

УДК 631.362.33

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.34-42>

**Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук, **І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук,  
**О.В. Юрченко**, асист.

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький,  
Україна*

*e-mail: asbdv@ukr.net*

## Обґрунтування технологічних параметрів зернового сепаратора

Проведено аналіз існуючих типів зернових сепараторів. Встановлено взаємозв'язок властивостей псевдозрідженого шару і окремої зернини з конструктивними, кінематичними та аеродинамічними параметрами сепаратора. Враховано дію випадкової лобового тиску; пульсації повітряного потоку; ексцесу та асиметрії епюр тисків, відповідно, в повздовжньому та поперечному перетині пневматичного каналу; висоти розташування дільників зернового шару. Обґрунтовано граничні режими роботи сепаратора та верхню межу його продуктивності за умови досягнення максимального технологічного ефекту сепарації. Наведені експериментальні закономірності основних кінематичних та геометричних параметрів запропонованого сепаратора, які суттєво впливають на технологічні показники його роботи.

**пневмоімпульсний сепаратор, густина, зерно, насіння, псевдозріджений стан, пульсуючий потік повітря, пульсатор, технологічний ефект сепарації**

**Д.В. Богатырев**, доц., канд. техн. наук, **І.О. Скринник**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Юрченко**, асист.

*Центральноукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Украина*

### Обоснование технологических параметров зернового сепаратора

Проведен анализ существующих типов зерновых сепараторов. Установлена взаимосвязь свойств псевдооживленного слоя и отдельной зерна с конструктивными, кинематическими и аэродинамическими параметрами сепаратора, при наличии факторов: случайного действия силы лобового давления; наличия пульсации воздушного потока; эксцесса и асимметрии эпюр давлений, соответственно, в поперечном и продольном сечении пневматического канала; высот установки делителей слоя. Обосновано предельные режимы работы сепаратора и верхнюю границу его производительности при достижении максимального технологического эффекта сепарации. Приведенные экспериментальные закономерности влияния основных геометрических и кинематических параметров предложенного сепаратора на технологические показатели его работы.

**пневмоимпульсный сепаратор, плотность, зерно, семена, псевдооживленное состояние, пульсирующий поток воздуха, пульсатор, технологический эффект сепарации**

**Постановка проблеми.** Післязбиральний обробіток зерна є однією з основних задач аграрного виробництва. Разом з повним очищенням зернового вороху від домішок одними з найважливіших ознак якості насінневого матеріалу є крупність та густина самих зернин. Багаторічними дослідженнями встановлено, що зернини з найбільшим значенням густини є найбільш зрілими фізіологічно. Значення густини має суттєвий вплив на наступні біологічні властивості насінневого матеріалу – на життєздатність, силу росту, енергію проростання та схожість зернини, кількість стебел та якість рослин. Зерна з високим значенням густини дають більшу кількість рослин, які розвиваються швидше, що у подальшому дозволяє отримати вищі врожаї. Аналіз впливу фізико-механічних та біологічних властивостей зернин вказує, що значення густини є однією з пріоритетних властивістю за якою необхідно проводити відбір [1-3].

Існує безліч технічних рішень устаткування для сепарації зерна за різними фізико-механічними властивостями, що корелюють зі значенням густиною [4-7]. Досвідом використання встановлено, що більшість з обладнання не забезпечують сучасні агротехнічні вимоги або є економічно не ефективними.

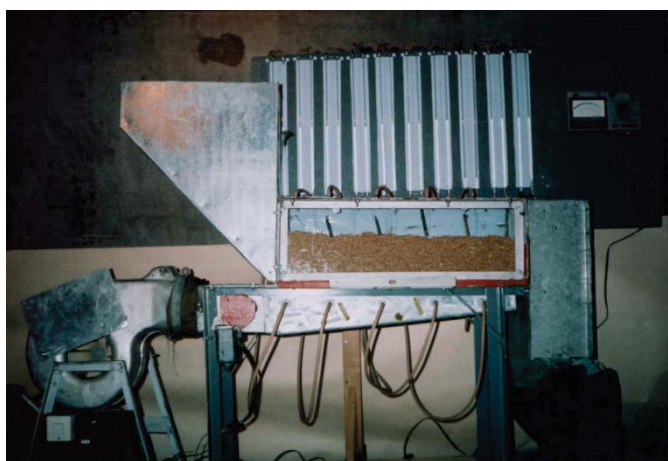
Нами встановлено, що одним з перспективних напрямків зниження енергоємності, трудомісткості, підвищення стійкості та якості процесу сепарації зерна за густиною є переведення насіннєвого шару в псевдозріджений стан, дослідження якого на сьогодні є актуальною проблемою [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Враховуючи біологічні та фізико-механічні властивості зернин, можна зробити висновок, що густина є однією з перспективних ознак, за якою доцільно проводити сепарацію [7-8]. Стан поверхні, колір, показник пружності, а також біологічні властивості; а саме: життєздатність, схожість, енергія проростання та сила росту знаходяться в прямій пропорційній залежності від густини, яка є показником кількості поживних, речовин що містяться в клітинах зернини, і відображає стан зародка в ендоспермі. Тобто чим вища густина, тим кращі вищезгадані показники і властивості зернини [4-5].

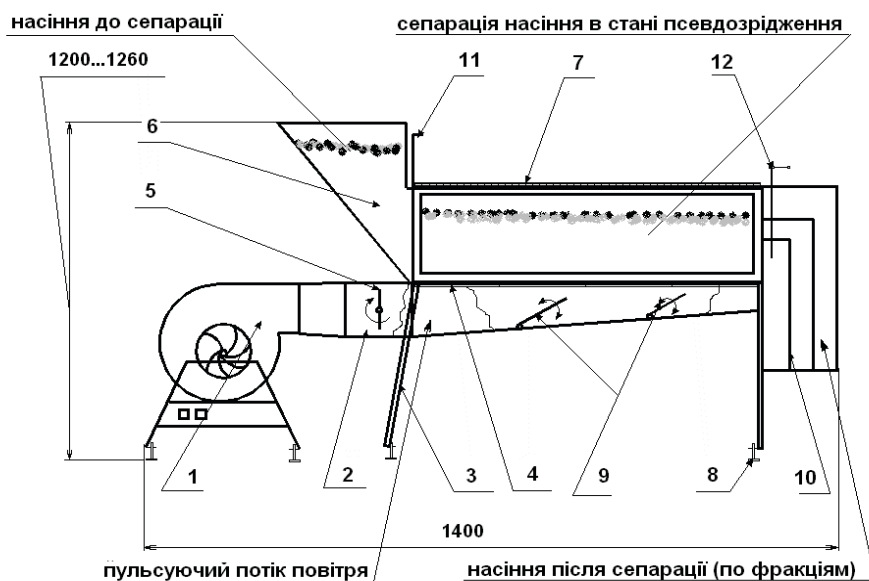
Аналітичний огляд конструкцій та технічних рішень робочих органів устаткування для сепарації за густиною показав, що одним пріоритетним напрямком для покращення якісних показників роботи є поділ зернового шару в стані псевдозрідження з подачею пульсуючого потоку повітря. Дане питання потребує проведення досліджень для визначення технологічних параметрів обладнання для ефективної сепарації зерна за густиною [4-6].

**Постановка завдання.** Враховуючи вищенаведені висновки сформульовану мету роботи: підвищення продуктивності та ефективності, зниженні енергоємності процесу сепарації зерна за густиною в стані псевдозрідження за допомогою пульсуючого потоку повітря.

**Виклад основного матеріалу.** Параметрами оптимізації процесу сепарації обрано наступні: продуктивність  $Q$ , кг/год ( $Y_1=Q$ ) та технологічний ефект сепарації ( $TEC$ ), % ( $Y_2=TEC$ ). Для дослідження впливу на цільові функції окремих факторів та знаходження раціональних їх значень розроблено експериментальний сепаратор (рис. 1).



а



б

а – загальний вигляд сепаратора; б – функціональна схема сепаратора (1 – нагнітальна частина з блоком керування; 2 – пневматичний канал; 3 – рама; 4 – пориста (решето) перегородка; 5 – пульсатор зі змінним діаметром лопаті та приводом; 6 – бункер; 7 – решето для видалення повітря; 8 – регулятор кута нахилу пневматичного каналу; 9 – регульовані заслінки для зміни повітряного потоку; 10 – дільники зернового шару; 11 – механізм для регулювання висоти шару зерна в пневматичному каналі; 12 – механізм регулювання висоти встановлення дільників шару)

Рисунок 1 – Загальний вигляд (а) і схема (б) експериментального сепаратора

Джерело: розроблено автором

Для забезпечення найбільш сприятливих умов протікання процесу псевдозрідження потрібно щоб виконувалась умова [9-10]:

$$a \geq 30 \cdot d_e, \quad (1)$$

де  $a$  – ширина каналу, м;  $d_e$  – еквівалентний діаметр частки, м.

Висоту каналу можна визначити в залежності від початкової висоти  $h_0$  та шпаруватості  $\varepsilon$  шару насіння [11-12]:

$$b = h_0 / \varepsilon. \quad (2)$$

Експериментально доведено [13], що робочу довжину каналу слід обирати в межах  $L=0,5-1$  м, що дозволяє поєднати найкращі значення показників якості машини – продуктивність ( $Q$ ) та технологічний ефект сепарації ( $TEC$ ).

Частоту пульсації повітряного потоку,  $\omega_n$  в залежності від густини зернини та довжини решета (перегородки) можна визначити за формулою:

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot \omega_{\phi}^T \cdot z}{L} \cdot \left( \frac{\rho}{\rho + \rho_c} \right),$$

де  $\omega_{\phi}^T$  – табличне значення швидкості фільтрації для даного матеріалу при степені псевдозрідження  $n \leq 2,5$  [10];

$\rho, \rho_c$  – густина частки та середовища,  $\text{кг/м}^3$ .

Наступним етапом підрахунку є визначення тиску, який повинен давати вентилятор  $P_6$  для забезпечення процесу пневмоімпульсної сепарації насіння за густиною.

$$P_B = 1,1 \cdot (P_1 + P_2 + P_3 + P_4), \quad (3)$$

де  $P_1, P_2, P_3, P_4$  – відповідно опір пульсатора, шару насіння, перегородки та втрати повітряної системи, кПа.

Опір шару насіння визначаємо за формулою [10]:

$$P_2 = g \cdot h \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (\rho - \rho_c).$$

Блохін П.В. [9-10] запропонував наступну формулу для визначення опору перегородки в залежності від матеріалу та кількості шарів:

$$P_3 = f \cdot (\omega_\phi^T)^w, \quad (4)$$

де  $f$  і  $w$  – дослідні коефіцієнти з табл. 13 [9].

Опір пульсатора за формулою [3]:

$$P_1 = (\xi + k) \cdot (P_2 + P_3),$$

де  $\xi$  – коефіцієнт опору пульсатора в горизонтальному положенні [12];

$k$  – коефіцієнт пропорційності, визначається за формулою  $k = \frac{a_n \cdot D_n}{a \cdot b} \cdot |\sin(\omega_n \cdot t)|$ , в

якій  $a_n$  – діаметр лопатевого колеса пульсатора, м;

$D_n$  – ширина лопатевого колеса пульсатора, м.

Визначаємо втрати повітряної системи:

$$P_4 = k_1 \cdot (P_1 + P_2 + P_3), \quad (5)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт втрат повітря повітряною системою.

Для вибору типу вентилятора потрібно також знати витрати повітря сепаратором [9]:

$$q = 1,1 \cdot b \cdot L \cdot \omega_\phi^T. \quad (6)$$

Після вибору вентилятора згідно отриманих значень  $q$  та  $P_B$ , слід зробити перевірку ступеню псевдозрідження [9-10]:

$$n = \frac{\omega_\phi}{\omega_{кр}} \leq 2,5, \quad (7)$$

де  $\omega_\phi$  – дійсна швидкість фільтрації, яку визначаємо за формулою [3]:

$$\omega_\phi = \sqrt{\frac{P_6}{\left( (1 - \varepsilon) \cdot (\rho_3 - \rho_c) \cdot \left( 1 + \frac{a_n \cdot D_n}{a \cdot b} \cdot \sin(\omega_n \cdot t) \right) + \rho_c \cdot k_m \cdot L \cdot \frac{(a + b)}{a \cdot b} \right)}},$$

$\omega_{кр}$  – критична швидкість псевдозрідження, при найбільшому опорі шару і в залежності від геометричних та фізико-механічних властивостей матеріалу, визначається за формулою [9, 11]:

$$\omega_{кр} = \frac{v}{d_e} \cdot \text{Re}_{кр},$$

де  $\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря;

$Re_{кр}$  – критичне значення числа Рейнольдса, яке знаходять як функцію від числа

Архімеда  $Ar = \frac{g \cdot d_e^3}{\nu} \cdot \frac{\rho - \rho_c}{\rho_c}$ , тобто  $Re_{кр} = 0,0121 \cdot Ar^{0,66}$ .

Висоту встановлення дільників  $h_d$  визначаємо за формулою [13]:

$$h_o = \frac{k_o \cdot h_0 \cdot \eta_j}{100\%},$$

де  $h_0$  – початкова висота шару зерна в пневматичному каналі, м;

$\eta_j$  – кількість зернин ( $j$ -ої фракції), %;

$k_d$  – коефіцієнт висоти встановлення дільників, який враховує ступінь розширення шару

Потрібну потужність для псевдозрідження шару насіння розраховуємо за формулою (1.9):

$$N_n = 0,05 \cdot b \cdot L \cdot \omega_\phi \cdot \left( 75,17^{\frac{h}{43,1}} \right).$$

Потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою [10]:

$$N_e = \frac{q \cdot P_g}{102 \cdot \eta},$$

де  $\eta$  – ККД приводу вентилятора.

Для роботи сепаратора потрібне виконання умови:  $N_e \geq N_n$ .

Технологічний ефект сепарації в залежності від фізико-механічних властивостей початкового матеріалу та параметрів машини можна визначити за формулою [13]:

$$TEC = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \sum_{i=1}^3 E_i,$$

або

$$TEC = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \sum_{i=1}^3 \frac{m_c \cdot g \cdot (\rho_i - \rho_c)}{\eta_{ef} \cdot \rho_c} \cdot (1 - e^{\omega_n \cdot t}) \cdot 100\%,$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує ступінь впливу коефіцієнта асиметрії епюр тиску повітряного потоку в повздовжньому перерізі пневматичного каналу  $S_K$ ;

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує ступінь впливу ексцесу епюр тиску повітряного потоку в поперечному перерізі пневматичного каналу  $E_X$ ;

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнта висоти встановлення дільників  $k_d$ .

Значення уточнюючих коефіцієнтів  $k_1$ - $k_2$  наведено в табл. 1.

Продуктивність сепаратора визначаємо за формулою:

$$Q = k_1 \cdot k_2 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \rho \cdot h_o \cdot V_{ox} \cdot a,$$

де  $V_c$  – середня швидкість руху матеріалу по поверхні перегородки, яку можна визначити за формулою:

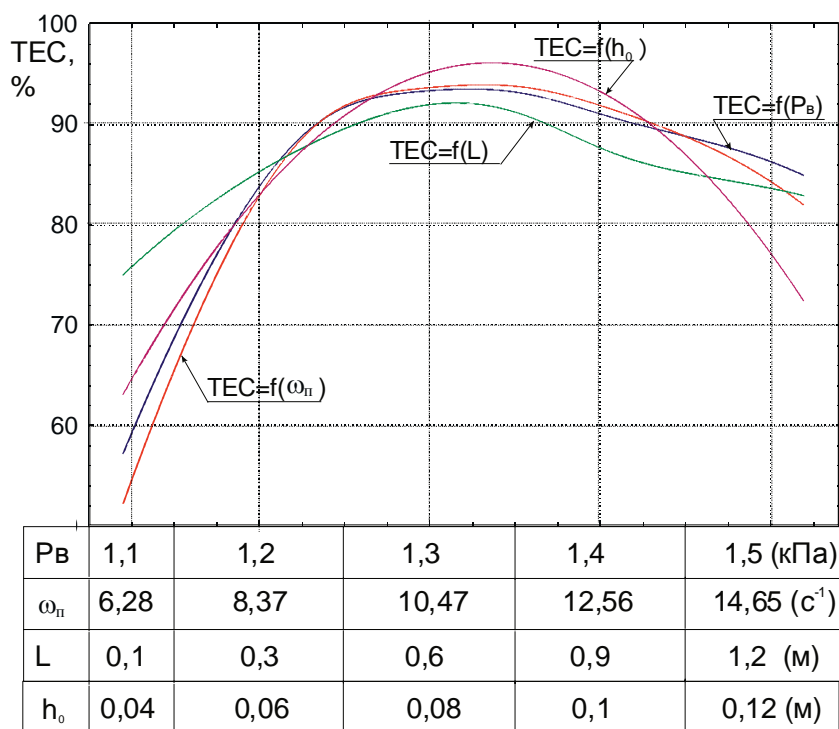
$$V_0 = \frac{4 \cdot \rho_c}{\rho + \rho_c} \cdot \omega_\phi \cdot \cos \alpha,$$

$\alpha$  – кут нахилу перегородки, град.

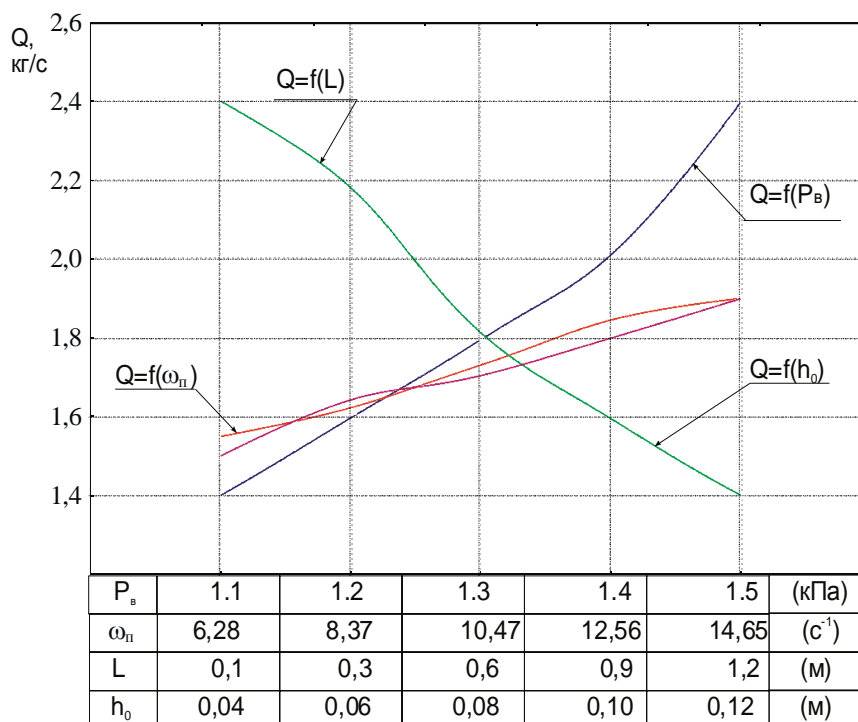
Таблиця 1 – Уточнюючі коефіцієнти впливу параметрів сепаратора на якісні показники роботи

Параметр	Значення	Позначення уточнюючого коефіцієнта	Уточнюючі коефіцієнти для	
			продуктивності	технологічного ефекту сепарації
Коефіцієнт асиметрії епюри тиску в повздовжньому перетині каналу	$S_k < 0$	$k_1$	0,96	0,94
	$S_k = 0$		0,99	0,97
	$S_k > 0$		1	1
Екссес епюри тиску в поперечному перетині каналу	$E_x < 0$	$k_2$	1	1
	$E_x = 0$		0,96	0,90
	$E_x > 0$		0,93	0,85
Коефіцієнт встановлення дільників	$k_d = 0,8$	$k_3$	-	0,95
	$k_d = 1$		-	0,98
	$k_d = 1,2$		-	1

На рис. 3-4 наведено номограми для визначення продуктивності ( $Q$ ) та технологічного ефекту сепарації ( $TEC$ ) в залежності від параметрів сепаратора.

Рисунок 3 – Номограма для визначення технологічного ефекту сепарації  $TEC$ 

Джерело: розроблено автором

Рисунок 4 – Номограма для визначення продуктивності  $Q$ 

Джерело: розроблено автором

**Висновки.** На основі теоретико-експериментальних досліджень запропоновано методику розрахунку сепаратора з практичними рекомендаціями, які наведено у вигляді номограм і таблиць, для визначення параметрів сепаратора з позиції досягнення найвищих значень технологічного ефекту сепарації та продуктивності.

## Список літератури

1. Машини для послеуборочной поточной обработки семян. Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов / За ред. З.Л. Тица. М.: Машиностроение, 1967. 447 с.
2. До питання пневмогравітаційної сепарації зернових матеріалів / Котов Б.І. та ін. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. № 4. С. 51-55.
3. Петренко М.М., Сало В.М., Богатирьов Д. В., Скриннік І. О. Науково-технологічні основи очисного та сушильного зернового обладнання, що працює в стані псевдозрідження. Кіровоград: СПД ФОП Лисенко В.Ф., 2013. 212 с.
4. Нестеренко А.В., Лещенко С.Н., Петренко Д.И., Богатырев Д.В., Кислун О.А. Теоретическое обоснование качественных показателей процесса пневмосепарации для многоуровневого введения зерна. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture*. 2013, Vol.15, No. 2, С.93–98.
5. Нестеренко О. В., Лещенко С. М., Петренко Д. І. Дослідження нерівномірності повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі при багаторівневому введенні зерна. *Вісник Харківського національного технічного університету сільськогосподарства імені Петра Василенка «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. 2015. Вип. 156. С. 35-42.
6. Nesterenko O. V., Leshchenko S. M., Vasylykovskiy O. M., Petrenko D. I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 53, No.3. С. 65-70.
7. Котов Б.І., Степаненко С.П. Закономірності руху частинок в пневмогравітаційному сепараторі при змінній швидкості горизонтального повітряного потоку. *Сільськогосподарські машини*. 2016. Вип. 35. С. 40-45.
8. Бакум М.В., Крехот М.М., Абдуєв М.М. До обґрунтування ефективності використання пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом для попередньої сепарації насінневих

- сумішей петрушки. *Вісник ХНТУСГ*. 2010, 103, С. 267-274.
9. Блехман И.И., Гортинский В.В., Птушкина Г.Е. Движение частицы в колеблющейся среде при наличии сопротивления типа сухого трения. *Известия АН СССР (механика и машиностроение)*. 1963. Вып. 4. С.32-38.
  10. Блохин П.В. Аэрогравитационный транспорт. М.: Колос. 1974. 120 с.
  11. Гинзбург И.П. Аэрогазодинамика. М.: Высшая школа. 1966. 406 с.
  12. Идельчик И.Е. Аэродинамика технологических аппаратов. М.: Машиностроение, 1983. С. 278-281.
  13. Богатирьев Д.В., Петренко М.М. Експериментальні дослідження пневмоімпульсної сепарації за густиною. *Вісник ТДТУ*. 2005. Вип. 1. С. 23-34.

## Referencis

1. Ticz, Z.L. (1967). *Mashiny dlya posleuborochnoy potochnoy obrabotki semyan. Teoriya i raschet mashin, tekhnologiya i avtomatizatsiya protsessov [Machines for post-harvest continuous seed treatment. Theory and calculation of machines, technology and process automation]*. Moscow: Vysshaya shkola [in Russian].
2. Kotov, B.I., Spirin, A.V., Tverdokhlib, I.V., Stepanenko, S.P. & Shvidya, V.O. (2017) Do pytannya pnevmohravitatsiynoyi separatsiyi zernovykh materialiv [On the issue of pneumogravity separation of grain materials] . *Tekhnika, enerhetyka, transport APK – Engineering, energy, transportation of agroindustrial complex*, 4, 51-55 [in Ukrainian].
3. Petrenko, M.M., Salo, V.M., Bohatyrov, D. V. & Skrynnik, I. O.(2013). *Naukovotekhnolohichni osnovy ochysnoho ta sushyl'noho zernovoho obladnannya, shcho pratsyuye v stani psevdozridzhennya [Scientific and technological bases of cleaning and drying grain equipment operating in the state of fluidization]*.Kirovohrad: SPD FOP Lysenko VF [in Ukrainian].
4. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.N., Petrenko, D.I., Bohatyrov, D.V. & Kyslun O.A. (2013) Teoreticheskoye obosnovaniye kachestvennykh pokazateley protsessa pnevmoseparatsii dlya mnogourovnevoogo vvedeniya zerna [The theoretical justification of air separation process quality factors for the multilevel grain introduction]. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture, Vol.15, No. 2*, 93–98 [in Russian].
5. Nesterenko, O.V., Leshchenko, S.M. & Petrenko, D.I. (2015). Doslidzhennya nerivnomirnosti povitryanoho potoku v pnevmoseparuyuchomu kanali pry bahatorivnevomu vvedeni zerna [Investigation of nonuniformity of air flow in the pneumosupply channel at multilevel grain introduction]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskohohospodarstva imeni Petra Vasylenka «Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva» – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko "Mechanization of agricultural production"*, 156, 35-42 [in Ukrainian].
6. Nesterenko, O. V., Leshchenko, S. M., Vasylovskyyi, O. M. & Petrenko, D. I. (2017). Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. *INMATEH - Agricultural Engineering, Vol. 53, No.3*, 65-70 [in English].
7. Kotov, B.I. & Stepanenko, S.P. (2016). Zakonomirnosti rukhu chastynok v pnevmohravitatsiinomu separatori pry zminnii shvydkosti horyzontalnoho povitryanoho potoku [Patterns of motion of particles in the pneumogravity separator at variable speed of horizontal air flow]. *Silskohospodarski mashyny – Agricultural machinery*, 35, 40-45. [in Ukrainian].
8. Bakum, M.V., Krehot, M.M & Abduev, M.M. (2017). Do obruntuvannya efektyvnosti vykorystannya pnevmatychnoho separatora z nakhylenym povitryanym kanalom dlya poperedn'oyi separatsiyi nasinnyevykh sumishey petrushky [To substantiate the effectiveness of using a pneumatic separator with an inclined air channel for the preliminary separation of seed mixtures of parsley.]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskohohospodarstva imeni Petra Vasylenka «Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva» – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko "Mechanization of agricultural production"*, 103, 267-274 [in Ukrainian].
9. Blekhan, I.I., Gortinskij, V.V. & Ptushkina, G.E. (1963). Dvizhenie chasticzy` v koleblyushheysya srede pri nalichii soprotivleniya tipa sukhogo treniya [Particle motion in an oscillating medium in the presence of resistance like dry friction]. *Izvestiya AN SSSR (mekhanika i mashinostroenie) – Izvestiya AN SSSR (mechanics and mechanical engineering)*, 4, 32-38 [in Russian].
10. Ginzburg, I.P. (1966). *Aerogazodinamika [Aerogasdynamics]*. Moscow: Vysshaya shkola [in Russian]
11. Blokhin, P.V. (1974). *Ae`rogravitacziorny`j transport [Air Gravity Transport ]*. Moscow: Kolos [in Russian].
12. Idel'chik, I.Ye. (1983). *Aerodinamika tekhnologicheskikh apparatov [Aerodynamics of technological devices]*. Moscow: Mechanical Engineering [in Russian].



13. Bohatyrov, D.V. & Petrenko, M.M. (2005). Eksperymental'ni doslidzhennya pnevmoimpul'snoyi separatsiyi za hustynoyu [Experimental studies of pneumo-pulse separation by density]. *Visnyk TDTU – Bulletin of TDTU, 1*, 23-34 [in Ukrainian].

**Dmytro Bohatyrov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Ivan Skrynnik**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oksana Yurchenko**, Assist. Prof.

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

### **Justification of Technological Parameters of the Grain Separator**

The article is developed the problem to pneumatic-impulsive separation according to density. Harvesting is one of the important operations in agribusiness. Wheat grain is selected according to different indicators. They are all correlated with grain density. Grain density affects the yield and nutrition of the produce. The analysis of modern equipment has indicated a new direction of research. The purpose of the work is formulated: increase of efficiency and productivity of the process of separation of seeds by density in the state of fluidization; reducing energy consumption through the use of pulsating airflow.

Analysis of the designs of modern separators indicated the way of modernization of the separator. The authors proposed to replace fluctuations sieves pulsation air. This will reduce energy costs and improve quality performance. To confirm the idea, the authors developed a new separator. Structurally, it consists of two parts: the first creates the required flow of air, and the second - divides the grain by density. The second part is a pneumatic duct with a partition. The grain is filled with a conveyor in the hopper. The flap in the hopper regulates the flow of grain into the pneumatic duct. The channel is horizontally divided by a partition. The partition transmits air. On the partition, the grain layer is fluidized. A pulsator is installed between the fan and the duct. It consists of an electric motor and a damper. During operation of the electric motor, the damper closes the pneumatic channel or open. This creates a ripple of air in the pneumatic duct beneath the partition. The pneumatic duct has two flaps for changing the speed and pressure diagrams. The flaps adjust the quality of the separation. Grain was classified into three fractions. The first fraction is light grains with a density of 1000-1100 kg / m<sup>3</sup>. The second fraction - medium grains with a density of 1101-1200 kg / m<sup>3</sup>. The third fraction is heavy with a density greater than 1200 kg / m<sup>3</sup>. Grain was classified by dividers at the outlet of the pneumatic duct. Experimental researches confirmed expedience of the use of pulsator by setting of him in a pneumatic channel for replacement of swaying motion of sounding board on a pulsating blast.

The analysis of existing types of grain separators is carried out. The properties of the fluidized bed and the individual grain are correlated with the design, kinematic and aerodynamic parameters of the separator, with the following factors: random force of frontal force; the presence of ripple air flow; excess and asymmetry of pressure plots, respectively, in the transverse and longitudinal sections of the pneumatic channel; the height of the layer dividers. The boundary modes of operation of the separator and the upper limit of its productivity are substantiated, provided that the maximum technological effect of separation is achieved. The experimental regularities of the influence of the basic geometric and kinematic parameters of the proposed separator on the technological parameters of its operation are presented.

**pneumatic pulse separator, density, grain, seeds, fluidized state, pulsating air flow, pulsator, technological separation effect**

*Одержано (Received) 15.11.2019*

*Прорецензовано (Reviewed) 05.12.2019*

*Прийнято до друку (Approved) 23.12.2019*