

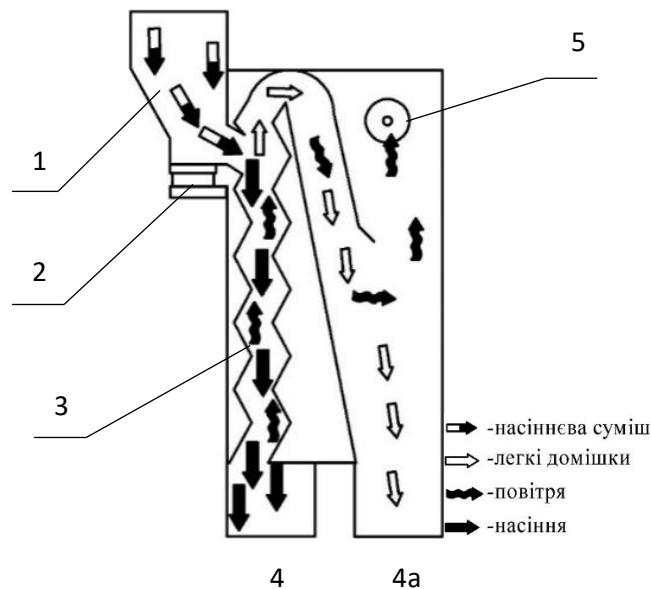
## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ФРАКЦІОНУВАННЯ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ

Степаненко С.П., д.т.н., с.н.с.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національна академія аграрних наук України*

Мета дослідження полягала у виявленні основних якісних і кількісних закономірностей аеродинаміки насінного шару матеріалу, які необхідно знати для розрахунку, проектування та знаходження раціональних режимів роботи сепаратора для фракціонування насінного матеріалу.

Дослідження велися на технічному засобі, який наведено на рис. 1. В якості матеріалу для експериментів використовувалися різко відмінні за формою, але попередньо вирівняні за геометричними розмірами насіння пшениці, сої, соняшнику. Досліди з усіма культурами проводили в триразовій повторності.



1 – завантажувальний бункер; 2 – віброживильник; 3 – пневмогравітаційний канал; 4, 4а – фракції насіння; 5 – вентилятор

**Рис. 1. Технологічна схема технічного засобу для фракціонування насінного матеріалу**

Насінневий матеріал із завантажувального бункера подавався в пневмогравітаційний канал порційно за рахунок віброживильника, де пронизувався повітряним потоком. Середня швидкість повітряного потоку визначалася по відношенню витрат повітря  $Q_V$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) до площі перетину  $S_p(H)$  ( $\text{м}^2$ ) пневмогравітаційного каналу, яка змінна за

висотою  $H$  перетину каналу. Витрати повітря, швидкість повітря, втрати напору - вимірювали за допомогою диференційного манометра (DT-8920).

Витрати повітря регулювали шляхом зміни характеристик аспіраційної системи (зміна площі перетину каналу, підсмоктування повітря в різних зонах за висотою каналу  $H$ ) та вентилятора (варіювання числа обертів). Застосування останнього способу регулювання пов'язано з тим, що при певній витраті повітря виникали автоколивання і повністю порушувалася робота технічного засобу.

Процес порційного фракціонування насінневого матеріалу висхідним потоком повітря в залежності від його швидкості можна розділити на три основні фази: перша - насінневий матеріал у стані спокою, повітря рухається в міжзерновому просторі; друга - матеріал витає під дією повітряного потоку (витання шару); третя - окремі насінини виносяться повітряним потоком з витаючого шару матеріалу менші за їх питому вагу, а насінини з більшою питою вагою спадають в напрямку вивантаження фракцій (до низу) тобто відбувається процес поділу на фракції (фракціонування і транспортування).

Залежно від швидкості повітряного потоку змінюється висота  $h$ , концентрація  $\xi$  (кг/м<sup>3</sup>) насінин (відношення маси насіння до всього об'єму зерноповітряного середовища) і перепад тиску  $\Delta P$  насінневого шару (рис. 2). Криві обриваються у тій області, де починається винесення окремих насінин.

Опір насінневого шару, що відповідає першій фазі процесу, пропорційний швидкості потоку повітря і знаходиться, як лінійна залежність, яка може бути представлена рівнянням Дарсі [1-3]:

$$V_p = \frac{p_s}{\mu} \cdot \frac{\Delta P}{H} \quad (1)$$

де  $p_s$  - проникненість насінневого шару, м<sup>2</sup>;  $\mu$  - в'язкість потоку, Па·с.

При швидкостях потоку повітря, що визначають другу фазу, величину  $\Delta P$  частіше за все визначають рівнянням Дарсі-Вейсбаха [1-3] і практично залишається сталою:

$$\Delta P = \delta \cdot \frac{H}{R_g} \cdot \frac{\rho \cdot V_p^2}{2} = \frac{M}{S(h)} \quad (2)$$

де  $\delta$  – коефіцієнт опору насінневого шару;  $R_g$  – гідравлічний радіус;  $\rho$  – щільність повітря;  $M$  – вага насінневого шару;  $S(h)$  - площа перетину каналу, яка змінна за висотою каналу.

У момент переходу нерухомого насінневого шару у зважений стан спостерігається невелике зменшення перепаду тиску (у малому

інтервалі зміни швидкості), що викликано інтенсивним розширенням насінневого шару та збільшенням міжзернового простору.

Спостерігається, що характер кривих висоти  $H$  і вагової концентрації  $\xi$  для всіх культур аналогічний. За швидкостей потоку повітря, що зумовлюють першу фазу процесу, параметри  $H$  і  $\xi$  залишаються рівними початковій висоті шару і насипній вазі.

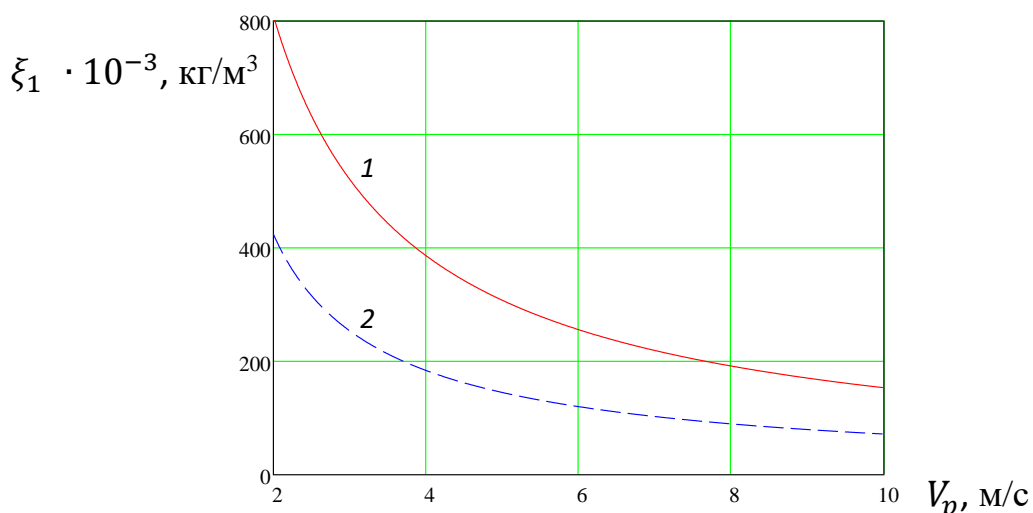
У другій фазі кожному значенню  $V_p$  відповідають певні величини  $H$  і  $\xi$ .

Згідно рівняння Дюпюї при розширенні насінневого шару дійсна швидкість потоку в міжзерновому просторі визначається [3-5]:

$$V_d = V_p \cdot \varepsilon^{-1} \quad (3)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт пористості, тобто відношення об'єму міжзернового простору до всього об'єму насінневого середовища. А відповідно, і зменшиться підйомна сила, яка діє на окремі насінини.

Таким чином, шар насінневого матеріалу, що витає, умовно «автоматично» підтримує свою висоту (відбуваються коливання насінневого середовища, які можливо описати законом руху). При цьому виникають періодичні сплески насінневого шару не тільки в момент переходу у зважений стан, але і при подальшому його розширенні, якщо спостерігається збільшення вагової концентрації насінневого середовища. Тому, з точки зору фракціонування насіння, слід правильно визначати висоту каналу технічного засобу і питома навантаження насінневого матеріалу на пневмогравітаційний канал (щоб мати можливість створити мінімальну вагову концентрацію та виключити явище періодичних сплесків).



1 - пшениця; 2 - соняшник;

**Рис. 2. Залежність вагової концентрації  $\xi$  насінневого шару від швидкості  $V_p$  повітряного потоку в каналі**

Аналіз графічних залежностей показує, що винесення насіння незалежно від культур починається при однаковій мінімальній величині. Визначені значення дозволяють, знаючи висоту  $h$  (м) і насипну вагу  $\gamma_m$ , (кг/м<sup>3</sup>) нерухомого шару насіння, визначати мінімальну висоту повітряного каналу  $H$  (м) технічного засобу:

$$H = \gamma_m \cdot h \cdot \xi_1^{-1} \quad (4)$$

де  $\xi_1$  - вагова концентрація витаючого шару насіння, кг/м<sup>3</sup>.

#### ***Список використаних джерел***

1. Bear J. Dynamics of Fluids in Porous Media. Mineola: Dover Publications, 1988.
2. Kim S. and Karila S. J. Microhydrodynamics: Principles and Selected Applications. Boston: Butterworth-Heinemann, 1991. <https://doi.org/10.1002/cite.330641004>
3. Pinder G. F. and Gray W. G. Essentials of Multiphase Flow and Transport in Porous Media . New York: John Wiley & Sons, 2008. <https://doi.org/10.1002/9780470380802>
4. Adamchuk, V. Bulgakov, I. Gadzalo, S. Ivanovs, S. Stepanenko, I. Holovach, Y. Ihnatiev (2021) Theoretical Study of Vibrocentrifugal Separation of Grain Mixtures on a Sieveless Seed-cleaning Machine Journal of Latvia university of life sciences and technologies. Rural sustainability research. 46(341), 2021. – p. 116-124. DOI 10.2478/plua-2021-0023
5. Stepanenko, S.P., Kotov B. I., Spirin A.V., Kucheruk V.Yu. (2022) Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. Bulletin of Karaganda University. Series "Physics". № 1(105)/2022. – p. 43-57. DOI 10.31489/2022PH1/43-57