

indexes of rationed resources for technical requirements. An agricultural mechanism consists of the set of difficult functional systems, that is subdivided into unresisted, reserved, refurbishable and unrefurbishable. On the certain example of the functional tractor's system, working on biological materials we realized one of basic principles of increasing longevity of the technical systems, essence of which lies in determination and removal of "weak link". In processing of experimental data the methods of mathematical statistics, in particular statisticians of casual processes, was used. For the construction of mathematical description of process of change of parameters followed the theory of casual functions and theory of chances, taking into account principles of functional cooperations for approach of the systems and using the theories of reliability. Methods of theory of design of the difficult functional systems are a base for forming of simulation model of process of technical exploitation of machines. In the process of exploitation of agricultural technical parameters that characterize the capacity of knots and aggregates on the whole change from the wear of details and violation of impermeability.

Key words: *agricultural equipment, reliability of functional systems, design, coefficient of readiness, parameters of distribution, probability of faultless work, middle resource*

УДК 631.362.36

ВПЛИВ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ТРАНСПОРТЕРА-СЕПАРАТОРА НА ЧІТКІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

**С. М. Мороз, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-5101-8460**

**О. М. Васильковський, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-9590-742**

**Ю. В. Мачок, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-5328-7859**

О. В. Анісімов, ORCID 0000-0001-5997-2902

**Центральноукраїнський національний технічний університет
e-mail: serhii_moroz@ukr.net**

Анотація. *Робота присвячена дослідженню впливу конструктивних та кінематичних параметрів транспортера-сепаратора зерноочисної машини загального призначення на технологічну ефективність розділення зерна.*

© С. М. Мороз, О. М. Васильковський, Ю. В. Мачок, О. В. Анісімов, 2018

Метою досліджень є встановлення впливу конструктивних параметрів та режиму роботи транспортера–сепаратора зерноочисної машини загального призначення, яка була розроблена на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету на якісні показники очищення зерна.

Після проведення ранжування, було встановлено найважливіші фактори, що здійснюють вплив на процес очищення зерна на решеті транспортера-сепаратора: діаметр поперечних перетинків решета, кут нахилу решітної поверхні до горизонту, швидкість руху робочої гілки та подача зернового матеріалу.

Для встановлення ступеня впливу найбільш значущих факторів на чіткість сепарації було розроблено експериментальну установку і складено методику лабораторних дослідів. В ході проведення досліджень реалізовано матрицю повного факторного експерименту типу 2^4 . Основний рівень та інтервали варіювання факторів обрані на основі аналізу результатів теоретичних досліджень та попередніх даних експериментальних досліджень.

Одержані закономірності зміни чіткості сепарації зерна від діаметра поперечних перетинків решета, кута нахилу решітної поверхні до горизонту, швидкості руху робочої гілки та подачі зернового матеріалу наведені у вигляді тримірних поверхонь.

Отримані результати дозволили встановити раціональні параметри транспортера-сепаратора для забезпечення потрібної чіткості сепарації зерна.

Ключові слова: зерноочисна машина, транспортер-сепаратор, чіткість сепарації, якість, очищення зерна, рівняння регресії, критерії оцінювання результатів експериментів, поверхня відгуку

Постановка проблеми. Ринок сільськогосподарської техніки постійно розвивається й оновлюється новими моделями машин. Переважна частина вітчизняних виробників досить часто копіює кращі зразки машин відомих світових брендів. Незначна кількість українських машинобудівників проводить розробку власних конструкцій, випробування та усунування недоліків. Ще менша частина виробників створює оригінальні конструкції машин і механізмів на основі проведення наукових досліджень. Однак, саме остання категорія виробників сільськогосподарської техніки має довготривалі перспективи створення дійсно конкурентоздатної продукції на світовому ринку.

Найбільш важливими показниками технологічної ефективності роботи зерноочисних машин є продуктивність та якість виконання

робіт, причому остання складається з кількох категорій - повноти розділення, чіткості сепарації тощо. Дослідження показників продуктивності і повноти розділення зерна завжди представляє інтерес науковців, при цьому мало приділяється уваги чіткості сепарації – важливому показнику, який характеризує втрати (винесення) повноцінного зерна у фуражні відходи. Тому встановлення закономірностей впливу основних параметрів на чіткість розділення зернових сумішей дозволить оптимізувати роботу зерноочисної техніки і забезпечити отримання максимального технологічного і економічного ефекту.

Аналіз останніх досліджень. Проблемі підвищення показників технологічної ефективності роботи зернових сепараторів присвячено праці багатьох вітчизняних вчених [1–8], на основі яких створено конструкції високоефективних машин. Однак будь-яка з машин потребує використання додаткових робочих органів для завантаження.

На кафедрі сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету, шляхом проведення наукових досліджень [9–14] було створено кілька конструкцій зерноочисних машин загального призначення. Одним з основних робочих органів кожної конструкції є транспортер-сепаратор [15–17], який встановлюється на початку технологічного циклу роботи машини і дозволяє очищати зернову масу від крупних домішок ще на етапі завантаження. Під час теоретичних та експериментальних досліджень були встановлені залежності впливу значень його конструктивних параметрів та режимів роботи на повноту розділення зерна [18–22], однак чіткості сепарації, яка характеризує вміст повноцінного зерна у крупних домішках не було приділено достатньої уваги.

Мета досліджень. Встановлення впливу конструктивних параметрів та режиму роботи запропонованого транспортера-сепаратора на чіткість розділення зерна, що дасть підстави встановити їх раціональні значення, за умов забезпечення агротехнічних вимог щодо вмісту повноцінного зерна у відходах.

Результати досліджень. Для встановлення впливу досліджуваних факторів на чіткість сепарації та визначення напрямку руху до тієї частини поверхні відгуку, де умови протікання процесу оптимальні була реалізована матриця типу 2^4 [23–25]. Незалежні змінні, інтервали варіювання та матриця планування представлені в табл. 1.

Основний рівень та інтервали варіювання факторів обрані на основі аналізу результатів теоретичних досліджень та попередніх даних експериментальних досліджень.

1. Планування експерименту при вивченні процесу сепарації.

Досліджуваний фактор	α , град	d , мм	v , м/с	q_B , кг/(м×с)		
Основний рівень	30	3	1	11		
Інтервал варіювання	±10	±2	±0,5	±3		
Кодові позначення	x_1	x_2	x_3	x_4	Y_u	S_u^2
Дослід 1	+	+	-	+	16,10	0,012
2	+	-	+	-	3,91	0,012
3	-	+	-	-	1,03	0,0031
4	+	-	+	+	8,95	0,0052
5	-	-	-	+	4,13	0,0031
6	+	+	+	-	6,05	0,0043
7	-	-	+	+	6,08	0,011
8	+	+	+	+	20,10	0,280
9	-	-	-	-	0,15	0,0019
10	-	-	+	-	1,50	0,0013
11	-	+	+	+	11,2	0,317
12	-	+	+	-	4,90	0,210
13	+	+	-	-	4,10	0,0077
14	-	+	-	+	7,80	0,0067
15	+	-	-	+	9,10	0,280
16	+	-	-	-	1,85	0,0037

Після проведення дослідів було отримане рівняння регресії, що описує локальну ділянку поверхні відгуку, яка характеризує чіткість:

$$Y = 6,864 + 2,086x_1 + 2,226x_2 + 1,152x_3 + 3,748x_4 + 0,592x_1x_2 - 0,169x_1x_3 + 1,044x_1x_4 + 0,501x_2x_3 + 1,142x_2x_4 - 0,002x_3x_4.$$

Статистичне оцінювання отриманих результатів включало перевірку на адекватність моделі за критерієм Кохрена, яке становить $f_u=0,274$. Оскільки отримане значення менше табличного 0,332, то моделі властива відтворюваність, таким чином при плануванні можна передбачити очікувані результати експерименту.

Перевірку адекватності отриманої моделі (табл. 1) проводили за критерієм Фішера (F -критерію). Розрахункове значення F -критерію, яке становить $F=0,211$, менше табличного значення $F_T=2,561$ (обрано для $p=0,95$; $f_{a\partial}=11$; $f_y=32$). Таким чином, гіпотеза про адекватність лінійного рівняння підтверджується і його можна використовувати для опису процесу.

Значущість отриманих коефіцієнтів перевіряли за критерієм Стьюдента (t -критерій) для забезпечення надійності оцінки – 0,95 та числа ступенів свободи $f_t=15$. Аналіз довірчого інтервалу показує, що в досліджуваному інтервалі статистично незначущі коефіцієнти регресії b_1b_2 , b_1b_3 , b_2b_3 та b_3b_4 . До статистично вагомих коефіцієнтів входять всі коефіцієнти крім коефіцієнтів b_1b_2 , b_1b_3 , b_2b_3 та b_3b_4 .

Поверхні відгуку та карти ліній рівного виходу (рис. 1 – рис. 3) дозволяють виявити сумісний вплив факторів на чіткість сепарації та й визначити напрям руху до раціональних конструкторсько-технологічних параметрів досліджуваного робочого органа.

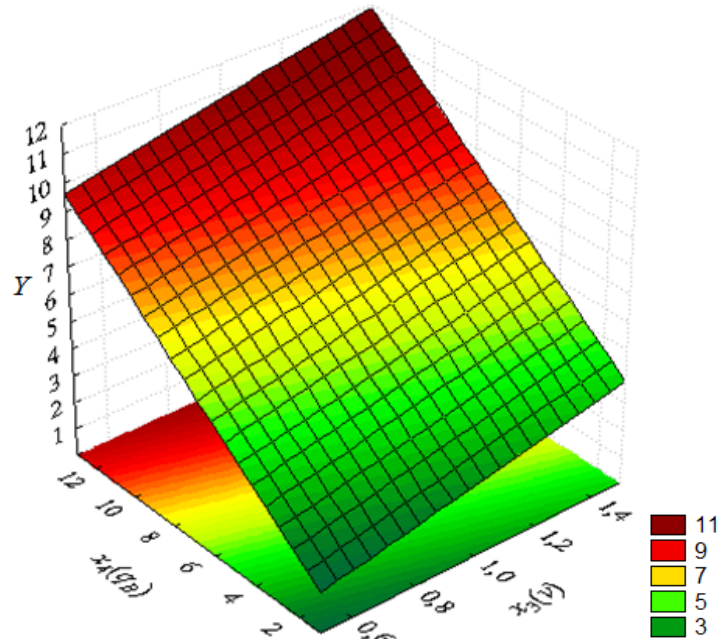


Рис. 1. Залежність чіткості сепарації від початкової швидкості руху матеріалу та подачі матеріалу.

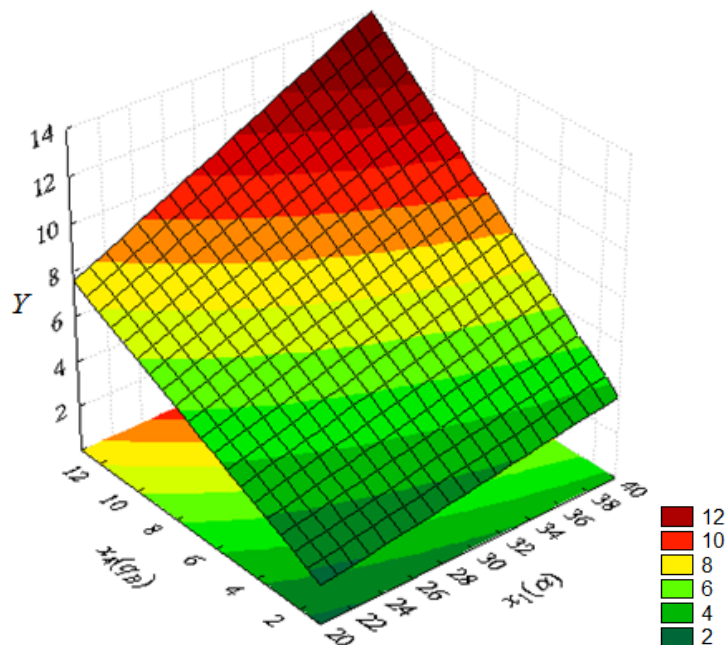


Рис. 2. Залежність чіткості сепарації від кута нахилу решета та подачі матеріалу.

Аналіз експериментальних даних дав можливість виявити характер зміни факторів та проаналізувати їх взаємний вплив на

критерій оптимізації. При збільшенні питомого зернового навантаження $x_4(q_B)$ чіткість сепарації пропорційно знижується. Виявлено, що збільшення кута нахилу решета $x_1(\alpha)$, діаметра його перетинок $x_2(d)$ та початкової швидкості руху зернового матеріалу $x_3(v)$ обумовлюють зменшення чіткості сепарації.

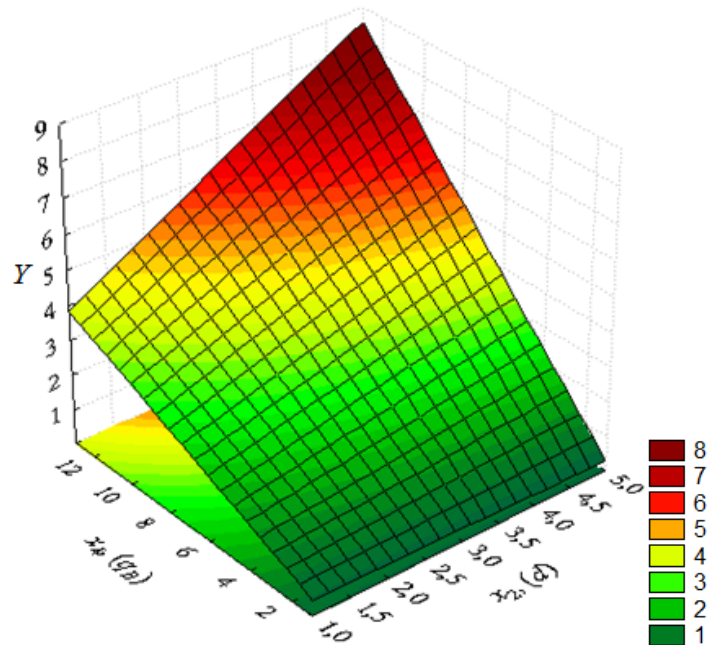


Рис. 3. Залежність чіткості сепарації від діаметра поперечної перетинки решета та подачі матеріалу.

Висновок. Встановлено, що питоме зернове навантаження $x_4(q_B)$ не повинне перевищувати 7 кг/(м×с), початкова швидкість зернового матеріалу $x_3(v)$ знаходиться на рівні 0,5–1,2 м/с, а кут нахилу решета $x_1(\alpha)$ – у межах 20–30°. При вказаних вище чинниках раціональний діаметр перетинок решета $x_2(d)$ не повинен перевищувати 1–3 мм. За таких параметрів вдається досягти чіткості сепарації на граничному рівні 2%.

Список літератури

1. Котов Б. І., Калініченко Р. А., Степаненко С. П., Швидя В. О., Лісецький В. О. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження). Ніжин. ПП Лисенко М.М. 2017. 552 с.
2. Stepanenko S. P. Research pneumatic gravity separation grain materials. International scientific journal. Mechanization in agriculture, conserving of the resources. Scientific technical union of mechanical engineering industry-4.0 Bulgarian association of mechanization in agriculture. Issue 2. Bulgarian. 2017. S. 54–56.
3. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 33. Кіровоград. 2003. С. 53–59.

4. *Заїка П. М., Михайлов А. Д., Бакум М. В., Козій О. Б., Козій Д. О.* Про можливість доочищення та сортування насіння пшениці на віброфрикційному сепараторі. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. Вип. 5. Харків. 2009. С. 181–190.
5. *Тищенко Л. Н., Пивень М. В.* Экспериментальное исследование работы модернизированного виброцентробежного решета. Механізація сільськогосподарського виробництва. Київ. НАУ. 1999. Том 5. С. 231–233.
6. *Тищенко Л. М., Бредихин В. В.* Тенденции совершенствования вибропневматических центрифуг для разделения зерновых смесей. Конструювання та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 31. Кіровоград. 2001. С. 92–96.
7. *Пивень М. В.* Численное решение задачи о стационарном потоке сыпучей среды на наклонном решете. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. ХДТУСГ. 2002. Вип. 9. С. 40–48.
8. *Бредихин В. В.* Изыскание способов повышения эффективности вибропневмоцентробежного разделения зерновых смесей. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2001. Вип. 1. Том. 1. С. 45–49.
9. *Nesterenko O. V., Leshchenko S. M., Vasytkovskyi O. M., Petrenko D. I.* Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. INMATEH. Agricultural Engineering. Vol. 53. N 3. 2017. P. 65–70.
10. *Васильковский М. И., Васильковский А. М., Косинов М. М., Мороз С. М.* К созданию нового поколения зерноочистительных машин общего назначения. Вісник Харківського державного технічного університету сільськогосподарського господарства. Харків. ХДТУСГ. 2003. Вип. 22. С. 28–32.
11. *Васильковский М. И., Мороз С. Н., Косинов М. М., Киселев Р. В., Булей И. А.* Совершенствование технологий и рабочих органов зерноочистительных машин. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Кіровоград. КДТУ. 2000. Вип. 29. С. 36–39.
12. *Васильковский О. М., Петренко Д. И.* Аналіз закономірності руху частки по прутковому барабану відцентрово-пневматичного сепаратора зерна з врахуванням повітряного опору середовища. Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. Харків. 2007. Вип. 59. С. 177–186.
13. *Лещенко С. М., Васильковский О. М., Васильковский М. И., Гончаров В. В.* Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей. Збірник наукових статей. Сільськогосподарські машини. 2009. Вип. 18. С. 230–234.
14. *Мороз С. М., Васильковский О. М., Анісімов О. В.* Технічні засоби для одночасного завантаження та розділення зернового вороху за розмірами. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград. КНТУ. 2014. Вип. 27. С. 181–186.
15. *Патент 48337 А U* Україна, МПК В07В 13/07 (2006.01), А01D 41/12 (2006.01), В07В 1/00. Решітний сепаратор. Васильковский М. И., Васильковский О. М., Мороз С. М. (Україна), заявник і патентотримач Кіровоградський державний технічний університет. №99126856, заявл. 16.12.1999, опубл. 15.08.2002. Бюл. 8.
16. *Патент 65162 U* Україна, МПК В65G 47/14 (2006.01). Транспортер-очисник. Васильковский М. И., Васильковский О. М., Лещенко С. М., Мороз С. М., Непик А. В., Петренко Д. И. (Україна), заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. №u201106289, заявл. 19.05.2011, опубл. 25.11.2011. Бюл. 22.

17. Патент 101096 У Україна, МПК А01F 12/44 (2006.01), В65G 47/14 (2006.01). Сепаратор зерна. Васильковський О. М., Васильковська К. В., Лещенко С. М., Мороз С. М., Петренко Д. І., Шабленко Д. А., заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. №u201502182, заявл. 12.03.2015, опубл. 25.08.2015. Бюл. 16.
18. Мороз С. М., Васильковський М. І., Васильковський О. М., Гончаров В. В. Аналіз багат шарового руху зерна на нерухомій похилій робочій поверхні. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. КНТУ. 2011. Вип. 41 (2). С. 203–207.
19. Мороз С. М. Аналіз експериментальних досліджень транспортера–сепаратора зерноочисної машини. Перспективні напрями наукових досліджень 2015. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ. Центр навчальної літератури. 2015. Том 2. С. 168–169.
20. Мороз С. М., Васильковський М. І., Васильковський О. М. До визначення довжини пруткового решета. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. КДТУ. 2003. Вип. 33. С. 121–124.
21. Мороз С. М., Васильковський М. І., Васильковський О. М. Обґрунтування діаметрів стержнів пруткового решета. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград. КНТУ. 2004. Вип. 14. С. 72–78.
22. Мороз С. Н., Васильковський А. М. Определение параметров решет зерноочистительной машины МЗПИ-10 «ДЕЛЬТА». Материали международного научно-практического симпозиума «Достижения и перспективы в агроинженерии и автотранспорте». Volumul 45. Lucrări științifice FIATA. Chisinau: UASM. 2015. С. 44–47.
23. Васильковський О. М., Лещенко С. М., Васильковська К. В., Петренко Д. І. Підручник дослідника. Кіровоград. Мачулін. 2016. 204 с.
24. Веденяпин Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. Москва. Колос. 1973. 199 с.
25. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel. Москва. Форум. 2008. 464 с.

References

1. Kotov, B. I., Kalinichenko, R. A., Stepanenko, S. P., Shvydia, V. O., Lisetskyi, V. O. (2017). Modeling of technological processes in the model objects post-harvest processing and grain storage (separation, drying, aeration, cooling). Nizhyn. PE Lysenko. 552.
2. Stepanenko S. P. (2017). Research pneumatic gravity separation of grain materials. International scientific journal. Mechanization in agriculture, conserving of the resources. Scientific technical union of mechanical engineering industry-4.0 Bulgarian association of mechanization in agriculture. Issue 2. Bulgarian. 54–56.
3. Kotov, B. I., Stepanenko, S. P., Pastushenko, M. H. (2003). Trends in development of designs of machinery and equipment for cleaning and grading thermomineral. Design, production and operation of agricultural machinery. Kirovograd. Vol. 33. 53–59.
4. Zaika, P. M., Mykhailov, A. D., Bakum, M. V., Kozii, O. B., Kozii, D. O. (2009). About the possibility of post-treatment and sorting of seeds wheat wprotection separator. Bulletin of APV CNS Kharkiv region. Vol. 5. Harku. 181–190.

5. *Tischenko, L. N., Piven, M. V.* (1999). Experimental study of the operation of the modernized fibrocartilage sieve. *Mechanization of agricultural production*. Kiev. NAU. Volume 5. 231–233.
6. *Tischenko, L. M., Bredihin, V. V.* (2001). Tendencies of improvement of vibropneumotables centrifuges for the separation of grain mixtures. *Construction and exploitation of agricultural machines*. Kirovograd. Vol. 31. 92–96.
7. *Piven, M. V.* (2002). Numerical solution of the problem of steady flow of the granular medium on the inclined sieve. *Modern trends in technology and mechanization of processes of processing and food industries*. Bulletin of Kharkov state technical University of agriculture. Kharkov. HSTOUCH. Vol. 9. 40–48.
8. *Bredykhyn, V. V.* (2001). Finding ways to improve the efficiency vibropneumotables separation of grain mixtures. *Works of Tavria State Agrotechnical Academy*. Melitopol. Vol. 1. Tom. 1. 45–49.
9. *Nesterenko, O. V., Leshchenko, S. M., Vasytkovskyi, O. M., Petrenko, D. I.* (2017). Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of multilayer grain feeding. *INMATEH. Agricultural Engineering*. Vol. 53. No 3. 65–70.
10. *Vasytkovskyi, M. Y., Vasytkovskyi, A. M., Kosynov, M. M., Moroz, S. M.* (2003). To create a new generation of grain cleaning machines, General purpose. *Bulletin of Kharkov State Technical University of Agriculture*. Kharkov. Vol. 22. 28–32.
11. *Vasytkovskyi, M. Y., Moroz, S. N., Kosynov, M. M., Kyselev, R. V., Bulei, Y. A.* (2000). Improvement of technologies and working bodies of grain cleaning machines. Design, production and operation of agricultural machinery. The national interdepartmental scientific-technical collection. Kirovograd. KNTU. Vol. 29. 36–39.
12. *Vasytkovskyi, O. M., Petrenko, D. I.* (2007). Analysis of the laws of motion of particles in the rotary drum of the centrifugal pneumatic separator of grain including air resistance of the medium. *Bulletin of Kharkov National Technical University named after Petro Vasylenko*. Kharkov. Vol. 59. 177–186.
13. *Leshchenko, S. M., Vasytkovskyi, O. M., Vasytkovskyi, M. I., Honcharov, V. V.* (2009). Improving the efficiency of precleaning grain mixtures. *Collection of scientific articles. Agricultural machines*. Vol. 18. 230–234.
14. *Moroz, S. M., Vasytkovskyi, O. M., Anisimov, O. V.* (2014). Technical means for simultaneous loading and separation of grain heap size. *Technology in agricultural production, industrial engineering, automation*. Kirovograd. KNTU. Vol. 27. 181–186.
15. *Patent 48337 Ukraine, IPC B07B NO 13/07 (2006.01), A01D 41/12 (2006.01), B07B 1/00*. Sieve separator. Vasytkovskyi M. I., Vasytkovskyi O. M., Moroz S. M. (Ukraine), the applicant and pantomimic Kirovohrad State Technical University. No 99126856, Appl. 16.12.1999, publ. 15.08.2002. Bull. 8.
16. *Patent 65162 Ukraine, IPC B65G 47/14 (2006.01)*. The conveyor-cleaner. Vasytkovskyi M. I., Vasytkovskyi O. M., Leshchenko S. M., Moroz S. M., Nepyk A. V., Petrenko D. I. (Ukraine), the applicant and pantomimic Kirovohrad National Technical University. No u201106289, Appl. 19.05.2011, publ. 25.11.2011. Bull. 22.
17. *Patent 101096 Ukraine, IPC A01F 12/44 (2006.01), B65G 47/14 (2006.01)*. The grain separator. Vasytkovskyi O. M., Vasytkovska K. V., Leshchenko S. M., Moroz S. M., Petrenko D. I., Shablenko D. A., appellant and pantomimic Kirovohrad National Technical University. No u201502182, Appl. 12.03.2015, publ. 25.08.2015. Bull. 16.
18. *Moroz, S. M., Vasytkovskyi, M. I., Vasytkovskyi, O. M., Honcharov, V. V.* (2011). Analysis of multi-layered movement of grain on a fixed inclined working surface. Design, production and operation of agricultural machinery. Kirovograd. KNTU. Vol. 41 (2). 203–207.

19. *Moroz, S. M.* (2015). Analysis of experimental researches of the conveyor–separator grain cleaning machine. Promising research directions 2015. Materials of international scientific-practical conference. Kiev. Centre of educational literature. Volume 2. 168–169.
20. *Moroz, S. M., Vasytkovskyi, M. I., Vasytkovskyi, O. M.* (2003). Determination of the length of the bar sieve. Design, production and operation of agricultural machinery. Kirovograd. KNTU. Vol. 33. 121–124.
21. *Moroz, S. M., Vasytkovskyi, M. I., Vasytkovskyi, O. M.* (2004). Study of the diameters of the rods, rotary sieve. Technology in agricultural production, industrial engineering, automation. Kirovograd. KNTU. 2004. Vol. 14. 72–78.
22. *Moroz, S. N., Vasytkovskiy, A. M.* (2015). Determination of parameters of sieves grain cleaning machines, MSPI-10 DELTA. Materials of the international scientifically-practical Symposium "Achievements and prospects of Agroengineering and motor vehicles." Volumul 45. Lucrări științifice FIATA. Chisinau: UASM. 44–47.
23. *Vasytkovskyi, O. M., Leshchenko, S. M., Vasytkovska, K. V., Petrenko, D. I.* (2016). Textbook of the researcher. Kirovograd. Maculea. 204.
24. *Vedenyapin, G. V.* (1973). General method of experimental research and processing of experimental data. Moscow. Kolos. 199.
25. *Vukolov, E. A.* (2008). Bases of the statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using the packages Statistica and Excel. Moscow. Forum. 464.

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТРАНСПОРТЕРА-СЕПАРАТОРА НА ЧЕТКОСТЬ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕРНА

С. Н. Мороз, А. М. Васильковский, Ю. В. Мачок, А. В. Анисимов

Аннотация. *Работа посвящена исследованию влияния конструктивных и кинематических параметров транспортера-сепаратора зерноочистительной машины общего назначения на технологическую эффективность разделения зерна.*

Целью исследований является исследование влияния конструктивных параметров и режима работы транспортера-сепаратора зерноочистительной машины общего назначения, которая была разработана на кафедре сельскохозяйственного машиностроения Кировоградского национального технического университета на качественные показатели очистки зерна.

После проведения ранжирования, были определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на процесс очистки зерна на решетке транспортера-сепаратора: диаметр поперечных перегородок решета, угол наклона решетной поверхности до горизонта, скорость движения рабочей ветви и подача зернового материала.

Для определения степени влияния наиболее значимых факторов на четкость сепарации была разработана экспериментальная установка и составлена методика лабораторных опытов. В ходе проведения исследований реализовано матрицу полного факторного эксперимента типа 2^4 .

Основной уровень и интервалы варьирования факторов выбраны на основе анализа результатов теоретических исследований и предварительных данных экспериментальных исследований.

Полученные закономерности изменения четкости сепарации зерна от диаметра поперечных перегородок решета, угла наклона решетной поверхности к горизонту, скорости движения рабочей ветви и подачи зернового материала приведены в виде трехмерных поверхностей.

Полученные результаты позволили установить рациональные параметры транспортера-сепаратора для обеспечения нужной четкости сепарации зерна.

Ключевые слова: зерноочистительная машина, транспортер-сепаратор, четкость сепарации, качество, очистка зерна, уравнение регрессии, критерии оценки результатов экспериментов, поверхность отклика

INFLUENCE OF MAIN PARAMETERS OF VEHICLE-SEPARATOR WORK ON CHANGE OF GRAIN CLEANING

S. M. Moroz, O. M. Vasytkovskyi, Yu. V. Machok, O. V. Anisimov

Abstract. *The work is devoted to the investigation of the influence of constructive and kinematic parameters of the conveyor-separator of a universal cleaning machine on the technological efficiency of grain separation.*

The purpose of the research is to establish the influence of the design parameters and the mode of operation of the conveyor-separator of a general-purpose grain cleaning machine, which was developed at the Department of Agricultural Machinery of Kirovohrad National Technical University, on qualitative indicators of grain purification.

After the ranking, the most important factors influencing the process of grain purification on the conveyor-separator sieve were determined: diameter of cross-section of the sieve, angle of inclination of the grid surface to the horizon, speed of the working branch and feeding of grain material.

To establish the degree of influence of the most significant factors on the clarity of separation, an experimental installation was developed and a methodology for laboratory experiments was developed. During the research, the matrix of the full factor-type experiment of type 24 was implemented. The basic level and intervals of the variation of factors were chosen based on the analysis of the results of theoretical studies and preliminary data of experimental research.

The regularities of changing the clarity of separation of grain from the diameter of the cross-section of the sieve, the angle of the slab surface

to the horizon, the speed of the working branch and the supply of grain material are given in the form of three-dimensional surfaces.

The obtained results allowed to establish rational parameters of the conveyor-separator to provide the necessary grain separation clarity.

Key words: grain cleaning machine, conveyor-separator, separation clarity, quality, grain purification, regression equation, criteria for evaluating results of experiments, response surface

УДК 631.33.024.2:621.791.763

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ В ҐРУНТОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

**Ю. В. Мачок, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-5328-7859**

**О. М. Васильковський, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-9590-742**

**С. М. Мороз, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-5101-8460**

**Центральноукраїнський національний технічний університет
e-mail: machokuv@ukr.net**

Анотація. В статті розглянуто питання підвищення зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин. Зазначено, що при незначному напрацюванні деякі робочі органи машин втрачають працездатність, оскільки піддаються впливу абразивних часток. Проаналізовано перспективність використання композиційних кераміко-металевих матеріалів в якості зносостійких покриттів на ґрунторізальних елементах робочих органів ґрунтообробних та посівних машин. Зазначено твердість матриці і необхідну різницю в мікротвердостях армуючих і зв'язуючих фаз. Сформовано передумови проведення теоретичного дослідження.

На основі проведення теоретичного аналізу визначено величини нормального та дотичного напружень, що діють на частки керамічного наповнювача при швидкому та повільному охолодженні і встановлено умови запобігання їх руйнуванню. Обґрунтовано розмір керамічного наповнювача та його об'ємний вміст в композиційному покритті з урахуванням коефіцієнтів термічного розширення матриці і керамічного наповнювача та різниць температур нагрівання і охолодження.

© Ю. В. Мачок, О. М. Васильковський, С. М. Мороз, 2018