

УДК 631.361.43: 664.788

## СПОСІБ ГРАВІТАЦІЙНОЇ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА

Шпиганович Т.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** - робота присвячена вдосконаленню процесу гравітаційної сепарації зерна за рахунок створення спрямованих потоків однорідних за розмірами зерен з попередньої сепарації.

**Ключові слова** – зерно, попередня сепарація, якість.

*Постановка проблеми.* Застосовувані в різних галузях сепаратори для поділу сипучих матеріалів відрізняються конструктивним різноманіттям, але більшу групу серед них становлять сепаратори, що розділяють сипучі матеріали за крупністю складових їхніх часток.

Недоліком відомих способів поділу зернової суміші є зниження продуктивності за рахунок можливого зависання зернових часток на перфорованих поверхнях попередньої сепарації, виконаних, наприклад, у вигляді ґрат. Це також веде до зниження швидкості подачі часток на сито і зниження ефективності остаточного просівання [1].

Тому вдосконалення процесу гравітаційної сепарації зерна з метою зниження енергоспоживання й поліпшення якості готового продукту є актуальним і важливим завданням.

*Аналіз останніх досліджень.* Відомі способи сепарації зернової суміші, що включають подачу часток суміші з попереднім їх разгоном та сепарацією на сито і їхнє остаточне просівання [1, 2, 3].

Недоліком відомих способів сепарації зернової суміші є зниження продуктивності за рахунок можливого зависання зернових часток на перфорованих поверхнях попередньої сепарації, виконаних, наприклад, у вигляді ґрат. Це також веде до зниження швидкості подачі часток на сито і зниження ефективності остаточного просівання. Для попереднього розгону, сепарації її остаточного просівання потрібне підведення додаткової енергії, наприклад, від енергозбудувача. Також відомі способи враховують тільки швидкість витання зернівок й не враховують такі параметри сепарації, як розміри зернівок та розміри отворів ґрат (решіт), від яких суттєво залежить ефективність сепарації.

В умовах гравітаційного поля й стосовно до поділяючої поверхні із клиноподібними отворами, що просівають, цим двом вимогам повинна задовольняти криволінійна поділяюча поверхня. Але недоліком нерухомих криволінійних поділяючих поверхонь також є забивання отворів, що просівають [1, 4].

Запобігти забиванню клиноподібних отворів, що просівають, частками й підвищити пропускну спроможність сепаратора в умовах гравітаційного поля можна виконанням профілю поділяючої поверхні у формі кривої, що забезпечує максимально можливу швидкість продукту або, що теж саме, мінімальний час руху від початку до кінця робочого органу. Цією властивістю володіє крива, що називається брахистохроною (від грецького «брахистос» - найкоротший, «хронос» - час) [1, 4, 5].

Таким чином, пошук реальних технічних рішень, що задовольняють «ідеальному» рішенню, дозволив обґрунтувати новий принцип сепарування зернистих сумішей, що відрізняється від звичного уявлення про необхідність використання решіт з фіксованими розмірами отворів як неодмінна умова розділення зернистих матеріалів по розмірах складових часток.

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є вдосконалення способу гравітаційної сепарації зерна для забезпечення збільшення пропускну здатності сепаратора та підвищення якості процесу за рахунок узгодження швидкості фракцій з ефективністю процесу остаточного просівання шляхом попереднього розгону та сепарації зерна перед остаточним просіванням за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з регульованими щілинними отворами в залежності від розмірів зерна (еквівалентного діаметра).

*Основна частина.* Відомо, що при русі шарів суміші по поверхні розподільних решіт у результаті сегрегації в отвори решіт попадають спочатку більші частки, що приводить до забивання отворів й зниженню ефективності сепарації. Тому необхідно вихідний матеріал (суміш зерна) розділити попередньо на фракції по фізико-механічних властивостях. Поділене на фракції зерно подавати ізольовано кожну фракцію у відповідну зону сита на остаточне просівання.

Доведено, що напрямком інтенсифікації процесу гравітаційного сепарування за допомогою щілинного сепаруючого отвору, є виконання поділяючої поверхні з поздовжнім перетином у формі кривої брахистохронної властивості, що забезпечує збільшення пропускну здатності сепаратора [1].

Така сепарація зерна за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами забезпечує виділення зерна починаючи з великих до дрібних та подачу окремо кожну фракцію на окрему частку сита для остаточного просівання, що збільшує

продуктивність та знижує енергоємність процесу, за рахунок гравітаційного сепарування й не потребує додаткових витрат енергії [1, 6, 7].

Також необхідно враховувати, що кожна фракція зерна потребує певної швидкості руху по поділяючій поверхні та заданих розмірів отворів, які повинні бути погоджені з розмірами зерна (еквівалентний діаметр).

Нами запропоновано спосіб поділу зернової суміші, що включає подачу часток суміші з попереднім їхнім розгоном і сепарацією на сито і їхнє остаточне просівання, причому, частки суміші розгоняють по брахистохронним поверхням, а попередню сепарацію здійснюють через щілини, що утворені між брахистохронними поверхнями, ширина яких як мінімум в 3...4 рази перевищує еквівалентний діаметр частки [8, 9].

Вихідну суміш 1 (рис. 1) з бункера 2 рівномірним потоком гравітаційно подають до початку розгінної поверхні 3, виконану у вигляді ділянок брахистохронних поверхонь, які утворюють між собою щілинні отвори 4 і 5 із шириною щілини  $L$ , різницею по висоті між сусідніми крайками  $H$ .

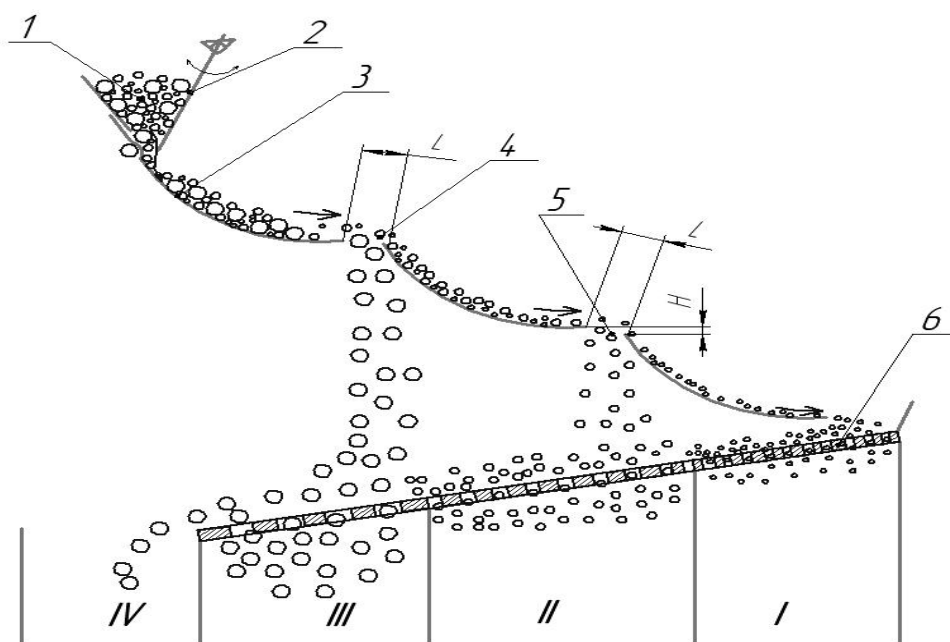


Рис. 1. Схема сепарація зерна за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами (позначення у тексті).

За допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами здійснюється попередня сепарація зерна на фракції по розмірах. Сепарація зерна за допомогою поверхонь

брахистохронної властивості з щілинними отворами забезпечує виділення спочатку фракції зерна великих розмірів крізь отвір 4, потім середніх, крізь отвір 5 та дрібних. Це забезпечує раціональний режим завантаження сита б та підвищити ефективність процесу остаточного просівання. Далі кожна фракція зерна просівається окремо на окремих ділянках сита й потрапляє в бункера I, II, III та IV.

Для підтвердження ефективності даного способу проведені дослідження імовірності виділення різних за розміром часток зерна у щілинний отвір при різній їх швидкості попередньої сепарації (виділення у щілину).

На рис.2 надано залежність імовірності  $P$  виділення часток зерна у щілинний отвір, що просіває від швидкості  $v$  та еквівалентного діаметра  $d$  для умов:  $L = 20$  мм;  $H = 1$  мм;  $f = 0,36$  и  $\alpha = 30^\circ$ .

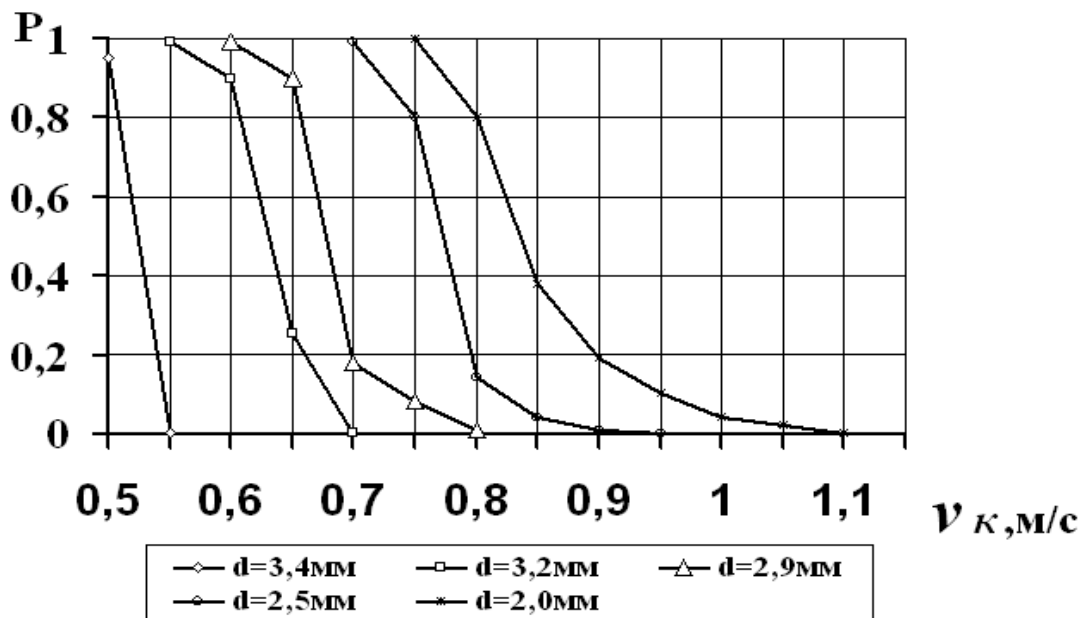


Рис. 2. Залежність імовірності виділення часток зерна у щілинний отвір, що просіває від швидкості та еквівалентного діаметра.

З рис. 2. видно, що швидкість є важливим параметром процесу сепарації зерна, що робить істотний вплив на його схід і, чим більше розмір часток, тим цей вплив більше. Але більш дрібні частки вимагають більшої швидкості для їхнього виділення в щілинний отвір. Тому, спочатку виділяються в щілинний отвір великі частки, а потім дрібні.

Ширину щілини  $L$  для виділення зерна з заданим еквівалентним діаметром  $d$  визначаємо по формулі

$$L = 1,21d^2 - 7,98d + 23,27, \quad (1)$$

або по графіку рис. 3.



Рис. 3. Графік залежності ширини щілини  $L$  від еквівалентного діаметру зернівки  $d$ .

Далі визначаємо швидкість  $v_k$ , до якою розгоняться частки зерна заданого еквівалентного діаметру  $d$  по брахистохронним поверхням, згідно формули

$$v_k \geq \frac{v_0 (L + 0,5fd)}{5(H + 0,5d)}, \quad (2)$$

або по залежностям рис. 4 для визначеної ширини щілини  $L$ .

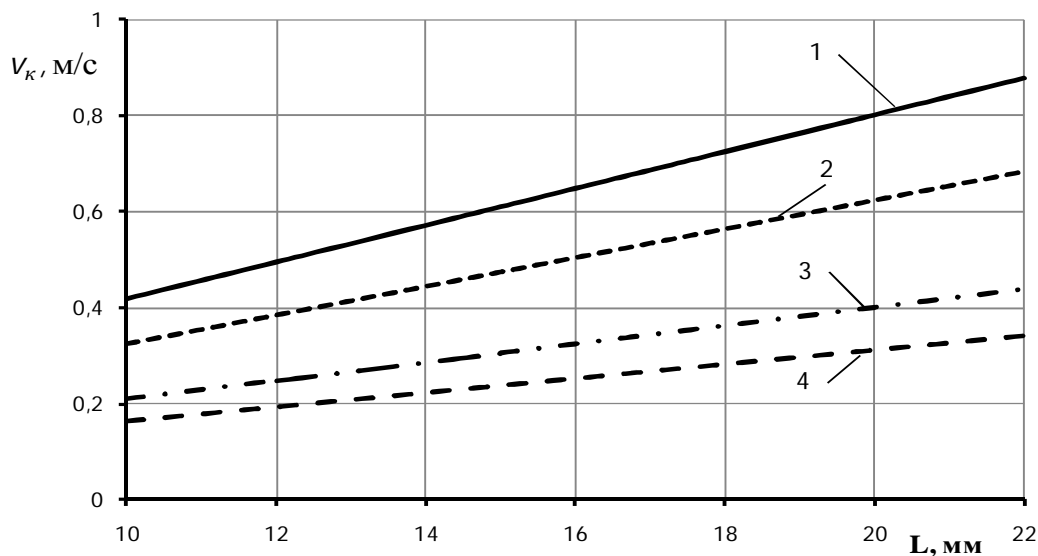


Рис. 4. Залежність критичної швидкості зернівки  $v_k$  від ширини щілини  $L$  між протилежними кромками поверхонь при  $d_e = 5$  мм:

1 -  $v_0 = 0,8$  м/с,  $H = 1$  мм; 2 -  $v_0 = 0,8$  м/с,  $H = 2$  мм; 3 -  $v_0 = 0,4$  м/с,  $H = 1$  мм; 4 -  $v_0 = 0,4$  м/с,  $H = 2$  мм.

Потім, знаючи ширину щілини  $L$  та швидкість  $v_k$  по залежностям рис. 5 визначаємо різницю по висоті між сусідніми крайками  $H$ .

Таким чином визначено тісний взаємозв'язок конструктивно – кінематичних параметрів процесу сепарації зерна з розмірами зерна та їх швидкості руху по сепаруючим поверхням. Проведені експерименти й аналіз залежностей імовірності виділення часток у щілинний отвір, що просіває від швидкості дає можливість оцінити технологічні можливості гравітаційного сепарування у щілинні отвори, що утворені між поверхнями брахистохронної властивості.

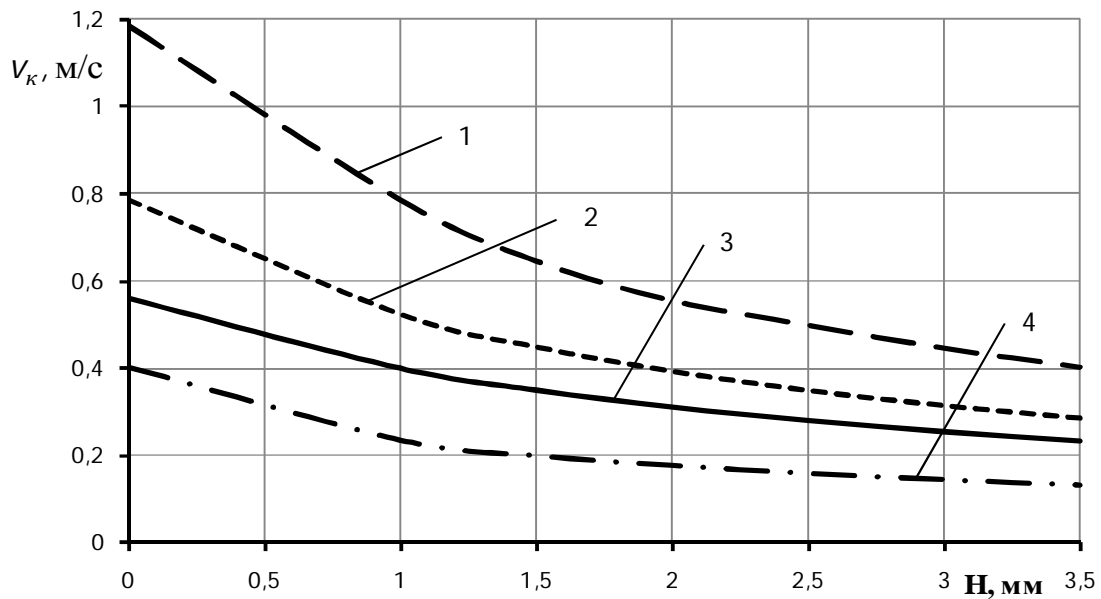


Рис. 5. Залежність критичної швидкості зернівки  $v_k$  від різниці по висоті  $H$  між кромками поверхонь при  $d_e = 5$  мм: 1 -  $v_0 = 0,8$  м/с,  $L = 20$  мм; 2 -  $v_0 = 0,8$  м/с,  $L = 10$  мм; 3 -  $v_0 = 0,4$  м/с,  $L = 20$  мм; 4 -  $v_0 = 0,4$  м/с,  $L = 10$  мм.

*Висновки.* На основі аналізу отриманих даних маємо, що створення спрямованих потоків однорідних по розмірах зерен з попередньою сепарацією за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами на остаточне просівання крізь сито дозволяє раціонально організувати робочий процес поділу зернової суміші, знизити навантаження та підвищити якість процесу.

#### Література:

1. Некрасов А.В. Совершенствование процесса гравитационной классификации зернистых смесей и расширение области применения гравитационных сепараторов. / А.В. Некрасов. - Дис. на соиск. уч. степ. к.т.н. Воронеж. – 2001. 241 с.

2. А.с. СССР № 845875 МПК В07В 1/40, бюл №26. 1981.

3. А.с. СССР № 1371717 МПК В07В 1/00, бюл. №5. 1988.
4. *Авдеев Н.Е.* Проблемы энергосбережения и тенденции развития техники сепарирования. / Н.Е. Авдеев, Ю.В. Чернухин // Вестник РАСХН. - 1997. - № 5. - С. 76-78.
5. *Василенко П.М.* Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. / П.М. Василенко: К. Изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук. – 1960. С. 163 – 168.
6. *Ялпачик Ф.Ю.* Підвищення ефективності попередньої сепарації при подрібненні зерна прямим ударом / Ф.Ю. Ялпачик, Т.О. Шпиганович // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. Вип. 8, - Т.7. – 2008. – С. 201 – 206.
7. Пат. на корисну модель 66485 Україна, МПК(2011.01), В02В 3/02, А23N 5/00. Спосіб лущення та подрібнення / Шпиганович Т.О.; ТДАТУ.Опубл. 10.01.2012;Бюл.№1.
8. Пат. на корисну модель 70770 Україна, МПК (2009), В 07В 1/00. Спосіб поділу зернової суміші./ Шпиганович Т.О., Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю.,Хомутіна Н.М.; ТДАТУ.Опубл. 26.06.2012;Бюл.№12.
9. Пат. на корисну модель 72583 Україна, МПК (2009), В 07В 1/00. Спосіб поділу зернової суміші./ Шпиганович Т.О., Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю.,Хомутіна Н.М.; ТДАТУ.Опубл. 27.08.2012;Бюл.№16.

## **СПОСОБ ГРАВИТАЦИОННОЙ СЕПЕРАЦИИ ЗЕРНА**

Шпиганович Т.А.

**Аннотация** - работа посвящена усовершенствованию процесса гравитационной сепарации зерна за счет создания направленных потоков однородных по размерам зерен из предварительной сепарации.

## **WAY OF GRAVITATIONAL SEPERATSIYA OF GRAIN**

T. Shpiganovich

### **Summary**

**Work is devoted to improvement of process of gravitational separation of grain at the expense of creation of the directed streams of grains homogeneous for the sizes from preliminary separation.**