

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-264-7-29>

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE CENTRIFUGAL-PNEUMATIC GRAIN CLEANING MACHINE

ОБґРУНТУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВО-ПНЕВМАТИЧНОЇ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Petrenko D. I. Петренко Д. І.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Agricultural Engineering Central Ukrainian National Technical University Kropyvnytskyi, Ukraine кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральнoукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Lisoviy I. O. Лісовий І. О.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Agroengineering Uman National University of Horticulture Uman, Cherkasy region, Ukraine кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедра агроінженерії Уманський національний університет садівництва м. Умань, Черкаська область, Україна

Raichenko D. P. Райченко Д. П.

Student Uman National University of Horticulture Uman, Cherkasy region, Ukraine студент Уманський національний університет садівництва м. Умань, Черкаська область, Україна

Заключним етапом будь-яких технологій виробництва зерна є його післязбиральне очищення для придання кондиційного і товарного стану. Розділення зерна повітряним потоком застосовується практично на кожному етапі післязбиральної обробки, починаючи з попереднього очищення продовольчого зерна і закінчуючи підготовкою насіння до посіву [1-10].

Тому від ефективності роботи відцентрово-пневматичної зерноочисної машини залежить стан кінцевого продукту, його якість і ціна. Виходячи з зазначеного, подальше дослідження процесу розділення зернових матеріалів за аеродинамічними властивостями в полі дії інерційних сил є актуальною задачею, вирішення якої дозволить підвищити показники технологічної ефективності сучасних зерноочисних машин [3, 9].

З аналізу досліджень М.А. Дементьєва, І.П. Безручкіна, А.Я. Маліса, А.Р. Демидова, А.І. Нелубова, Є.Ф. Ветрова, А.С. Матвєєва,

В.Л. Злочевського, З.Л. Тица, М.П. Сичугова, А.І. Бурков, А.Г. Демського, Г.Ф. Костюка, М.М. Петренка, Б.І. Котова, М.В. Бакума, Л.М. Тищенко, В.М. Дринчі, І.Ш. Тавтілова, С.С. Ямпілова, М.А. Тагінцева, В.П. Єрмака, М.І. Васильковського, В.В. Бредихіна, О.М. Васильковського, С.П. Степаненка, С.М. Лещенка та ін. встановлено, що на якісні показники аеродинамічної сепарації впливають наступні чинники: вміст домішок в початковому матеріалі, рівномірність швидкісного поля та швидкість повітряного потоку, рівномірність подачі матеріалу, швидкість вводу матеріалу у повітряний потік, час взаємодії матеріалу з повітряним потоком, питоме зернове навантаження [1-10]. Очищення зернових матеріалів повітряним потоком дозволяє зазначити:

1. Можливості повітряного потоку зерноочисних машин, достатньо широкі і його застосування для розділення зернової суміші є досить універсальним процесом.

2. Підвищення продуктивності сепараторів за рахунок збільшення питомих навантажень на робочі органи без їх суттєвого вдосконалення призводить до різкого зниження якості розділення та збільшення втрат зерна у відходи.

3. На сьогоднішній день актуальним є вдосконалення похилого пневмоканалу, який працює за методом «відхилення», оскільки він дозволяє розділити зерновий матеріал на декілька фракцій одночасно.

4. Можливості інтенсифікації процесу очищення за рахунок конструктивних параметрів каналів майже вичерпані.

З огляду на це, перспективним напрямом підвищення ефективності пневмосепарації, на нашу думку, є використання комплексної дії на зерновий матеріал відцентрових сил інерції і сили повітряного потоку. При цьому обробка відбувається в один шар та застосовуються понадкритичні швидкості повітряного потоку, що дає можливість якісно розділити зернову суміш на фракції, оскільки кожна частка повноцінно взаємодіє з повітряним потоком і ефект очищення визначається лише різницею аеродинамічних властивостей матеріалу [2, 6, 8, 9].

Недоліками представленого сепаратора є:

– зростання аеродинамічного опору сітчастого барабану при збільшенні частоти обертання, що призводить до незадовільної обробки компонентів зерноsumіші повітряним потоком;

– оскільки матеріал переміщується в пневмосепаруючий канал по барабану з ковзанням [2, 3, 8, 9], наявність поперечних перетинок сітчастого профілю перешкоджає стабільному руху часток по його поверхні.

Авторами запропоновано замінити сітчастий барабан на циліндричний барабан з прутковою поверхнею, що дозволить зменшити

його аеродинамічний опір, а також буде сприяти орієнтації зерна вздовж отворів, утворених прутками навівки.

Проведений аналіз теоретичних досліджень [1, 5, 7, 8, 10] дозволяє зробити висновок про недостатнє висвітлення процесу очищення відцентрово-пневматичним сепаратором, оскільки при теоретичному моделюванні були введенні деякі припущення, а саме:

- не враховувався опір середовища, де відбувається рух матеріалу, що при високих показниках кінематичного режиму ($\mathbf{K} > 1$) має суттєвий вплив на характер руху;

- проігнорований профіль поверхні (наявність поперечних перетинків, форма отворів поверхні циліндричного решета і т.д.).

В результаті проведених теоретичних досліджень обґрунтовані конструктивні та технологічні параметри роботи відцентрово-пневматичного сепаратора з прутковим барабаном.

1. Теоретично обґрунтовані технологічні можливості запропонованого відцентрово-пневматичного сепаратора та встановлено вплив на технологічні показники основних параметрів: кількості обертів барабана, діаметра прутків і коефіцієнта живого перерізу з врахуванням товщини шару матеріалу, що надходить до каналу. Встановлено, що питома продуктивність сепаратора за умови одношарового розміщення матеріалу в каналі становитиме для зерноsumіші з об'ємною масою $\rho = 450 \text{ кг/м}^3$ – $q_B = 600 \dots 1600 \text{ кг/дм} \cdot \text{год.}$, $\rho = 755 \text{ кг/м}^3$ – $q_B = 400 \dots 1000 \text{ кг/дм} \cdot \text{год.}$

2. Отримане рівняння руху частки по прутковій поверхні циліндричного барабана дозволяє визначити залежність швидкості руху матеріалу по дузі кола від ряду факторів: фрикційних властивостей робочої поверхні барабана і матеріалу f , геометричних параметрів отворів пруткового барабана d_{np} і Δ , кута подачі на барабан ϕ_0 , початкового кінематичного режиму матеріалу κ_0 , показника кінематичного режиму барабана κ_p , а також коефіцієнту парусності частки k_n .

3. Розроблено математичну модель для визначення затрат енергії на переміщення у каналі прутковим барабаном зерноsumіші з відповідними фізико-механічними властивостями.

Література:

1. Bakum M., Krekot M., Abduev M., Mikhailov A., Maiboroda M., Chalaya O., Bezpalko B., Sinyaeva O., Gorbanyov A., Votchenko O., & Kuziomensky A. Study of the efficiency of a pneumatic separator with an inclined channel on the preparation of safflor seed material. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research*. 2021. (25), P. 28–35. DOI: <https://doi.org/10.31734/agroengineering2021.25.028>

2. Nesterenko A.V., Leshchenko S.M., Vasytkovskyi O.M., Petrenko D.I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. *INMATEH – Agricultural Engineering* this link is disabled. 2017. 53(3), P. 65–70

3. Васильковський О. М., Петренко Д. І. Аналіз закономірності руху частки по прутковому барабану відцентрово-пневматичного сепаратора зерна Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Кіровоград: КНТУ. 2007. Вип. 37. С. 109–115.

4. Єрмак В.П. Обґрунтування способу сепарування насіння соняшника у повітряних потоках : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва”. Луганськ, 2003. 21 с.

5. Васильковський О. М., Лещенко С. М., Мороз С. М., Нестеренко О. В. До створення концепції «ідеального» решета зернового сепаратора. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 50. 2020. С. 52–58.

6. Тищенко Л. Н., Пивень М. В. К исследованию динамики зернового потока на внутренней поверхности вертикального цилиндрического виброцентробежного решета. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Сучасні проблеми землеробської механіки. Миколаїв : МДАУ. 2002. Вип. 4(18). Т. 2. С. 144–154.

7. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V. et al., Experimental study of the process of grain cleaning in a vibropneumatic resistant separator with passive weeders. In: *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020.vol. 13(62), no. 1, P.117-128.

8. Stepanenko, S., Kotov, B., Spirin, A., Kucheruk, V. Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. *Bulletin of Karaganda University Series «Physics»*. 2022. № 1(105). P. 43-57. URL: <http://dx.doi.org/10.31489/2022PH1/43-57>

9. Васильковський О.М., Петренко Д.І. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник КНТУ*. Кіровоград, 2005. Вип. 35. С. 286–288.

10. S. Kharchenko et al Intensification of sifting of flat grain on sieves of grain-cleaning machines. *INMATEN – Agricultural Engineering*. 2018. No 3, vol. 56. P. 39–56.