

**ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ХАРЧОВОЇ ІНДУСТРІЇ**

УДК 631.632

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАЦІЇ
НАСІННЯ ПРОСА НА ГРАВІТАЦІЙНОМУ УДАРНОМУ
СЕПАРАТОРІ**

**О.В. Богомолов, В.М. Михайлов, О.О. Богомолов,
В.О. Панов, І.О. Бочарніков**

Розглянуто питання визначення раціональних параметрів очищення купи насіння проса від відокремлюваного насіння бур'янів мишію та курячого проса на гравітаційному багатоярусному ударному сепараторі. За допомогою багатofакторного експерименту та графоаналітичного аналізу отриманих виразів визначено раціональні параметри факторів впливу на процес виділення важковідокремлюваного насіння бур'янів із насіння проса.

***Ключові слова:** насіння проса, сепарація, процес, гравітаційний сепаратор, раціональні параметри.*

**DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS
OF SEPARATION OF MILLET SEEDS
ON A GRAVITY IMPACT SEPARATOR**

**O. Bogomolov, V. Mykhailov, O. Bogomolov,
V. Panov, I. Bocharnikov**

The article considers the issues of determining the rational parameters of cleaning a heap of millet seeds from separated seeds of weeds of mouse and chicken millet on a gravity multi-tiered impact separator. To determine the factors that have the greatest impact on the optimization criteria, an a priori ranking method was applied, and as a result, three main varying factors were identified, the levels of which were assigned based on the results of previous theoretical studies and design considerations. In the experiments, a three-level non-compositional Box-Benkin plan of the 2nd order is chosen.

The regression equations were obtained, as a result of which two-dimensional cross-sections of the response surfaces of the optimization parameters were constructed. To ensure the interpretation of the obtained results of the study on the response surface, the method of two-dimensional sections is used. As a result of the graph-analytical analysis of the obtained expressions, the rational parameters of the value of the factors influencing the process of separating hard-to-separate weed seeds were determined.

Keywords: *millet seeds, separation, process, gravity separator, rational parameters.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. За минулі роки значно збільшилось виробництво проса, як у світі, так і в Україні. В порівнянні з 2022 роком – 101.8 тис. т, у 2023 році зібрано 180.2 тис. т проса [1]. Але перед виробниками проса виникають декілька проблем, пов'язаних з тим, що посіви проса засмічуються великою кількістю бур'янів, насіння яких при збиранні потрапляє у купу з насінням основної культури. Для сепарації насіння проса застосовуються сепаратори загального призначення. На цих сепараторах відділяється значна кількість насіння бур'янів та домішок, які відрізняються від проса за розмірами, та аеродинамічними властивостями. Але на практиці просо також засмічується насінням важковідокремлюваних бур'янів, яке за розмірами та аеродинамічними властивостями близьке до насіння проса, це насіння мишію та курячого просо, тому якісна сепарація насіння проса від мишію та курячого проса має певні труднощі і без великих втрат насіння основної культури у відходи на сепараторах загального призначення, з пневморешітно-триєрними робочими органами, на яких зазвичай очищають купу насіння проса, не можлива.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сепарація насіння проса є одним з основних етапів виробництва цієї культури, яка впливає на якість продукції, її рентабельність і конкурентно-спроможність на ринку. Виробники проса стикаються принаймні з трьома проблемами при сепарації насіння проса. Ці проблеми проаналізовані в роботах таких науковців: Li та ін. [2], Zhang та ін. [3], Ali та ін. [4], Gupta та ін. [5].

По-перше, це стосується вмісту домішок у купі зерна проса. Здрібнені залишки рослинного матеріалу, соломи, ґрунтових частинок, каміння, насіння бур'янів створюють серйозні проблеми під час процесу сепарації. Це питання добре проаналізовано в роботах Li та ін. [2], Zhang та ін. (2019) [3], де зазначено, що в традиційних системах сепарації очищення насіння проса може досягати лише 75...80% через технічні спроможності обладнання. Цей показник можна підвищити шляхом упровадження інноваційних технологій, на яких більш ефективно відділяються різні типи домішок.

По-друге, малий розмір насіння проса і домішок (1,0...2,0 мм) за дослідженнями Ali та ін. (2021) [4] ускладнюють процес сепарації, але при використанні повітряних потоків при сепарації малих зерен, як стверджує Ali, можна підвищити ефективність сепарації на 5...10%. Ці технології, однак, доволі енерговитратні.

По-третє, це високі енерговитрати на здійснення процесу

сепарації. За даними Gupta та ін. (2020) [5], традиційні методи сепарації є енергоємними і потребують значних витрат ресурсів. Використання оптичних систем та технологій на основі штучного інтелекту зменшує енергоспоживання на 20...25%. Але виробників лякає дороговизна таких систем і часто складність в їх налагодженні.

В Україні ці проблеми постають ще гостріше через застаріле обладнання. Так, у дослідженні Gupta та ін. (2020) [5] зазначено, що підприємства, які працюють на застарілих машинах, не можуть досягти необхідної ефективності сепарації. Можна ще додати, що відсутність єдиних стандартів якості насіння в Україні ускладнює вихід виробників на міжнародний ринок. Так, країни з чіткими стандартами якості зерна за результатами досліджень Ali та ін. (2021) [4] мають значні переваги на світових ринках. В той же час відомо, що насіння проса відрізняється від насіння цих бур'янів пружністю, формою та коефіцієнтами тертя, тому сепарація купи насіння проса з цими засмічувачами можлива на сепараторах, в яких сепарація здійснюється за сукупністю пружних фрикційних властивостей та форми [1].

Сепарацію насіння проса можна проводити за сукупністю фізико-механічних властивостей на ударних гравітаційних сепаруючих поверхнях [6, 7].

Мета статті – визначити раціональні параметри процесу сепарації насіння проса на гравітаційному багатоярусному ударному сепараторі за допомогою активного планування експерименту та проведення графоаналітичного аналізу отриманих результатів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для сепарації насіння проса авторами був розроблений гравітаційний багатоярусний ударний сепаратор, сепарація в якому здійснюється за різницею сукупності ознак фізико-механічних властивостей, а саме пружності, форми та фрикційних властивостей [8], схема якого подана на рис. 1.

Багатоярусний ударний сепаратор складається з живильного бункера 1, похилих у поздовжньо-поперечному напрямку неперфорованих дек 2, установлених у три або чотири яруси, та приймачів продуктів поділу 3. У кожному з ярусів дека встановлені опозитно одне до одного, а кожний нижчий ярус зміщений в поперечному напрямку послідовно зверху до низу в ту чи іншу сторону на величину від $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ ширини робочої поверхні. Для регулювання продуктивності сепаратора взагалі його можна виготовляти з одного або декількох блок-модулів залежно від продуктивності.

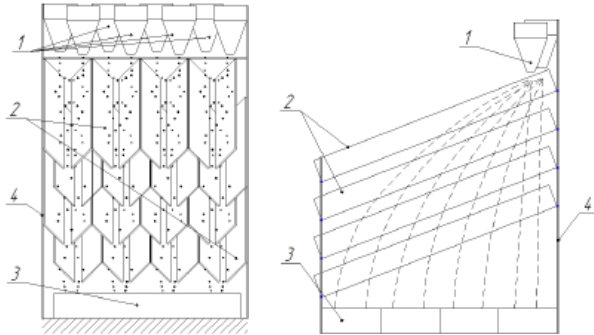


Рис. 1. Принципова схема гравітаційного багатоярусного ударного сепаратора: 1 – бункер; 2 – ударні сепаруючі поверхні; 3 – приймачі продуктів сепарації; 4 – корпус сепаратора

Для проведення експериментів на розробленому сепараторі був обраний тривірневий некомпозиційний план Бокса–Бенкіна 2-го порядку. Для визначення факторів, які найбільше впливають на критерій оптимізації, застосований метод апріорного ранжирування [9]. У результаті виділено три основні фактори, що варіюють: x_1 – повздовжній кут α , град.; x_2 – подача зерна Q , кг/год.; x_3 – поперечний кут β , град. Верхній та нижній рівні факторів були призначені з конструктивних міркувань і за результатами теоретичних досліджень.

Як параметр оптимізації були обрані маси зерна в лотках №3 і №4, в які надходить кондиційне насіння. Масу зерна з лотка №2 пропонується використовувати або як корм птиці, або направляти на повторну обробку. У лотку №1 містяться відходи.

У таблиці 1 наведені значення факторів та інтервали варіювання факторів.

Таблиця 1

Значення факторів та інтервали варіювання факторів

Найменування	Фактор		Рівні варіювання фактора			Інтервал варіювання
	Позначення		-1	0	+1	
	натуральне	кодове				
Повздовжній кут α , град.	X_1	x_1	2	4	6	2
Подача зерна, Q , кг/час.	X_3	x_3	40	50	60	10
Поперечний кут β , град.	X_2	x_2	30	35	40	5

У ході планування експериментальних досліджень задаємося нижченаведеними параметрами: надійність результатів досліду – 0,95; допустима похибка $\varepsilon = \pm \sigma$; число повторюваності дослідів – 3. Для усунення помилок використовували критерій Стюдента.

Після проведення експерименту відповідно до матриці планування проведена статистична обробка. Отримані результати наведені в табл. 2 і 3.

Таблиця 2

Результати реалізації матриці планування, критерій оптимізації маси зерна в лотку №3

№	№ виміру	Результати експериментів			\bar{y}	$\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	S_i^2	φ	$\sum_{i=1}^N (\bar{y} - \bar{y})^2$
		y_1	y_2	y_3					
1	14	19,3	18,9	18,2	18,8	0,62	0,02	18,64	0,0251
2	9	18,1	18	17,9	18	0,02	0,0006	18,158	0,02506
3	15	18,2	18,9	19,4	18,8	0,72	0,0242	18,075	0,5751
4	10	16,8	16,6	16,5	16,6	0,0466	0,00156	17,3916	0,5751
5	3	17,9	18,1	17,7	17,9	0,08	0,00267	18,1833	0,080278
6	5	17,4	17,5	17,7	17,5	0,0466	0,00156	17,25	0,080278
7	2	15,4	15,7	16,1	15,7	0,2466	0,00822	16,3667	0,40111
8	6	17,3	16,4	16,6	16,7	0,44666	0,01488	16,1333	0,401111
9	7	20,8	21,4	21	21,0	0,18666	0,00622	20,9416	0,015625
10	11	20,3	20,5	20,9	20,5	0,18666	0,00622	20,6917	0,015625
11	4	16,9	16,5	17,7	17,0	0,746666	0,02488	16,5583	0,225625
12	12	16,1	16,6	16,9	16,5	0,32666	0,01089	17,0083	0,225625
13	1	21,4	22,8	22,1	22,1	0,9800	0,03266	22,1	0,065309
14	13	21,5	21,8	21,7	21,6	0,046666	0,00156	21,6667	0,031605
15	8	21,4	21,5	22,4	21,7	0,606666	0,02022	21,7667	0,006049

Після підставлення коефіцієнтів регресії отримаємо такі рівняння:

$$y_1 = 21,84 + 0,29x_1 - 0,05x_2 + 0,18x_3 + 0,33x_1x_2 + 2,02x_2x_3 + 0,73x_1x_3 - 2,8x_1^2 - 0,98x_2^2 - 2,06x_3^2;$$

$$y_2 = 13,49 + 0,33x_1 - 0,18x_2 - 0,04x_3 + 0,26x_1x_2 + 1,31x_2x_3 + 0,15x_1x_3 - 1,95x_1^2 - 0,26x_2^2 - 1,55x_3^2.$$

Таблиця 3

**Результати реалізації матриці планування, критерій оптимізації маси
зерна в лотку №4**

№	№ виміру	Результати експериментів			\bar{y}	$\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	S_i^2	y	$\sum_{i=1}^N (\bar{y} - y)^2$
		y_1	y_2	y_3					
1	14	3,25	3,31	3,31	11,9	0,02	0,00067	11,679	0,048767
2	9	2,69	2,76	2,71	11,1	0,046667	0,0015	11,3875	0,048767
3	15	1,89	2,01	1,93	11,8	0,44667	0,01488	11,5291	0,113906
4	10	1,69	1,65	1,67	10,1	0,60667	0,02022	10,5041	0,113906
5	3	2,55	2,64	2,62	10,1	0,02	0,00067	10,425	0,105625
6	5	2,45	2,43	2,44	10,1	0,32667	0,01088	9,84166	0,105625
7	2	1,53	1,49	1,55	9,96	0,04666	0,00156	10,2	0,054444
8	6	1,94	1,88	1,90	9,7	0,72	0,024	9,46667	0,054444
9	7	1,59	1,62	1,62	12,8	0,44667	0,01489	12,7625	0,010851
10	11	2,18	2,24	2,13	13,1	0,56	0,01867	13,204	0,010851
11	4	1,94	1,91	1,90	10,2	0,32667	0,01089	10,2208	0,000156
12	12	2,26	2,32	2,27	10,5	0,24	0,008	10,5125	0,000156
13	1	0,90	0,89	0,87	13,5	0,32	0,01066	13,5	0,000178
14	13	0,99	0,92	0,95	13,5	0,02	0,00066	13,5	0,000178
15	8	0,91	0,93	0,94	13,4	0,2616	0,00872	13,46	0,000711

Перевірку адекватності рівнянь проводили шляхом порівняння дисперсії адекватності з дисперсією параметра оптимізації за критерієм Фішера. У результаті отриманих розрахунків $F_{\text{табл.}} > F_{\text{расч.}}$. Отже, рівняння (1) та (2) адекватні (табл. 4).

Таблиця 4

Результати статистичної обробки рівнянь регресії

№	Позначення	Маса в лотку №3	Маса в лотку №4
1	S_y^2	0,0059	0,0049
2	S	0,076	0,07
3	$S_{\text{ад}}^2$	0,4581	0,1337
4	$F_{\text{расч.}}$	1,677	0,523
5	$F_{\text{табл.}}$	3,8625	3,8625
6	$G_{\text{расч.}}$	0,1844	0,1634
7	$G_{\text{табл.}}$	2,0423	2,0423

Після відкидання незначних коефіцієнтів регресії рівняння набули вигляду:

$$y_1 = 21,84 + 0,29x_1 + 0,18x_3 + 0,33x_1x_2 + 2,02x_2x_3 + 0,73x_1x_3 - 2,8x_1^2 - 0,98x_2^2 - 2,06x_3^2;$$

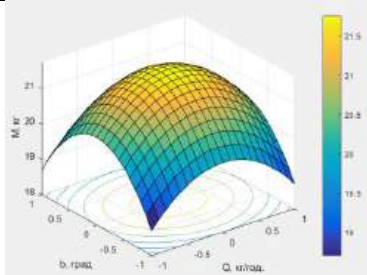
$$y_2 = 13,49 + 0,33x_1 - 0,18x_2 - 0,04x_3 + 0,26x_1x_2 + 1,31x_2x_3 + 0,15x_1x_3 - 1,95x_1^2 - 0,26x_2^2 - 1,55x_3^2.$$

Використовуючи дані розрахунку з табл. 5, побудували двовимірні перерізи поверхонь відгуку: маса в лотку №3 та маса в лотку №4. Для побудови графіків використовували програми MathCad v14 і Компас 3D V15 [9]. Графіки подано на рис. 2, 3.

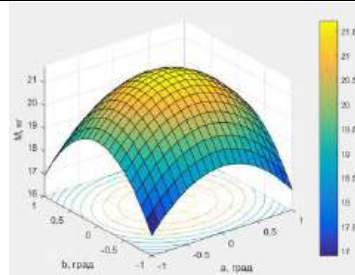
Таблиця 5

Результати канонічних перетворень рівнянь регресії для двовимірних перетинів поверхонь відгуків

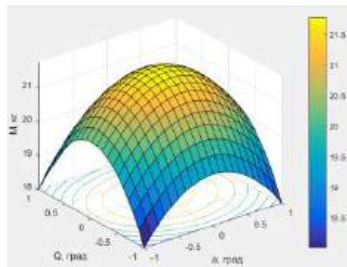
	Параметри оптимізації	Не відомі рівня	Коефіцієнти рівняння		Координати нового центру, S			Знач. параметра опт. в точці S	Значення факторів у центрі S			Кут пов. осей у центрі S ф. °
			B ₁	B ₂	X _{S1}	X _{S2}	X _{S3}		α, град	Q, кг/год.	β, град.	
1	Маса в лотку №3, г	x ₁ =0	-1,27	-1,78		0,17	-0,08	21,76		51,73	34,58	9
		x ₂ =0	-2,03	-2,79	-0,14		0,13	21,72	3,72		35,67	39
		x ₃ =0	-1,51	-2,26	-0,11	0,04		21,78	3,78	50,37		21
2	Маса в лотку №4, г	x ₁ =0	-0,17	-1,64		-0,25	0,19	13,39		47,45	36	13
		x ₂ =0	-1,68	-1,88	-0,17		0,01	13,38	3,66		34,96	21
		x ₃ =0	-0,42	-1,79	-0,09	-0,62		13,47	3,83	43,81		21



А

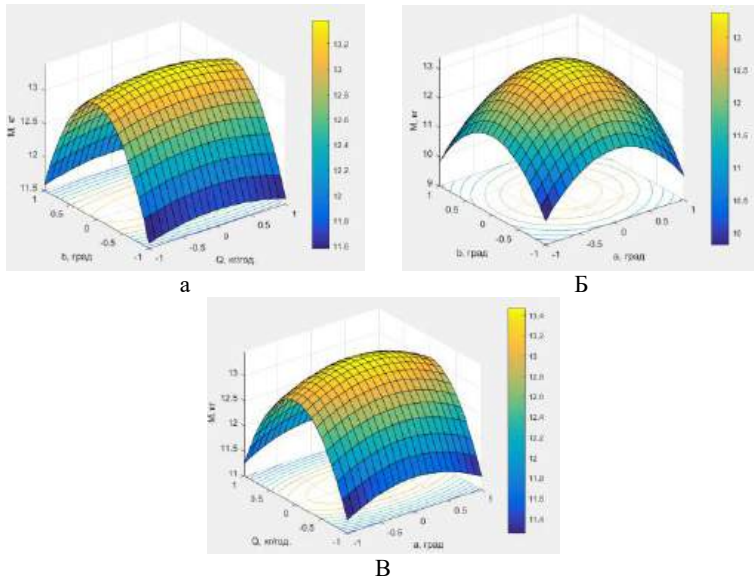


Б



В

Рис. 2. Поверхні відскоку маси зерна в лотку №3: а) $x_1 = 0$; б) $x_2 = 0$; в) $x_3 = 0$



**Рис. 3. Поверхні відгук маси зерна в лотку №4: а) $x_1 = 0$;
б) $x_2 = 0$; в) $x_3 = 0$**

Для забезпечення інтерпретації отриманих результатів дослідження щодо поверхні відгук був використаний метод двовимірних перерізів. Побудова двовимірних перерізів функції відгук виконувались в такий спосіб. В отриману раніше математичну модель підставлялися закодовані значення всіх факторів, крім будь-якого одного, причому в першу чергу досліджувалися перетини, які мають найбільш практичне значення.

Далі в отриманому виразі визначався центр поверхні відгук та проводилося канонічне перетворення моделі другого порядку. Після канонічного перетворення визначався тип поверхні відгук та проводився графо-аналітичний аналіз отриманого виразу.

Для оптимізації конструктивно-технологічних параметрів сепаратора побудовано двовимірні перерізи поверхонь відгуків (рис. 4–6).

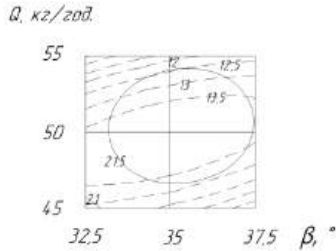


Рис. 4. Двовимірний перетин поверхонь відгуку, що характеризує вплив поперечного кута β (фактор x_3) та подачі зерна Q , кг/год (фактор x_2) на масу зерна в лотку №3 (пунктирна лінія) та масу зерна в лотку №4 (суцільна лінія), якщо $x_1 = 0$.

На графіку (рис. 4) видно, що максимальні значення маси зерна в лотках №3 і №4 мають місце при значенні поперечного кута $\beta = 35^\circ$ та подачі зерна $Q = 50$ кг/год. Також можна зробити висновок, що допустимі значення аналізованих факторів можуть перебувати в таких межах: поперечний кут від $34,6^\circ$ до 36° і подача зерна Q від $51,7$ кг/год до $47,5$ кг/год.

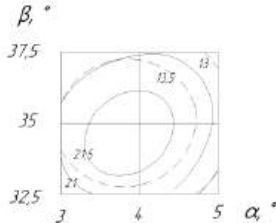


Рис. 5. Двовимірні перерізи поверхонь відгуку, що характеризують вплив повздовжнього кута α (фактор x_1) та поперечного кута β (фактор x_3) на масу зерна в лотку №3 (пунктирна лінія) та лотку №4 (суцільна лінія), якщо $x_2 = 0$.

На графіку (рис. 5) видно, що максимальні значення маси зерна в лотках №3 та №4 мають місце при значенні поперечного кута $\beta = 3,8^\circ$ та подачі зерна $Q = 34$ кг/год. Також можна зробити висновок, що допустимі значення аналізованих факторів можуть перебувати в таких межах: поперечний кут від $35,6^\circ$ до $34,9^\circ$, повздовжній кут – α від $3,6^\circ$ до $3,7^\circ$.

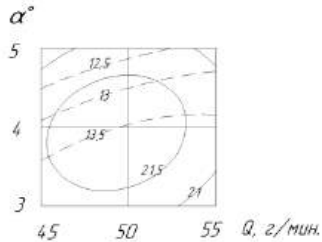


Рис. 6. Двовимірні перерізи поверхонь відгуку, що характеризують вплив поздовжнього кута α (фактор X_1) та подачі зерна Q кг/год (фактор X_2) на масу зерна в лотку №3 (пунктирна лінія) та лотку №4 (суцільна лінія), якщо $X_3 = 0$

На графіку (рис. 6) видно, що максимальні значення маси зерна в лотках №3 та №4 мають місце при значеннях поздовжнього кута $\alpha = 3,8^\circ$ та подачі зерна $Q = 52,5$ кг/год. Також можна зробити висновок, що допустимі значення аналізованих факторів можуть знаходитися в таких межах: поздовжнього кута α від $3,7^\circ$ до $3,8^\circ$, подача зерна Q від 43,8 кг/год до 50,3 кг/год. Вихід очищеної фракції при виборі раціональних параметрів становить 70 %.

Висновки. На підставі дослідження процесу виділення насіння бур'янів мишію та курячого проса на багатоярусному ударному сепараторі та визначені раціональні параметри сепарації за допомогою багатофакторного експерименту: поздовжній кут нахилу робочого органу $3,6^\circ \dots 3,8^\circ$, поперечний кут нахилу робочого органу $34,6 \dots 36^\circ$, подача зерна на робочій орган $47,5 \dots 51,7$ кг/год, вихід очищеної фракції при цьому становить 70%.

Список джерел інформації / References

1. Богомолов О.О. Сепарація насіння проса за дальністю відскоку після удару об похилу відбивну поверхню. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. Вип. 1(35), 2024.

Bohomolov O.O. Separatsiya nasinnya prosa za dal'nistyju vidskoku pislya udaru ob pokhylyu vidbyvnu poverkhnyu. Prohresivni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho hospodarstva ta torhivli. Vyp.1(35), 2024.

2. Li, J., et al. (2020). Optical Sorting Technology in Millet Processing: Enhancing Quality and Reducing Losses. Journal of Agricultural Engineering.

3. Zhang, X., et al. (2019). Innovative Pneumatic and Optical Sorting System for Small Graine Seeds, International Journal of Agricultural Machinery and Technology.

4. Ali, M., et al. (2021). Pneumatic Separation of Millet Seed: Comparative

Efficiency of Mechanical and Airflow System. Agricultural Technology Research.

5. Gupta, A., et al. (2020) Energy Efficiency in Seed Processing and Modern Equipment. Journal of Sustainable Agricultural and Systems.

6. Богомолов А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей монографія. Х.: ХНТУСХ ім. П. Василенко. 2013. 308 с.

Bogomolov A.V. Separatsiya trudnorazdelimykh sypuchikh smesey monografiya. KH.: KHNTUSKH im. P. Vasilenko. 2013. 308 s.

7. Бредихін В.В., Богомолов О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Івашченко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ошадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. Харків: «Діса+», 2023. 408 с.

Bredykhin V.V., Bohomolov O.V., Slipchenko M.V., Kis'-Korkishchenko L.V., Ivashchenko S.H., Irkliyenko V.I., Chernyayev O.O., Tikunov S.R. Naukovi osnovy oshchadlyvoyi pidhotovky nasinnya z polipshenym biolohichnym potentsialom. Monohrafiya. Kharkiv: «Disa+», 2023. 408 s.

8. Патент на корисну модель. 62244 Україна МПК(2011.01) B07B13/00. Багатоjarусний ударний сепаратор / Богомолов О.В., Богомолова В.П. № u201014867; заявл. 13.12.2010; о публ.25.08.2011, Бюл. №16, 2011.

Patent na korysnu model'. 62244 Ukrayina MPK(2011.01) V07V13/00. Bahatoyarusnyu udarnyy separator / Bohomolov O.V., Bohomolova V.P. № u201014867; zayav.13.12.2010; o publ.25.08.2011, Byul. №16, 2011.

9. Кононюк А.Е. Основы научных исследований, том 1-4. Киев: Изд-во «КТН», 2010.

Kononyuk A.Ye. Osnovi nauchnikh issledovaniy, tom 1-4. Kiev: Izdatel'stvo «KTN», 2010.

Богомолов Олексій Васильович, д-р техн. наук, професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, ojpxv@ukr.net.

Bogomolov Oleksiy, Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production State Biotechnological University, bogomolov.ph@gmail.com.

Михайлов Валерій Михайлович, д-р техн. наук, проф., професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, vami2209@btu.kharkiv.ua.

Mykhaylov Valeriy, Doctor of Technical Science, Professor, Professor in the Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Industries, State Biotechnological University, vami2209@btu.kharkiv.ua.

Богомолов Олександр Олексійович, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, bogomolov25@gmail.com.

Bogomolov Oleksandr, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, bogomolov25@gmail.com.

Панов Віталій Олександрович, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний

університет, bogomolov25@gmail.com.

Панов Vitaliy, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, bogomolov25@gmail.com.

Бочарніков Ігор Олександрович, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, bogomolov25@gmail.com.

Bocharnikov Igor, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, bogomolov25@gmail.com.

DOI 10.5281/zenodo.14673538

УДК 631.362

ДО ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМПОНОВКИ СХЕМИ ПРИВОДУ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ

**О.В. Богомолів, О.І. Завгородній, О.О. Богомолів, Є.В. Бойко,
Є.М. Науменко, М.С. Шуваєв**

Розглянуто питання вдосконалення конструкції віброфрикційних сепараторів, призначених для сепарації важкороздільних зернових сумішей, а саме компоновки схеми приводу робочого органу та спрощення за рахунок цього регулювання кута спрямованості коливань та зменшення дисипативних втрат і габаритів віброфрикційного сепаратора.

Ключові слова: вібробуджувачі, привод, компоновка, сепаратор, регулювання, кут спрямованості коливань.

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE COMPOSITION OF THE DRIVE SCHEME OF THE VIBRO-FRICTION SEPARATOR OF SEED MIXTURES

**O. Bogomolov, O. Zavorodniy, O. Bogomolov, E. Boyko,
E. Naumenko, M. Shuvaev**

The paper considers the issues of improving the design of vibrofriction separators intended for separation of hard-to-separate grain mixtures, namely, the arrangement of the drive scheme in the oscillatory motion of the working body by kinetically and electrically unconnected vibration exciters. It is proved that in the known vibrofriction separators, the process of adjusting the directional angle of oscillations is associated with the need to move it along the vibrating table by a value that is an undetermined parameter in advance and is carried out by selecting it in the process of adjustment.