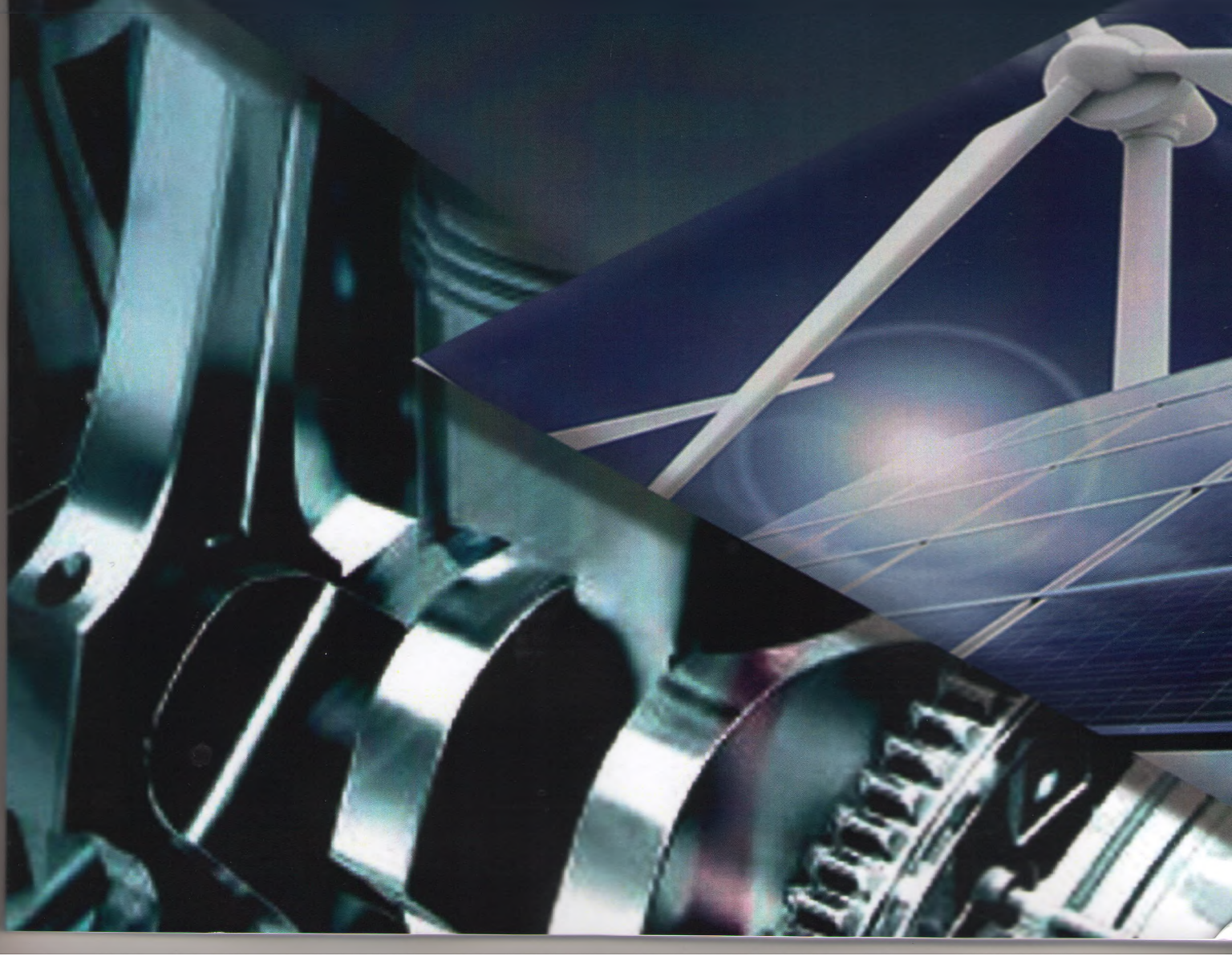
Vol. 10. No 1 2019
ISSN 2663-1334 (Print)
ISSN 2663-1342 (Online)
DOI: 10.31548/machenergy.2019.01.208

Техніка та Енергетика

Machinery & Energetics



ISSN 2663-1334 (print)
ISSN 2663-1342 (online)

DOI: 10.31548/machenergy.2019.01.208

Machinery & Energetics

Journal of Rural Production Research

since 2010 till 2018
[Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and Energy of APK.
ISSN 2222-8594 (print). ISSN 2415-7694 (online)]

Vol. 10

№ 1

Kyiv – 2019

Editor-in-Chief
Prof.. DS. Stanislav Nikolajenko, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine

Vice-Editor
Prof. Ildus Ibatullin, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Valeriy Voytiuk, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Volodymyr Kozyrskii, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine

Assistants Editor
PhD Viktoria Kyrylyuk, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
PhD Ivan Rogovskii, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
PhD Oleksandr Synyavskiy, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine

Editorial Board
Prof. Andrey Tevyashev, Kharkov National University of Radio Electronics, Ukraine
Prof. Andriy Boyko, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Andrzej Marczuk, University of Life Sciences in Lublin, Poland
Prof. Dainis Viesturs, Latvia University of Agriculture, Latvia
Prof. Dmytro Voytiuk, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Gennadiy Golub, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Georgiy Tayanowski, University of Agriculture in Minsk, Bielarus
Prof. Henryk Sobczuk, Polish Academy of Sciences, Poland
Prof. Janusz Wojdalski, Warsaw University of Life, Poland
Prof. Leonid Aniskevych, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Yevgen Aftandilyants, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Larysa Bal-Prylypko, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Ludvikas Spokas, Agrarian University in Kaunas, Lithuania
Prof. Petro Yevych, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic
Prof. Ondrej Savec, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic
Prof. Vjacheslav Shebanin, Mykolayiv National Agrarian University, Ukraine
Prof. Povilas A. Sirvydas, Agrarian University in Kaunas, Lithuania
Prof. Stanisław Sosnowski, University of Engineering and Economics in Rzeszów, Poland
Prof. Tadeusz Złoto, Częstochowa University of Technology, Poland
Prof. Valery Adamchuk, National Scientific Centre «Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture» in Kiev, Ukraine
Prof. Vitaliy Lysenko, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Volodymyr Boyko, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Volodymyr Bulgakov, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Volodymyr Gorobets, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Volodymyr Gorobetz, National Agrarian University of Moldova, Moldova Republic
Prof. Volodymyr Kravchuk, State Scientific Organization „Leonid Pogorilyy Ukrainian Scientific Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production", Ukraine
Prof. Vyatcheslav Adamchuk, University McGill, Canada
Prof. Vyatseslav Loveykin, National University of Life and Environmental Science of Ukraine in Kiev, Ukraine
Prof. Waclaw Romaniuk, Institute of Technology and Life Sciences Branch in Warsaw, Poland
Prof. Wojciech Tanaś, University of Life Sciences in Lublin, Poland

All the articles are available on the webpage: www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica
All the scientific articles received positive evaluations by independent reviewers
Linguistic consultant: *Ivan Rogovskii*
Typeset: *Ivan Rogovskii*
Cover design: *Lyudmila Titova*
Photo on the cover: *Ivan Rogovskii*

© Copyright by National University of Life and Environmental Science of Ukraine, 2018

Editorial Office address
National University of Life and Environmental Science of Ukraine
Str. Heroiv Oborony, 15, Kyiv, Ukraine, 03041
e-mail: rogovskii@nubip.edu.ua

Printing
AgroMediaGroup, Novokonstantinovska Str. 4a, 04-080 Kyiv, Ukraine

Publishing Office address
AgroMediaGroup, Novokonstantinovska Str. 4a, 04-080 Kyiv, Ukraine

ISSN 2663-1334 (print)
ISSN 2663-1342 (online)
Edition: 100+16 vol.

19. CFD моделювання компактного пучка труб та виведення критеріального рівняння числа Nu
В. І. Троханяк 151-158

20. Дослідження процесу виробництва дизельного біопалива з технічних жирів
М. М. Муштрук 159-164

21. Особливості технічного обстеження та паспортизації прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва
Н. О. Костира, О. М. Малишев, В. М. Бакуліна 165-169

22. Обгрунтування основних принципів створення високопродуктивної ґрунтообробної техніки сільськогосподарського призначення
І. М. Сівак, Ю. В. Човнюк, Ю. О. Гуменюк 171-175

23. Методологічні підходи ефективності забезпечення коефіцієнта готовності сільськогосподарських машин
І. Л. Роговський 177-187

24. Імітаційне моделювання фізичних небезпек на виробничих процесах при експлуатації МЕЗ на зерносховищах
С. М. Виговський, І. Л. Роговський 189-194

25. Перспективний підхід у зберіганні зернових культур
С. В. Кюрчев, В. О. Верхоланцева, Л. М. Кюрчева 195-201

Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv, Ukraine. 2019, Vol. 10, No 1, 195-201
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

DOI: 10.31548/machenergy.2019.01.195-201

УДК 631.362+631.56

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПІДХІД У ЗБЕРІГАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

С. В. Кюрчев, В. О. Верхолянцева, Л. М. Кюрчева

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна.

Кореспонденція авторів: valentyna.verkholantseva@gmail.com

Історія статті: отримано – грудень 2018, акцептовано – травень 2019.
Бібл. 18, рис. 5, табл. 0.

Анотація. Запропоновано застосовувати у зерносховищі процес охолодження з використанням пульсаційного зворушування зернової маси, яке відбувається за рахунок утворення імпульсів. Продукція знаходиться на певній відстані від підлоги, розподілення пневмопотоків до сипкого середовища здійснюється через колектор,який під'єднується окремо до кожного піддона, які розташовані паралельно один одному для полегшення доступу та здатності утворення стоячої хвилі. Наявність діафрагми та пружних елементів забезпечують періодичне відсікання та ущільнення пневмокамери з нагнітальним контуром вентилятора

Дане розташування констркції дозволить реалізувати переваги використання стоячої хвилі для зворушування зерна по всій площі піддону, що було відзначено вище. Розташування піддону на певній відстані від підлоги нівелює насичення вологою зернової продукції знизу, де має місце максимальна концентрація вологи. Виведення вологи, що утворюється за рахунок конденсації через перепад температур у сховищі, здійснюється внаслідок поєднання розробленого процесу зворушення, що виводить вологу на поверхню зернового шару; з розробленим процесом централізованої вентиляції потоком холодоносія, що виводить вологу з поверхні зернового шару назовні із зерносховища.

Запропонований спосіб зберігання зернової маси у піддонах дає можливість значно зменшує витрати при будівництві та обслуговуванні зерносховища. Опорна поверхня піддону виготовляється із металом, що по периметру оббивається листовим металом для збільшення несучої здатності конструкції та можливості закріплення системи піддонів на спеціальних опорних стійках.

Ключові слова: зерносховище, охолодження, зернова маса, модель, зберігання, барботування, зворушення, технологія.

Постановка проблеми

Технологія зберігання насіння зібраної зернової і олійної продукції є одним з визначальних факторів стабілізації загального виробництва зерна та олій і надійності їх використання.

Якщо зберігання насіння зернових і олійних культур на великих сільськогосподарських підприємствах вирішується на достатньому рівні, то для невеликих фермерських господарств з обмеженими ресурсами це є проблемою [1, 2, 3].

Тому необхідно сприяти подальшому розвитку системи зберігання насіння зернової продукції, а саме будувати новітні зерносховища і впроваджувати ефективні технології, що відповідають сучасному науково-технічному рівню, а також особливостям зберігання зерна кожної культури [4].

Аналіз останніх досліджень

За останні роки аграрна галузь, яка займається вирощуванням, зберіганням та переробкою продукції сільського господарства, пройшла складний шлях розвитку і вдосконалення. У більшості господарств основним видом продукції, яка зберігається, є зерно та насіння різних сільськогосподарських культур.

Проаналізувавши роботи багатьох дослідників в цьому напрямку, які вивчають процеси зберігання, що відбувається у ході зберігання, створення обладнання для переробки та збергіанні зерна, таким чином обґрунтовує актуальність розробки зерносховищ із затосуванням пневмоімпульсного барботування у господарствах, які дозволять зберегти показники якості, а можливо і покращати їх у період зберігання [5, 6, 7, 8].

Мета досліджень

Метою дослідження є розробка перспективного зерносховища, яке дозволить зберегти зернову масу та моделювання самого процесу охолодження з визначенням показників,які впливают на формування процесу охолодження.

Результати досліджень

Аналізуючи сучасні системи зберігання зерна, можна відмітити, що також досить широко використовуються як зерносховища – безкаркасні ангари. За характеристиками такі ангари нічим не

поступаються капітальним будівлям, дають можливість за короткий термін покрити досить велику площу, при цьому вартість і терміни зведення такого зерносховища в рази менше у порівнянні з іншими.

Залежно від експлуатаційних вимог у ангарі можлива установка будь-яких необхідних систем: контролю температури, вентиляції, охолодження, досушування, теплоізоляції, крім того, забезпечується надійний захист як від атмосферних опадів, так і від псування зерна гризунами і птахами.

Таким чином, існуюче різноманіття засобів для зберігання зерна (зерносховищ) показує, що багато з них мають суттєві недоліки такі, як складність та вартість, що обмежує їх більш широке використання у відносно невеликих фермерських господарства.

Має місце складнощі з герметизацією, завантаженням та розвантаженням зернової продукції та ін.

Тому необхідно продовжувати роботи по подальшому розробленню технологій зберігання зернової продукції у зерносховищах із застосуванням активного вентилювання, барботування продукції під час зберігання тощо.

Нами представлені переваги і недоліки застосування зерносховищ ангарного типу (рис. 1).

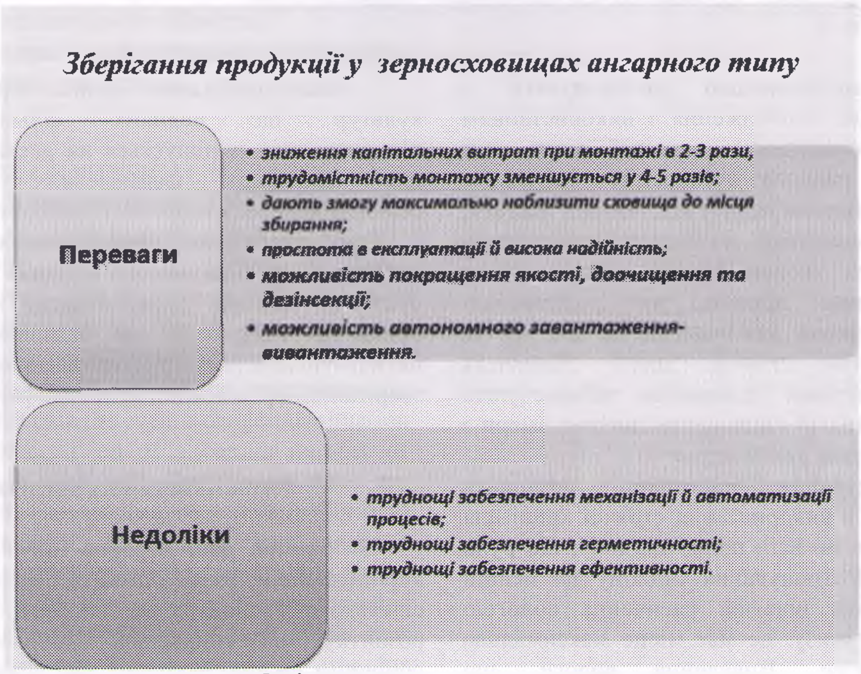


Рис. 1. Переваги і недоліки методу зберігання зернових культур в ангарах.
Fig. 1. Advantages and disadvantages of the method of storage of cereals in hangars.

Пропонуємо використовувати зерносховища ангарного типа у яких застосовувати вібрацію, яка в свою чергу впливає на інтенсивність як циркуляційного, так і відносного руху часток продукції в робочій камері по різних та хаотично складних траєкторіях в умовах контакту з потоками тепло- або холодоносія, зумовлюючи оптимальні умови для здійснення тепло- та масообміну за можливості регулювання параметрів процесу [9, 10, 11, 12].

У технологічному режимі процес зчеплення між частками зернової маси послаблюється, що призводить до виникнення станів псевдозрідження і псевдотекучості, внаслідок чого створюються сприятливі умови для ефективного перемішування маси за рахунок збільшення площі контактної взаємодії та знижуються витрати на переміщення сировини за рахунок зменшення внутрішнього тертя [13, 14, 15, 16].

Наведена схема експериментальної установки для дослідження системи охолодження із зворушуванням.

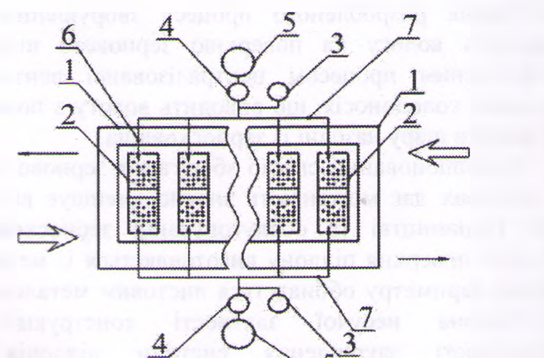


Рис. 2. Схема експериментальної установка для дослідження системи охолодження із зворушуванням зерна: 1 – зерносховище; 2 – піддони; 3 – вентилятор; 4 – пневмоімпульсний барботер; 5 – охолоджувачі; 6 – колектори; 7 – трубопроводи.
Fig. 2. Schematic of an experimental unit for the study of the cooling system with a touch of grain: 1 – granary; 2 – pallets; 3 – fan; 4 – pneumo-pulse bubbler; 5 – coolers; 6 – collectors; 7 – pipelines.

Таким чином, можемо очікувати такі технологічні переваги:

• дане розташування пневмоімпульсного генератора дозволяє реалізувати переваги використання стоячої хвилі для зворушування зерна по всій площі піддону, що було відзначено вище;

• розташування піддону на певній відстані від підлоги нівелює насичення вологою зернової продукції знизу, де має місце максимальна концентрація вологи;

• виведення вологи, що утворюється за рахунок конденсації через перепад температур у сховищі, здійснюється шляхом поєднання розробленого процесу зворушення, що виводить вологу на поверхню зернового шару;

• з розробленим процесом централізованої вентиляції потоком холодоносія, який виводить вологу з поверхні зернового шару назовні із зерносховища;

• опорна поверхня піддону виготовляється із металу, що по периметру оббивається листовим металом для збільшення несучої здатності конструкції та можливості закріплення системи піддонів на спеціальних опорних стійках.

Серед конструктивно-технологічних засобів інтенсифікації основних процесів досліджуваної системи зберігання використовували три їх схеми реалізації: вібраційні, хвильові та пневмодинамічні імпульсні, які поєднує одна фізична природа, що полягає у знакозмінній дії на сипкі технологічні середовища. У процесі зворушення насіневого зернового матеріалу у сховищі була застосована схема пневмоімпульсної дії на сипке середовище, що дозволило за порівняно низьких енерговитрат створити стоячу хвилю, енергія якої значно інтенсифікує контактну взаємодію потоку холодоносія всередині зернової маси.

Перед тим, як будувати регресійну модель, проведено дослідження на наявність ефекту мультиколеніарності, тобто наявність кореляційного зв'язку між факторами.

Усі парні коефіцієнти кореляції між факторами мають значення, близькі по модулю до одиниці, що свідчить про високий рівень кореляційного зв'язку між ними.

Тому побудували регресійну модель у вигляді:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{15}x_1x_5 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{25}x_2x_5 + b_{34}x_3x_4 + b_{35}x_3x_5 + b_{45}x_4x_5.$$

Регресійну модель будували за методом найменших квадратів. Після перевірки на значущість розрахованих параметрів та адекватності моделі виявилось, що всі параметри моделі незначимі, а сама модель при цьому адекватна. Цей факт свідчить про наявність мультиколеніарності.

Для побудови регресійної моделі в умовах мультиколеніарності було вилучено ряд незначимих факторів: x_1x_2, x_1x_4, x_1x_5, x_2x_4, x_2x_5, x_3x_4, x_3x_5, x_4x_5.

Також було введено фіктивний фактор

$$x'_{45} = x_1 - (a_0 + a_4x_4 + a_5x_5).$$

Отримана наступна регресіна модель:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{45}x'_{45} + b_{24}x_2x'_{45}.$$

Розрахунок параметрів моделі проведено за методом найменших квадратів. Після підстановки фіктивного фактору у явному виді отримана наступна регресійна модель:

$$y = 26,4885 + 9,1946x_1 - 0,3885x_2 - 7,1785x_3 - 0,002102x_4 + 2,376x_5 - 0,1239x_1x_3 + 0,6611x_2x_3 - 0,6794x_1x_5 + 0,0001673x_2x_4 - 0,1889x_2x_5.$$

Перевірка значимості параметрів моделі за критерієм Стьюдента при рівні значимості 0,05 показала, що усі параметри моделі значимі.

Перевірка адекватності моделі за критерієм Фішера показала, що модель адекватна ($F_{налб} = 44,24 > F_{табл}(0,05;9;18) = 2,46$).

Середнє квадратичне відхилення похибки дорівнює $\sigma_e = 0,096$. Множинний коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,939$, що свідчить про суттєвий вплив факторів на показник клейковини в порівнянні з випадковими факторами.

Для пошуку оптимальних значень факторів проведемо аналіз регресійної моделі методами класичної оптимізації [17, 18].

Для цього розв'язували систему рівнянь і знаходили стаціонарні точки:

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = 9,194 - 0,123x_3 - 0,679x_5 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = -0,388 + 0,661x_3 - 0,679x_1 + 0,00016x_4 - 0,188x_5 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_3} = -7,078 - 0,123x_1 + 0,661x_2 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_4} = -0,002 + 0,000167x_2 = 0 \end{cases}$$

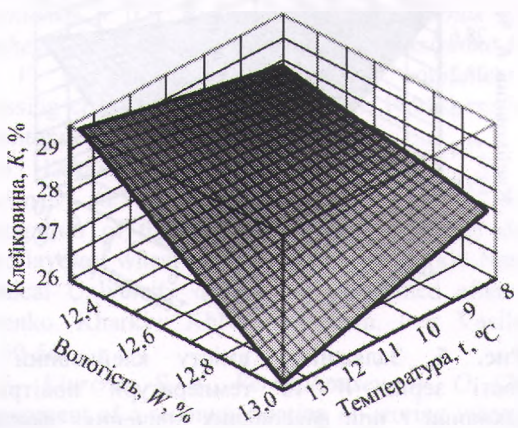


Рис. 3. Залежність вмісту клейковини від вологості зерна W та температури зерна $t_{сер}$ при фіксованих значеннях факторів: $P = 10800$ м^3/год, $t_{хо} = 4,0°C$, $t_n = 5,2°C$.

Fig. 3. Dependence of gluten content on grain moisture W and grain temperature t_s at fixed values of factors: $P = 10800\ m^3/h$, $t_{cl} = 4,0°C$, $t_{st} = 5,2°C$.

Розв'язок системи рівнянь: $x_1 = 9,57$, $x_2 = 12,5$, $x_3 = 5,72$.

Оптимальні значення змінних x_4 і x_5 знаходили з аналізу експериментальних даних відповідно до

знайдених оптимальних значень x_1, x_2, x_3. Знайдені оптимальні значення спостерігаються приблизно на двадцять четвертому тижні, при цьому показники факторів x_4 = 10800 і x_5 = 4.

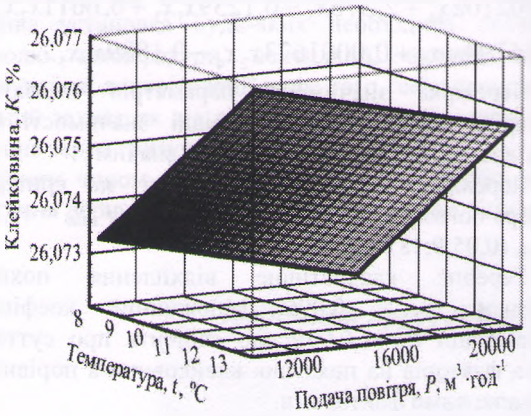


Рис. 4. Залежність вмісту клейковини від температури зерна $t_{сер}$ та об'ємної подачі повітря P при фіксованих значеннях факторів: $W = 12,5\%$, $t_{хд} = 4,0°C$, $t_n = 5,2°C$.

Fig. 4. Dependence of gluten content on grain temperature t_s and volumetric air supply P at fixed values of factors: $W = 12,5\%$, $t_{cl} = 4,0°C$, $t_{st} = 5,2°C$.

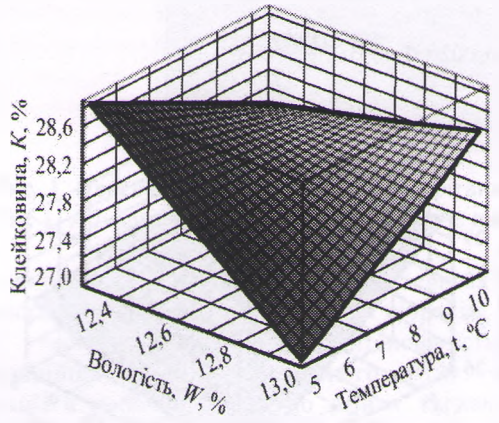


Рис. 5. Залежність вмісту клейковини від вологості зерна W та температури повітря у зерносховищі t при фіксованих значеннях факторів $t_з$ = 9,5 °С, $t_{хд}$ = 4 °С, V = 10800 м³/год.

Fig. 5. Dependence of gluten content on grain moisture W and air temperature in granary t at fixed values of factors: $t_з$ = 9.5 ° C, t_x = 4 ° C, V = 10800 m³/h.

Таким чином, найбільше значення клейковини досягається на 24 тижні при значенні факторів.

Середня температура зерна в зерносховищі (9,57±1,76) °С.

Вологість оброблюваного матеріалу (12,5±0,32) %.

Температура повітря у зерносховищі (5,72±1,76) °С.

Об'ємна подача повітря (10800±4093) м³/год.

Температура холодоагента (4±1,6)°С.

При цьому прогнозований показник клейковини знаходиться в довірчому інтервалі [28,1±0,1] %.

Висновки

1. Необхідні значення вмісту клейковини у продукції дорівнює 28,1% за таких раціональних параметрах режиму зберігання: вологості зернового матеріалу 12,5 %, об'ємній подачі повітря 10800 м³/год, температурі холодоагента 4,0 °С, температурі повітря у сховищі 5,72 °С, середній температурі насипного зерна у зерносховищі 9,57 °С.

Список літератури

1. *Кюрчев С. В. Верхоланцева В. А.* Конструктивные особенности установки для сушки и охлаждения зерна активным вентилированием. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. Мелітополь. 2015. Вип.5, Т.1. – С. 108 – 113. Режим доступу: http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html.

2. *Кюрчева Л. М., Григоренко О. В., Кюрчев С. В.* Технологія переробки та зберігання сільськогосподарської продукції.: Мелітополь, ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2013. 126 с.

3. *Ялпачик В. Ф., Загорко Н. П., Скляр О. Г., Кюрчев С. В., Буденко С. Ф., Верхоланцева В. О., Паляничка Н. О., Кюрчева Л. М., Циб В. Г.* Обладнання складів. Зберігання зерна і зернопродуктів: Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2018. 293 с.

4. *Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О.* Визначення параметрів оптимізації процесу охолодження зерна. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2015. Вип. 163. С. 228–239.

5. *Ялпачик В. Ф., Загорко Н. П., Паляничка Н. О., Буденко С. Ф., Самойчук К. О., Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Олексієнко В. О., Циб В. Г.* Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 278 с

6. *Ялпачик В. Ф., Кюрчев С. В., Стручаєв М. І., Верхоланцева В. О.* Дослідження процесу теплообміну при охолодженні шару зерна пшениці. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2015. Вип. 166. С. 50–56.

7. *Кюрчев С. В. Верхоланцева В. А.* Разработка рекомендации по хранению пшеницы в зернохранилище. Праці ТДАТУ. Мелітополь. 2017. Вип. 17. Т. 3. С. 166–173.

8. *Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Паляничка Н. О.* Візуалізація конструкції зерносховища та процесу охолодження. «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи. ефективність», присвяченої 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі: Матеріали Міжнародної науково-практичної

конференції, Харків, 18 травня 2017 р.: Тези доповідей. Ч. 1. Харків. 2017. С. 258–260.

9. *Кюрчев С. В., Леженкін О. М., Кюрчева Л. М., Верхоланцева В. О.* Застосування процесу охолодження пшениці у технології зберігання зерна. II Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» до 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету та 50-річчя Харківського державного університету харчування та торгівлі 5–7 вересня 2017 року. Харків-Мелітополь-Кирилівка. Україна. Наукове фахове видання. С. 65–66.

10. *Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Кюрчева Л. М.* Процес теплообміну між зернівками та охолоджувальним повітрям у зерносховищі. XI Міжнародна науково-технічна конференція, Одеса, 21-22 вересня 2017 р. Сучасні проблеми холодильної техніки та технології, Наукове фахове видання. С. 228–229.

11. *Кюрчев С. В., Кюрчева Л. М., Верхоланцева В. О.* Перспективний процес зберігання зерна із застосуванням охолодження у зерносховищі. XVIII Міжнародної наукової конференції присвяченої 117-річниці від дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка «Сучасні проблеми землеробської механіки» 16-18 жовтня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський, Наукове фахове видання. С. 141–143.

12. *Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О.* Застосування вібротехнологій у процесах зберігання сільськогосподарської продукції. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (17-18 травня 2018р., м. Умань). Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва. С. 113–115.

13. *Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О.* Використання продукта зберігання у виробництві. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства», 7-8 червня 2018 року. Мелітополь-Кирилівка, 2018. С. 55.

14. *Скалецька Л. В., Духовська Т. М., Сеньков А. М.* Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум. Київ. Вища школа. 1994. 330 с.

15. *Кюрчев С. В.* Конструктивні особливості зерносховища із застосуванням охолодження. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. НУБІП. 2018. Вип. 298. С. 105-110.

16. *Pavlo Fedirko, Volodymyr Krol, Serhii Kiurchev* Materials science and metalworking : collective monograph. Kraków; Kamianets-Podilskyi, 2017. 355 p.

17. *I. Palamarchuk, S. Kiurchev, V. Verkholantseva, N. Palianychka, O. Hryhorenko* Optimization of the Parameters for the Process of Grain Cooling. Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation, Springer Proceedings in Energy. 2018. Chapter No. 94. P. 981-988.

18. *Lesya Zhavnyska1, Serhii Kiurchev, Olha Chaikovska* Scientific achievements in enviromental and life science, Polish Ukrainian cooperation. Scientific monograph. Монографія Scientific monograph. Vol. II. Монографія ISBN: 978-83-65180-20-9, Kraków, 2018, p. 141.

References

1. *Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O.* (2015). Constructive features of the plant for drying and cooling the grain by active ventilation. Scientific herald of the Taurian State Agrotechnological University [Electronic resource]. Melitopol T.1, 108-113. Mode of access: http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html.

2. *Kiurcheva L. M., Grigorenko O. V., Kiurchev S. V.* (2013). Technology of processing and storage of agricultural products .: Melitopol, LLC Publishing House MMD, 126 pp .: Il.

3. *Yalpachik V. F., Zaghorko N. P., Sklyar O. G., Kiurchev S. V., Budenko S. F., Verkholantseva V. O., Palyanichka N. O., Kiurcheva L. M., Tsyb V. G.* (2018). Warehouse equipment Storage of grain and grain products: Melitopol: Publishing house of Melitopol city printing house, 293.

4. *Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O.* (2015). Determination of parameters of optimization of the process of cooling the grain. Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko. Kharkiv: KhNTUSG them. Petr Vasilenko, 228-239.

5. *Yalpachik V. F., Zagorko N. P., Palyanichka N. O., Budenko S. F., Samoichuk K. O., Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O., Oleksiyenko V. O., Tsib V. G.* (2017). 0Technological equipment for processing crop production: Melitopol: Publishing house of Melitopol city printing house, 278.

6. *Yalpachik V. F., Kiurchev S. V., Strochayev M. I., Verkholantseva V. O.* (2015). Investigation of the process of heat exchange during cooled layer of wheat grain. Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko. Kharkiv: KhNTUSG them. Petr Vasilenko, 166. 50-56.

7. *Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O.* (2017). Development of a recommendation on storing wheat in a grain storage facility. The work of TDATU. Melitopol, Issue 17, T.3. 166-173.

8. *Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O., Palyanichka N. O.* (2017). Visualization of the design of the granary and the cooling process. "Development of Food Production, Restaurant and Hospitality and Trade: Problems, Prospects, Effectiveness" dedicated to the 50th anniversary of the establishment of the Kharkiv State University of Nutrition and Trade: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Kharkiv, May 18, 2017: Abstracts 1. Scientific Professional Edition. 258-260.

9. *Kiurchev S. V., Lezhenkin O. M., Kiurcheva L., M., Verkholantseva V. O.* (2017). Application of the cooling process of wheat in grain storage technology. II International Scientific and

Practical Conference "Innovative Aspects of Food and Hotel Industry Development in Contemporary Conditions" to the 85th Anniversary of the Taurian State Agrotechnological University and the 50th Anniversary of the Kharkov State University of Food and Trade 5-7 September 2017 Kharkiv-Melitopol-Kyrylivka Ukraine. Scientific Specialty Edition. 65-66.

10. *Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O., Kiurcheva L. M.* (2017). The process of heat exchange between grains and cooling air in a grain storage facility. XI International Scientific and Technical Conference. Odessa, September 21-22, 2017 Modern Problems of Refrigeration Technology and Technology, Scientific Specialty Edition. 228-229.

11. *Kiurchev S. V., Kiurcheva L. M., Verkholantseva V. O.* (2017). *A* promising grain storage process with cooling in a grain storage facility. XVIII International Scientific Conference devoted to the 117th anniversary of the birth of Academician Petro Vasilyenko "Modern Problems of Agricultural Mechanics" October 16-18, 2017, Moscow Kamyanets-Podilsky, Scientific Special Edition. 141-143.

12. *Palamarchuk I. P., Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O.* (2018). Application of vibrotechnologies in the processes of storage of agricultural products. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference (May 17-18, 2018, Uman). Importation-replacing technologies of growing, storing and processing of products of gardening and plant growing. 113-115.

13. *Palamarchuk I. P., Kiurchev S. V., Verkholantseva V. O.* (2018). Use of the storage product in the production. Materials of the international scientific-practical conference "Agro-ecological aspects of production and processing of agricultural products", June 7-8, 2018. Melitopol-Kyrylivka, 55.

14. *Skaletska L. V., Dukhovskaya T. M., Sen'kov A. M.* (1994). Technology of storage and processing of crop production. Workshop. Kiev. High school. 330.

15. *Kiurchev S. V.* (2018). The process of cooling in a grain storage facility for the storage of grain products with subsequent implementation in production. Scientific herald of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Kyiv: NUBIP, Vol. 9. T. 3, 83-90.

16. *Pavlo Fedirko, Volodymyr Krol, Serhii Kiurchev* (2017). Materials science and metalworking : collective monograph. Kraków; Kamianets-Podilskyi. 355.

17. *I. Palamarchuk, S. Kiurchev, V. Verkholantseva, N. Palianychka, O. Hryhorenko* Optimization of the Parameters for the Process of Grain Cooling. Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation. Springer Proceedings in Energy – 2018. Chapter No 94. 981-988.

18. *Lesya Zbaravska1, Serhii Kiurchev. Olha Chaikovska* (2018). Scientific achievements in environmental and life science, Polish Ukrainian cooperation. Scientific monograph. Scientific monograph. Vol. II. ISBN: 978-83-65180-20-9, Kraków. 141.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД В ХРАНЕНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

С. В. Кюрчев, В. А. Верхоланцева, Л. М. Кюрчева

Аннотация. Предложено применять в зернохранилище процесс охлаждения с использованием пульсационного зворушування зерновой массы, которое происходит за счет образования импульсов. Продукция находится на определенном расстоянии от пола, распределения пневмопотоке к сыпучей среды здийснуеться через коллектор, который подсоединяется отдельно к каждому поддона, которые расположены параллельно друг другу для облегчения доступа и способности образования стоячей волны. Наличие диафрагмы и упругих элементов обеспечивают периодическое отсечения и уплотнения пневмокамеры с нагнетательным контуром вентилятора

Данное расположение констркции позволит реализовать преимущества использования стоячей волны для зворушування зерна по всей площади поддона, что было отмечено выше. Расположение поддона на определенном расстоянии от пола нивелирует насыщения влагой зерновой продукции снизу, где имеет место максимальная концентрация влаги. Вывод влаги, образующейся за счет конденсации из-за перепада температур в хранилище, осуществляется в результате сочетания разработанного процесса умиления, что выводит влагу на поверхность зернового слоя; разработанному процессом централизованной вентиляции потоком хладоносителя, что выводит влагу с поверхности зернового слоя наружу из зернохранилища.

Предложенный способ хранения зерновой массы в поддонах дает возможность значительно уменьшает затраты при строительстве и обслуживании зернохранилища. Опорная поверхность поддона изготавливается из металлом, по периметру оббивается листовым металлом для увеличения несущей способности конструкции и возможности закрепления системы поддонов на специальных опорных стойках.

Ключевые слова: зернохранилище, охлаждения, зерновая масса, модель, хранения, барботирования, волнения, технология.

PERSPECTIVE APPROACH IN GRAIN STORAGE

S. V. Kiurchev, V. A. Verkholantseva, L. N. Kiurcheva

Abstract. It is proposed to apply a cooling process in the granary using the pulsating motion of the grain mass. which occurs due to the formation of pulses. The products are located some distance from the floor, the distribution of air flows to the flowing medium is effected through a manifold that connects separately to each pallet, which are parallel to each other for ease of access and ability to form a standing wave. The presence of the diaphragm and elastic elements ensure periodic cutting and sealing of the pneumatic chamber with the fan discharge circuit

This arrangement of the constructions will realize the benefits of using a standing wave to move the grain over the entire pallet area, as noted above. The location of the pallet at a certain distance from the floor eliminates the saturation of moist grain products from below, where the

maximum moisture concentration occurs. The removal of moisture formed by condensation due to the temperature difference in the storage is carried out due to the combination of the developed process of displacement, which brings moisture to the surface of the grain layer; with a developed process of centralized ventilation with a stream of coolant, which removes moisture from the surface of the grain layer outside the granary.

The proposed method of storage of grain mass in the pallets makes it possible to significantly reduce the cost of construction and maintenance of the granary. The support surface of the pallet is made of metal, which is lined with sheet metal around the perimeter to increase the load-bearing capacity of the structure and the possibility of securing the pallet system on special support posts.

Key words: granary, cooling, grain mass, model, storage, bubbling, moving, technology.

С. В. Кюрчев ORCID 0000-0001-6512-8118.
В. О. Верхоланцева ORCID 0000-0003-1961-2149.
Л. М. Кюрчева ORCID 0000-0002-8225-3399.