

УДК 631.361.362.3:664.723

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЗЕРНООЧИСНОГО МОДУЛЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ СЕПАРАТОРІВ ЗЕРНА

А. Н. Прилуцький, канд. техн. наук – ПАТ «Вібросепаратор»

***Ключові слова:** зернова суміш, очищення зерна, фізико-механічні властивості компонентів зерна, фракції розділення зернової суміші, ефективність сепарування.*

Вступ: Зернова маса, що утворюється при обмолоті, є неоднорідною і включає повноцінне зерно, неповноцінні і зіпсовані зерна основної культури, насіння інших культурних і дикорослих рослин, мінеральні та органічні домішки, мікроорганізми, комахи-шкідники та ін.

Основним завданням післязбиральної обробки зерна є своєчасне зниження його засміченості та вологості до норм базисних кондицій, встановлених Державним стандартом України, за яких забезпечуються оптимальні умови зберігання зерна в зерносховищах різних конструкцій. Агротехнічними вимогами передбачається розділення зернової маси, отриманої обмолотом на комбайнах на три фракції: зерно оброблюваної культури, фуражні і смітні відходи. Втрати зерна у смітні відходи не повинні перевищувати 0,1 % його кількості у вихідному матеріалі, у фуражні відходи — відповідно не більше 1,9 %. Подрібнення зерна не повинно перевищувати 0,1 % маси зерна основної культури у вихідному матеріалі.

Мета дослідження: подальше збільшення валових зборів зерна в господарствах і обсягів його заготівель елеваторами і різними хлібоприймальними підприємствами вимагає оснащення потокових ліній післязбиральної обробки зерна повітряно-решітними сепараторами первинного очищення продуктивністю до 200 т/год при очищенні зерна пшениці вологістю до 17 % і засміченістю відокремлюваними домішками до 10 %, на створення яких і спрямовані дослідження.

Виклад основного матеріалу. Широко розповсюджені відомі повітряно-решітні зернові сепаратори з гравітаційними робочими органами, такі, як плоскі коливальні решета, циліндричні обертальні решета і вертикальні чи похилі пневмосепаруючі канали, яким властива обмеженість інтенсивності сепарування. Це значно ускладнює створення на їх основі високопродуктивних сепараторів для первинного очищення і сортування зернових матеріалів.

Наукові дослідження процесів сепарування зернових сумішей з використанням відцентрових сил інерції, як найбільш ефективних, проведені різними авторами [1-17].

Проведені дослідження процесів сепарування зернових сумішей відцентровими решетами [1-17] дозволили визначити найбільш ефективний з них, вібровідцентровий [5] і з використанням відцентрово-пневматичного пристрою [18] обґрунтувати параметри зерноочисного модуля (блока) для вібровідцентрових сепараторів [19]. Основою розробки стаціонарних універсальних зернових сепараторів А1-БЦС-100, Р8-БЦСМ-50, Р8-БЦСМ-25 і самопересувного сепаратора СВС-25, які виготовляються ПАТ «Вібросепаратор» (м. Житомир), застосовані уточнені параметри конструкторно-технологічних схем і вихідні вимоги для проектування таких машин [20].

Подальші дослідження [21] по обґрунтуванню параметрів робочих органів сепаруючих машин продуктивністю до 200 т/год дозволили створити дослідний зразок зернового сепаратора такої продуктивності, в якому було застосовано ступінчасто-конічне решето циліндричної форми. В схемі застосовувались послідовно розміщені два решета — підсівне і зернове, що не забезпечувало виробничі вимоги споживачів — потреби наявності сортувального решета. Крім того, ступінчасто-конічне решето циліндричної форми виявилось у виготовленні не технологічним.

Застосування конструкційної схеми відомого відцентрово-пневматичного сепаруючого пристрою, який використовується в сепараторах А1-БЦС-100, Р8-БЦСМ-50, Р8-БЦСМ-25 в компоновці з двома вібровідцентровими ступінчасто-конічними решетами не забезпечило потребу сільськогосподарського виробництва і виробництво сепаратора продуктивністю 200т/год не було налагоджено.

Проведені нами експериментально-конструкторські роботи і лабораторно-виробничі дослідження забезпечили знаходження цілого ряду конструктор-

ційних і конструкційно-технологічних елементів з інноваційними ресурсощадними процесами сепарації (патенти на корисні моделі № № 55866, 60386, 60985, 70603, 71090, 79939, 79940, 79941), які дозволили створити експериментальний зразок зерноочисного модуля (блока) продуктивністю до 50 т/год, тобто в 2 рази більшої від продуктивності одного блока сепаратора А1-БЦС-100.

Застосовуючи інтеграцію робочих органів, яка використана в універсальних відцентрових зернових сепараторах — прогресивне модульне спільне використання повітряних і решітних робочих органів у формі автономних зерноочисних блоків [5,18] і результати проведених нами експериментально-конструкторських робіт і лабораторно-виробничих досліджень, розроблено конструкційно-технологічну схему зерноочисного модуля універсальних сепараторів нового покоління (рис.1).

Застосуванням дозуючого механізму 2 (патент № 79939), виконаного у вигляді двох циліндричних секторів з взаємно протилежним переміщенням спільно з розкидачем 3 (патент № 79941), забезпечується рівномірність розподілу зернової суміші по периметру пневмосераруючого каналу пневмовихровідцентрової віялки 4 і вібровідцентрових решіт 5, 6, 7, 8. Застосуванням нової конструкції розкидача 3 і пневмовихровідцентрової віялки 4 (патенти № 60985, 79940) досягається збільшення продуктивності і підвищення ефективності очищення зернової суміші від легких домішок за аеродинамічними властивостями.

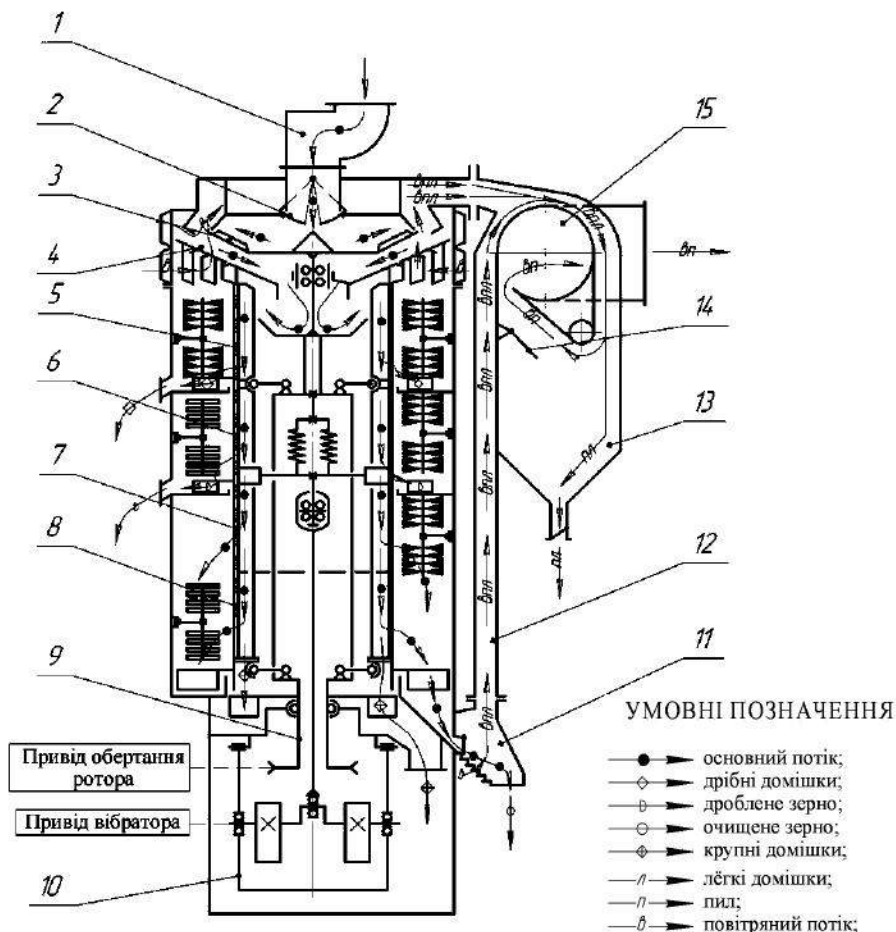


Рис. 1 Конструкційно-технологічна схема зерноочисного модуля універсального сепаратора зерна:

1 — приймальний патрубок; 2 — дозуючий механізм; 3 — розкидач; 4 — пневмовихровідцентрова віялка; 5 — підсівне решето; 6 — сортувальне решето; 7 — зернове розвантажувальне решето; 8 — зернове сортувальне решето; 9 — остов ротора; 10 — вібратор; 11 — пневмо-сепаруючий пристрій повторного очищення; 12 — повітропровід; 13 — осадочна камера; 14 — клапан регулювання кількості повітря і відокремлення легких домішок від повітря; 15 — під'єднання до системи аспірації

Застосуванням в конструкції зерноочисного модуля пневмо-сепаруючого пристрою повторного очищення 11 (патент № 55866) забезпечується очищення зерна на виході з зерноочисного модуля від легких домішок (пилу, полови, які утворилися в процесі руху по поверхні решіт і у вивантажувальній системі само-шліфуванням і домолотом.

Збільшення довговічності секцій решіт і підвищення їх технологічної ефективності забезпечується наявністю в перфорованому полотні секцій неперфорованих смуг з сегрегаторами (патент № 603860).

Застосуванням нової конструкції шарнірного з'єднання (патент № 71090) шатуна кривошипно-маятникового вібратора 10 з решетами 5, 6, 7, 8 забезпечується довговічність цього з'єднання, що підвищує експлуатаційну надійність і довговічність кривошипно-маятникового вібратора.

Застосуванням нової конструкції осадочної камери 13 з клапаном 14 здійснюється розділення пило-повітряної суміші в місці найбільшого віддалення пиловидних частинок від поверхні циліндричного сектора перетинки за рахунок відцентрових сил інерції, які виникають від обертового руху пило-повітряної суміші, що забезпечує як регулювання швидкості повітряних потоків в пневмосепаруючому каналі пневмовихровідцентрової віялки 4 і пневмо-сепаруючому пристрої повторного очищення 11, так і ефективність видалення з пило-повітряної суміші дисперсних частинок, що зменшує забруднення повітря, яке випускається аспіраційною системою в атмосферу.

В конструкційно-технологічній схемі зерноочисного модуля універсального сепаратора зерна нового покоління, на відміну від застосування послідовно розміщених 3-їх решіт — підсівного, сортувального і зернового, однакових конструкційних розмірів (крім отворів) у серійних сепараторах А1-БЦС-100, Р8-БЦСМ-50, Р8-БЦСМ-25, СВС-25, застосовуються чотири послідовно розміщені решета однакових конструкційних розмірів — підсівне, сортувальне, зернове розвантажувальне і зернове сортувальне. При цьому підсівне, сортувальне і зернове розвантажувальне решета використовуються з такими ж отворами, як і у серійно виготовлюваних сепараторах, а зернове сортувальне — з отворами, меншими отворів зернового розвантажувального, що підвищує ефективність видалення крупних домішок з забезпеченням збільшення продуктивності зерноочисного модуля нового покоління в 2 рази в порівнянні з модулем сепараторів серійного виробництва.

Таблиця 1. Базисні данні решіт

Режим роботи	Підсівне	Сортувальне	Зернове розвантажувальне	Зернове сортувальне
Очищення продовольчого зерна	1,7	2,0	Ø8	Ø6,5
Очищення насіння	1,7	2,2	Ø6,5	Ø5,0



Рис. 2. Загальний вигляд експериментального зразка універсального вібровідцентрового зернового сепаратора продуктивністю 50 т/год.

Проведені лабораторно-виробничі дослідження експериментального зразка, загальний вигляд якого представлено на рис. 2, підтвердили ефективність його роботи і дозволили визначити його технічні характеристики. При очищенні зерна пшениці вологістю 14 % і засміченістю відокремлюваною домішкою 5 %, продуктивність становила близько 58 т/год при ефективності очищення 62 %. Якість зерна відповідала базисним кондиціям. При продуктивності близько 25 т/год і встановленні відповідних розмірів отворів секцій решіт — забезпечувалась чистота насіння пшениці 98 %, що підтверджує відповідність його нормі ДСТУ. При проведенні дослідів встановлювалися решета з отворами.

Встановлені габаритні розміри експериментального зразка сепаратора: довжина — 2300 мм; ширина — 1270 мм; висота — 3600 мм; маса сепаратора — 1400 кг.

Номінальна потужність встановлених електродвигунів — 4,4 кВт.

Порівняння показників експериментального зразка з серійним універсальним зерновим сепаратором Р8-БЦС-50 такої ж продуктивності (50т/год) показує, що він має в 1,7 рази меншу масу, в 1,4 рази займає меншу площу приміщення, в 1,5 рази менше споживає електроенергії.

Таким чином, при 2-х модульному компонуванні забезпечується створення сепаратора продуктивністю 100 т/год, а при 4-х модульному — 200т/год.

Висновки:

1. Обґрунтовано конструкційно-технологічну схему зерноочисного модуля універсальних сепараторів зерна нового покоління, виготовлено експериментальний зразок одномодульного сепаратора. Результати проведених лабораторно-виробничих досліджень підтвердили ефективність сепаратора при очищенні продовольчого і насінневого зерна пшениці з забезпеченням прогнозуємої продуктивності, відповідно 50 т/год і 25 т/год. Якість очищення і сортування відповідають нормам базисних кондицій по ДСТУ 3768:2010 і посівних РН-1-3 по ДСТУ 2240-93.
2. Створення універсальних сепараторів зерна продуктивністю 100 і 200 т/год нового покоління найбільш високої ефективності в порівнянні з існуючими аналогами за призначенням реально можливе при використанні інтенсивних способів сепарування з використанням відцентрових сил інерції, вібрації і модульного компонування робочих органів у відповідності до створеного експериментального зразка одномодульного сепаратора.

Бібліографія

1. *Лейкин Я. И.* К теории работы центробежной сортировки. — М.: Труды ВНИИЗ, 1951. — Вып. № 23. — С. 99-108.
2. *Рассадин А. А.* Движение материала по поверхности центрифуг, цилиндрических решёт и триггерных барабанов. — М.: Вестник сельскохозяйственной науки, 1962. — № 12. — С.67-75.
3. *Барилл А. В.* Исследование вертикального центробежно-вибрационного решета на очистке зернового вороха: автореф. дис. к.т.н. Л. Пушкин, 1963, 23 с.

4. *Гриньков Ю. В. Черепашин М. К.* Центробежно-вибрационный метод сепарирования зерновых материалов. — Ж.: «Механизация и электризация социалистического сельского хозяйства», 1958. — № 5. — С. 17-18.
5. *Гончаров Е. С.* Исследование процесса сепарации зерновых материалов центробежно-вибрационными решётами: автореф. дис. к.т.н. / Гончаров Е. С.; УАСХ. — К., 1963. — 23 с.
6. *Гончаров Е. С.* Механико-техническое обоснование и разработка универсальных виброцентробежных зерновых сепараторов: Автореф. дис. к.т.н. М.: ВНИМ, 1986, 34с.
7. *Журавлёв А. Н.* К теории конической виброцентробежной сортировки. — М.: Труды ВНИИЗ, 1963. — Вып. № 42. — С. 109-118.
8. *Бок Н. Б. Кузьмин Г. П.* Интенсификация сепарирования зерна цилиндрическими решётами: Земледельческая механика. — М.: Сб. н. тр., 1968. — Т.109. — С. 24-27.
9. *Спичкин Л. М.* Новый метод виброцентрифугирования зерновых материалов// Земледельческая механика. — М.: Машиностроение, 1966. — Т.9. — С. 326-335.
10. *Степанов В. Н.* Исследование работы центробежных сортировок. — Омск: Научные труды Омского с.х. института им. С. М. Кирова, 1968. — Т.72. — С.120-125.
11. *Мельников Б. Н.* Исследование процесса разделения зерновой смеси на подсевных центробежно-вибрационных решётах: автореф. дис. ... к.т.н./ Мельников Б. Н.; СИМСХ. — Саратов, 1971. — 27 с.
12. *Савин А. Д., Шуляков А. Г.* Повышение качества сепарирования зерна цилиндрическими решётами. — Краснодар: Труды Кубанского с.х. института, 1971. — Вып. № 45.
13. *Мазоренко Д. И.* Теоретическое и экспериментальное исследование вибрационно-центробежного сепаратора с пространственным движением оси вращения ротора для очистки семян риса от трудноотделимых сорняков: дис. к.т.н. / Мазоренко Д. И.; ХИМЭСХ. — Харьков, 1971. — 183 с.
14. *Торопов В. Р.* Исследование технологического процесса планетарного решётного сепаратора зерна с целью определения его параметров и режимов работы: автореф. дис. к.т.н.: 05.20.01/ Торопов В. Р.; Омский с/х. институт. — Омск, 1974. — 23 с.

15. Несиков А. А., Тулькибаев М. А. Влияние конструктивных параметров, начальной подачи и размеров рабочих элементов на эффективность работы виброцентробежного сепаратора. — Челябинск: Труды ЧИМЭСХ, 1978. — Вып. № 140. — С.112-116.
16. Заика П. М. Тищенко Л. Н., Мазоренко М. И. и др. Движение сыпучих смесей по поверхности виброцентробежного решета// Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1986. — № 1. — С. 26-28.
17. Тищенко Л. Н. Интенсификация сепарирования зерна. Харьков: Основа, 2004. — 183 с.
18. Гончаров Е. С., Грабельковский Н. И. Центробежно-пневматический сепаратор зерновых материалов// Тракторы и сельхозмашины, 1968. — № 6. — С. 26-28.
19. Гончаров Е. С. Параметры очистительного блока для вибрационных зерновых сепараторов// Развитие комплексной механизации производства зерна с учётом зональных условий. М.: ВИМ, 1982. — С. 242-243.
20. Гончаров Е. С., Прилуцкий А. Н. Уточнить параметры конструктивно-технологических схем и выдать исходные требования для проектирования промышленных образцов виброцентробежных зерноочистительных машин производительностью 50-100 т/час. — Глеваха: УкрНИИМЭСХ, 1980.
21. Гончаров Е. С., Карноухов В. И. Обоснование технологического процесса послеуборочной обработки зерна в колхозах и совхозах УССР и параметры рабочих органов сепарирующих машин производительностью до 200 т/час. Отчёт о законченных НИР. № госрегистрации 81104796. — Глеваха: УкрНИИМЭСХ, 1985.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СЕПАРАТОРОВ ЗЕРНА

Проведён анализ исследований по созданию высокоэффективных зерновых сепараторов с использованием факторов интенсификации процессов сепарирования.

Обоснована конструктивно-технологическая схема зерноочистительного модуля универсальных сепараторов зерна нового поколения, изготовлен экспериментальный образец такого модуля, проведены его лабораторно-

производственные исследования, которые позволили подтвердить расчётные показатели технологического процесса: производительность 50т/час и 25 т/час, соответственно при обработке продовольственного и семенного зерна пшеницы с обеспечением соответствия показателей качества по отдельной зерновой и сорной примесей государственным стандартам.

Ключевые слова: *зерновая смесь, очистка зерна, эффективность сепарирования.*

RATIONALE FOR STRUCTURAL DESIGN PATTERNS GRAIN CLEANING UNIVERSAL MODULE GRAIN SEPARATORS

An analysis of research is conducted of development high-performance grain separators with using the factors intensification of separation.

Proved constructive and technological scheme of universal module winnowing grain separators new generation of experimental model of such a module, held his laboratory and industrial research questionnaire, allowing you to confirm the estimates of the production process: the performance 50t/h and 25 t/h respectively, in the processing of food grains and seeds wheat with software quality metrics on a separated grain and trash on state standards.

Key words: *grain mixture, grain cleaning, separation efficiency*