

## ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОГО СЕПАРАТОРА НОЖИЧНОГО ТИПУ

Дударєв І.М., доктор техн. наук, проф.,  
Ольховський В.О., аспірант

*Луцький національний технічний університет*

У харчових та переробних виробництвах, де в якості сировини використовується зерно різних культур, технологічні процеси очищення та сепарування зерна є надзвичайно важливими, оскільки від них залежать якісні показники сировини та кінцевого продукту. Для очищення та сепарування зерна використовують сепараторах різних типів, які відрізняються за принципом роботи [1]: гравітаційні, повітряні, вібраційні, магнітні та інші. У більшості конструкцій сепараторів поєднуються різні способи сепарування. Сепарування зернової маси відбувається за фізико-механічними властивостями складових цієї маси [2]: розміром зерна, масою зерна, формою зерна, текстурою поверхні зерна, аеродинамічними характеристиками зерна, електропровідністю зерна, вологістю зерна, фрикційними властивостями зерна тощо.

Принцип роботи найбільш поширених решітчастих зернових сепараторів передбачає, що зернова маса розділяється за розмірами або формою складових маси, як правило, на плоских решетах із круглими або продовгуватими отворами [3]. Серед решітчастих сепараторів можна виокремити сепаратори гравітаційного типу, в яких енергія не витрачається безпосередньо на процес сепарування, а витрачається лише на завантаження та/або дозування зернової маси, оскільки у цьому типі сепараторів переміщення зернової маси робочими поверхнями відбувається за рахунок сил гравітації, які діють на частинки зернової маси.

Пропонується конструкція зернового сепаратора ножичного типу [4], що містить систему секцій для сепарування, які з'єднані хрестоподібно (по типу "ножиці"), бункер та передачу "гвинт-гайка", що приєднана до осі з роликками (рис. 1). На рамах секцій розташовані змінні плоскі решета та піддони. У кінці кожного решета та піддона передбачені спрямовуючі канали, які спрямовують певну фракцію зернової маси на решето чи піддон секції, що розташована нижче. Передача "гвинт-гайка" забезпечує можливість регулювання кута встановлення решіт та піддонів. У сепараторі на виході із бункера формується два потоки зернової маси (лівий та правий), в яких процес сепарування відбувається аналогічно. Із бункера зернова маса надходить на решето, яким рухається самопливом. Під час руху решетом дрібна фракція відокремлюється та опиняється на піддоні, що розташований під решетом. Зернова маса з решета та відокремлена дрібна фракція з піддона спрямовуються окремими каналами, відповідно, на решето та піддон секції, яка розташована нижче. На наступному решеті процес сепарування відбувається аналогічно до вище описаного. Із решіт та піддонів нижньої секції, відповідно, крупна та дрібна фракції зернової маси спрямовуються у вивантажувачі або накопичувачі.

Конструкція сепаратора ножичного типу є компактною, зручною в обслуговуванні, зокрема дозволяє швидко регулювати кут встановлення решіт залежно від фізико-механічних властивостей зернової маси, а також не потребує енерговитрат безпосередньо на процес сепарування.



1 – бункер; 2 – секція; 3 – решето; 4 – спрямовуючі канали; 5 – передача “гвинт-гайка”; 6 – ролик; 7 – шарнір.

Рис. 1. Зерновий сепаратор ножичного типу.

Одним із найбільш впливових факторів на процес сепарування у сепараторах гравітаційного типу є висота шару зернової маси на решеті [5], яка залежить від подачі маси з бункера. На швидкість потоку зернової маси, який виходить із бункера, окрім фізико-механічних властивостей зерна, також має вплив геометрія бункера [6]. Швидкість вивантаження зернової маси із бокового отвору бункера розраховують за виразом [7]

$$V_0 = \lambda \sin \varepsilon \sqrt{2g \left( 2.1R - \frac{3.4\Theta_0}{\rho g} \right)}, \quad (1)$$

де  $V_0$  – швидкість потоку зернової маси на виході з бункера, м/с;

$\lambda$  – коефіцієнт витікання зернової маси;

$\varepsilon$  – кут нахилу днища бункера до горизонтальної площини, рад.;

$R$  – гідравлічний радіус ( $R = F/L_p$ ), м;

$\Theta_0$  – початковий опір зсуву, Па;

$\rho$  – насипна маса зернової маси, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$F$  – площа отвору бункера, м<sup>2</sup>;

$L_p$  – периметр отвору бункера, м.

Урахування швидкості вивантаження зернової маси із бункера під час обґрунтування параметрів сепаратора ножичного типу [8] дозволить створити сприятливі умови для процесу сепарування зернової маси.

## Література:

1. Giyevskiy A.M., Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Kurilov D.O. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018. Vol. 327. P. 042035.
2. Bracacescu C., Gageanu I., Popescu S., Selvi K.C. Researches concerning impurities separation process from mass of cereal seeds using vibrating sieves in air flow currents // Engineering for Rural Development. Jelgava, 2016. P. 364–370.
3. Badretdinov I., Mudarisov S., Lukmanov R., Ibragimov R., Permyakov V., Tuktarov M. Mathematical modeling and study of the grain cleaning machine sieve frame operation // INMATEH – Agricultural Engineering, 2020. Vol. 60(1). P. 19–28.
4. Сепаратор гравітаційно-каскадного типу: пат. на корисну модель 139435 Україна / Дударєв І.М. № 201905329; заявл. 20.05.2019; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1. 6 с.
5. Li J., Webb C., Pandiella S.S., Campbell G.M. A numerical simulation of separation of crop seeds by screening – effect of particle bed depth // Food and Bioproducts Processing, 2002. Vol. 80(2). P. 109–117.
6. Albaraki S., Antony S.J. How does internal angle of hoppers affect granular flow? Experimental studies using digital particle image velocimetry // Powder Technology, 2014. Vol. 268. P. 253–260.
7. Сергеев Н.С., Николаев В.Н. Истечение сыпучих кормов из бункера многокомпонентного вибрационного дозатора // Достижения науки и техники АПК, 2010. Вып. 10. С. 65–67.
8. Дударєв І.М., Хільчук О.С., Кіпень І.А. Дослідження руху частинки сипкого матеріалу решетою сепаратора ножичного типу // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. Луцьк, 2019. Вып. 43. С. 62–69.