



DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-7

УДК 631.361.43: 664.788

Н. О. Фучаджи, к.т.н. ORCID: 0000-0003-1248-4068
В. О. Верхоланцева, к.т.н., доц. ORCID: 0000-0003-1961-2149
Н. О. Паляничка, к.т.н. ORCID: 0000-0001-8510-7146
О. О. Червоткіна, асист. ORCID: 0000-0002-6814-0566

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
e-mail: natalia.fuchadzhy@tsatu.edu.ua, тел.: 068-877-85-89

НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ОБРУШУВАЛЬНИХ МАШИН

Анотація. Стаття присвячена розробці підривних машин. У роботі розглянуто напрямки вдосконалення підривних машин, а саме модернізації робочих органів і конструкцій в цілому.

Перспективи розвитку технології виробництва рослинної олії на сучасному етапі ринкового реформування в Україні тісно пов'язані, насамперед, з удосконаленням найбільш енерго- та матеріаломістких технологічних процесів.

Подрібнення олійної сировини є однією з основних технологічних операцій у виробництві рослинної олії. Від ефективності цього процесу безпосередньо залежать обсяги виробництва і якість кінцевого продукту.

Вимоги щодо скорочення поопераційного складу технологічних процесів, зниження енергетичних витрат на його виконання та підвищення якості готової продукції зумовили створення різноманітних способів підготовки насіння до обробки та інтенсифікацію операцій обробки. На їх основі можливі рішення та конкретні завдання при розробці компактних технологічних процесів виробництва круп на агрегатному обладнанні.

Значні витрати матеріально-енергетичних ресурсів, втрати сировини і готової продукції та висока інертність системи централізованої переробки насіння олійних культур вимагають негайної децентралізації виробництва хліба на основі створення технологічного забезпечення і технічного оснащення малих переробних підприємств і цехів фермерських господарств. Вирішення проблеми технічного забезпечення автономного виробництва зернових культур безпосередньо в регіонах вирощування сировини зумовлює необхідність створення нових засобів цільового технологічного



призначення та повного технічного рішення у вигляді агрегатного обладнання .

Ключові слова: обрушення, дека, бичі, лопатки, струни.

Постановка проблеми. Перспективи розвитку технології виробництва рослинної олії на сучасному етапі ринкової реформи в Україні тісно пов'язані, насамперед, з удосконаленням найбільш енерго- та матеріалоемних технологічних процесів.

Обрушення олійної сировини – одна з основних технологічних операцій при виробництві рослинної олії. Від ефективності цього процесу безпосередньо залежать обсяги виробництва та якість кінцевого продукту.

Перспективними є дослідження машин ударної дії, які відповідають вимогам ресурсозберігаючих технологій і придатні для обрушення різних культур. [11]

Аналіз останніх досліджень. Визначення напрямків розвитку наукового потенціалу галузі переробки олійних культур належить вітчизняним ученим, якими створені наукові школи по рішення практичних і теоретичних проблем удосконалення технологій виробництва продовольчих товарів. Суттєвий вплив на розвиток технологій олійного виробництва мали наукові роботи д.т.н. В. В. Белобородова, д.т.н. В. А. Маслікова, д.т.н. А. І. Голдовського. [5, 6, 8].

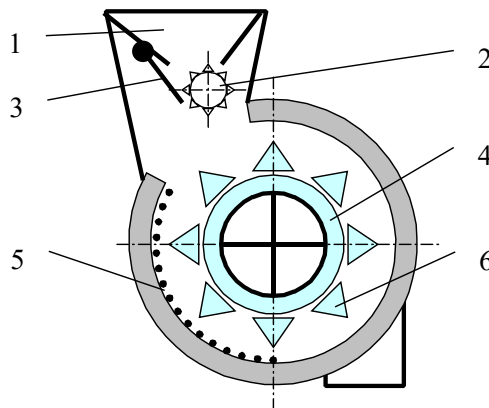
Формулювання мети статті. Створення агрегатного устаткування для переробки олійних культур в рослинну олію на місцях вирощування сировини, споживання готової продукції та утилізації побічних продуктів виробництва обумовлює обґрунтування геометрії робочих органів, встановлення оптимальних кінематичних параметрів і визначення необхідних витрат енергії та потрібної потужності на реалізацію технологічного процесу.

Основна частина Для обрушення олійного насіння застосовуються різні конструкції обрушувальних машин. Залежно від фізико – механічних властивостей тканин олійного сім'я створена машини для руйнування плодової і насінної оболонки, різні за принципом роботи. Для сім'я соняшнику і іншого шкірястого насіння, що має крихку оболонку, дія машин для руйнування оболонки заснована на ударі сім'я об тверду поверхню [1, 3]. Для насіння, що має волоконну оболонку, міцну і еластичну, застосовується розрізання оболонки.

До обрушувальних належать машини у яких обрушення відбувається за рахунок одноразового чи багаторазового удару. Прискорення, що необхідне до розганяння для здобуття критичної ударної швидкості насіння отримує від бичів, що обертаються та

відкидають насіння на деку або за допомогою лопаток встановлених на роторі чи трубок, з'єднаних з живильним бункером. У іншому випадку насіння вільно зісковзує з напрямного конуса та зіштовхується у вільному падінні зі струною, що обертається у горизонтальній площині. [2, 4]

Типовою машиною для обрушення багаторазовим ударом є бичові насіннерушки (рис. 1), у яких дека виконана з абразивною чи сталевую поверхнею, причому в останньому випадку гладка сталевая поверхня замінюється на ребристу, котра утвориться при укладанні вздовж циліндра профільних шматочків або круглих стержнів. Обертювий ротор звичайно має поздовжні бичі, встановлені під кутом до утворюючого циліндра, що забезпечує переміщення насіння від прийому до виходу. Ефективність обрушування може регулюватися зміною швидкості обертання ротора, а також рівня насіння в робочій зоні, що, у свою чергу, залежить від кута нахилу бичів і положення заслінки на вихідному отворі циліндра [1, 2].



1 – живильний бункер; 2 – рифлений живильний валець;
3 – регульовальна заслінка; 4 – бичевий барабан; 5 – дека; 6 – бичі.

Рисунок 1. Бичова насіннерушка типу МРН

Після розгляду роботи бичерушки стає очевидним, що рух насіння усередині робочої камери носить хаотичний характер, що не може не відобразитися на якості її роботи.

Якщо насіння не обрушилося при першій зустрічі з бичами, то, хоча вони відкидаються на деку з великою швидкістю, через неупорядкований рух в своєму польоті до деки вони зіштовхуються один з одним та втрачають отриману кінетичну енергію. Внаслідок цього вони не руйнуються у момент зустрічі з декою. Вірогідність зіштовхування насіння під час польоту збільшується із збільшенням відстані між бичами та декою (тобто при відвалених деках).

Крім того, сила удару бичів по насінню залежить від того, на яке місце бича потрапляє насіння. Найбільша сила удару спостерігається у



того насіння, які потрапляють на зовнішню кромку бича, найменша – у насіння, що потрапляє на внутрішню кромку бича [4].

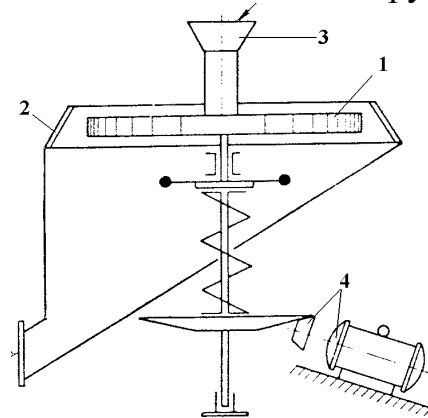
Хвильова поверхня деки також зумовлює нерівномірність удару насіння об неї. Насіння може зіткнутися з декою під різними кутами. Наприклад, якщо насіння зустрічається з хвилею деки по нормалі, то під впливом кінетичної енергії виникає удар, який руйнує оболонку. Оскільки площа контакту насіння та деки в цьому випадку найменша, то ефект руйнування буде найбільший. Якщо насіння зустрічається з декою по нормалі, але потрапляє до заглиблення хвилі, то через збільшення площі контакту ефект руйнування буде меншим, ніж у першому випадку. Коли насіння з декою зустрічається під деяким кутом, то відбувається розкладання сил, нормальна складова може виявитися недостатньою для руйнування оболонки [10]. Оскільки під час роботи одночасно спостерігаються усі три види зустрічі насіння з декою при певній швидкості обертання бичевого барабану, то обрушування дає й недоруш, й подрібнене ядро й ціле ядро.

До переваги бичевих машин слід віднести велику продуктивність та можливість обрушування насіння з високою вологістю. Недоліками бичевих луцильних машин є неупорядкований рух насіння, ненормоване число повторних ударів насіння об деку та бичі (від 8 до 20), неоднакова сила удару бичів по насінню, що визначає відносно низькі якісні показники її роботи й робить процес обрушення некерованим.

Обрушення насіння одноразовим ударом відбувається у відцентрових луцильниках та пристроях ударної дії. В конструкції луцильної машини відцентрової дії реалізується тільки один удар насіння об деку (рис. 2) [7]. Робочими органами машини є диск 1 з лопатками і конічна дека 2. Під дією відцентрової сили насіння, рухаючись по лопатках від центру до його периферії, і сходять з лопаток з великою швидкістю. Пролітаючи зазор між декою і ротором, насіння ударяються об деку, за рахунок чого й відбувається обрушення. Обрушене насіння падає вниз, чому сприяє нахил деки, і виводяться по лотку з машини. Згідно даних [10] рушанка має вищу якість в порівнянні з рушанкою, отриманою в бичевій насіннерушці.

На якість роботи відцентрової луцильної машини великий вплив має число обертів ротора, яке повинно регулюватися з точністю до 10 об/хв [9]. Важливим фактором, що впливає на якість обрушення відцентрових луцильних машин, є напрямок удару насіння об деку. Експериментально встановлено, що найменше енергії витрачається на руйнування оболонки, при збереженні цілим ядра, при прямому ударі насіння об деку. При прямому ударі кінетична енергія насіння не втрачається на тертя об деку, а витрачається на деформацію оболонки насіння, що забезпечує більш якісне їх обрушення, оскільки кількість

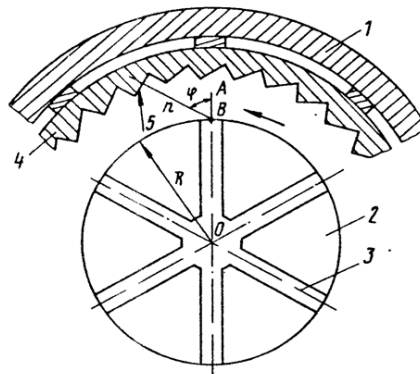
неорушеного та недорушеного насіння в складі рушанки зменшується.



1 – диск з радіальними лопатками; 2 – дека; 3 – живильний бункер;
4 – привод

Рисунок 2. Схема відцентрової насіннерушки

Конструкторами А.Н.Кудрявцевим та В.А.Ватутіним [10] була запропонована конструкція відцентрової насіннерушки із ступінчатою декою, в якій удар наближається до прямого (рис. 3). Проте ця машина має суттєві недоліки: ступенева дека має зони, де умови прямого удару не виконані; підвищений аеродинамічний опір; відсутність регулювання кута удару об деку із зміною технологічних властивостей перероблюваної сировини.



1 – корпус; 2 – ротор; 3 – радіальні канали; 4 – дека

Рисунок 3. Схема відцентрової насіннерушки із ступінчатою декою

Конструкційне рішення деки із регулюванням напрямку удару, є дека виконана із сегментів (відбивних лопаток) шарнірно з'єднаних із корпусом машини. Сегменти можуть повертатись відносно вертикальних осей шарнірів та фіксуватись під заданим кутом механізмом регулювання. Конструкція на практиці не перевірена, вона має недоліки, властиві конструкції ступеневої деки.

Конструкційне рішення деки із регулюванням напрямку удару запропоноване багатьма авторами [9]. Конструкція деки в цьому



пристрої виконана із сегментів (відбивних лопаток) шарнірно з'єднаних із корпусом машини. Сегменти можуть повертатись відносно вертикальних осей шарнірів та фіксуватись під заданим кутом механізмом регулювання. Конструкція на практиці не перевірена, вона має недоліки, властиві конструкції ступеневої деки.

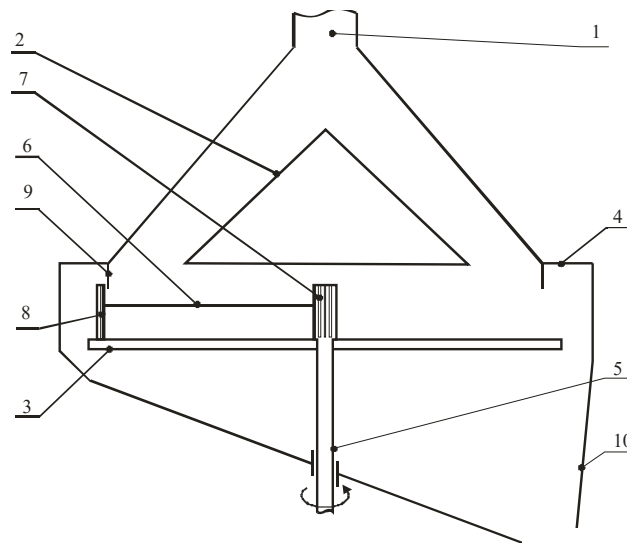
Не менш перспективним напрямком удосконалення відцентрових луцильних машин має бути впровадження схем роторів із криволінійними напрямними трубками сталої кривизни [7] і роторів з еластичними трубками, кривизна яких може змінюватись механізмом регулювання, які запропоновані автором роботи.

В цих машинах вибором кривизни трубки можна змінювати напрямок відносної швидкості насіння і наближати удар його об деку до прямого, при гладкій конічній поверхні деки.

До переваг цього методу слід віднести високу технологічну ефективність та порівняно малі витрати енергії. Недоліки – швидке зношування робочих органів – лопатей (трубок) та відбиваючої деки. Через це лопаті (трубки) виконують змінними, а дека виконує гармонічні рухи у вертикальному напрямку, що збільшує ширину зони удару та довговічність деки.

Основні напрямки вдосконалення таких обрушувальних машин це визначення оптимальних розмірів та форми ротора, підвищення зносостійкості робочих органів. Використання надійних варіаторів для регулювання швидкості обертання ротора [7].

В основу другого типу машин для обрушення насіння одноразовим ударом слід віднести луцильний пристрій ударної дії. Як було зазначено вище оптимальним для здійснення найбільш ефективного руйнування оболонки є прямий удар. Враховуючі ці дослідження, на базі кафедри обладнання переробних і харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету було розроблено пристрій для обрушення насіння ударної дії (рис.4) [9]. Впровадження нової конструкції робочих органів, дозволяє забезпечити постійність прямого удару, нормування числа ударів, зниження металоємності пристрою та, як наслідок, енергоємності процесу обрушення.



1 – живильний бункер; 2 – напрямний конус; 3 – диск; 4 – корпус;
5 – вал; 6 – струни; 7 – струнорозподільник; 8 – струнотримач;
9 – перегородка; 10 – вихідний патрубок.

Рисунок 4. Схема пристрою для обрушення за допомогою удару

Розроблені робочі органи пристрою для обрушення насіння ударом дозволяють забезпечити постійність одноразового прямого удару, а саме струна, що жорстко встановлена у площині, яка перпендикулярна площині падіння насіння. Енергія, яка виникає при попаданні продуктів обрушення на диск, спрямовується на їх видалення. Внаслідок одноразового прямого удару зменшується енергія, яка витрачається на руйнування оболонки, при збереженні цілого ядра, що призводить до зменшення енергоємності пристрою.

Висновки. Вимоги до скорочення поопераційного складу технологічних процесів, зменшення витрат енергії на його реалізацію та підвищення якості готової продукції обумовили створення різних методів підготовки насіння до переробки та інтенсифікації обробних операцій. На їх основі можливі рішення і конкретних завдань при розробці компактних технологічних процесів виготовлення крупи на агрегатному устаткуванні.

Значні витрати матеріальних та енергетичних ресурсів, втрати сировини і готової продукції та висока інертність системи централізованої переробки олійних культур потребують негайної децентралізації виробництва хлібопродуктів на основі створення технологічного забезпечення та технічного оснащення малих переробних підприємств і цехів фермерських господарств. Рішення проблеми технічного забезпечення автономного виробництва крупів безпосередньо в регіонах вирощування сировини робить необхідним створення нових засобів конкретного технологічного призначення та завершення технічного рішення у вигляді агрегатного устаткування.



Список використаних джерел

1. Andrey Dmitriev, Bulat Ziganshin¹, Damir Khaliullin¹, Alexey Aleshkin Study of efficiency of peeling machine with variable deck *Engineering for rural development* Jelgava, 2020 1053–1058 DOI:10.22616/ERDev.2020.19.TF249
2. Aremu D. O., Adewumi I. O., Ijadunol J. A. Design, Fabrication and Performance Evaluation of a Motorized Maize Shelling Machine *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 2015. Vol. 5, No.5
3. Chandan Solanki, D. Mridula, S.K. Aleksha Kudos and R.K. Gupta Buckwheat Dehuller and Optimization of Dehulling Parameters *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 2018 7 (11) 1041-1052 DOI:0.20546/ijcmas.2018.711.120
4. Rajesh Kumar Vishwakarma, Uma Shanker Shivhare, Saroj Kumar Nanda Novel method and machine for dehulling of guar seeds and optimisation of dehulling process *Food and Bioproducts Processing* Volume 99, July 2016, Pages 51-57 DOI:10.1016/j.fbp.2016.04.001
5. Белобородов В. В. Основные процессы производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность 1966. 478 с
6. Гавриленко И. В. Оборудование для производства растительных масел. 2-е изд. Переработ. и доп. М.: Пищевая промышленность, 1972. 312 с.
7. Єременок І. В. Удосконалення луцильної машини відцентрової дії: дис. к-та техн. наук: 05.05.11. Київ, 2001. 152 с.
8. Кошевой Е. П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. СПб: ГИОРД, 2011. 368 с.
9. Фучаджи Н. О. Оптимізація технологічного процесу луцення власнокруп'яних культур: дис. к-та техн. наук: 05.18.03. Херсон 2006. 168 с.
10. Шутенко Є. І., Соц С. М. Технологія круп'яного виробництва ОНАХТ. 2010. 272 с.

Стаття надійшла до редакції 17.04.2023 р.

N. Fuchadzhy, O. Kovalov, N. Palianychka, O. Chervotkina
¹Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE DESIGNS OF MODERN HUSKING MACHINES

Summary

The article is devoted to the development of husking machines. The paper examines directions for improving husking machines, namely modernization of working bodies and structures as a whole.

Prospects for the development of vegetable oil production technology at the current



stage of market reform in Ukraine are closely related, first of all, to the improvement of the most energy- and material-intensive technological processes.

Crushing of oil raw materials is one of the main technological operations in the production of vegetable oil. Production volumes and the quality of the final product directly depend on the efficiency of this process.

Requirements to reduce the post-operational composition of technological processes, reduce energy costs for its implementation and improve the quality of finished products led to the creation of various methods of seed preparation for processing and intensification of processing operations. Based on them, solutions and specific tasks are possible in the development of compact technological processes for the production of cereals on aggregate equipment.

Significant costs of material and energy resources, losses of raw materials and finished products and high inertness of the system of centralized processing of oilseeds require immediate decentralization of bread production based on the creation of technological support and technical equipment of small processing enterprises and workshops of farms. The solution to the problem of technical support for the autonomous production of cereals directly in the raw material growing regions makes it necessary to create new means of a specific technological purpose and a complete technical solution in the form of aggregate equipment.

Key words: husking machines, board, whips, shoulder-blades, strings.