

ПНЕВМОІНЕРЦІЙНЕ ЕЛЕКТРОСЕПАРУВАННЯ НАСІННЄВИХ МАТЕРІАЛІВ

Котов Б. І., д.т.н., професор, [ORCID iD 0000-0001-6369-3025](https://orcid.org/0000-0001-6369-3025)

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»;

Степаненко С. П., д.т.н., с.н.с.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Панцир Ю. І., к.т.н., доц., Герасимчук І. Д., к.т.н., доц.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»;

Одним із напрямків підвищення урожайності зернових культур є підвищення якості насіннєвого матеріалу. Найбільш розповсюдженими є пневматичні сепаратори інерційного типу (протитечієвий ввід матеріалу в горизонтальний або нахилений пневмоканал) дозволяють досить ефективно реалізовувати поділ компонентів за аеродинамічними властивостями, які найбільш тісно корелюють з показниками якості насіння (маса, густина, розмір). Але при фракціонуванні насіннєвого матеріалу необхідно враховувати не тільки фізико-механічні властивості насінин, а також і біологічні.

Відомо, що біологічні властивості зерна в значній мірі визначаються електричними властивостями: діелектричної проникненості, електричний опір, електроємність.

Застосування додаткового впливу (альтернативних сил) електричного поля, створює можливість дообладнання існуючих пневмоінерційних (пневмоканалних) сепараторів додатковими робочими органами, реалізувати поділ насіннєвого матеріалу за комплексом аеродинамічних і електричних властивостей.

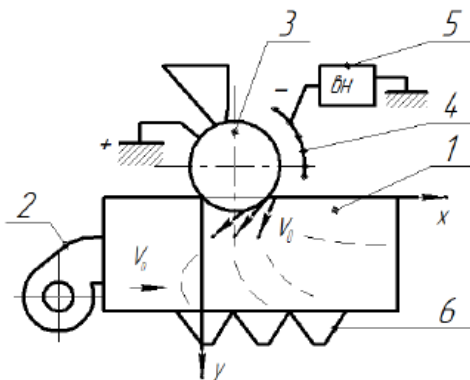


Рисунок 1 – Конструктивна схема барабанного електрокоронного сепаратора: 1 – пневмоканал; 2 – вентилятор; 3 – барабанний електрод; 4 – коронуючий електрод; 5 – джерело напруги; 6 – приймачі фракцій.

Практична реалізація процесу пневмоінерційного електричного фракціонування здійснена при використанні в якості живильного пристрою барабанного електрокоронного сепаратора рис. 1.

В залежності від електричних властивостей насінин, вони різний час утримуються на поверхні барабана і відриваються від поверхні під різними кутами.

Величина кута відриву насінини забезпечує різний кут вводу в канал для частинок (насінин) з різними характеристиками: розмір (а, b), діелектрична проникненість ϵ , перехідний електричний опір R.

Рух компонентів насіннєвого матеріалу в горизонтальному рівномірному потоці повітря визначається системою диференціальних рівнянь:

$$\{\ddot{x} + k_{\Pi}(\dot{x} + V)\sqrt{(\dot{x} + V)^2 + \dot{y}^2} = 0; \ddot{y} + k_{\Pi}\dot{y}\sqrt{(\dot{x} + V)^2 + \dot{y}^2} = g, \quad (1)$$

де $k_{\Pi} = \frac{g}{V^2}$; V – швидкість повітря;

$$\dot{y} = \frac{dy}{dt}; \ddot{y} = \frac{d^2y}{dt^2}; \dot{x} = \frac{dx}{dt}; \ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}; \quad (2)$$

Граничні та початкові умови:

$t = 0; y = 0; x_i = x_1, x_2, x_3$ (1-3) – координати вводу фракцій;
 $\dot{x} = V_0 \cos \cos \alpha_0; \dot{y} = V_0 \sin \sin \alpha_0$.

V_0, α_0 - швидкість і кут напрямку входу частинки в повітряний потік. Кут α_0 дорівнює куту відриву насінини від поверхні барабана.

Кут відриву визначається із рівняння силової взаємодії насінини і електричного поля:

$$G \cos \cos \alpha_0 + F_e + F_z = F_{vz} \quad (3)$$

Або в розгорнутому вигляді:

$$\cos \cos \alpha_0 = \frac{V_0^2}{Rg} - \frac{3E^2 \mu}{2\pi g b \rho K_r} \left[1 + \frac{\mu}{K K_r} \right] \quad (4)$$

де $K_r = \frac{1+(\varepsilon_r-1)K_g}{\varepsilon_r}; \mu = \frac{1+RC\beta-\sqrt{1-4rC\beta}}{2rC\beta}$.

K_g – коефіцієнт вісьової деполяризації для еліпсоїда з вісями a, b .

$$K = \frac{b}{a}.$$

ε_r – діелектрична проникненість насінини; ρ – густина насінини; E – напруженість електричного поля; C – ємність і опір системи насінини – електрод; r – еквівалентний радіус насінини; β – коефіцієнт швидкості розрядки.

Розв'язок системи рівнянь (1) з початковими умовами (2) і (4) дозволяє побудувати траєкторії компонентів насінневого матеріалу та за їх розгалуженням визначити ефективність процесу сепарації. З аналізу вихідних рівнянь можна зазначити, що на рух насінини впливають такі параметри: густина, розмір, швидкість витання, діелектрична проникненість, електричний опір контакту з барабаном електродом, швидкість обертання барабана і напруженість електричного поля.

Регулюючими параметрами крім швидкості повітря (у пневмосепараторі) є оберти барабана і напруженість електричного поля.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Котов Б.І., Степаненко С.П. Підвищення ефективності сепарації насіння з використанням протитечійної подачі матеріалу в горизонтальний повітряний потік // Техніка, енергетика, транспорт АПК: Всеукраїнський науково-технічний журнал. – 2016. – Вип.3(95). / [ВНАУ]. – Вінниця, 2016. – С.121-125.

2. Ковалишин С.Й., Соколюк В.В. Електрокоронна насіннеобробна машина барабаного типу для дрібнонасінневих сумішей // Вісник ХНТУСГ. 2014. Вип. 144. С.60-65.

3. Kotov B., Stepanenko S., Tsurkan O., Hryshchenko V., Pansyr Y., Garasymchuk I., Spirin A, Kupchuk I. Fractioning of grain materials in the vertical ring air channel during electric field imposition, *Przegląd Elektrotechniczny* 1 (2023), 100-104. <https://doi:10.15199/48.2023.01.19>

4. S. Stepanenko, B. Kotov, A. Kuzmych, I. Demchuk, V. Melnyk, D. Volyk. Modelling of aerodynamic separation of grain material in a combined centrifugal-pneumatic separator. *ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. Proceedings, Volume 23, May 22-24, 2024 Jelgava, Latvia.* p. 1143-1149. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF236>

5. Kaletnik H., Solona O., Kotov B., Stepanenko S., Shvidia V., Kalinichenko R., Tverdokhlib I., Polievoda Y. The usage of the elemental base of the vibratory mill with the spatial circulation movement of material to create drying rig. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2024. Vol. 100, № 3. P. 232-237. <https://doi.org/10.15199/48.2024.03.41>

6. Stepanenko, S.; Kotov, B.; Kuzmych, A.; Shvydia, V.; Kalinichenko, R.; Kharchenko, S.; Shchur, T.; Kocira, S.; Kwaśniewski, D.; Dziki, D. To the Theory of Grain Motion in an Uneven Air Flow in a Vertical Pneumatic Separation Channel with an Annular Cross Section. *Processes* 2022, 10, 1929. <https://doi.org/10.3390/pr10101929>

7. Stepanenko S. P., Kotov B. I., Popadyuk I. S. Research of the process of pneumatic-vibration separation of grain by density during one-dimensional movement of the grain flow Mechanization and electrification of agriculture: [All-Ukrainian collection]. - 2021. - Issue No. 14 (113). / [NSC "IMESG"]. - Glevakha, 2021. - P. 77-87. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-8>