

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ВІДХОДІВ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ СОНЯШНИКУ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

**Кудрявцев І.М.** здобувач наукового ступеню доктора філософії;  
**Кошулько В.С.** доцент, к.т.н., завідувач кафедрою харчових технологій

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна*

**Мельник М.М.** технічний директор

*ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро, Україна*

*Метою дослідження є порівняльний аналіз результатів чисельного моделювання процесу сепарації відходів насінневої суміші соняшнику в камері розрідження аеродинамічного сепаратора та експериментальних результатів.*

Експериментальний зразок аеродинамічного сепаратора, виготовлений на ТОВ НВО «Сортувальні машини» з метою застосування для сортування відходів соняшника [1], піддавався дослідженню. Попередньо теоретично були розраховані рівняння регресії залежності відстані між піками розподілів лушпиння соняшника і дрібних частинок ( $\Delta y'$ ) від ефективного діаметра ( $D_p$ ), швидкості подачі компонентів ( $V_p$ ) та радіуса кривизни верхньої грані камери розрідження ( $R$ ) [2]. Встановлено, що при  $D_p = 0,01$  м,  $V_a = 3,35$  м/с,  $R = 0,054$  м середня відстань між піками розподілів лушпиння і дрібних частинок становить  $\Delta y' = 0,443$  м. В моделі отримано раціональне значення для точки перетину розподілів компонентів суміші ( $y'_{int} = 0,43$  м).

На другому етапі моделювання процесу сепарації в аеродинамічному сепараторі колонного типу були розраховані рівняння регресії коефіцієнта розподілу ( $\delta$ ) від вмісту компонентів в насінневі суміші ( $\psi_h, \psi_d, \psi_k$ ), подачі суміші ( $q$ ) та швидкості повітряного потоку ( $V_a$ ).

Встановлено раціональні значення факторів для забезпечення високої якості сепарації при достатній продуктивності і знижених енерговитратах:  $q = 133$  кг/год,  $V_a = 2,46$  м/с, при цьому коефіцієнт розподілу  $\delta = 0,92$ .

Експериментальні дані одержані при сортуванні двох зразків відходів соняшника.

Перший зразок лушпиння соняшника в кількості 5 кг був відібраний в умовах діючого виробництва на олійно-жировому підприємстві у м.Дніпро.

Другий зразок – модельне середовище, яке було спеціально виготовлене шляхом п'ятикратної ітерації сировини при аеродинамічній сепарації (до повного вилучення олійної домішки), також піддавалась п'ятикратній ітерації олійна домішка з метою вилучення із олійної домішки лушпиння. Після сепарації у модельне середовище була розміщена дозована кількість олійної домішки та лушпиння. Таки чином, дослідники мали змогу попередньо визначити кількість олійної домішки у модельному середовищі.

Потреба у модельному середовищі виникла за відсутності адекватних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 методів відбору проб, підготовки проб, та невизначені методів контролю наявної кількості олійної домішки. Згідно до ДСТУ 7123:2009 [3] відбирають та готують проби згідно до ГОСТ 13979.0, визначають масову долю жиру та екстрактивних речовин згідно з ГОСТ 13496.15.

ДСТУ 7123:2009 не регламентує методів відбору, підготовки проб та методи контролю кількості олійної домішки. Методи відбору та підготовки проб, які наводяться для насіння соняшника, дозволяють одержувати тільки нерепрезентативні проби, а спроби визначення показників методами за ДСТУ 7123:2009 спотворюють показники наявної кількості олійної домішки. Саме ці обставини вимусили проводити експериментальні дослідження із застосуванням модельного середовища.

За результатами оброблення експериментальних даних отримано рівняння регресії, які описують взаємозв'язок коефіцієнта розподілу ( $\delta$ ) від вмісту компонентів в насіннєвій суміші ( $\psi_h, \psi_d, \psi_k$ ), подачі суміші ( $q$ ) та швидкості повітряного потоку ( $V_a$ ) [4].

Отримані рівняння регресії дозволяють дослідити, як режимні параметри впливають на коефіцієнт розподілу, тобто на якість сортування.

Для перевірки відповідності теоретичних результатів експериментальним даним було використано методики [5]. Побудова довірчих інтервалів для експериментальних даних та теоретичної залежності мають подібний характер, і умова ( $R_n = R_3$ ) виконується при схожих параметрах. Теоретичні результати потрапляють у межі інтервалів довіри, що підтверджує їх адекватність з довірчою ймовірністю 95%.

#### Висновок

За результатами експериментальних досліджень підтверджені раціональні конструктивні рішення та режимні параметри сортування відходів соняшника.

Дослідженнями енергоспоживання сортувальної машини встановлено надлишкову встановлену потужність генератора повітряного потоку.

Система керування повинна бути модернізована іншими типами частотних перетворювачів, які мають змогу у забезпеченні тонкого налаштування з меншою дискретністю вибору частоти перетворювача, або з плавним вибором частоти.

Сортувальна машина має перспективу у сортуванні не тільки відходів соняшника, але і відходів інших сільськогосподарських культур, сортування насіння і зерна, для чого необхідно допрацювати програмне забезпечення сортувальної машини встановленням модуля наперед встановлених режимних параметрів сортування для інших культур.

Для забезпечення перспективного використання сортувальної машини необхідні додаткові теоретичні та експериментальні дослідження для встановлення технічної спроможності у сортуванні низки культур та можливого необхідного розширення технічних характеристик сортувальної машини.

Методи відбору та підготовки проб, які наводяться для насіння соняшника, дозволяють одержувати тільки нерепрезентативні проби, а спроби визначення показників методами за ДСТУ 7123:2009 спотворюють показники наявної кількості олійної домішки. Тому доцільним можуть бути додаткові наукові

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дослідження показників, притаманних лушпинню та відходам соняшника, зважаючи на потенційну перспективність сировини для переробки, оскільки містять 30-50 % придатної для подальшого використання зернової або олійної домішки та значні обсяги генерації відходів в Україні. Цю цінну сировину можна отримати лише шляхом механічного сортування відходів на спеціалізованих машинах.

### Список використаних джерел

1. Кудрявцев І. М., Луценко М. В, Чурсінов Ю. О. (2022). Техніко-економічне обґрунтування доцільності сортування відходів зернових та олійних культур. «Наука, технології інновації». 2(22): 61-67. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-2-08>.
2. Кудрявцев І.М. Чисельне моделювання процесу сепарації відходів насінневої суміші соняшнику в камері розрідження аеродинамічного сепаратора. *Вібрації в техніці та технологіях*, № 2 (113) / 2024, С.132-142. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-15. <http://vibrojournal.vsau.org/uk/particles/chisel-ne-modelyuvannya-procesu-separaciyi-vidhodiv-nasinnyevoyi-sumishi-sonyashniku-v-kameri-rozridzhennya-aerodinamichnogo-separatora>
3. Лушпиння соняшнику. Технічні умови: ДСТУ 7123:2009. [Чинний від 2009-12-18]. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 8 с. (Національний стандарт України).
4. Алієв Е. Б. Фізико-математичні моделі процесів прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику: монографія. Запоріжжя: СТАТУС. 2019. 196 с. ISBN 978-617-7759-32-3.
5. Алієв Е. Б. Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Запоріжжя. 2020. 530 с.
6. Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023, 340 с. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-584-9>.