

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ

В.Т. Гриценко

Інститут олійних культур НААН

Розглянуто теоретичні дослідження сепарування сипких матеріалів при проходженні їх по ситовим поверхням та експериментально обґрунтовано ефективність використання в якості робочих органів роторного просіювача щіток, закріплених до пластин, що мають форму відвала. При збільшенні завантаження матеріалу від 0,2 кг/с до 0,5 кг/с коефіцієнт недосіву був меншим на 0,1 – 2,1%, ніж при використанні в роторному просіювачі самих щіток.

Ключові слова: сепарування, роторний щітковий просіювач, фракція, завантаження матеріалу, ступінь просіювання, коефіцієнт недосіву.

Вступ. Питанню теорії переміщення матеріалу по сепаруючим робочим органам з розділенням його на фракції присвячено ряд робіт [1 - 6].

Основи теорії процесу сепарування зерноsumішей як сипкого тіла розроблені В.В. Гортинським і його учнями [1]. В своїх роботах автор розглядав модель пошарового руху елементарних шарів суміші на ситах з обертовим поступальним рухом. Одержані вирази, які характеризують рух точок будь-якого елементарного шару в залежності від кінематичного режиму сита і динамічних коефіцієнтів зсуву шарів як функції тиску вищележачої частки сипкого матеріалу. Сипкий матеріал, розміщений на ситі, яке виконує обертовий рух, переміщується не як одне ціле, а пошарово. Встановлено, що час переміщення часток із будь-якого розташованого вище елементарного шару до поверхні сита прямо пропорційний частоті коливань і зворотно - товщині шару. Максимальна продуктивність процесу досягається при оптимальній швидкості нижнього шару матеріалу по ситі, яка пропорційна радіусу кругових коливань сита. При самосортуванні часток по густині основним показником інтенсивності процесу є вертикальна швидкість їх переміщення у бік сита. Зроблено висновок, що максимальне значення вертикальної швидкості буде досягнуто при рівності радіусів траєкторії точки середовища і радіуса колових коливань сита. При масовому процесі самосортування розподілення часток по розмірам і формі в суміші набуває вірогідного характеру.

Питанню теорії просіювання часток матеріалу на гойдаючих решетах, ситах з обертово-поступальним, а також обертовим рухом присвячені роботи В.М. Цеціновського, Г.Є. Птушкіної [2]. У своїх фундаментальних роботах В.М. Цеціновський [3] створив теоретичні основи для розрахунку технологічної ефективності процесу сепарації на гойдальних решетах. Встановлено, що відносна швидкість переміщення часток по решету повинна бути такою, щоб забезпечувалось найбільше попадання прохідних часток в його отвори. Однак наявність опору середовища при проходженні частки через отвори сита призводить до того, що швидкість руху в даному інтервалі непостійна. Критичне значення її величини визначене П.М. Василенко [4].

Застосування циліндричних решіт і придання їм обертового руху відкрили нові перспективи для підвищення процесу сепарації. Просіювання дрібних часток відбувається під дією відцентрової сили.

О.Д. Савін і О.Г. Шуляков [5] досліджували процес сепарації циліндричним решетом, всередині якого встановлена транспортуюча спіраль. Продуктивність процесу сепарування, як показали результати досліджень, в два рази вищі, ніж звичайним решетом.

У роботах Л.М. Тищенко [6] розроблено наукові основи інтенсифікації внутрішньосферних процесів у зернових сумішах, що сепаруються, з застосуванням різних типів інтенсифікаторів.

Метою досліджень є удосконалення щіткового роторного просіювача за рахунок закріплення до щіток пластин у вигляді відвалів і визначення їх впливу на кількісні і якісні показники процесу просіювання.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити таку задачу:

- провести дослідження залежності ступеня просіювання і коефіцієнта недосіву від загрузки матеріалу з різними варіантами установки робочих органів: з щітками, з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів.

Матеріали та методи досліджень. На основі аналізу теоретичних досліджень та устаткування для сепарації сипких матеріалів стосовно подрібненої макухи розроблено конструктивно-технологічну схему щіткового роторного просіювача [7], рис.1, в якому щітки 10 виконують роль як транспортуючого робочого органа, так і очисника. При цьому щітки примикають до поверхні сита 11 по гвинтовій лінії, надаючи йому при обертанні ротора зворотно-поступальних струшуючих рухів. До щіток 10 можуть закріплюватися пластини у вигляді відвалів, рис. 3, що надає більш упорядкованого руху матеріалу при переміщенні його по циліндричній ситовій поверхні щіткового роторного просіювача.

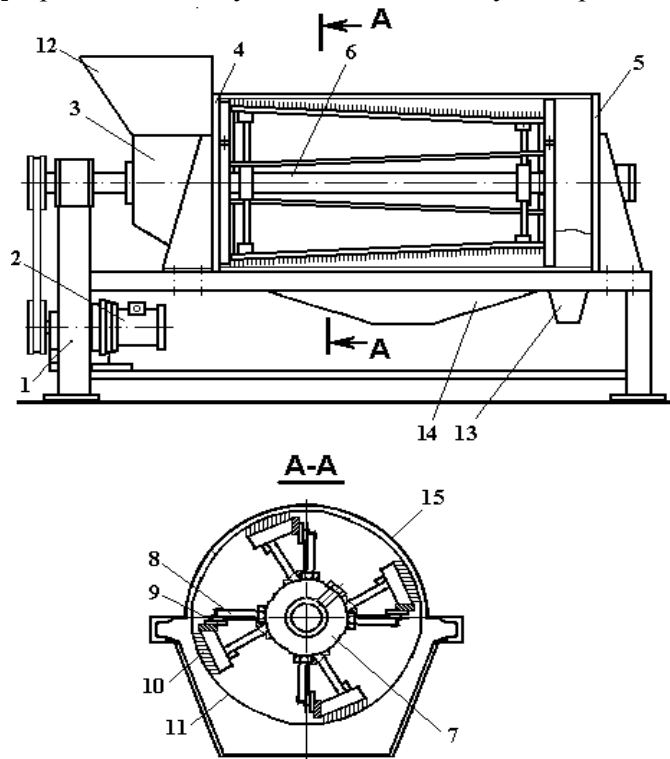


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема щіткового просіювача: 1 - рама; 2 - привод; 3 - корпус; 4, 5 - боковини; 6 - вал; 7 - бобишка; 8 - палець; 9 - пластина; 10 - щітка; 11 - сито; 12 - завантажувальна горловина; 13 - вивантажувальна горловина 14 - вивантажувальне вікно; 15 – кожух.

Роторний щітковий просіювач працює в складі лінії переробки подрібненої макухи із насіння олійних культур, розробленої в Інституті олійних культур НААН [8], рис.2.

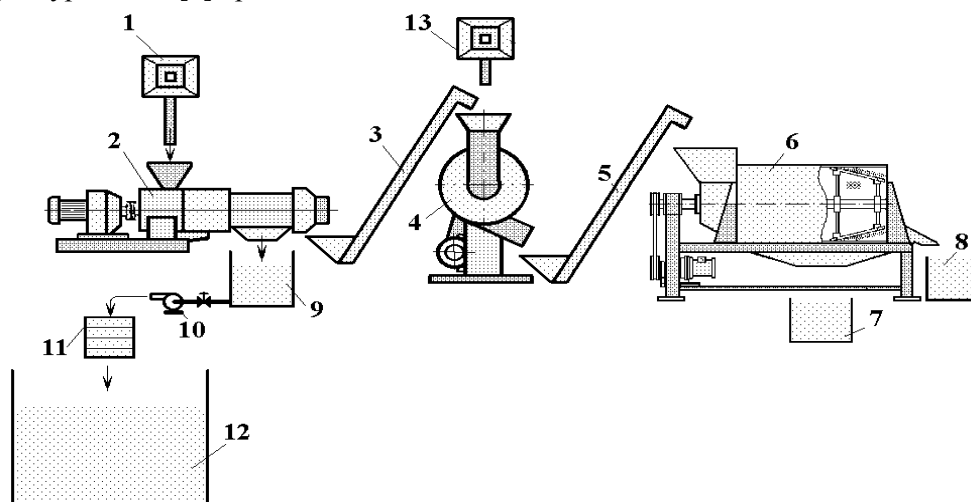


Рис. 2. Технологічна схема експериментальної лінії переробки насіння олійних культур:

1 - живильник; 2 - прес-екструдер; 3 - живильник; 4 - дробарка; 5 - живильник; 6 - роторний просіювач; 7 - приймач білкового порошку; 8 - приймач лущинного порошку; 9 - місткість для масла; 10 - насос; 11 - фільтр; 12 - накопичувач масла; 13 - живильник

Дослідження проводили з використанням у просіювача двох видів робочих органів, рис.3: з щітками, згідно з патентом України № 66909 (а) [9]; з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів, згідно з патентом України № 89851 (б) [10].

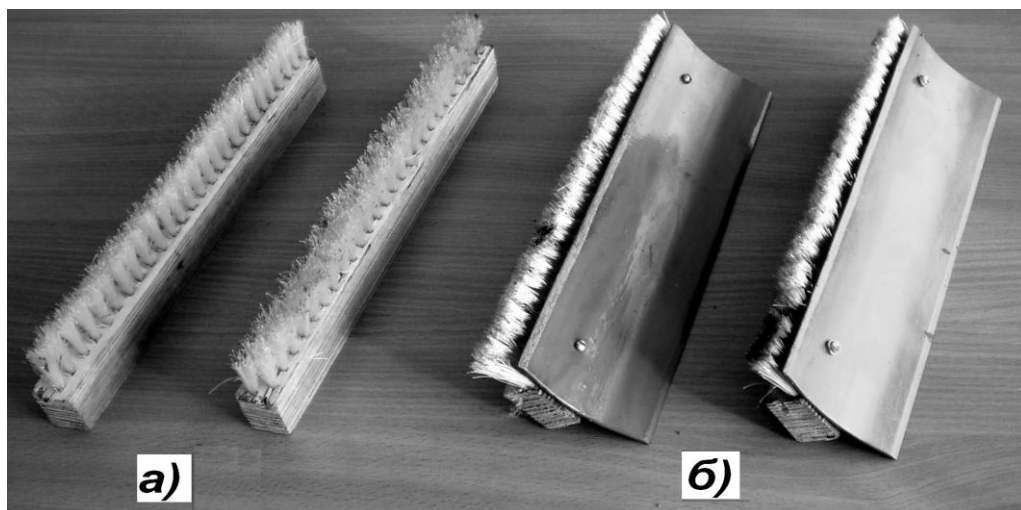


Рис. 3. Загальний вигляд робочих органів щіткового просіювача:
а – щітки;
б – щітки, закріплені до пластин у вигляді відвалів

За відправну точку бралися оптимальні параметри просіювача [11]:

- завантаження матеріалу - 0,2 кг/с;
- частота обертів ротора - 113 об/хв.;
- кут закручування щітки - 9°.

У якості об'єкта досліджень бралася макуха із насіння гібрида соняшнику Запорізький 28, яка подрібнювалася на дробарці 4, рис.2.

Подрібнену макуху масою 10 кг засипали в бункер живильника 13. Включали двигун просіювача 6, а потім живильника 5. Після просіювання матеріал, який пройшов через вічка сита, зважували і визначали ступінь просіювання, а сходовий матеріал подавався на додаткове просіювання на лабораторному просіювачі з метою визначення коефіцієнта недосіву. При постійних параметрах частоти обертів ротора і кута закручування щітки збільшували завантаження просіювача з 0,2 до 0,5 кг/с і визначали значення ступеня просіювання і коефіцієнта недосіву подрібненої макухи.

Результати досліджень та їхнє обговорення. Дослідження проводили в триразовій повторності, а середнє арифметичне значення результатів досліджень заносили до таблиці. Оцінювали отримані дані, використовуючи t_a критерій Стюдента згідно з таблицею [12] при заданій вірогідності 0,95 і заданому числу спостережень, $n=3$.

Таблиця

Результати досліджень просіювача з установкою двох типів робочих органів (дані за 2009- 2010рр.)

Варіанти установки робочих органів	Завантаження матеріалу, кг/с	Ступінь просіювання, %	Коефіцієнт недосіву, %
Роторний просіювач з щітками	0,2	$27,3 \pm 0,52$	0,7
	0,3	$25,8 \pm 0,56$	2,2
	0,4	$22,2 \pm 0,57$	4,8
	0,5	$21,6 \pm 0,55$	6,4
Роторний просіювач з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів	0,2	$27,4 \pm 0,56$	0,6
	0,3	$26,2 \pm 0,58$	1,8
	0,4	$25,8 \pm 0,55^*$	2,7
	0,5	$25,2 \pm 0,57^*$	3,3

* - різниця ступеня просіювання просіювачем з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів, суттєва

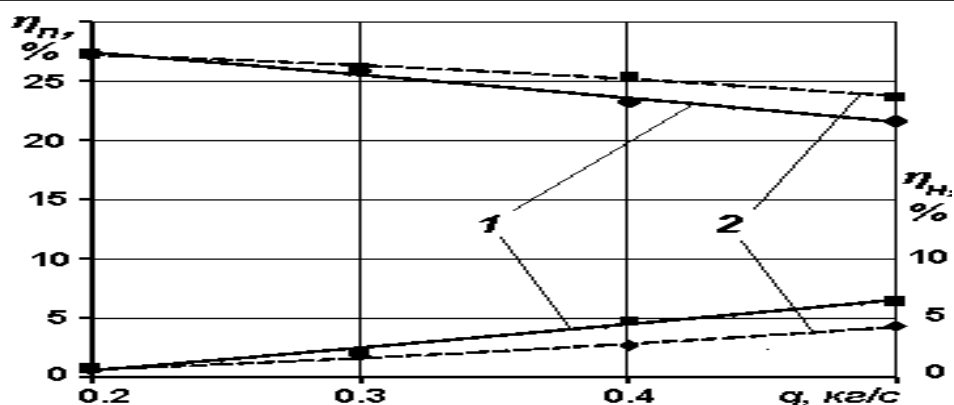


Рис. 4. Графіки залежностей ступеня просівання подрібненої макухи η_p та коефіцієнта недосіву η_n від завантаження матеріалу:
 1 - роторний просіювач з щітками;
 2 - роторний просіювач з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів

З графічних залежностей видно, що просіювання прохідної фракції макухи роторним просіювачем з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів більш ефективно. Так, при завантаженні матеріалу 0,5 кг/с, значення коефіцієнта недосіву становить 4,3%, що нижче за допустимі норми, 5% , при тому як коефіцієнт недосіву при роботі просіювача з щітками становить 6,4%.

Висновки. 1. Найбільш прийнятним просіювачем білкової фракції з подрібненої макухи у технологічній лінії переробки олійного насіння є щітковий роторний просіювач, розроблений в Інституті олійних культур НААН.

2. При просіюванні подрібненої макухи доцільно використовувати роторний просіювач з щітками, закріпленими до пластин у вигляді відвалів, ніж при використанні в роторному просіювачі самих щіток, що забезпечує зменшення коефіцієнта недосіву з 0,1 до 2,1% при збільшенні завантаження матеріалу від 0,2 кг/с до 0,5 кг/с.

Література

1. Гортинский В.В. Послойное движение продуктов на плоских ситах / В.В. Гортинский // Труды ВНИИЗ. - М., 1963. - Вып.42. - С.19-27.
2. Птушкина Г.Е. Оптимизация процессов очистки зерна риса и некоторых видов мучнистого сырья с использованием симиплексного метода планирования эксперимента / Г.Е. Птушкина, Г.С. Дёмин, А.Н. Кониченко // Труды ВНИИЗ.- М., 1974.- Вып. 75.- С.170-176.
3. Цециновский В.М. Теоретические основы разделения сыпучих смесей / В.М. Цециновский // Труды ВНИИЗ. - М., 1951. - Вып.23. - С.5-24.
4. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М.Василенко. - К.: УАСХН,1960. - 284 с.
5. Савин А.Д. Результаты исследований цилиндрического решета с транспортирующей спиралью / А.Д. Савин, А.Г. Шуляков // Труды Кубанского с.х. института. - Краснодар, 1971. - Вып.45. - С.116-118.
6. Тищенко Л.Н. К описанию кинетики виброцентробежного сепарирования/ Л.Н.Тищенко // Вопросы механизации с.х.: Сб.н.тр. ХГТУСХ. - Харьков, 1996. – С.25-32.

7. Рогач Ю.П. Пошуки раціональної конструктивно-технологічної схеми просіювача /Ю.П. Рогач, В.Т. Гриценко, С.В. Коломієць // Праці Таврійської державної агротехнологічної академії – Мелітополь, 2004.- Вип. 24.- С. 129-132.

8. Гриценко В.Т. Технологічний процес виділення білкової фракції з макухи насіння олійних культур / В.Т.Гриценко // Каталог інноваційних технологій за результатами Всеукраїнського конкурсу інноваційних технологій. – К., 2006. – С. 139-143.

9. Патент № 66901А Україна, МКИ В07В1 /08. Установка для просіювання матеріалів / Гриценко В.Т., Захарченко С.В. – № 2001085637; заявл. 08.08.01; опубл. 15.06.04, Бюл. № 6. – 2 с.

10. Пат. 89851 Україна, МКИ В07В 1/08. Роторний щітковий просіювач / Гриценко В.Т., Чехов А.В. – № 200803973; заявл. 31.03.08; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.- 2с.

11. Рогач Ю.П. Експериментальні дослідження роторного просіювача /Ю.П. Рогач, В.Т. Гриценко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь. – 2004. – Вип. № 22. – С.116-123.

12. Длин А.М. Математическая статистика в технике / А.М. Длин, 1951.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

В.Т. Гриценко

Рассмотрены теоретические исследования сепарации сыпучих материалов при прохождении ими по различным ситовым поверхностям и экспериментально обосновано эффективность использования в качестве рабочих органов роторного просеивателя щеток, прикрепленных к пластинам, которые имеют форму отвала. Так, при увеличении загрузки материала от 0,2 кг/с до 0,5 кг/с коэффициент недосева был меньшим на 0,1 – 2,1% в отличие от использования в роторном просеивателе одних щёток.

RESEARCH ANALYSIS OF BULK MATERIAL SEPARATION

V.T. Grytsenko

The theoretical studies of bulk materials separation during their passage along different sieve surfaces were considered and experimentally substantiated the efficiency of using brushes, attached to the plates which have the shape of a blade, as movable objects of rotary sifter. Thus, with increase of material loading from 0.2 kg/s to 0.5 kg/s the ratio of insufficient sowing was 0.1 – 2.1% less as opposed to using in rotary sifter only the brushes.

Рецензент: О.В. Кісельов, кандидат технічних наук, старший наук. співробітник Інституту механізації тваринництва НААН.