



**OpenSciLab.org**

Наукова платформа  
Open Science Laboratory

## СУЧАСНІ ВИКЛИКИ І АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА: МІЖГАЛУЗЕВІ ДИСПУТИ

Chumakov V.I. Коростіянець Т.П.  
Deák József Костяхин А.Е.  
Irtegova A.O. Кравченко В.М.  
Prihodchenko V.O. Кравченко С.Ю.  
Zhukovska A.O. Кучера М.О.  
Аверчев Олександр Летута М.М.  
Алієва Лейла Юсіф Лизогубова А.А.  
Андрусишин Т.Б. Лисевич А.А.  
Апурін М.А. Лисенко Н.В.  
Аюбова Е.М. Макаренко В.О.  
Бабіна В.О. Максименко М.М.  
Бажан С.П. Маланчук М.С.  
Байдюк Л.М. Маньківський Ю.В.  
Батрак О.А. Марценюк М.О.  
Безрукова А.Р. Маршалкович С.М.  
Бессонова А.В. Маслова К.І.  
Беца А.С. Миронченко С.І.  
Бірченко В.В. Накашидзе І.С.  
Бойко Т.Ю. Омельченко А.В.  
Боліла С.Ю. Орленко Н.А.  
Боруцька М.В. Остапчук Марія  
Борцова Ю.О. Осташова Я.В.  
Бочарова О.О. Острияніна І.Л.  
Верескун М.В. Павленко В.В.  
Вітер О.М. Петрова Н.Е.  
Власюк В.В. Пінчук Т.А.  
Волчок В.А. Повхан І.Ф.  
Гарбар Т.А. Поддубная О.В.  
Голей Ю.М. Приступа Я.В.  
Гомянина Е.А. Прокопов В.М.  
Гордеев Д.С. Ржецкая Т.А.  
Гузаа Л.В. Рябоконе В.О.  
Даценко Л.М. Савчин В.М.  
Демченко В.М. Сенчина Н.П.  
Джуринський П.Б. Серый А.И.  
Димова Г.О. Соляр В.В.  
Дігтяр Наталія Стародубцева Е.А.  
Дрозд О.В. Стороженко В.А.  
Дятленко Т.І. Терещук М.О.  
Дячук І.П. Толмачова М.В.  
Жариков А.П. Труба О.О.  
Зайченко Н.І. Трускавецька І.Я.  
Ізмайлова Н.В. Фуніков А.В.  
Катрич Е.О. Чебручан М.Р.  
Кахович О.О. Чепурко І.О.  
Климович К.П. Чугунов С.В.  
Клопотюк М.С. Шестерик О.В.  
Ковальчук Е.В. Шиш Г.Ю.  
Коломієць С.М. Шулюк Н.І.  
Королева Е.А. Юрко А.В.  
Юрченко В.В.

та інші\*

Матеріали  
XI Міжнародної науково-практичної  
інтернет-конференції  
(м. Київ, 11 грудня 2020 р.)

КИЇВ 2020

Наукова платформа



Open Science Laboratory

**СУЧАСНІ ВИКЛИКИ І АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА:  
МІЖГАЛУЗЕВІ ДИСПУТИ**

**Матеріали**

**XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
(м. Київ, 11 грудня 2020 року)**

Самостійне електронне текстове  
наукове періодичне видання комбінованого використання

*\* на обкладинці вказано перших авторів кожної доповіді*

КИЇВ 2020

**Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути [зб. наук. пр.]:** матеріали XI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 11 грудня 2020 р.). Київ, 2020. 697 с.

Збірник містить матеріали (тези доповідей) XI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути», у яких висвітлено актуальні питання сучасної науки, освіти та виробництва.

Видання призначене для науковців, викладачів, аспірантів, студентів та практикуючих спеціалістів різних напрямів.

XI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція  
«Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва»  
(м. Київ, 11 грудня 2020 р.)

Адреса оргкомітету та редакційної колегії:

м. Київ, Україна

E-mail: [conference@openscilab.org](mailto:conference@openscilab.org)

[www.openscilab.org](http://www.openscilab.org)

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку.

Для зручності, беручи до уваги, що видання є електронним, нумерація та загальна кількість сторінок наведені з врахуванням обкладинки.

Збірник на постійній сторінці конференції: <https://openscilab.org/?p=1893>

*Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції.  
Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.*



**Остряніна І.Л.**

СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ТА НАПРЯМИ РЕФОРМУВАННЯ ДЕРЖАВНОЇ  
ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я..... 467

*СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ*

**Prihodchenko V.O., Gladka N.I., Denysova O.M., Gladka S.S.**

ACTUAL ISSUES OF TEACHING ORGANIC AND BIOLOGICAL  
CHEMISTRY IN HIGHER EDUCATION ..... 472

**Апурін М.А.**

РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОРИСТАННЮ РЕЄСТРІВ В НАСІННИЦТВІ,  
ТОВАРОВИРОБНИКАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ..... 477

**Бірченко В.В.**

УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ ..... 481

*СОЦІОЛОГІЧНІ НАУКИ*

**Дрозд О.В.**

ТОЛЕРАНТНІСТЬ ЯК СОЦІАЛЬНА КАТЕГОРІЯ..... 485

*ТЕХНІЧНІ НАУКИ*

**Chumakov V.I., Ostryzhnyi M.O., Illiyashenko L.M., Husak O.A.,**

**Kharchenko O.I.**

ON PROBLEM OF THE TRAINING ORGANIZATION FOR SPECIALISTS  
IN ENGINEERING..... 492

**Zhukovska A.O., Gorobchuk V.M., Gorobchuk Y.M., Gondlyakh O.V.**

MECHANISMS OF DEFECT FORMATION IN ELLIPSOIDAL GRANULES... 497

**Волчок В.А., Кузьмицкая Д.П.**

НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ SMART GRID В  
РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ..... 502

**Даценко Л.М., Чебанова Ю.В., Ганчук М.М., Акатова Д.С.,**

**Іващенко В.В.**

ПРОБЛЕМИ АТЛАСНОЇ КАРТОГРАФІЇ..... 510

**Димова Г.О.**

РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЗВОЛОЖЕННЯ  
ЗЕРНА..... 517

## РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЗВОЛОЖЕННЯ ЗЕРНА

**Димова Ганна Олегівна**

к.т.н., доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій

Херсонського державного аграрно-економічного університету

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5294-1756>

Якість продукції, що випускається на будь-яких типах борошномельних цехів і заводів багато в чому залежить від якості вихідного зерна. В цьому напрямку європейських країн і також країни СНД мають різний підхід до вирішення даного питання, звідси і одержувані результати.

Зерно, яке надходить на переробку, зазвичай має невелику вологість, при цьому структурно-механічні властивості ендосперму і оболонки розрізняються незначно. Для зміни технологічних властивостей зерна застосовують різні методи гідротермічної обробки (ГТО) або кондиціонування.

Мета досліджень – вивчення розподілу вологи в зерновому матеріалі в залежності від способу ГТО і визначення коефіцієнта внутрішнього тертя зерна до і після зволоження.

Основне завдання досліджень – визначення впливу вологості вихідної сировини, що входить у першу драгу систему, на вихід борошна і основні показники її якості, а також визначення коефіцієнта внутрішнього тертя зерна в бункері зі спіральним шнеком.

Робота присвячена розробці математичної моделі, яка враховує динаміку температури, вологості зерна, гідротермічних параметрів повітря міжзернових простору і геометрію ємності, в якій відволожується зерно. За допомогою цієї моделі можливо найбільш адекватне обґрунтування режимів гідротермічної обробки зерна перед помелом з урахуванням неоднорідності і зміни в часі

режимних параметрів (температури, вологості), і моделювання динаміки показників стану зернової маси, які підлягають контролю, з метою обґрунтування раціональної системи управління процесом.

Нехтуючи розподілом температури і вологості всередині зерен внаслідок їх малого розміру і зміною температури повітря при зміні тиску, теплоперенос в повітрі і щільному шарі зерна, опишемо системою диференціальних рівнянь тепло- і вологопереносу при електромагнітному сушінні (рівняннями Ликова) [2]:

$$\varepsilon \rho_a c_a = \varepsilon \lambda_a \nabla^2 T_a - \bar{v} \nabla T_a + Q + \alpha a_0 (1 - \varepsilon) (T_s - T_a); \quad (1)$$

$$(1 - \varepsilon) \rho_s c_s \frac{\partial T_s}{\partial t} = (1 - \varepsilon) \lambda_s \nabla^2 T_s - h_v m + \alpha a_0 (1 - \varepsilon) (T_a - T_s); \quad (2)$$

де  $\varepsilon$  – порозність маси зерна;  $\rho$  – питома щільність,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;  $c$  – питома теплоємність,  $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ ;  $T$  – температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\lambda$  – теплопровідність,  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ ;  $\bar{v}$  – швидкість руху повітря в міжзерновому просторі, усереднена по перетинах,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $Q$  – об'ємне тепловиділення,  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-3}$ ;  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі від зерна до повітря,  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ;  $a_0$  – відносна площа одного зерна,  $\text{м}^2$ ;  $m$  – швидкість випаровування води з зерна,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $t$  – час,  $\text{с}$ ;  $h_v$  – питома теплота пароутворення води; індекси:  $s$  – зерно,  $a$  – повітря міжзернового простору,  $v$  – пароподібна волога в міжзерновому просторі,  $0$  – значення в початковий момент часу.

Вираз описує теплообмін зерна з повітрям за законами Ньютона,  $\bar{v} \nabla T_a$  – перенесення тепла, пов'язане з рухом повітря,  $\alpha a_0 (1 - \varepsilon)$  – питома поверхня зерен,  $c_s m (T_s - T_a)$  – тепло, що віддається на нагрів випарувалася з зерна води до температури повітря.

У розрахунках прийнято, що на границі температури як зерна, так і повітря, можуть змінюватися початкові умови для (1) і (2) – температура в будь-якій точці всередині дорівнює температурі границь  $T_0$ .

В [4] приведена формула для розрахунку коефіцієнта опору шару руху повітря.

$$R_p = K\mu_a \frac{a^2}{s^3}; \quad (3)$$

де  $K$  – константа Козені-Кармана, теоретичне значення  $K = 4,5$ .

Вважаючи  $R_p$  не залежних від координат:

$$0 = \nabla^2 P - \nabla(\bar{g}\rho_b(T_a - T_b)). \quad (4)$$

Так як з (4)  $P$  визначається з точністю до константи, то для замкнутої ємності будь-якої одній точці, а для відкритої – на всій поверхні контакту з атмосферою необхідно задати:  $P=0$ .

Процеси зволоження відбуваються у вологому зерні, тобто коли в зерні є вільна волога, яка легко переміщується. Отже, відпадає необхідність враховувати різні види зв'язку вологи з зерном [3] і можна описати процес встановлення рівноважної вологості спрощеною залежністю:

$$f_w = \frac{W_{s,e} - W_s}{\tau_w}.$$

Постійна часу обрана  $\tau_w = 2$  год.

Властивості зерна описувалися залежностями:

$$\varepsilon = 0,28 + 0,0045w_{s,o}$$

$$\rho_s = 1388 - 3,2w_{s,o}$$

$$\lambda_s = 0,1 + 0,0005(\rho_s - 690)$$

$$c_s = 1520 + 21,8w_{s,o}$$

Так як надлишковий тиск  $P$  при природної конвекції і звичайних режимах вентилявання на багато порядків менше атмосферного, то в усі характеристики повітря міжзернового простору розраховувалися для тиску в 1 атм.

$$D_v = 2,5007 \cdot 10^{-5} \cdot \left( \frac{T_a + 273}{273} \right)^{1,94}$$

$$D_0 = 1,78 \cdot 10^{-5} \cdot \left( 1 + \frac{T_a}{273} \right)^{1,5}$$

$$c_v = 1954 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$c_a = 1018 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$\rho_a = 1,2 - \frac{273}{273 + T_a} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$\lambda_a = 0,02368117 + 0,69833 \cdot 10^{-4} \cdot T_a.$$

Найоптимальніша вологість зерна становить 17%, так як при цій вологості вийдуть найоптимальніші показники кількості і якості готової продукції.

### Список використаних джерел

1. Остапчук Н. В. Математическое моделирование технологических



- процессов хранения и переработки зерна. / Н. В. Остапчук. – М.: Колос, 1977. – 209 с.
2. Лыков А. В. Теория тепло- и массопереноса. / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. – М.: Энергоатомиздат, 1965. – 427 с.
3. Мельник Б.Е. Справочник по сушке и активному вентилированию зерна. / Б. Е. Мельник, Н. И. Малинин. – М.: Колос, 1980. – 175 с.
4. Аэров М. Е. Гидравлические и тепловые основы операций в аппаратах с неподвижным и кипящим слоем гранулированных материалов. / М. Е. Аэров, О. М. Тодес – Л.: Химия, 1968. – 304 с.

Самостійне електронне текстове  
наукове періодичне видання комбінованого використання

# **СУЧАСНІ ВИКЛИКИ І АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА: МІЖГАЛУЗЕВІ ДИСПУТИ**

**Матеріали  
XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
(м. Київ, 11 грудня 2020 р.)**

XI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція  
«Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва»  
(м. Київ, 11 грудня 2020 р.)

Адреса оргкомітету та редакційної колегії:

м. Київ, Україна

E-mail: [conference@openscilab.org](mailto:conference@openscilab.org)

[www.openscilab.org](http://www.openscilab.org)

ISSN 2708-1257



9 772708 125002



11