

УДК 631.316.022.4:633.854.78
© 2015

Є.В. МИХАЙЛОВ,
доктор технічних наук

Н.О. ЗАДОСНА,
аспірант

Г.В. ТЕСЛЮК,
М.О. РУБЦОВ,
кандидати технічних наук

*Таврійський державний
агротехнологічний університет
– Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет
– Мелітопольський державний
педагогічний університет, Україна
E-mail: evgenii19508@mail.ru*

*м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18,
м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова, 25,
м. Мелітополь, вул. Леніна, 20.*

**ОБҐРУНТУВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ
РОБОТИ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА
ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ
ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ
СОНЯШНИКУ**

Представлено технологічну схему та процес роботи високопродуктивного пневморешітного сепаратора зі замкненою повітряною системою. Наведено аспекти щодо обґрунтування параметрів і режимів технологічного процесу роботи пневмосепаратора олійної сировини соняшнику для переробної промисловості. Розроблено методикау їх установки.

Ключові слова: соняшник, машина попередньої очистки олійної сировини соняшнику, параметри, режими роботи.

Отримання високоякісного насінневого матеріалу та олійної сировини соняшнику для переробної промисловості неможливо без якісної післязбиральної обробки. Тому важливого значення набуває необхідність очищення та сортування насіння, що дає можливість розділяти олійну сировину соняшнику на фракції і зменшувати втрати повоюцінного насіння та олійних домішок [1].

Високопродуктивні машини попереднього очищення зерна, як правило, використовують принцип поділу частинок за геометричними розмірами та в повітряному потоці. Незважаючи на широке використання явища

руху матеріальних частинок в сучасних зерноочисних машинах, пов'язаних з сепарацією складових олійної сировини, кількісні закономірності руху тіл з урахуванням опору повітряного середовища і сьогодні потребують досліджень. Особливо це відноситься до вороху насіння соняшнику та його складових, вивченість яких недостатня, що робить проблему післязбиральної обробки соняшнику актуальною.

Існуючі технології і технічні засоби сепарування сировини олійних культур не дають можливості якісно здійснювати розділення насінневого вороху, так як фізико-механічні

та аеродинамічні властивості соняшнику та інших фракцій дуже схожі. Попередні дослідження показали, що найпростіше і найефективніше це здійснювати на пневморешітному сепараторі скальператорного типу зі замкненою повітряною системою [2–4, 7].

Дослідження таких технічних засобів і способів сепарування насіння олійної сировини соняшнику є надзвичайно актуальними в південному регіоні України.

Мета дослідження – підвищити ефективність процесу попереднього очищення олійної сировини соняшнику машиною зі замкненою пневмосистемою за рахунок обґрунтування конструктивних, технологічних параметрів та режимів її роботи.

Об’єкт дослідження – жалюзійний повітрярозподільник машини попереднього очищення соняшнику зі замкненою пневмосистемою.

Предмет дослідження – взаємозв’язки режимів роботи, конструктивних та технологічних параметрів жалюзійного повітрярозподільника з підвищенням якості насіння та зменшенням енерговитрат на його обробку.

Результати досліджень та їх обговорення. Для встановлення та визначення параметрів і режимів технологічного процесу роботи машини попереднього очищення зерна обґрунтована схема технологічна пневморешітного сепаратора зерна зі замкненою повітряною системою (рис. 1).

Запропонована машина для очищення зерна (рис. 1.) Складається з встановленого під кутом 60–70° до горизонтальної площини діаметрального вентилятора 1, до вихідної горловини якого прикріплений повітрярозподільний канал 3, який у верхній частині перекритий лотком-інтенсифікатором 8. Верхня стінка 4 повітрярозподільного каналу 3 прилягає до початку лотка-інтенсифікатора 8 і до кінця завантажувального пристрою бункера 10 із заслінкою 9. Нижня стінка 2 повітрярозподільного каналу 3, що прилягає до циліндричного решета 7 з горизонтальною віссю обертання, виконана у вигляді жалюзійного повітрярозподільника 5. Лоток-інтенсифікатор 8 має перфоровану поверхню, а жалюзі пові-

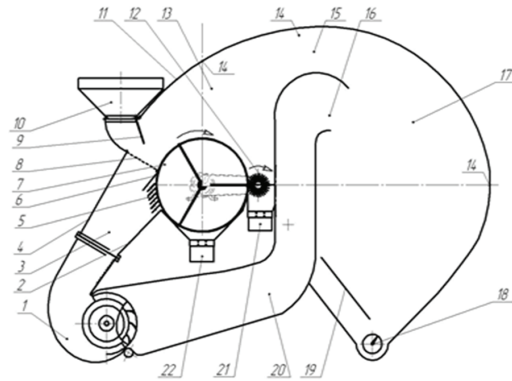


Рис. 1. Схема технологічна пневморешітного сепаратора зерна зі замкненою повітряною системою:

- 1 – вентилятор діаметральний;
- 2 – стінка нижня;
- 3 – канал повітрярозподільний;
- 4 – стінка верхня;
- 5 – повітрярозподільник жалюзійний;
- 6 – стінка середня; 7 – решето циліндричне;
- 8 – лоток-інтенсифікатор;
- 9 – заслінка; 10 – бункер;
- 11 – стінка верхня камери пневмосепарації;
- 12 – щітка очисна;
- 13 – камера пневмосепаруюча; 14 – обічайка;
- 15 – канал пневмосепаруючий;
- 16 – горловина; 17 – камера осадова;
- 18 – пристрій виведення легких домішок;
- 19 – площа відбійна;
- 20 – канал зворотний всмоктувальний;
- 21 – клапан виведення крупних домішок;
- 22 – клапан виведення фракції очищеного зерна

трярозподільника 5 змінює “живий” перетин і кут нахилу жалюзі. Для очищення поверхні циліндричного решета 7 встановлена очисна щітка 12 з горизонтальною віссю обертання. Простір зверху циліндричного решета 7 і очисної щітки 12, обмежений верхньою стінкою 11, створює пневмосепаруючу камеру 13. Знизу циліндричного решета 7 і очисної щітки 12 встановлені клапани виведення фракції очищеного зерна 22 і клапан вивода крупних домішок 21. Продовження пневмосепаруючої камери 13 переходить в осадочну камеру 17, у нижній частині якої встановлена відбійна площа 19 і пристрій виведення легких

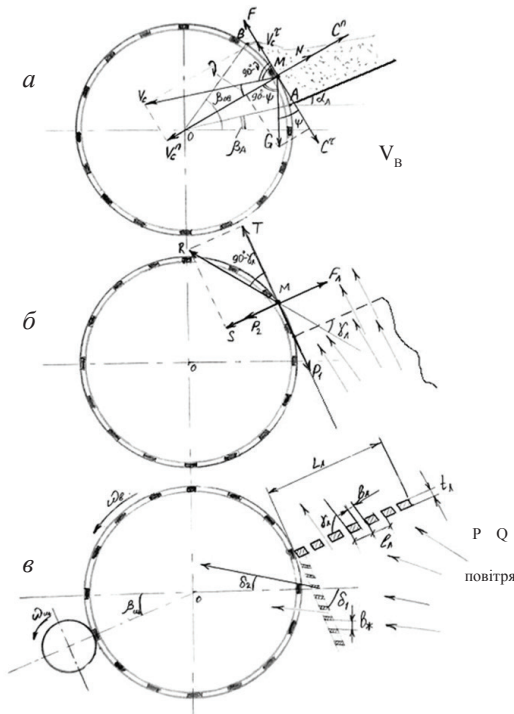


Рис. 2. Схема до визначення умов переходу зернового потоку з лотка-інтенсифікатора на циліндричне решето:

*а – сили, діючі на зерно без впливу повітря;
б – сили, діючі в разі впливу повітря на зерно крізь лоток-інтенсифікатор;
в – подача повітря до лотка-інтенсифікатора, жалюзійного розподільвача та їх параметри [3, 6]*

домішок 18. У верхній частині осадової камери розміщена горловина 16 зворотного всмоктуючого каналу 20, з'єднаного з діаметральним вентилятором 1.

Аналізуючи умови переходу зернового потоку з лотка-інтенсифікатора на циліндричне решето (ЦР), приймаємо такі допущення [2] (рис. 2):

- опір повітря відсутній;
- взаємодія часток, що надійшли на поверхню лотка і ЦР, не враховується;
- частки зернового матеріалу є абсолютно твердими тілами;

- розглядаємо частки як матеріальні точки при їхньому відносному русі по поверхні решета;

- коефіцієнт тертя точки об поверхню барабана постійний і не залежить від швидкості її руху і тиску;

- швидкість виходу струменів повітря з отворів лотка-інтенсифікатора постійна по довжині і ширині лотка;

- рух зернової суміші по поверхні лотка-інтенсифікатора здійснюється з рівномірним розподілом матеріалу по довжині і ширині лотка, висоті шару і з постійної порізністю;

- частка рухається по зовнішній поверхні циліндра з відставанням.

При цьому на точку М буде діяти сила ваги G нормальна реакція поверхні N , сила тертя F , тангенціальна сила інерції C^r і нормальна сила інерції C^n .

Просіванню зернівок через поверхню циліндричного решета сприяє швидкість шару V_c зернового матеріалу, що розкладається на дві складові – нормальну V_c^n , спрямовану по радіусу всередину циліндра, і тангенціальну V_c^r .

У разі попадання часток у зону струменя повітря, що виходить із щілини лотка-інтенсифікатора зі швидкістю V_a , на шар зерна будуть діяти (рис. 2, б): R – сила впливу повітряного потоку; S – складова сили R на переміщення зернового шару; T – складова сили R на псевдозрідження матеріалу; F_n – сила тертя шару зерна об бічні стінки лотка; P_1 – сила нормально-го тиску шару зерна на поверхню лотка; P_2 – гравітаційна складова на переміщення шару матеріалу.

У результаті отриманої апріорної інформації, вивчення літературних джерел можна припустити, що класичний математичний опис розглянутого процесу являє велику складність через велику кількість як внутрішніх, так і зовнішніх сил, що діють на зерновий матеріал за різних етапів її проходження по робочому органу.

Тому, користуючись даними досліджень, виділили 7 параметрів і режимів роботи машини попереднього очищення зерна [5]:

- швидкість повітряного потоку, $мс^{-1}$;
- подача зернового матеріалу, $кг/с$;

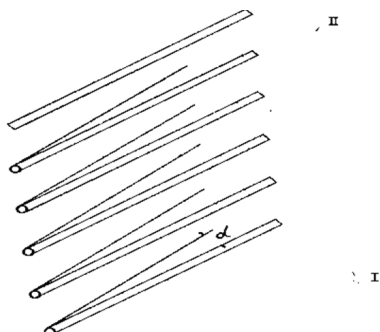


Рис. 3. Нерухомі (I) та рухомі (II) жалюзі:
 α – кут нахилу рухомого жалюзі до нерухомого

- кут нахилу жалюзійної перегородки щодо горизонталі, град;
- кут нахилу рухомого жалюзі до нерухомого, град (рис. 3);
- коефіцієнт “живого” перетину жалюзійного повітродозподільника, %;
- положення стінки рухомої середньої, град;
- положення стінки рухомої задньої, град.

На підставі попередніх досліджень та апріорного аранжування факторів для проведення багатофакторного експерименту було визначено 3 фактори:

- швидкість повітряного потоку, м/с;

- кут нахилу рухомого жалюзі до нерухомого, град;
- коефіцієнт “живого” перетину жалюзійного повітродозподільника, %.

Для оцінки ефективності процесу очищення сировини були використані повнота виділення домішок та втрати повноцінного насіння.

Таким чином, у результаті реалізації плану другого порядку були отримані математичні моделі у вигляді поліномів другого ступеня, які адекватно описують процес сепарації олійної сировини соняшнику:

$$y_1 = 0,71 - 0,213x_1 - 0,14x_2 + 0,22x_3 - 0,34x_2x_3 + 0,52x_1^2 - 0,13x_2^2 - 0,27x_2^3; \quad (1)$$

$$y_2 = 0,5 - 0,17x_1 - 0,21x_2 - 0,34x_3 + 0,47x_1x_2 + 0,11x_1x_3 + 0,07x_2x_3 - 0,06x_1^2 + 0,077x_2^2 - 0,021x_3^2. \quad (2)$$

Перше з рівнянь характеризує зміну повноти виділення домішок залежно від параметрів і режимів роботи експериментального робочого органа, а друге рівняння описує характер змін втрат повноцінного насіння. Подальший аналіз цих рівнянь дасть можливість провести моделювання технологічного процесу і визначити раціональні значення параметрів і режимів роботи експериментального пневмосепаратора олійної сировини соняшнику.

Висновки

1. Рівень технічних засобів попереднього очищення соняшнику не забезпечує якісної підготовки як насіння, так і олійної сировини для переробної промисловості.

2. Обґрунтовано конструктивно-технологічну схему машини попереднього очищення олійної сировини соняшнику з замкненою пневмосистемою. Пневмосепаратор, простий за своєю конструкцією, характеризується меншою метало-енергоємністю порівняно з існуючими машинами попереднього очищення зерна, не має вібруючих і коливних елементів конструкції.

3. На підставі впровадження нового способу інтенсифікації технологічного процесу роботи пневмосепаратора, за раху-

нок подачі псевдозрідженого шару матеріалу на зовнішню поверхню циліндричного решета з горизонтальною віссю обертання, питома продуктивність решета збільшується у 2,0–2,5 рази. Визначено технологічні, конструктивні та кінематичні параметри пневмосепаратора: діапазон швидкості повітряного потоку в пневмосепараційній камері 3,5–6,7 мс⁻¹; коефіцієнт “живого” перетину жалюзійного повітродозподільника – 30–75 %; частота обертання ротора діаметрального вентилятора – 320–680 мин⁻¹.

4. Розроблено регресійні математичні моделі процесу сепарації складових олійної сировини соняшнику в зоні жалюзійного повітродозподільника.

Бібліографія

1. Михайлов Е.В. Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод / *Е.В. Михайлов, Н.О. Задосная* // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. – Мелітополь, 2013. – Вип.13, т. 3. – С. 118–123.
2. Пневморешетный сепаратор зерна с замкнутой воздушной системой / [*Е.В. Михайлов, О.О. Белокоптов, Н.А. Задосная, Д.В. Сердюк*] // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. – Мелітополь, 2014. – Вип. 13, т. 4. – С. 133–138.
3. Задосная Н.А. Аспекты обоснования параметров и режимов работы пневмосепаратора масличного сырья подсолнечника / *Н.А. Задосная* // *MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin*. – 2015. – Vol. 17, № 9. – P. 43–49.
4. Михайлов Е.В. Аэродинамичні властивості складових олійної сировини соняшнику / *Е.В. Михайлов, Н.О. Задосная* // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. – Мелітополь, 2015. – Вип. 13, т. 4. – С. 133–138.
5. Білокоптов О.О. Методика визначення якісних показників роботи повітрярозподільного пристрою машини попереднього очищення зерна / *О.О. Білокоптов, Н.О. Задосная* // *Международ. научно-техн. конф. “Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку”* (22–23 жовтня 2015 р.). – Дніпропетровськ, 2015. – С. 60–61.
6. Задосная Н.О. Условия обоснования параметров и режимов работы пневмосепаратора масличного сырья подсолнечника / *Н.О. Задосная* // *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: X Международ. науково-практ. конф. (5–6 листопада 2015 р.)*. – Кіровоград, 2015. – С. 96–98.
7. Аналіз пневматичних систем зерноочисних машин та удосконалення їх класифікації / *Е.В. Михайлов, О.О. Білокоптов, Н.О. Задосная, Д.В. Сердюк* // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. – Мелітополь, 2012. – Вип. 12, т. 5. – С. 50–61.

Рецензент – доктор технічних наук,
професор **Ю.О. Чурсінов**