools and measures; substantiation of the five-step algorithm for the formation of the state of economic security based on the combination of its functional components, tools and measures for different scenarios for the formation of the state of economic security of the enterprise.*

Key words: *formation of a state of economic safety, agricultural enterprise, state of economic safety of an agricultural company, functional components of economic safety, sustainable development of an agricultural company.*

Статья отправлена: 24.01.2022 г.

© Корниенко Т. А.

© Винницкая О. А.



УДК 349.6

THE STATE OF THE REGULATORY BASE FOR THE PREPARATION OF REINTEGRATION PROGRAMS IN THE ASPECT OF ENVIRONMENTAL SAFETY

СТАН НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ПІДГОТОВКИ РЕІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОГРАМ В АСПЕКТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Marova S.F./ Марова С.Ф.*d. publ. adm., prof./ д. держ. упр., проф.*

ORCID: 0000-0002-7887-4934

Donetsk State University of Internal Affairs,

Mariupol, ave. Admiral Lunin, 89, Ukraine

Донецький державний університет внутрішніх справ,

Маріуполь, просп. Адмірала Лунина, 89, Україна

Pavlenko O.P. / Павленко О.П.*d.e.s., prof. / д.е.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-5493-5798

Odessa State Environmental University, Odessa, Lvivska, 15, 65016

Одеський державний екологічний університет, Одеса, Львівська, 15, 65016

Анотація. Проаналізовано стан нормативної бази забезпечення екологічної безпеки. Доведено, що на рівень екологічної небезпеки впливає стан природної, техногенної, соціально-політичної небезпеки. Визначено, що території Донецької і Луганської областей мають кризові показники стану довкілля, що можуть погіршуватися за рахунок впливу з непідконтрольних територій. Показана неможливість визначення екологічних показників окупованих територій. Встановлено, що чинна законодавча база не має документів щодо забезпечення екологічної безпеки під час реінтеграції непідконтрольних територій.

Ключові слова: екологічна безпека; нормативна база; окуповані території.

Вступ.

Постійний розвиток суспільства, який проявляється у економічному зростанні, ускладненні технологій виробництва, розширенні транспортної мережі, інформаційних послуг, призводить не лише до підвищення якості життя. Все це обумовлює появу нових соціоприродних умов, що характеризуються більш високим рівнем небезпеки, а іноді й розбалансовують усталені природні процеси.

Доволі часто науковці зазначають, що небезпека є невід'ємною частиною суспільного життя, а досягнення стану повної, абсолютної безпеки є неможливим [1 - 3]. Виходячи з такої позиції, метою управління є не повне виключення ризикових явищ, а зменшення рівня ризику й його негативного впливу.

Розподіл джерел небезпеки практично відповідає класифікації надзвичайних ситуацій, затвердженій Постановою КМУ від 24.03.2004 р. № 368, відповідно до якої виділяють надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного і військового характеру.

До природних джерел небезпеки належать природні об'єкти і явища, стихійні лиха, які являють собою загрозу життю й здоров'ю людей.

Техногенні джерела – це небезпеки, зумовлені господарською діяльністю



людини.

Соціальні небезпеки пояснюються низьким рівнем матеріального стану населення, нерозвиненою системою соціальних відносин, неякісною організацією охорони здоров'я і освіти тощо.

Джерелами політичних небезпек є конфлікти на міжнаціональному й міждержавному рівні, ідеологічні і військові конфлікти.

Всі перелічені види небезпек обов'язково викликають зміни ще в одному прояві суспільного життя, а саме - негативні зміни в стані екологічної безпеки територій. Тобто, можна стверджувати, що екологічна безпека залежить від сукупності всіх перелічених аспектів. Існує безліч робіт, присвячених аналізу екологічної безпеки. Можна виділити роботи В.І. Андрейцева, Б.М.Данилишина, М.І. Хилько, Є.В. Хлобистова тощо. Більшість авторів приділяють увагу правовим, технічним, загальним питанням екологічної безпеки, розглядаючи їх як наслідки надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Стан екологічної небезпеки непідконтрольних Україні територій, що утворилися в результаті соціально-військового конфлікту, вивчено недостатньо.

Темою даної роботи є вивчення можливості підготовки екологічної складової програм реінтеграції окупованих територій.

Екологічна політика є суттєвою частиною загальнонаціональної політики національної безпеки. В 2019 р. було прийнято Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [4], в якому визначені першопричини екологічних проблем країни. До таких віднесено:

- підпорядкованість екологічних пріоритетів економічній доцільності;
- неврахування наслідків для довкілля у нормативно-правових актах;
- переважання ресурсо- та енергоємних галузей у структурі економіки із здебільшого негативним впливом на довкілля;
- фізичне та моральне зношення основних фондів у всіх галузях національної економіки;
- неефективна система державного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища та регулювання використання природних ресурсів, незадовільний стан системи державного моніторингу навколишнього природного середовища;
- низький рівень розуміння в суспільстві пріоритетів збереження довкілля та переваг сталого розвитку;
- незадовільний рівень дотримання природоохоронного законодавства та екологічних прав і обов'язків громадян;
- незадовільний контроль вимог природоохоронного законодавства та незабезпечення невідворотності відповідальності за його порушення;
- недостатнє фінансування природоохоронних заходів, фінансування таких заходів за залишковим принципом.

Незважаючи на те, що на момент підписання документу військовий конфлікт тривав вже чотири роки, він не був зазначений в якості однієї з причин незадовільного стану довкілля в Україні. Це можна пояснити тим, що конфлікт є локальним і не зачіпає безпосередньо більшу частину території



країни. Але екологічні проблеми не мають чітко окреслених кордонів, а їх наслідки можуть розповсюджуватися на розташовані неподалік території. Саме з цих позицій необхідно, на нашу думку, виходити при розробці програм реінтеграції.

Аналіз статистичних даних щодо стану довкілля в країні свідчить, що комплекс перелічених в роботі [4] проблем за багато років призвів до вкрай негативних наслідків. Особливо це стосується урбанізованих, техногенно напружених міст Донецької та Луганської областей.

Так, за даними Державної служби статистики, в 2019 році викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних та пересувних джерел забруднення склали 4108,3 тис. т. Найбільші викиди від стаціонарних джерел спостерігались у Донецькій області 773,5 тис.т (31,5% від загального обсягу по країні). Якщо на кожного жителя України в 2019 році припадало 58,5 кг викидів забруднюючих речовин атмосферу, а на кожен квадратний кілометр території - 4,3 тонни забруднюючих речовин, то в Донецькій області обсяги викидів у розрахунку на 1 км² були більшими у 6,8 разів, а на 1 особу в 3,2 рази.

Серед чотирьох населених пунктів, що зазнали найбільшого техногенного навантаження, 2 знаходяться в Донецькій області (таблиця 1).

Таблиця 1 - Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в найбільш забруднених містах України, тис. т

Місто	2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	% від загальної кількості по країні в 2019 р.
Бурштин	146,8	199,8	198,0	168,5	160,1	182,9	169,9	6,9
Кривий Ріг	395,0	327,4	327,0	342,9	323,9	267,4	268,3	10,9
Курахове	123,9	125,0	112,7	126,4	154,7	139,2	131,8	5,4
Маріуполь	364,3	289,4	249,6	257,3	288,2	316,6	330,1	13,4
Загалом	1030,0	941,6	887,3	895,1	926,9	906,1	900,1	36,6

Авторська розробка

За індексом забруднення атмосфери перше місце третій рік поспіль також належить Маріуполю – найбільшому місту підконтрольної Україні території Донецької області [5].

Такі показники екологічної безпеки Донецької області пояснюються, в першу чергу, високим техногенним навантаженням, розповсюдженням на території значної кількості підприємств «брудних» галузей промисловості, що, мають застаріле обладнання, неефективну систему управління, недостатній рівень контролю з боку природоохоронних органів. Але, крім іншого, необхідно враховувати й вплив окупованих територій, де відбувається безконтрольне забруднення атмосферного повітря. Такий вплив може існувати і за іншими видами небезпек: до початку збройного конфлікту на території Луганської і Донецької областей існувало 4240 потенційно небезпечних об'єктів, з яких 2160 - вибухонебезпечних, 24 радіаційнонебезпечних, 1320 пожежонебезпечних, 176 гідродинамічнонебезпечних, 334 хімічнонебезпечних об'єкти. Сьогодні із небезпечних об'єктів на непідконтрольній території



знаходяться 99 [6].

З початком збройного конфлікту на території Донбасу проблеми екологічної небезпеки загострилися. Науковці намагаються відстежувати процеси, що протікають на непідконтрольній території [7-10], але слід визнати, що чинний екологічний стан в певних районах Донецької та Луганської областей не визначений: немає інформації про кількість працюючих підприємств; не зрозуміло, чи відновлена робота природоохоронних структур (як на підприємствах, так і інспекційних органів); відсутні дані моніторингу довкілля (взагалі немає даних про його проведення). Тобто, оцінити рівень екологічної небезпеки територій та їх вплив на прилеглі українські регіони на сьогодні не уявляється можливим.

Деякі автори [7], аналізуючи екологічні небезпеки на окупованих територіях, в якості найбільш суттєвих виділили наступні:

- радіаційна, хімічна і вибухонебезпека;
- забруднення поверхневих та підземних вод;
- забруднення атмосферного повітря;
- забруднення ґрунтового покриву;
- забруднення ґрунтового покриву;
- небезпека епідемій.

Повністю погоджуючись з визначенням особливо загрозливих для стану екологічної небезпеки напрямів і їх обґрунтуванням (пошкодження споруд та обладнання під час активних бойових дій, тривале відключення електроенергії і, як результат, відсутність водовідливу, затоплення шахт і поступове підтоплення території, засолення підземних та поверхневих вод тощо), не можна не зазначити, що показники даних напрямів контролювалися і до початку військового конфлікту, контролюються вони і зараз, але лише на підконтрольній Україні території. Небезпечним є те, що, визнаючи небезпеку подій, що відбуваються в тимчасово окупованих регіонах, маючи перелік небезпечних об'єктів, Україна не має можливості здійснювати ретельний контроль їх стану, впливати на систему управління природоохоронними заходами, нівелювати негативні наслідки.

Заклучення і висновки.

Протягом останніх років чинна нормативна база України в сфері ресурсного законодавства й охорони довкілля поповнилася багатьма законодавчими й нормативно-правовими актами, складеними у відповідності до вимог європейського природоохоронного законодавства. Але жодного документу, спрямованого на визначення напрямів зменшення екологічної напруги на непідконтрольній території після її реінтеграції, виконання прогностичних досліджень, першочергові природоохоронні заходи на цей період немає.

Єдиним виключенням можна вважати маленький параграф «Екологічні проблеми Донбасу» в [4]. Але він також носить характер констатації й лише перелічує проблеми, а серед пропозицій має наступну: залучати міжнародних екологічних експертів з метою оцінки екологічної ситуації. Враховуючи наявний політичний стан, стан співпраці представників непідконтрольних



територій з міжнародними організаціями, можна стверджувати, що це положення є декларативним.

Тому вважаємо за необхідне пропонувати розробку програм реінтеграції окупованих територій з обов'язковим включенням екологічної складової, а також публічне обговорення цих програм з метою їх можливої оптимізації.

Література:

1. Гайченко В.А. Основи безпеки життєдіяльності людини / В.А. Гайченко, Г.М. Коваль. – К. : МАУП, 2002. – 232 с.
2. Дорогунцов С. Техногенно–екологическая безопасность урбанизированных территорий Украины / С. Дорогунцов, А. Федорищева // Экономика Украины. – 2000. – №5. – С. 4 – 11.
3. Дорогунцов С.І. Безпека розвитку і безпека стабільності – відповідь на виклики глобалізації / С.І. Дорогунцов, О.М. Ральчук, А.М. Федорищева. – К.: Знання України, 2004. – 40 с.
4. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»/ Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 16, ст.70.
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2019 р. <https://mepr.gov.ua/timeline/Nacionalni-dopovidi-pro-stand-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-v-Ukraini.html>
6. Статистичний збірник «Регіони України» 2019, Ч. 1/ Державна служба статистики України / за редакцією Вернер І. Є., 2020. – 638 с.
7. Кучер В.О. Забезпечення екологічної безпеки на території окупованого Донбасу / Кучер В.О., Євхутіч І.М., Парасюк В.М. // Юридичний науковий електронний журнал. - 2021. - № 9. - С. 115-118.
8. Личенко І.О. Проблеми екологічної безпеки тимчасово окупованих територій Донецької та Луганської областей та організаційно-правові засади їхнього вирішення. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Юридичні науки. 2016. № 845. С. 279–284.
9. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України / А.Б. Блага та ін.; за ред. А.П. Буценка. Київ : КИТ, 2017. 88 с.
10. Екологічний аспект реінтеграції окупованих районів Донецької та Луганської областей. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Ostannipnovini/82389.html>.

Abstract. (The state of the regulatory framework for environmental safety is analyzed. It is proved that the level of ecological danger is influenced by the state of natural, man-made, socio-political danger. It is determined that the territories of Donetsk and Luhansk oblasts have crisis indicators of the state of the environment, which may deteriorate due to the impact of uncontrolled territories. The impossibility of determining the ecological indicators of the occupied territories is shown. It has been established that the current legal framework does not have documents on ensuring environmental safety during the reintegration of uncontrolled territories.

Key words: ecological safety; regulatory framework; occupied territories.

Стаття відправлена: 25.01.2022 г.

© Марова С.Ф., Павленко О.П.



УДК 339.138

WAYS TO IMPROVE ENVIRONMENTAL BRANDING ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО БРЕНДИНГУ

Pavlenko O.P. / Павленко О.П.

d.e.s., prof. / д.е.н., проф.

ORCID: 0000-0002-5493-5798

Rozmaryna A.L. / Розмарина А.Л.

c.e.s., assoc.prof. / к.е.н., доц.

ORCID: 0000-0001-6463-3841

Vitenchuk K.O. / Вітенчук К.О.

Student / Студентка

Чабан С. П. / Chaban S.P.

Student / Студент

Odessa State Environmental University, Odessa, Lvivska, 15, 65016

Одеський державний екологічний університет, Одеса, Львівська, 15, 65016

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, С. Бандери, 12, 79013

Lviv Polytechnic National University, Lviv, S. Bandera, 79013

Анотація: Екологічний брендинг здатний впливати на рівень екологічного комфорту суспільства та стимулювати розвиток екологічно чистих товарів і безпечних виробництв, тому нині ця тема є вельми актуальною. Метою даної статті є дослідження теоретичних та практичних питань впровадження екологічного брендингу в Україні. У статті проаналізовано існуючі підходи до сутності поняття «екологічний брендинг» та запропоновано авторський підхід до цього поняття. Визначено основні завдання екологічного брендингу на сучасному етапі. Проаналізовано проблеми та перспективи впровадження екологічних брендів в Україні. Запропоновано напрями удосконалення системи екологічного брендингу.

Ключові слова: екологічний брендинг, «зелена» продукція, ціна, якість, бренд, ребрендинг, екологічний маркетинг, екологічно чиста продукція.

Вступ.

В сучасних умовах ринок екологічних товарів та послуг переповнений пропозиціями, схожими одна на одну. Тому для успішного ведення бізнесу вельми необхідно пропонувати щось більше, ніж просто товар. Потрібно позиціонувати його так, щоб споживач розумів, що це продукт розроблено спеціально для нього. У цьому полягає основне завдання брендингу, і насамперед екологічного.

Екологічний брендинг здатний впливати на рівень екологічного комфорту суспільства та стимулювати розвиток «зеленої» продукції і екологічно безпечних виробництв. Саме тому досить актуальним є питання створення на підприємствах системи брендингу та PR-технологій екологічної продукції.

Дослідженню питань екологічного брендингу присвятили свої праці такі науковці, як: Апшоу Л., Заман А. [3], Ілляшенко С. М. [4], Махнуша С. М. [5], Боєнко О.Ю. [6], Головня Ю. І., Трубей О. М., Ільченко В. М. та ін. Нині потребує удосконалення методологічні та прикладні питання щодо впровадження екологічного брендингу в маркетингову сферу вітчизняних підприємств з метою розвитку екологічно орієнтованої стратегії підприємств, за якою майбутнє.



Метою даної роботи є дослідження теоретичних і прикладних питань та особливостей впровадження екологічного брендингу, розробка заходів щодо удосконалення брендингу «зеленої» продукції для підприємств.

В якості основних методів дослідження використані: статистичний та економіко-екологічний аналіз, методи формально-логічний, узагальнення, дедуктивний, вибірки, системно-структурного аналізу.

Об'єктом дослідження є комплекс теоретичних та прикладних аспектів застосування системи екологічного брендингу в умовах ринкової економіки.

Предмет дослідження - механізми та організація процесу брендингу та PR-технологій «зеленої» продукції.

Виклад основного матеріалу. Один з крупних фахівців теорії брендингу Лінн Апшоу виділяє шість основних видів брендів, кожен з яких займає своє місце на ринку [1]:

- Товарні бренди (Product Brands) - перші з брендів, що з'явилися на ринку, та є основним ядром брендингу, оскільки превалюють в кількісному відношенні над іншими типами брендів. Товарні бренди краще за все асоціюється з тим, що більшість людей розуміють під брендом. Прикладом таких брендів може бути: автомобілі Mercedes, чай Lipton, кава Nescafe, шоколадні батончики M&M's, напій Pepsi-Cola тощо.

- Сервісні бренди (Service Brands) - це бренди, пов'язані з послугами. Їх значно менше на ринку, ніж товарних брендів. До сервісних брендів належать послуги, що надають такі компанії, як наприклад, Virgin Airlines, Visa, Citibank та ін.

- Бренди організацій («Organizational» Brands) включають корпоративні бренди, бренди політичних і екологічних партій, благодійну діяльність. Такі організації прийняли концепцію бренду як важливу частину власної корпоративної політики (Microsoft, Sony).

- Бренд подій («Event» brands) – брендом є події, що періодично проходять в галузі спорту, індустрії розваг і мистецтва (наприклад, Олімпійські ігри, концерти, турне, автомобільні гонки).

- Бренди осіб («Personal» Brands) - конкретна людина або група людей є брендом (політики, бізнесмени, співаки, актори). Особливість таких брендів полягає в тому, що ім'я знаменитостей розповсюджується набагато далі, ніж сфера їх діяльності (Дж. Кенеді, королева Єлизавета, Зінедін Зідан, «Beatles», Марк Цукерберг та ін.).

Також окремим сегментом є бренд екологічних товарів, тому що виробництво екологічно чистої продукції стає силою споживчої переваги. Одного разу спробував «зелену» (органічну) продукцію, споживач зазнаватиме великі труднощі при перемиканні на продукти виробництва інших виробників.

Отже, брендинг — це діяльність зі створення довгострокової переваги до товару (послуги), заснована на спільній посиленій дії на споживача товарного знаку (знаку обслуговування), упаковки, рекламних звернень, матеріалів, сейлз промоушн та інших елементів реклами, об'єднаних певною ідеєю і однотипним оформленням, що виділяють товар (послугу) серед конкурентів і створюють його образ (Brand image) [2, с. 41].



Як вже підкреслювалось вище, в останні роки все більшого значення набувають екологічні показники та характеристики продуктів і товарів. Тому нагальним питанням є створення ефективної системи екологічного брендингу. Під еко-брендингом різні автори розуміють в чомусь схожі поняття, але кожний з них робить акцент на різних аспектах цього визначення. Найбільш просте визначення надає А. Заман: «Еко-брендинг (екологічний брендинг, зелений брендинг) – спосіб пом'якшити вплив на навколишнє середовище шляхом просування товару, який відповідає визначеним екологічним показникам, критеріям або стандартам» [3].

С.М. Ілляшенко при визначенні еко-брендингу робить акцент на соціальній відповідальності за забруднення довкілля: «Екологічний брендинг – це комплексний процес розвитку екологічного бренду і підтримки добровільного зв'язку споживачів за допомогою стабільного і надійного набору відмінностей товару, що пропонують високу якість і задоволення потреб, із залученням уваги та зацікавленості виробників, і стійку соціальну відповідальність для запобігання негативних впливів на навколишнє середовище» [4].

Науковці С.М. Махнуша та Н.Є. Косолап вважають, що екологічний брендинг є маркетинговою стратегією «з наголошенням на екологічних якостях товару, основою яких є формування у споживача сприятливого образу рекламованої торгової марки, товару, компанії і виділення її серед інших як виробника «зелених» товарів» [5].

Боєнко О.Ю. пропонує трактувати еко-брендинг «як процес пов'язаний із поєднанням виробничих можливостей та маркетингової політики підприємства орієнтованої на екологізацію продукту шляхом вибору оптимальних способів представлення товару споживачу» [6].

З нашої точки зору, при визначенні поняття «екологічний брендинг» слід, перш за все, робити акцент на тому, що еко-брендинг є складовою екологічного менеджменту та маркетингу на підприємстві, який дозволяє поєднати високі екологічні характеристики продуктів з необхідністю модернізувати технологічні процеси вироблення цієї продукції з урахуванням останніх інновацій в галузі охорони довкілля та раціонального природокористування.

До основних завдань еко-брендингу належать:

- 1) Вибір вектору екологічного бренду.
- 2) Розробка стратегії позиціонування бренду на ринку.
- 3) Формування системи ідентифікаційних символів (товарного знаку, логотипу, слогану і т. ін.).
- 4) Розробка самого екологічного товару (унікальні особливості, призначення, способи застосування, переваги у порівнянні з іншими продуктами).
- 5) Розробка рекламної та медіа-стратегії.
- 6) Визначення каналів розповсюдження та збуту «зеленої» (органічної) продукції.
- 7) Формування позитивного відношення споживачів до еко-бренду.
- 8) Підтримання запланованого обсягу продажів на конкретному ринку і реалізація на ньому довготривалої програми зі створення та закріплення у



свідомості споживачів образу еко-товару (еко-послуги).

- 9) Забезпечення збільшення прибутковості в результаті розширення асортименту еко-товарів (еко-послуг) та знань про їх загальні унікальні якості.

Аналіз ситуації, яка склалася на українському ринку «зеленої» продукції, свідчить про те, що поки рівень розпізнавання екологічних брендів незначний. Однак існують усі можливості для його зростання та просування продукції, тому що українські споживачі хочуть купувати екологічно чисті сертифіковані продукти. За даними соціологічного опитування, 79% жителів України бажають, аби на їхньому столі була органічна продукція, вирощена без застосування хімічних добрив і пестицидів та сертифікована за європейськими стандартами якості. Це стосується й іншої продукції – косметики, побутової хімії, фармацевтичних товарів тощо. Нині існує мода на здоровий стиль життя (м'ясо без гормонів росту, молочні продукти без консервантів, екологічно чисті овочі та фрукти та ін.) [7].

За даними порталу In Venture було опубліковано топ-100 найдорожчих брендів і торгових марок України за підсумками 2020 року. Рейтинг складений на основі розрахунків дослідницької компанії MPP Consulting (табл. 1) [8].

Таблиця 1 – Динаміка рейтингу ТОП-100 Українських брендів

Бренд	Галузь	Вартість, \$ млн		Динаміка,	
			2020	%	2019
1	Моршинська	Напої	525	550	-4,55
2	Нова пошта	Логістика	337	310	8,71
3	Rozetka	E-Commerce	311	302	2,98
4	Roshen	Кондитерська промисловість	292	276	5,8
5	АТБ	Рітейл	247	168	47,02
6	ПриватБанк	Фінансові послуги	226	299	-24,41
7	Сандора	Напої	218	252	-13,49
8	Хортиця	Алкогільна промисловість	197	215	-8,37
9	Хлібний Дар	Алкогільна промисловість	162	159	1,89
10	Наша Ряба	М'ясна промисловість	160	189	-15,34
11	Чумак	Продукти харчування	148	140	5,71
12	Корона	Кондитерська промисловість	142	134	5,97
13	Торчин	Продукти харчування	138	153	-9,8
14	Nemiroff	Алкогільна промисловість	135	128	5,47
15	Київстар	Телекомунікації	134	141	-4,96
16	Олейна	Продукти харчування	128	113	13,27
17	Чернігівське	Пиво	119	107	11,21
18	Lifecell	Телекомунікації	108	100	8
19	ОККО	Паливо та енергетика	106	98	8,16
20	Яготинське	Молочарство	103	83,5	23,35



Максимальну кількість місць в рейтингу посіли бренди, які асоціюються з продуктами харчування, переробкою молока і виробництвом алкоголю, пива та безалкогольних напоїв. Далі йдуть ритейл, фармацевтичне виробництво, паливо та енергетика, господарчі товари. Найменше представництво мають логістика, фінансові та телекомунікаційні послуги і ювелірна галузь.

Максимальне зростання за 2020 рік – 164%, показав бренд «Стожар»; соняшникова олія від компанії «Кернел» піднялась на 23 позиції завдяки активній рекламній кампанії. Також серед лідерів зростання (на 21 і 19 позицій) – морепродукти «Водний світ» і шоколад Millenium. Компаніями, що зазнали падіння, стали представники ритейлу. Зокрема, «Велика Кишеня» і «ЕКО маркет» (зниження відповідно на 16 і 11 пунктів).

За даними табл. 1 можна зробити висновок, що трійка лідерів рейтингу брендів за рік не змінилася. Як і за підсумками 2019-го, перше місце займає «Моршинська» (її вартість оцінена в \$525 млн), далі йдуть «Нова пошта» (\$337 млн) та Rozetka (\$311 млн).

Деякі з цих відомих брендів намагаються бути більш екологічними, не забруднювати навколишнє середовище та впроваджувати екологічні інновації (наприклад, «Моршинська», «Сандора», «Наша Ряба», «Чумак», «Олейна» та ін.). Крім того, українські підприємці та дизайнери використовують есо-friendly методи виробництва, до яких належить ресайклінг (використання вторинної сировини) та апсайклінг (повторне використання речей зі зміною їх функціоналу).

Так, бренд Re-beau практикує ресайклінг. Його засновники виготовляють значки та сережки зі старих CD-дисків, надаючи друге життя пластику. Цікаво, що 10% з прибутку бренд інвестує в організацію прибирань лісів, озер і річок. Також Re-beau веде переговори з українськими ритейлерами, щоб створювати з ними спільні колекції прикрас з пластику.

Бренд OZERO продає продукцію призначену для догляду за гігієною в стилі «нуль відходів» з метою зменшити індивідуальне споживання та кількість сміття. Серед їх продукції бамбукові зубні щітки, бамбукові вушні палички, пляшки багаторазового використання, чашки для гарячих напоїв, еко-упаковки та торбинки.

Українська компанія Devohome виробляє натуральний текстиль з конопляних волокон, які є гіпоалергенними і набагато краще всмоктують вологу, ніж бавовна. Компанія виробляє подушки з конопляним наповнювачем, дитячий текстиль, ковдри, одяг, взуття. Найбільш несподіваним товаром є екошуби із конопель, які зовні мало відрізняються від натурального хутра, але є чудовою екологічною альтернативою натуральному хутру [9].

В останні роки на українському ринку отримали розповсюдження екологічні бренди, пов'язані з виробництвом, сумок, пакунків, навіть авосьок з екологічно чистих матеріалів, що особливо актуально в зв'язку з прийняттям у 2021 році Верховною радою України Закону «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» [10]. Так, бренд Raw Flaw виготовляє паперові сумки з веганського паперу, який можна мити, прати і переробляти, що відповідає усім стандартам стійкого виробництва. Бренд Green Elvis виготовляє еко-мішечки та сумки з використанням 100% бавовни, а також



вирішує проблему пластикового посуду – виготовляє органічні еко-виделки, ложки та миски з кокосу. Бавовняні сумки українського бренду Avoska витримують до 16 кілограмів, у них зручно носити свіжі овочі та фрукти [9].

До корпорацій, які запроваджують у своїй діяльності екологічний брендинг, відноситься компанія RedHead Family Corporation (заснована у 1994 році як «Європродукт»). Вона є лідером ринку дитячих товарів та найбільшою в Україні компанією сімейного типу в дитячому сегменті. Наявність великого обсягу інформації про ринок та про споживачів категорії дитячого харчування дозволяє «зеленій продукції» бути лідером у сегментах. Завдяки роботі експертів RedHead та розробці власного програмного забезпечення, фахівці дистрибуції можуть змодельовати асортимент дитячої полиці з урахуванням особливостей регіону та надавати перевагу екологічним брендам [11].

Висновки.

Таким чином, на підставі дослідження теоретико-методологічних та прикладних питань щодо розвитку системи екологічного брендингу в Україні можливо зробити висновок, що в країні існують усі необхідні передумови для розвитку та поширення екологічних брендів. Аналіз результатів дослідження дозволив запропонувати наступні рекомендації українським компаніям із впровадження ефективного брендингу «зеленої» продукції, а саме:

1. Розробляти слоган для кожного екологічного бренду та транслювати його через канали комунікацій з метою підвищення запам'ятовування бренду.
2. Постійно працювати над дизайном упаковки продукту, вносячи до нього як естетичні зміни, так і актуальні зміни щодо екологічних характеристик товару.
3. Наділяти екологічні бренди такими раціональними та емоційними характеристиками, щоб споживачі могли їх використання асоціювати з найнеобхіднішими для себе життєвими потребами.
4. За допомогою маркетингових досліджень виділити цільову аудиторію кожного бренду, відстежувати зміни та спрямовувати на них відповідні маркетингові комунікації.
5. Визначати географію розповсюдження «зеленої» продукції, підтримувати на цій території високий рівень представленості, шукати нові області та місця продажу.
6. Зробити процеси моніторингу та оцінки всіх параметрів екологічного бренду постійним явищем у діяльності підприємства, щоб швидко відповідати на дії конкурентів та мінливі запити споживачів.
7. Налагоджувати зв'язки із зовнішнім середовищем (споживачі, посередники, партнери, державні органи тощо), створюючи позитивну репутацію брендів «зеленої» продукції і підприємства в цілому через відкритість спілкування з будь-яких питань.

Отже, на нашу думку, впровадження вищеперелічених заходів щодо розвитку екологічного брендингу допоможе компаніям бути конкурентоспроможними, прибутковими та фінансово стійкими в сучасних мінливих умовах.



Література

1. Окландер М.А., Чукурна О.П. Маркетингова цінова політика. К.: Центр учбової літератури, 2012. 240 с.
2. Годін А.М. Брендинг: Навчальний посібник. - 2-ге вид., М.: Видавничо-торгівельна корпорація «Дашков і К», 2006.
3. Zaman A. et al. Green Marketing or Green Wash? A Comparative Study of Consumer's Behavior on Selected Eco and Fair Trade Labeling in Sweden. Journal of Ecology and the Natural Environment. 2010. № 2 (6), P. 105.
4. Маркетинг. Менеджмент. Інновації: монографія; за заг. ред. С. М. Ілляшенка. Суми: ТОВ Друкарський дім «Папіріус», 2010. 434 с.
5. Махнуша С. М., Косолап Н. Є. Маркетинг інновацій та екологічний брендинг: аналіз зв'язку. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2011. №1. С.36–44.
6. Боєнко О.Ю. Використання еко-брендингу вітчизняними товаровиробниками // Наукові праці ДонНТУ Серія: економічна. №2 (21), 2019. С. 40-47.
7. Гришко Л. Екологічно чисті продукти в Україні: попит перевищує пропозицію. URL: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,5583047,00.html>.
8. Топ-100 найдорожчих брендів і ТМ України за підсумками 2020 року. URL: <https://np.pl.ua/2021/08/top-100-naydorozhchych-brendiv-ukrainy/>
9. 5 екологічних українських брендів, які дбають про навколишній світ. URL: https://lifestyle.24tv.ua/fashion/5-ekologichnih-ukrayinskih-brendiv-yaki-dbayut-ostanni-novini_n1586828.
10. Закон України «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» Відомості Верховної Ради України. 2021. № 31. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text>.
11. Офіційна сторінка REDHEAD URL: <http://redhead.ua/ru/>

Abstract. Introduction. Ecological branding can affect the level of ecological comfort of society and stimulate the development of environmentally friendly goods and safe industries, so today this topic is very relevant. The purpose of this article is to study the theoretical and practical issues of environmental branding in Ukraine. The main research methods used are: statistical and economic-ecological analysis, formal-logical methods, generalization, deductive, sampling, system-structural analysis. The object of research is a set of theoretical and applied aspects of the application of environmental branding in a market economy.

Presenting main material. The article considers the classification of brands on various grounds and provides their characteristics. The existing approaches to the essence of the concept of "environmental branding" are analyzed and the author's approach to this concept is offered.

The main tasks of ecological branding at the present stage are determined. The dynamics of the TOP-100 rating of Ukrainian brands, including brands of "green" products, is analyzed.

Problems and prospects of introduction of ecological brands in Ukraine are analyzed.

Conclusions. The directions of improvement of the system of ecological branding in corporations are offered. Implementing measures for the development of environmental branding will help companies to be competitive, profitable and financially stable in today's changing environment.

Keywords: environmental branding, "green" products, price, quality, brand, rebranding, environmental marketing, environmentally friendly products.



СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

Innovative engineering, technology and industry

- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-001> 3
THERMAL CALCULATION OF CABLE LINES LAID IN
POLYMER PIPES
Kyryk V. V., Podoltsev O. D., Rybka O. O.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-007> 11
PROGRESSIVE ZINCING ELECTROLYTES
Kryukova E.A., Korobkova M.V.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-016> 17
RESEARCH OF DEAERATION AND NUTRITIONAL INSTALLATION
OPERATION IN ORDER TO DETERMINE ITS OPTIMAL AND MOST
EFFICIENT OPERATING MODE
Hlushchenko O.L., Rudenko K.O.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-027> 23
FEATURES OF DESIGN OF BRAND SPECIAL CLOTHES
Nikulina A.V., Shopina T.P.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-032> 30
THE RESEARCH OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF WORT
EXTRACTED FROM SWEET SORGHUM AND APPLE CONCENTRATE
AS RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF SAFE FOODSTUFFS
Karputina M.V., Kharheliia D.D., Teterina S.M., Romanova Z.M., Oliinyk S.I., Vitriak O.P.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-054> 35
JUSTIFICATION FOR THE CHOICE OF SANITARY PREPARATION OF
PREMISES FOR PRODUCTION TRYPHOPHANE AMINO ACIDS
Hrehirchak N. M., Slobodyan O. P., Shulga M.O.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-067> 41
THE EQUATION OF MOVEMENT OF THE WORKING CONTAINER
DURING VIBRO-MAGNETIC-ABRASIVE PROCESS OF SUPER HARD
CERAMICS
Burlakov V.I., Burlakova H.Ya.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-070> 46
OCCUPATIONAL SAFETY AT THE OPERATION OF BIOGAS
INSTALLATIONS AT FOOD INDUSTRY ENTERPRISES
Siryk A.O., Evtushenko O.V., Maltseva A.V..
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-077> 52
ORGANIC BREAD WITH TEF FLOUR
Falendysh N.O., Blazhenko M.S., Belinska K.



<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-080> 56

INTENSIFICATION OF WATER TREATMENT TECHNOLOGY BY DISCRETE-PULSE ENERGY INPUT

Dolinskyi A.A., Obodovych O.M., Tselen B.Ya., Sydorenko V.V., Ivanytskyi H.K., Lymar A.Yu., Radchenko N.L.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-087> 62

MONITORING OF NITRATE CONTENT IN GROUNDWATER

Baitova S.N., Zhuravska N.E.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-095> 68

MANUFACTURE AND MANUFACTURING ORGANIZATION OF SPECIAL PURPOSE CAKE FOR RESTAURANT ESTABLISHMENTS

Pavliuchenko O., Shteyman Z.

Computer science, cybernetics and automatics

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-057> 74

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE TIME OF CORRELATION OF ACCIDENTAL INTERFERENCE ON THE EFFICIENCY OF CONSEQUENTIAL INFORMATION RESERVATION

Al-Ammori A.N., Poleva N.M., Palchik O.P., Tumanova I.V., Oliinuk V.L.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-059> 79

PIECEWISE LINEAR APPROXIMATION OF THE SINUSOIDAL MOTION OF THE VIBROCALIBRATION COMPLEX CARRIAGE

Kryvoruchko I.P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-072> 85

IMPLEMENTATION OF THE QUANTUM GENETIC ALGORITHM IN THE ENVIRONMENT PYTHON

Skakalina E. V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-083> 94

CONCEPTION OF INFORMATION TECHNOLOGY OF REPRESENTATION OF COMPUTATIONAL PROCESS BY PETRY NET

Komlevaya N.O., Paulin O.N.

Security systems in the modern world

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-022> 100

RESEAECH OF PARAMETERS OF QUALITY OF DEFINITION OF NETWORK ATTACKS OF THE PROBE CATEGORY WITH USE OF THE SELF ORGANIZING MAP

Pakhomova V.M., Pavlenko I.I.



<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-088>

105

THE STATE OF ECONOMIC SECURITY FOREIGN ECONOMIC
ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Korniienko T.O., Vinnytska O. A.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-093>

110

THE STATE OF THE REGULATORY BASE FOR THE PREPARATION OF
REINTEGRATION PROGRAMS IN THE ASPECT OF ENVIRONMENTAL
SAFETY

Marova S.F., Pavlenko O.P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-096>

115

WAYS TO IMPROVE ENVIRONMENTAL BRANDING

Pavlenko O.P., Rozmaryna A.L., Vitenchuk K.O., Chaban S.P.



Scientific publication

International periodic scientific journal

ScientificWorldJournal

Issue №11

Part 1

January 2022

In Bulgarian, Ukrainian, Russian and English

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 82.07)

*Academy of Economics named after D.A. Tsenov
Bulgaria jointly with SWorld*

Signed: January 30, 2022

e-mail: editor@sworldjournal.com
site: www.sworldjournal.com



www.sworldjournal.com

Articles published in the author's edition





www.sworldjournal.com