

УДК 621.928.13

*V. Krol, senior lecturer,*

*P. Fedirko, candidate of Technical Sciences, associate professor,*

*M. Volynkin, Acquirer, State Agrarian and Engineering University in Podilya*

## JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF CONSTRUCTION MACHINES FOR SORTING GRAIN MIXES ON THE CRITERION OF LENGTH

***Annotation.** The article contains comparison of methods of increase the productivity of grain mixtures separation process on the criterion of length. Analysis of separators construction and their features and disadvantages is made. New design of high-productive grain cleaner is offered.*

*Designed device makes it possible to increase the productivity of the grain mixes separation process by increasing the speed of the working body to improve the quality of separation of components of the grain mixture, eliminating multiple idle movement of grain by separating the work surface. Studies have proven the viability of the proposed design, the tests produced positive results.*

*According to laboratory studies, specific performance of separation process for machines of this type comes to  $6... 7 \text{ t/m}^2 \times \text{h}$ , significantly higher than the same figure for serial trier. The detachment fullness of long component is up to 92%.*

*Using the proposed principle in the grain cleaning machines can reduce their size and metal content at a given performance and the cost of their production.*

***Keywords:** grain cleaner, sorting on length, increase the productivity.*

***В.О. Кроль, старший викладач,***

***П.П. Федірко, кандидат технічних наук, доцент,***

***М.П. Волинкін, здобувач ПДАТУ***

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ СОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ЗА ОЗНАКОЮ ДОВЖИНИ

*Стаття містить порівняння методів збільшення продуктивності процесу розділення зернових сумішей за ознакою довжини. Виконаний аналіз конструкцій сепараторів і їх особливостей. Запропонована нова конструкція високоефективної зерноочисної машини.*

***Ключові слова:** зерноочисна машина, сортування за ознакою довжини, збільшення продуктивності.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** З усіх машин, які використовуються для очистки і сортування зерна, найменшу питому продуктивність мають машини, що розділяють зернові суміші за ознакою довжини – трієри. Спроби форсувати кінематичний режим циліндричного трієра обмежені досить вузькими межами  $\left( K = \frac{\omega^2 R}{g} = 0,4 \dots 0,7 \right)$  [1], установки з трієрних блоків громіздкі і мають високу металомісткість. Дискові і лопатеві трієри випереджають циліндричні по компактності і продуктивності на одиницю об'єму, але поступаються по питомій продуктивності, чистоті вихідного продукту і металомісткості.

Усе це спонукає до пошуку шляхів продуктивності процесу сепарації зернових сумішей за ознакою довжини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Зважаючи на актуальність проблеми, розробці нових, високопродуктивних машин і вивченню процесу розділення зернових сумішей по довжині присвячена значна кількість досліджень, серед авторів яких слід згадати В.Н. Минаява, Б.Т. Тарасова, Н.І. Стрикунова, А.Г. Громова, В.А. Кубишева та багатьох інших.

**Мета дослідження** – висвітлити існуючі способи підвищення продуктивності процесу сортування зернових сумішей по довжині і запропонувати конструкцію високопродуктивної зерночисної машини, яка б не мала недоліків існуючих конструкцій.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для вирішення поставленої задачі був проведений аналіз способів підвищення продуктивності процесів розділення зернових сумішей за ознакою довжини, на основі якого зроблена спроба класифікувати їх наступним чином:

1. Інтенсифікація процесу сепарації за рахунок збільшення коефіцієнта заповнення чарунок:

а) трієр з рівномірною подачею зерна вздовж осі циліндра (А.Ф. Григорович) [2];

б) трієри з коливаннями в осьовому напрямку (В. Фішер, Х. Вебер [2], В.А. Михайловський [3], В.Ф. Євдокимов [4]);

с) швидкохідні трієри зі зворушувачами (фірми «Саймон-Картер», «Робінсон» та інші) [2];

d) трієр зі зміненою формою чарунки (А.А. Рассадін [5], Н.А. Урханов [6]).

Трієри цього типу дозволяють за рахунок покращення заповнення чарунок одержати збільшення продуктивності до 30% при незначному ускладненні конструкції по відношенню до традиційної конструкції

2. Підвищення робочої швидкості комірчастої поверхні:

a) трієр з радіальними коливаннями (А.Г. Громов, В.А. Кубишев [7]);

b) трієри з пневмовідсмоктуванням з чарунок (М.Ф. Овчинников, В.Н. Минаев, И.Е. Кожуховский [8]; Т.К. Нургалієв [9]);

с) трієр з еластичною поверхнею (М.В. Кузьмін, М.В. Туаєв [10] та інші);

d) стрічковий клотоїдний трієр (А.Г. Громов, В.С. Бурдейний [11]);

e) трієр з облягаючим полотном (Н.Б. Бок [12]; А.І. Файнберг [13]);

f) пластинчастий трієр (Н.А. Урханов, Г.Р. Озонов [14]).

Трієри цієї групи дозволяють підвищити питому продуктивність на 25...40%, а трієр з облягаючим полотном та пластинчастий трієр – на 300...350%. Ці конструкції не набули розповсюдження через складність будови і регулювань (особливо трієр 2e). Слід відмітити значне, до 6%, збільшення втрат зерна у відходи у трієра 2f.

3. Збільшення корисної площі поверхні на одиницю об'єму:

a) дискові трієри (фірма «Саймон-Картер», А.Б. Лурье, Л.С. Солдатенко, Л.І. Котляр та інші [15]);

b) лопатеві трієри (Ю.Н. Смірнов, Г.Ю. Власов, А.М. Корн та інші [2]);

с) дисково-циліндричний блок (фірма «Генрі Саймон»);

Питома продуктивність цих трієрів на одиницю площі робочої поверхні залишається майже незмінною, а складність і металоємкість зростають. Чистота насінневого матеріалу поступається циліндричним трієрам.

4. Використання додаткової сили інерції (планетарні трієри):  
а) з вертикальними циліндрами (Н.Б. Бок [2]);  
б) з похилими циліндрами (Н.А. Фетисов [16]);  
с) з горизонтальними циліндрами (Н.А. Фетисов, С.І. Бондарев [2]).

Ці машини дають підвищення питомої продуктивності до 3 разів, але вони суттєво складніші за конструкцією, чутливі до дестабілізуючих факторів (вібрації, змін кінематичного режиму), погано врівноважуються.

Характерною негативною рисою всіх вищезгаданих машин є неодноразова циркуляція довгих часток зернової суміші по робочій поверхні.

Набагато більше переваг надає застосування принципу попередньої орієнтації зерна при проходженні його через круглі або профільовані отвори решітних робочих органів. Орієнтація може здійснюватись різноманітними способами:

- а) накладанням електростатичного поля (група співробітників Челябінського ІМЕСГ [17]);
- б) за допомогою профільованих робочих поверхонь [18];
- с) за допомогою сил інерції з використанням еквідистантної поверхні (В.Н. Минаев та інші [19, 20]);
- д) за допомогою сил тертя (Б.Т. Тарасов [21], Н.І. Стрикунов [22] та інші).

Машини даного типу вирізняються високою питомою продуктивністю при низькій металомісткості і простоті конструкції. Разом з тим повнота виділення забруднювача в них не завжди достатня. Слід відмітити складність і небезпечність пристроїв з пункту а) та обмеження продуктивності з боку вхідного зазору і схильність до забивання у машин з пункту с).

На основі проведеного аналізу розроблена експериментальна зерночисна машина [24], яка працює на основі орієнтації насінни при проходженні крізь отвори решета, яка використовує принцип поточності, виключаючи багаторазовий холостий рух зерна по сепаруючій робочій поверхні.

Конструкція та робота пристрою пояснюється рисунками: на рис. 1 схематично зображено запропонований пристрій, вигляд

зверху; на рис. 2 – розріз А-А на рис. 1; на рис. 3 – технологічна схема процесу розділення.

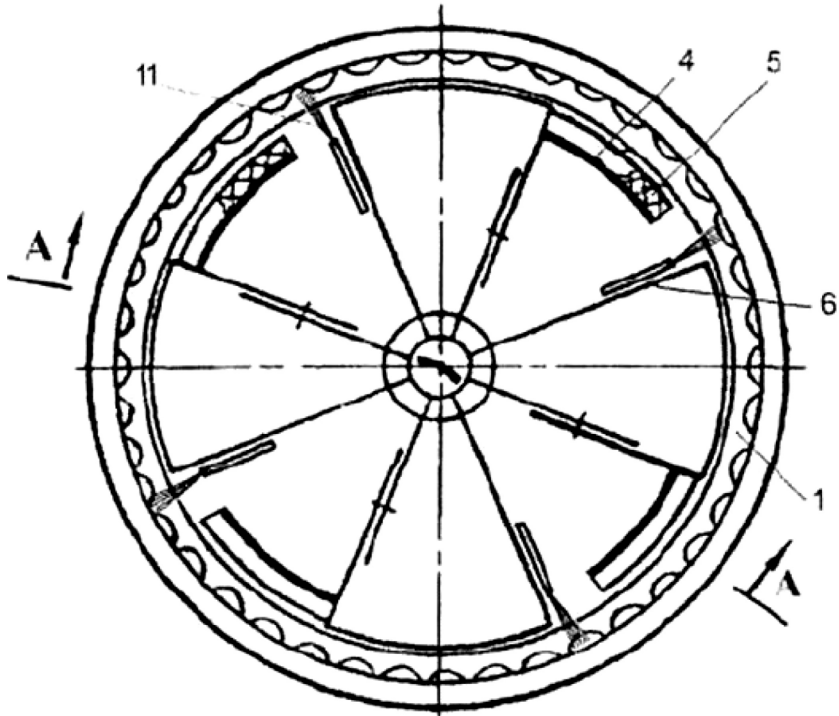


Рис. 1. Схема запропонованого пристрою, вигляд зверху.

Пристрій містить гофрований решітний барабан 1 з вертикальною віссю, змонтований на вирізному диску 2, що приводиться в обертання порожнистим приводним валом 3; внутрішній пристрій розподілу зернової суміші, що містить сегменти 4 з еластичними накладками 5, закріплені на задніх (по ходу решета) стінках вертикальних живильних каналів 6, що мають спільну основу 7, встановлену на осі 8, кожух 9, збірно-вивідне пристосування 10 для розділених компонентів суміші і відбиваючі щітки 11.

Пристрій працює наступним чином: зернова суміш потрапляє з бункера в канали 6 і її частки попередньо самоорієнтуються, сти-

каючись з обертовим решітним барабаном 1, оснащеним гофрами на робочій поверхні (зона А). Затягнуті за рахунок сили тертя в зазор між решітним барабаном 1 і еластичною накладкою 5 сегмента 4 частки суміші потрапляють в жолобки, утворені гофрами, і орієнтуються вздовж рядів розташованих в них отворів (зона В).

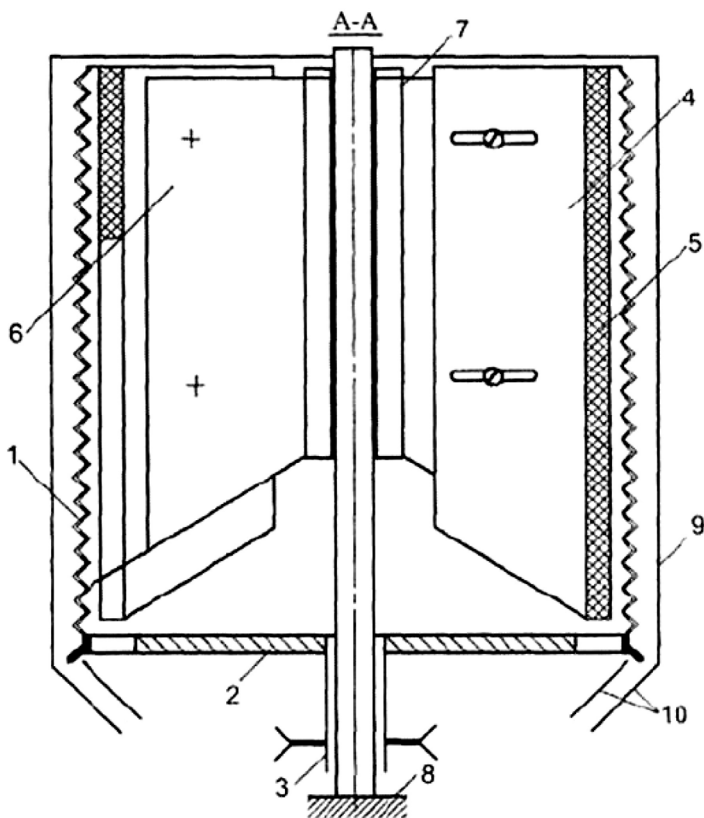


Рис. 2. Розріз А-А.

Геометричні розміри гофрів і зазор між решітним барабаном 1 і еластичною накладкою 5 сегмента 4 залежать від розміру часток суміші і пружних властивостей накладок і підбираються так, щоб забезпечити одношаровий розподіл часток суміші в зоні розділення.

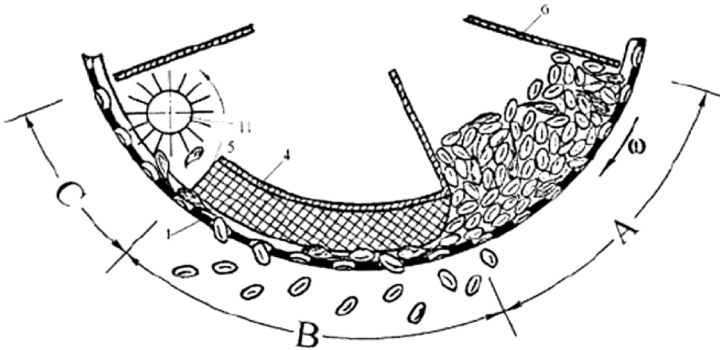


Рис. 3. Технологічна схема процесу розділення.

Дякуючи гальмуючій дії еластичних накладок 5, відбувається ковзання часток відносно отворів решітного барабана 1. При цьому короткі частки повертаються відносно кромки отвору і проходять у нього. Відбиваючись від кожуха 9, вони потрапляють в зовнішню воронку збірно-вивідного пристосування 10. Довгі частки, по причині обмеженості зазору, не можуть повернутися на кут, достатній для проходження в отвори решітного барабана 1, і зісковзують. За межами сегмента 4 вони знітаються відбиваючою щіткою 11 і падають униз (зона С), проходячи крізь отвори вирізного диска 2 і потрапляючи у внутрішню воронку збірно-вивідного пристрою 10.

Дослідження довели життєздатність запропонованої конструкції, при випробуваннях одержані позитивні результати. Розроблений пристрій дає можливість підвищити продуктивність процесу сепарації зернових сумішей за рахунок збільшення швидкості робочого органу при покращенні якості розділення компонентів зернової суміші.

За даними лабораторних досліджень, питома продуктивність процесу сепарації для машин такого типу доходить до  $6 \dots 7 \text{ т/м}^2 \times \text{год.}$ , що значно перевищує той же показник для серійних трієрів. При цьому повнота виділення довгої складової досягає 92%.

**Висновки.** Використання запропонованого принципу в конструкції зерночисних машин дозволить знизити їх габарити і металомісткість при заданій продуктивності та витрати на їх виробництво.

**Список використаних джерел**

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / [Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін.] ; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.
2. Тарасов Б.Т. Исследование процессов сепарации зерна по длине вертикальными цилиндрическими решетками при ориентации зерен в активном слое: дис. ... канд. техн. наук : спец. 05. 20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Б.Т. Тарасов. – Барнаул, 1970. – 158 с.
3. Михайловский В.А. Исследование работы ротационно-колебательного триера. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 1950.
4. Евдокимов В.Ф. Исследование технологического процесса работы цилиндрического триера с осевыми колебаниями. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 1964.
5. А.с. 685363 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Ячейка триера / А.А. Рассадин (СССР). – № 2586095/30-15; заявл. 02.03. 1978; опубл. 15.09. 1979, Бюл. № 34.
6. А.с. 492320 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Цилиндрический триер / Н.А. Урханов, Г.Р. С.Озонов (СССР). – № 1975684/28-13; заявл. 12.12. 1973; опубл. 25.11. 1975, Бюл. № 43.
7. Громов А.Г. Исследование процесса работы цилиндрического триера с вертикальными колебаниями. Автореф. дис... канд. техн. наук: – Челябинск, 1967.
8. А.с. 204794 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Триер / М. Ф. Овчинников, В.Н. Минаев, И.Е. Кожуховский (СССР). – № 1103328/30-15; заявл. 21.09. 1966; опубл. 20.10. 1967, Бюл. № 22.
9. А.с. 570415 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Триер / Т.К. Нургалиев (СССР). – № 231228/15; заявл. 07.01. 1976; опубл. 30.08. 1977, Бюл. № 32.
10. А.с. 299274 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Цилиндрический триер / М.В. Кузьмин, М.В. Туаев (СССР). – № 1321277/30-15; заявл. 04.04. 1969; опубл. 26.03. 1971, Бюл. № 12.
11. А.с. 378184 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 01f 12/44/. Триер / А.Г. Громов, В.С. Бурдейний (СССР). – № 1380883/30-15; заявл. 01.12. 1969; опубл. 18.04. 1973, Бюл. № 19.



12. А.с. 103256 СССР, МПК А 01f. Триер / Н.Б. Бок (СССР). – № 13079/452321; заявл. 21.12. 1954 в Мин. с.-х. СССР.

13. А.с. 180009 СССР, МПК А 01f. Решето для сортирования зерна / А.И. Файнберг (СССР). – № 874872/30-15; заявл. 06.01. 1964; опубл. 28.11. 1966, Бюл. № 6.

14. А.с. 470313 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Триер / Н.А. Урханов, Г.Р. Озонов (СССР). – № 1934839/28-13; заявл. 16.06. 1973; опубл. 15.05. 1975, Бюл. № 18.

15. А.с. 524574 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Триер / Л.С. Солдатенко, Н.В. Георги, Л.И. Котляр и др. (СССР). – № 2035665/13; заявл. 19.06. 1974; опубл. 15.08. 1976, Бюл. № 30.

16. А.с. 76188 СССР, Кл. 45e, 18. Сортировочная машина центробежного действия / Н.А. Фетисов (СССР). – № 373000; заявл. 21.01. 1948; опубл. 31.08. 1949.

17. А.с. 4360903 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Триер / В.Г. Быков, В.Н. Шмигель (СССР). – № 1911502/30-15; заявл. 23.04. 1973; опубл. 25.02. 1975, Бюл. № 7.

18. А.с. 239703 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 1/24. Устройство для разделения зерновой смеси по размерам / Б.Т. Тарасов (СССР). – № 824077/30-15; заявл. 09.03. 1963; опубл. 18.03. 1969, Бюл. № 11.

19. А.с. 431911 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 1/26. Центробежный сепаратор / В.А. Кубышев, Н.А. Филатов, А.А. Несиков (СССР). – № 1802831/28-13; заявл. 28.06. 1972; опубл. 15.06. 1974, Бюл. № 22.

20. А.с. 519231 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 13/02. Центробежный триер / И.Е. Макаров, Ю.И. Вильданов (СССР). – № 2127844/13; заявл. 22.04. 1975; опубл. 30.06. 1976, Бюл. № 24.

21. А.с. 425662 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 1/00, В 07b 13/02. Устройство для разделения зерновых смесей / В.Н. Минаев, А.Т. Буряков (СССР). – № 1807719/30-15; Заявл. 10.07. 1972; Опубл. 30.04. 1974, Бюл. № 16.

22. А.с. 414004 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 07b 1/30. Решето для сортирования зерна / С.А. Алферов, Ю.И. Ермольев, П.П. Колышев (СССР). – № 1701040/28-13; заявл. 21.09. 1971; опубл. 05.02. 1974, Бюл. № 5.

23. Пат. 2300426 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В07В 1/22, В07В 9/00. Центробежно-решетный сепаратор / Б. Т. Тарасов,

Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, И. А. Зиновьев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный аграрный университет». – № 2005129439/03; заявл. 21.09. 2005; опубл. 10.06. 2007, Бюл. № 16.

24. Патент на корисну модель № 38729 Україна МПК(2006) В07В 1/18 Пристрій для розділення зернових сумішей [Текст] / Кроль В.О. ; Заявник і власник Кроль В. О. – u200806874 ; заявл. 19.05. 2008 ; опубл. 12.01. 2009, Бюл. № 1. – 3 с.: іл.

***Аннотация.** Стаття содержит сравнение методов повышения производительности процесса разделения зерновых смесей по критерию длины. Произведен анализ конструкций сепараторов и их особенностей. Предложена новая конструкция высокопроизводительной зерноочистительной машины.*

***Ключевые слова:** зерноочистительная машина, сортировка по длине, увеличение производительности.*