

3. V. 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

4. Степаненко С.П., Котов Б.І., Рудь А.В., Замрій М.А. (2022). Теоретичні дослідження процесу руху зернового матеріалу на поверхні ступінчастого віброживильника. Вінницький національний аграрний університет. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». Випуск № 2 (105). - Вінниця, 2022. – С. 25-32. DOI: 10.37128/2306-8744-2022-2-3

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

**УДК 631.362**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РУХУ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ В МАШИНАХ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА**

**Степаненко С.П., д.т.н., с.н.с.**

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

Щоб покращити роботу машин для очищення зерна при підвищенні подачі зернового матеріалу, деякими дослідниками [1-3] рекомендується збільшувати швидкість повітряного потоку від нагнітального (відсмоктуючого) вентилятора або вертикальну складову вібрацій (коливань) зернового матеріалу. Наявними у літературі [1-3] дослідженнями скористатися важко з практичної точки зору.

Проведені експериментальні дослідження [4], які довели можливість поділу шару зернового матеріалу, який переміщається по решету, завтовшки 15-25 мм [4] за відповідних режимів повітряного потоку і вертикальних коливань зернового матеріалу.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено спеціальне обладнання, яке складається з циліндричної прозорої камери діаметром 150 мм, в яку завантажували зерновий

матеріал, механізму подачі повітряного потоку під шар і механізму вібрацій, який забезпечив коливання зернового матеріалу у вертикальній площині. Поруч із іншим устаткуванням використовувався цифровий фотоапарат з частотою 300 кадрів за секунду. З його допомогою спостерігали за переміщенням насінин у зерновому матеріалі та реєстрували момент повного їх виділення за густиною насінини із зернового матеріалу.

Напір повітряного потоку під шаром матеріалу, при якому шар зернового матеріалу переходить в зріджений стан, знаходили наступним чином. Матеріал розміщували на решеті в циліндричній прозорій камері, яка отримувала вертикальні вібрації (періодичні струшування), а під шар матеріалу знизу підводили повітряний потік. За визначених значень гідравлічного опору шару повітряного потоку шар матеріалу опинявся у зрідженому стані.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що між гідравлічним опором шару  $H_{st}$  повітряного потоку під шаром зернового матеріалу товщиною  $h_m$ , при якому відбувається повне його зрідження, і тиском шару зернового матеріалу ( $\gamma_m \cdot h_m$ ) на поверхню решета існує залежність [1-3]:

$$H_{st} = [\gamma_n - \gamma_m] \cdot h_m \cdot g \cdot [1 - \xi] \quad (1)$$

де  $\gamma_n$ ,  $\gamma_m$  – густина зернівки та об'ємна вага шару зернового матеріалу, відповідно;  $h_m$  – товщина нерухомого шару зернового матеріалу;  $\xi$  – коефіцієнт зрідження, порозність шару зернового матеріалу;  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Для визначення значень  $H_{st}$  за рівнянням (1), потрібно знати об'ємну вагу  $\gamma_m$  зернового матеріалу та його можливі зміни під час роботи установки. В основному на величину  $\gamma_m$  впливає вологість соломистих частинок матеріалу і вміст їх у матеріалі  $\delta_m$  (рис. 1).

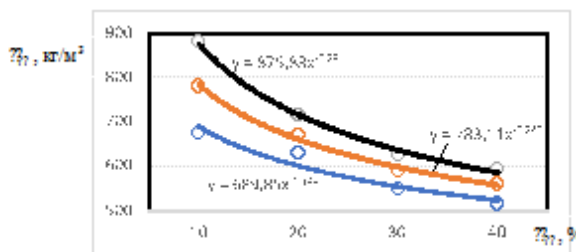


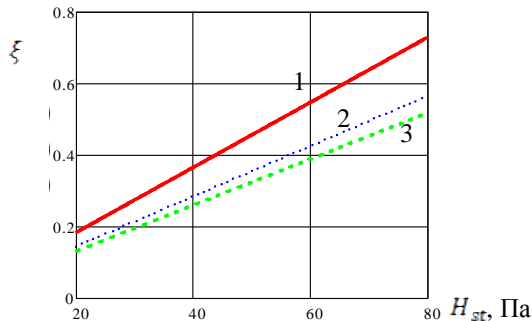
Рис. 1. Залежність об'ємної ваги  $\gamma_m$  зернового матеріалу від вмісту в ньому соломистих частинок  $\delta_m$ .

Зерна із зрідженого шару зернового матеріалу видаляються тільки в момент його розпушування, що відбувається в циліндричній камері при швидкості потоку повітря 2,5 – 3,5 м/с [4]. Тому в машинах для очищення зерна дана швидкість повинна бути не менше ніж 2,5 м/с.

Для визначення гідравлічного опору шару за умов якого вібрація зернового матеріалу, буде сприяти видаленню зерен (насінин з різною їх питомою вагою), під решето (в камері приладу) подавали потік повітря, що забезпечував різну стадію зрідження шару зернового матеріалу. При кожному значенні гідравлічного опору  $H_{ст}$ , що змінюється через кожні 20 Па, зерновий матеріал струшувався 250 разів на хвилину (амплітуда коливань 5 мм). Внаслідок такого впливу з шару зернового матеріалу виділялося зерно (спливало або занурювалось). Інтенсивність процесу оцінювалася часом  $t_m$  повного виділення, ступінь зрідження шару зернового матеріалу - коефіцієнтом зрідження (порозності):

$$\xi = 1 - \frac{\gamma_m}{\gamma_n} \quad (2)$$

Експериментальні дослідження показали, що рух зерна до решета відбувається при напорі повітряного потоку, який забезпечує зріджений стан шару зернового матеріалу, тобто коефіцієнт  $\xi$  не перевищує 0,2 (рис. 2). Якщо  $\xi > 0,2$ , то зернівка з шару викидається на його поверхню.



1 – пшениця; 2 – соя; 3 – кукурудза.

Рис. 2. Залежність коефіцієнта зрідження  $\xi$  шару зернового матеріалу від гідравлічного опору  $H_{ст}$  під шаром зернового матеріалу

З отриманої залежності легко знайти для існуючих машин для очищення зерна граничну товщину, а отже, і питоме навантаження на решето шару зернового матеріалу, що переміщається по її поверхні:

$$h_m = \frac{H_{st}}{[\gamma_n - \gamma_m] \cdot g \cdot h_m [1 - \xi]} \quad (3)$$

$$\xi = 1 - \frac{H_{st}}{[\gamma_n - \gamma_m] \cdot g \cdot h_m} \quad (4)$$

В отриманій залежності (4)  $H_{st} = H_{st1} - H_{st2}$ , де  $H_{st1}$  – опір, що створюється вентилятором за раціональних режимів роботи;  $H_{st2}$  – втрати на опір повітряної системи та решета.

Наведені дані можна використовувати під час проектування і розроблення робочих органів машин для очищення зерна та визначенні граничних питомих навантажень на решето даних машин.

#### Список використаних джерел:

1. L. J. Clancy (1975), *Aerodynamics*, Pitman Publishing Limited, London.
2. Houghton, E.L. and Carpenter, P.W. (1993). *Aerodynamics for Engineering Students*, Butterworth and Heinemann, Oxford UK.
3. Мікульонок І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підруч. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 340 с.
4. 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

### ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ПРОДУКТИВНОСТІ ВОВЧКА

**Осипенко В. І., д.т.н., проф., Філімонова Н. В., к.т.н.**  
(Черкаський державний технологічний університет)

Згідно відомих уявлень продуктивність вовчка визначають за виразом  $Q = f(K_{в.ш})$ , де  $K_{в.ш}$  — коефіцієнт подачі або використання шнеку ( $K_{в.ш} = 0,25 \dots 0,35$ ). Таке низьке значення коефіцієнту пояснюється дослідниками втратою сировини крізь зазори між шнеком