

УДК 628.511.633.85

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА ДЛЯ СЕПАРАЦІЇ РУШАНКИ РИЦИНИ

Дідур В.А., акад.АН ВШУ, д.т.н.,

Чебанов А.Б., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 44-02-74

**Анотація** – в статті запропонована технологічна схема та конструкція пневмосепаратора для сепарації рушанки рицини, конструкція пиловловлюючого пристрою для забезпечення нормованої запиленості робочої зони. Наведені технологічні та конструктивні параметри, від яких залежить робота пневмосепаратора.

**Ключові слова** – рицина, ядро, лушпиння, пил, сепаратор, пиловловлюючий пристрій, горизонтальний канал, вертикальний канал, пилоосаджувальна камера, повітряний потік.

*Постановка проблеми.* При розробці нової технології та технічних засобів необхідними умовами є підвищення питомої продуктивності, зниження енерговитрат та підвищення якості продукції при забезпеченні безпечних умов праці та екологічних вимог до навколишнього середовища.

Стосовно сепарації рушанки насіння рицини необхідними умовами є максимальне якісне розділення рушанки рицини по приймачах та забезпечення гранично-допустимої концентрації пилу рицини в повітрі робочої зони. Тому виникає необхідність вдосконалити процес сепарації, що би забезпечити наведені показники технологічного процесу як того вимагає нормативна документація.

*Аналіз останніх досліджень.* Для розділення суміші будь якого матеріалу використовують різницю у властивостях її окремих компонентів [1,2]: за розмірами; за масою (густиною); за здатністю до електризації (електрофізичні властивості); за пружністю; за опором тертя; за аеродинамічними властивостями. Одним з найважливіших недоліків для всіх способів відносно рушанки рицини є висока травмованість напівзруйнованої ядриці після обрушення насіння внаслідок ударів з робочими поверхнями. Із названих способів який забезпечив би низьку травмованість ядриці є розділення суміші за аеродинамічними властивостями. Всі машини, які забезпечують розділення вихідної суміші частинок у повітря-

ному потоці, можна розподілити на три групи: зернометальники, комбіновані машини та повітряні сепаратори [3,4].

Виконаний аналіз показує, що зернометальні установки різних конструкцій мають високу продуктивність, але при цьому низьку повноту розділення сумішей, значні габарити робочої площадки та не можуть використовуватися при розділенні компонентів олієскладових сумішей. Комбіновані машини передбачають розділення суміші за сукупністю властивостей частинок (розміри, форма, густина, магнітні властивості та ін.), поєднанні з аеродинамічними властивостями, тобто також не задовольняють у зв'язку з високою травмованістю ядриці. Спеціальні зерноочисні сепаратори для очищення зернових сумішей від легких домішок з одночасним сортуванням матеріалу за різницею тільки аеродинамічних властивостей їх компонентів сформованим повітряним потоком розрізняють за розміщенням сепарувальних каналів: з вертикальним, нахиленим і горизонтальним.

Канал, у якому здійснюється сепарація, можна влаштувати у нагнітальному або всмоктувальному каналі вентилятора. Встановлення вентилятора на виході каналу (всмоктувальний канал) є ефективним засобом зменшення викиду частинок суміші та пилу через нещільності. При вертикальному розміщенні каналу необхідне значення швидкості потоку повітря повинно перевищувати критичну швидкість того компоненту, який треба відділити. Збільшення швидкості повітря підвищує продуктивність сепаратора, але це також підвищує й втрати потужності, необхідної для роботи вентилятора. Найбільші можливості зміни параметрів мають горизонтальний та нахилений канали, а саме: регулювати напрям і модуль швидкості надходження суміші до каналу, подачу суміші, подачу повітря.

Порівняльним аналізом горизонтального та нахиленого повітряного каналів виявлено, що габарити останнього значно перевищують. Так як обрушення та сепарація ріцини частіше всього проходить на одній машині, то цей факт був визначаючим.

З метою поліпшення ефективності сепарації повітряним потоком доцільно використовувати горизонтальний повітряний канал. Але слід зауважити, що якість сепарації, яка досягається при застосуванні тільки повітряного потоку у будь-якому випадку є нижчою ніж у машинах де застосовується комбінація повітряної і решітної сепарації. Але така комбінація має порівняно низьку продуктивність, збільшену вартість та не може використовуватися для сепарації рушанки ріцини внаслідок високої травмованості ядриці. Технологічний процес розділення рушанки ріцини супроводжується викидом пилу. Запиленість повітря обслуговуючої робочої зони не повинна перевищувати гранично-допустиму концентрацію (ГДК). ГДК пилу соняшника складає  $4 \text{ мг/м}^3$  [9]. Нормативна документація стосовно ГДК пилу ріцини відсу-

тня. Але із-за високої токсичності пилу рицини його ГДК повинно бути меншою ніж ГДК пилу соняшника. Місткість пилу рицини: отруйний білок – рицин (в великій кількості) та алкалоїд середньої токсичності – рицинін. При переробці рицини в повітрі робочої зони, окрім частинок пилу присутній алерген, який є також отруйним.

Згідно [10] гранично допустима концентрація рицини за алергеном в атмосферному повітрі населених міст складає  $0,001 \text{ мг/м}^3$ ; в повітрі робочої зони нормативна документація відсутня [11]. Кількість алергену в насінні рицини складає 0.15 % [13], тобто можливо розрахувати ГДК пилу рицини в атмосферному повітрі населених міст. Але тут неможливо розрахувати ГДК пилу рицини в повітрі робочої зони згідно [11] Тому в процесі досліджень ми будемо прагнути щоб запиленість повітря робочої зони була меншою за ГДК пилу соняшника.

Існуючі конструкції сепараторів не обладнувалися пиловловлюючими пристроями, необхідними для очищення повітря робочої зони від токсичного пилу рицини, який виділяється при технологічному процесі сепарації.

Згідно [5,6] існуючі пиловловлювачі можна розділити в залежності:

- від природи діючих сил: механічні, електричні;
- від середовища дії: сухі, мокрі;
- від фізики діючих сил: інерційні, відцентрові, гравітаційні.

Більш перспективними пиловловлювачами для очищення повітряного потоку є інерційні пиловловлювачі. Вони мають високу ефективність очищення повітря при низькому гідравлічному опорі, не потребують періодичного технічного обслуговування, додаткових витрат енергії, прості у виготовленні та монтажі.

Один із таких пиловловлювачів, конструкція якого запропонована авторами, була використана в технологічній схемі пневмосепаратора рушанки рицини [14]

*Формулювання цілей статті.* Ціллю статті є вдосконалення технологічної схеми та конструкції пневмосепаратора рушанки рицини яка б забезпечила якісну сепарацію при нормованій запиленості повітря робочої зони. Для досягнення поставленої мети авторами обгрунтована технологічна схема та запропонована конструкція пневмосепаратора з пиловловлюючим пристроєм, а також вивчені технологічні та конструктивні параметри від яких залежить ефективність роботи пневмосепаратора.

*Основна частина.* Виходячи із поставлених цілей авторами розроблена технологічна схема та виготовлений лабораторний зразок пневмосепаратора для розділення компонентів рушанки рицини, яка поєднує дві операції: розділення рушанки на ядрицю та лушпиння і пиловловлювання для забезпечення нормованої запиленості робочої

зони (рис. 1).

Сепаратор складається з завантажувального бункеру 2 з регулятором подачі вихідної суміші 3, горизонтального каналу 5. Довжина горизонтального каналу була визначена експериментально і складає  $l=2000\text{мм}$ . Ширина та висота підібрана під вихідний патрубок вентилятора і складає  $b=220\text{мм}$ ,  $h_0=400\text{мм}$ . Кут відкриття заслінки подачі суміші проградуєвано у градусах і змінюється від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . Закрите положення  $\alpha = 0^\circ$  та повністю відкрите положення  $\alpha = 90^\circ$ . Відкриття відбувається вздовж руху повітряного потоку, тобто суміш, яка потрапляє до каналу отримує швидкість під визначеним кутом для більш якісного розділення. Тобто за допомогою цієї заслінки можливо управляти якістю розділення суміші.

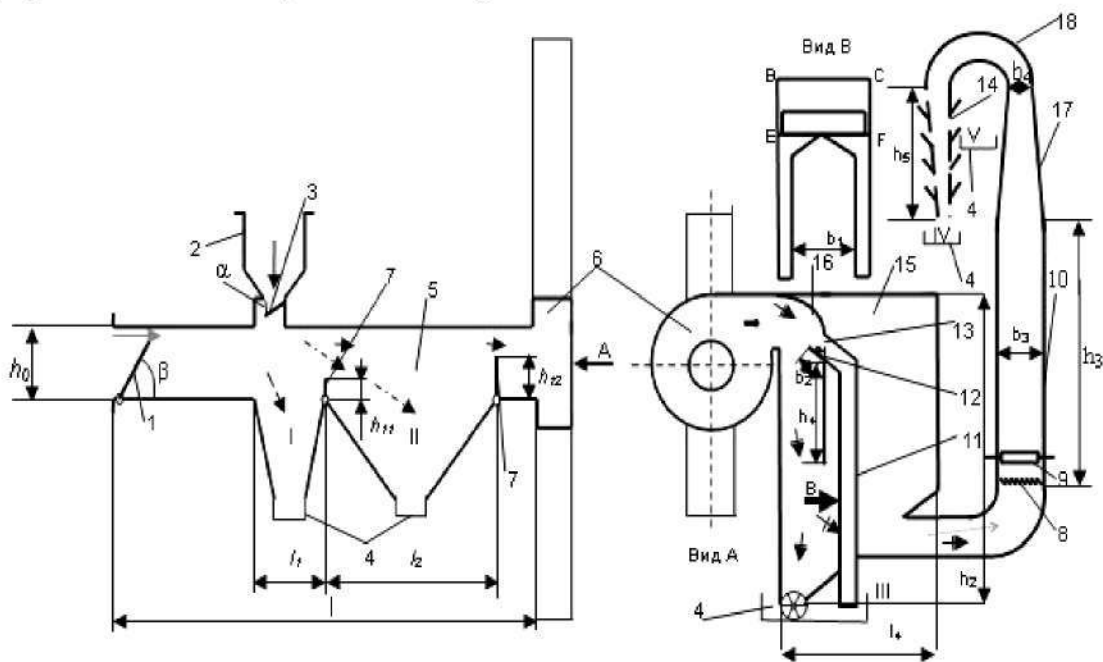


Рис. 1. Конструктивна схема пневмосепаратора рушанки рицини з пилоосаджувальним пристроєм:

- 1 – регулятор подачі повітря;
- 2 – завантажувальний бункер;
- 3 – регулятор подачі вихідної суміші;
- 4 – приймачі сортів I,II,III,IV;
- 5 – горизонтальний канал;
- 6 – вентилятор;
- 7 – перегородки;
- 8 – жалюзі нижні вертикального каналу;

- 9 – жалюзі верхні вертикального каналу;
- 10 – вертикальний канал;
- 11 – рукава відвідні;
- 12 – клапан додатковий;
- 13 – щілина поперечна;
- 14 – інерційний пиловловлювач;
- 15 – пилоосаджувальна камера;
- 16 – криволінійна перегородка;
- 17 – конфузор;
- 18 – фрагмент циклону;

—> – рух компонентів рушанки рицини;

- -> – рух ядриці та її січки; - · -> – рух лушпиння;

→ – рух частинок дрібного лушпиння та пилу;

→ – рух повітряного потоку;

$l_4, h_2$  – відповідно довжина та висота пилоосаджувальної камери, мм;

$h_4$  – висота перегородки в пилоосаджувальній камері, мм;

$b_1$  – ширина між відвідними рукавами, мм;

$b_2$  – ширина додаткового клапану, мм;

$h_3$  – висота вертикального каналу, мм;

$b_3$  – ширина вертикального каналу, мм;

$b_4$  – ширина в кінці конфузору, мм;

$h_5$  – висота інерційного жалюзійного пиловловлювача, мм;

$\beta$  – кут відкриття заслінки подачі повітря, град;

$\alpha$  – кут відкриття заслінки подачі суміші, град.

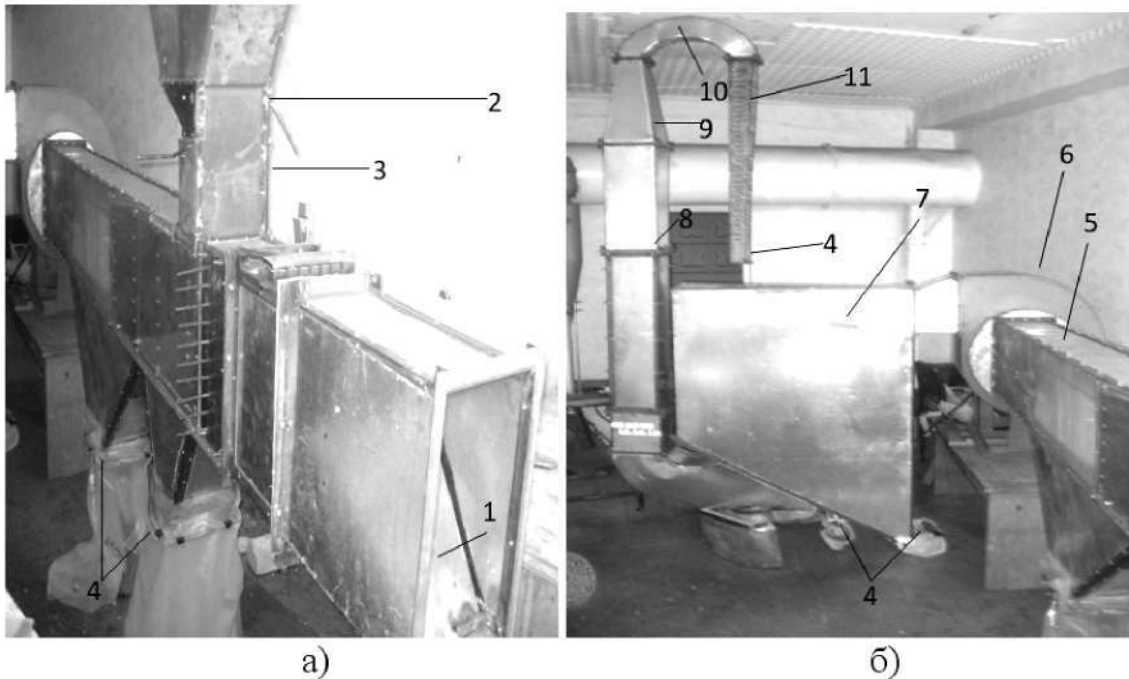


Рис. 2. Лабораторний зразок пневмосепаратора рушанки рицини з пиловловлюючим пристроєм: а – пневмосепаратор; б – пиловловлюючий пристрій;

1 - регулятор подачі повітря;

2 – завантажувальний бункер;

3 – регулятор подачі вихідної суміші;

4 – приймачі сортів I,II,III,IV;

5 – горизонтальний канал;

6 – вентилятор;

7 - пилоосаджувальна камера;

8 – горизонтальний канал;

9 – конфузор;

10 – фрагмент циклону;

11 – інерційний жалюзійний пиловловлювач.

Повітряний потік створюється за допомогою вентилятора 6 і регулюється заслінкою подачі повітря 1. Кут відкриття заслінки проградуєвано у градусах і змінюється від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . Закрите положення  $\beta = 0^\circ$  та повністю відкрите положення  $\beta = 90^\circ$ . Відкриття заслінки відбувається в глибину, так щоб повітря подавалося доверху вертикального каналу. Згідно [7] доцільно мати збільшену швидкість повітря у верхній частині каналу, тобто в тому місці, де суміш потрапляє до каналу. Тобто за допомогою цієї заслінки також можливо управляти якістю розділення суміші. Під корпусом горизонтального каналу встановлені приймачі 4. При цьому в перший приймач попадає ядриця, а в другий лущиння. На визначеній висоті між приймачами знаходяться перегородки 7. Довжина приймачів та висота перегородок при попередньому дослідженні  $l_1=465\text{мм}$ ;  $l_2=1270\text{мм}$ ;  $h_{11}=90\text{мм}$ ;  $h_{12}=240\text{мм}$ . Після вентилятора на деякій відстані встановлений пиловловлюючий пристрій. Він складається з пилоосаджувальної камери 15 з криволінійною перегородкою 16, яка виконана з поперечною щілиною 13, регулюючим додатковим клапаном 12 та відвідними рукавами 11.

Конструкція пилоосаджувальної камери розроблена згідно [12]. Розміри цієї камери підібрані під вихідний патрубок вентилятора. З метою зменшення розмірів розробленої конструкції починаючи знизу пилоосаджувальної камери 15 встановлений вертикальний канал 10.

На початку цього каналу зроблена система жалюзі (верхні 9 та нижні 8) для управління епюрою швидкості повітря по всій висоті каналу. Ділянка бокової стінки корпусу камери та вертикального каналу виконана у вигляді прозорого вікна з оргстекла.

На виході вертикального каналу передбачений конфузур 17. Розмір поперечного перерізу кінця конфузору зменшений в 2 рази в порівнянні із початком цього конфузору. Це є доцільним, тому що дозволить збільшити швидкість повітря на виході з нього. Вихід кінця дифузору складається з двох послідовно розміщених пристроїв: фрагмент циклону 18 та інерційний жалюзійний пиловловлювач 14.

Під пилоосаджувальною камерою 15, відвідними рукавами 11 та після інерційного жалюзійного пиловловлювача встановлені приймачі 4. Робочий процес очищення повітряного потоку в запропонованій конструкції пиловловлюючого пристрою складається з трьох етапів: основний відбір, додатковий та проміжний.

Перший етап: основний потік, що рухається очищується від частинок домішок за рахунок сил інерції і гравітації і виходить між відвідними рукавами 11 з пилоосаджувальної камери 15.

Другий етап: частинки, які не вловилися, попадають до вертикального каналу 10. Під дією сил гравітації частинки будуть осаджуватися у цьому каналі. Частинки, які не вловилися в кінці конфузору набирають швидкість за рахунок зменшення поперечного перерізу та

проходять за рахунок підвищеної швидкості через інерційний пило-вловлювач і попадають до приймача 4. Чисте повітря відводиться через встановлені під кутом жалюзі.

Третій етап: запилений повітряний потік розділяється під дією відцентрової сили виникаючої від криволінійної поверхні перегородки. Шар частинок відсікається від основного потоку додатковим клапаном і попадає в поперечну щілину.

Після цього вловлені частинки за відвідними рукавами направляються в нижню зону камери до приймача 4.

*Висновки.* Запропонована технологічна схема та конструкція пневмосепаратора з пиловловлюючим пристроєм забезпечить найбільш якісне розділення рушанки ріцини та інших сільськогосподарських культур і нормовану концентрацію пилу в повітрі робочої зони. Було доведено, що ефективністю роботи пневмосепаратора можна управляти за допомогою кута відкриття заслінки подачі повітря  $\beta$  та кута відкриття заслінки подачі суміші  $\alpha$ .

Шляхом попередніх досліджень визначені основні конструктивні розміри горизонтального каналу, приймачів I і II, вертикального каналу, пилоосаджувальної камери, конфузору, інерційного жалюзійного пиловловлювача.

#### Література

1. *Акаева Т.К.* Основы химии и технологии получения и переработки жиров: учеб. пособие / *Т.К. Акаева, С.Н. Петрова* // Иваново: ИГХТУ/ Ч.1.Технология получения растительных масел.- 2007.- 124 с.
2. *Технология производства растительных масел / Под ред. С.И. Данильчук.* // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.- 414 с.
3. *Кожуховский И.Е.* Зерноочистительные машины / *И.Е. Кожуховский.* // М. Машиностроение, 1974.- 200 с.
4. *Гортинский В.В.* Процессы сепарации на зерноперерабатывающих предприятиях / *В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин* // 2-е изд, перераб. и доп.- М.: Колос, 1980.- 304 с.
5. *Батулин В.В.* Промышленная вентиляция / *В.В. Батулин* // М.: Гос. изд-во строит. лит., 1948.- 302 с.
6. *Идельчик Е.И.* Аэрогидродинамика технологических аппаратов. Подвод, отвод и распределение потока по сечению. аппаратов / *Е.И. Идельчик.* - М.: Машиностроение, 1983.- 351 с.
7. *Абдуев М.М.* Обґрунтування параметрів сепаратора з нанашленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.05.11 / *М.М. Абдуев.* - Харків, 2007.- 21 с.
8. *Дідур В.А.* Методика визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони при обрушенні насіння ріцини / *В.А. Дідур, А.Б. Чебанов*

// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.- Мелітополь, 2009.- Вип.1, т.2.- С. 169-175.

9. Измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны: метод. указания.- М. : Информац.- издат. центр Минздрава России,1998.- 35 с.

10. ГН 2.1.6.695-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест.- Введен 29.04.1998.

11. МУК 4.1.193-96. Методы контроля. Химические факторы: метод. указания по измерению концентраций аллергена клещевины в воздухе рабочей зоны.- Введен 08.06.1996.

12. Харченко С.А. Обоснование параметров процессов очистки воздушного потока пылесоса камерой виброцентробежных зерновых сепараторов: автореф. дис...канд. техн. наук : 05.05.11/ С.А. Харченко// ХНТУСХ им. П. Василенко. – Харьков,2007.- 22 с.

13. Дідур В.А. Рицина – унікальна олійна культура/ В.А. Дідур., О.О. Троїцька // Хімія агрохімія сервис. – 04.2010. – с.54-59.

14. Заявка № И201010090, Україна, МПК (2008) В01Д45100. Пилловловлювач аеродинамічної сепарації сипких матеріалів, в тому числі і рушанки рицини, / В.А. Дідур, А.Б. Чебанов (Україна). - заявлено 16.08.10. Позитивне рішення.

## **ПНЕВМОСЕПАРАТОР ДЛЯ СЕПАРАЦИИ РУШАНКИ КЛЕЩЕВИНЫ**

В.А. Дідур, А.Б. Чебанов

**Аннотация** – в статье предложена конструкция и технологическая схема пневмосепаратора для сепарации рушанки клещевины, конструкция пылеулавливающего устройства для обеспечения нормированной запыленности рабочей зоны. Приведены технологические и конструктивные параметры, от которых зависит работа пневмосепаратора.

## **THE AIR SEPARATION FOR THE CASTOR**

V. Didur, A. Chebanov

### **Summary**

**In the article the structure and scheme of the air separation of castor, construction dust collectors for the normalized dust working area. The following technological and design parameters that affect the work of the air separation.**