

UDC: 664.6: 62-93

**DETERMINATION OF THE RELATIVE SPEED FOR SCREENING  
BULK MATERIALS  
ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ ШВИДКОСТІ ДЛЯ ПРОСІЮВАННЯ СИПКИХ  
МАТЕРІАЛІВ**

**Fedoriv V.M. / Федорів В.М.**

*Ph.D in Engineering, Asc. Prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4499-0910

**Stechyshyn M. S. / Стечишин М.С.**

*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-5780-2790

**Martyniuk A.V. / Мартинюк А.В.**

*Ph.D in Engineering, Asc. Prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8277-1308

**Kurskoi V.S. / Курской.В.С.**

*Ph.D in Engineering, Asc. Prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3929-884X

**Pereima A.R. / Перейма А.Р.**

*master / магістр*

*Khmelnytskyi National University,*

*11 Instytutaska St., Khmelnytskyi, 29016*

*Хмельницький національний університет,*

*вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016*

**Abstract.** *The article deals with the problems of the influence of the limit velocity on the process of sieving bulk materials; parabolic fall of a product particle through the sieve cells, as well as the passage of a particle through a hole equal to its diameter; parabolic characteristics of the trajectory of a particle sieved on an inclined sieve, which determine the efficiency and productivity of vibratory flour sifters. The purpose of the article is to evaluate the process of vibratory sieving and determine the relative velocity of the product particle so that it can fall through the hole for mathematical modeling of the process of sieving bulk materials.*

**Key words:** *sieving, relative velocity, inclined sieve, product particle, vibration.*

**Анотація.** *У статті розглядаються проблеми впливу граничної швидкості на процес просіювання сипких матеріалів; параболічне падіння частинки продукту через комірки сита, а також проходження частинки через отвір, який дорівнює її діаметру; параболічні характеристики траєкторії частинки, яка просіюється на похилому ситі, від яких залежать ефективність та продуктивність вібраційних просіювачів борошна. Метою статті є оцінка процесу вібраційного просіювання та визначення відносної швидкості частинки продукту, щоб він міг провалитися у отвір для математичного моделювання процесу просіювання сипких матеріалів.*

**Ключові слова:** *просіювання, відносна швидкість, похиле сито, частинка продукту, вібрація.*

### **Introduction.**

To sift flour, the bulk material must move on the sieve surface. To do this, the sieve must be set in motion. Flour sifting machines are divided into two groups according to the sieve arrangement:

- flat sieves, which make reciprocating, circular translational and vibrating movements;

- with cylindrical or pyramidal drum sieves that rotate around an axis.

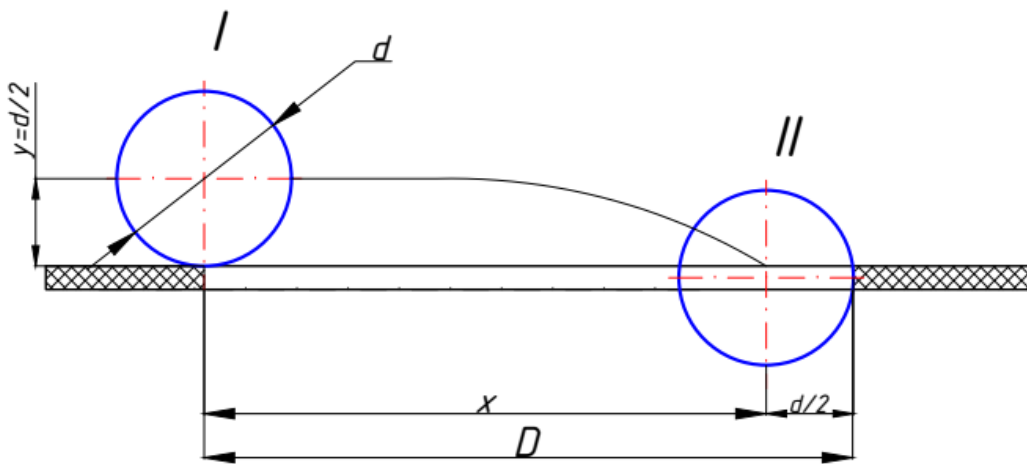
The efficiency of a sieve depends on the thickness of the material layer on the sieve, the shape of the holes, the moisture content of the material, and the speed of its movement on the sieve. Sieves are also characterized by the amount of material that passes through a unit area of the sieve per unit time [1-4].

**Main text.**

The study of flour sieving by inclined vertically vibrating surfaces and the analysis of the effect of speed on sieving are the focus of this paper.

During the operation of bulk material sifters, the following basic requirements must be met: duration of operation at constant flow rates; smooth performance control; ensuring the required performance in a wide range without changing material properties and operating conditions; the ability to turn on the sifter under load; and control of the sifting speed of bulk materials; fast locking in emergency situations; reliable operation; minimum number of moving parts; low inertia; little wear on the working body; low cost, ease of maintenance and low power required [5-7].

The product, which is in position I (Figure 1), is moving with velocity through the opening. Since the product is still accelerated by gravity, the center of gravity of the product will move in a parabola. If the center of gravity of the ball, having traveled the length  $x = \left(D - \frac{d}{2}\right)$ , manages to drop by  $y = \frac{d}{2}$ , i.e., the ball moves to position II, then the ball will fall through.



**Figure 1 – Parabolic fall of a particle through the sieve mesh**

The particle travels both the  $x$  and  $y$  projections in the same time. then  $x = \vartheta t$ ;

$y = \frac{1}{2}gt^2$ . We determine  $\vartheta$  from the first equation and  $t$  from the second, then

$$\vartheta = \frac{x}{t} = \frac{D - \frac{d}{2}}{t},$$

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{d}{g}} \tag{1}$$

Thus, the value of  $t$  is substituted into the equation  $\vartheta$  and we get:

$$\vartheta = \frac{D - \frac{d}{2}}{t} = \left(D - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{g}{d}} \tag{2}$$

This will be the relative velocity at which the product will have time to fall by  $d/2$  during its passage over the hole.

The sinking can also be hindered by the pinching of the particle by neighboring particles. In practice, this phenomenon is usually eliminated by increasing  $D$ . That is,  $D-d$  changes with the increase in layer thickness. In this case, the glazing of the product that forms over the holes is destroyed by enlarging the hole itself. This can be achieved by shaking.

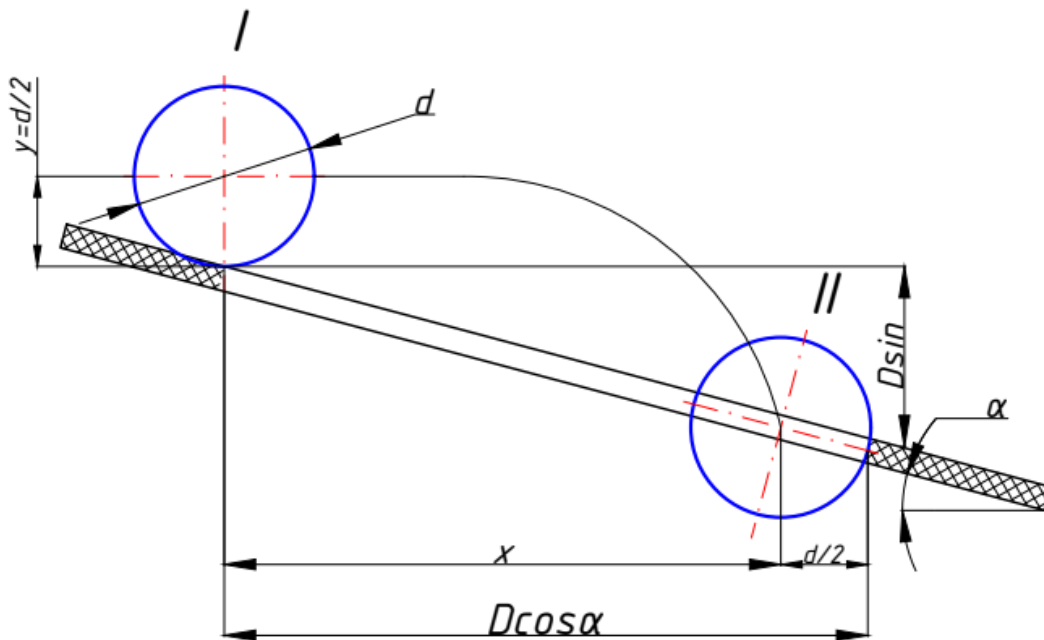


Figure. 2 – Parabolic trajectory of a particle sieved on an inclined sieve

The above formulas describe the sieving process on flat horizontal sieves. If the sieve is inclined, the formulas take on a different form. In Fig. 2. it can be seen that

$$\begin{aligned} x &= D \cos \alpha - \frac{d}{2}, \\ y &= \frac{d}{2} + D \sin \alpha \end{aligned} \tag{3}$$

further

$$\begin{aligned} \vartheta &= \frac{x}{t} = \frac{D \cos \alpha - \frac{d}{2}}{t}, \\ t &= \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{d + 2D \sin \alpha}{g}} \end{aligned} \tag{4}$$

whence

$$\vartheta = \left( D \cos \alpha - \frac{d}{2} \right) \sqrt{\frac{g}{d+2D \sin \alpha}} \quad (5)$$

Assuming that  $d = D$  and the sieve angle is  $10^\circ$ , then  $\cos 10^\circ = 0,985$ ;  $\sin 10^\circ = 0,174$ .

Substituting these values into the formula for  $\vartheta$ , we obtain:

$$\vartheta = b(\cos \alpha - 0,5) \sqrt{\frac{g}{d(1 + 2 \sin \alpha)}} = 41,8\sqrt{d}$$

For the flat sieve, we had  $\vartheta = 50\sqrt{d}$ , so the feed rate on the inclined sieve should be lower than on the flat sieve. In other words, for a certain ratio  $d/D$ , the product on the flat sieve can fall through, and on the inclined sieve it can go down. In this case, the largest passage size is reduced [8-12].

### Conclusions.

From the above, it can be seen that the speed increases in proportion to the square root of the product size. When a product moves in a layer, it is reasoned that its parabolic motion can be disturbed by jolts from neighboring particles. In addition, the living force of the particle must overcome not only the resistance of its own weight, but also the weight of neighboring particles, which indicates the possibility of a slight increase in speed.

Based on the results obtained, it can be stated that the product fails if its center of gravity is on the same horizon (or higher) as the edge of the sieve opening, and the size of the passage is influenced by  $\vartheta, D, \alpha$ . Neither the thickness of the sieve nor the spacing of the holes affects the passage size.

### References:

1. Kaplun, V. G., Donchenko, T. V., Kurskoi, V. S., Yakovlev, V. G. Study of Fretting-Fatigue of 65G Steel after Ion Nitriding in Anhydrous Saturating Media. *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.* – 2020. – Vol. 42 (5) – P.705-715.
2. Kovalev, O. V., Nikolaev, I. M., Fedorov, V. M. Establishment of optimal operating modes of baking ovens. *Odesa National Academy of Food Technologies Scientific works* 3 (45).–2014.–P. 61-65.
3. Stadnyk I., Piddubnyi V., Chahaida A., Fedoriv V., Hushtan T, Kraievska S., Kahanets-Havrylko L., Okipnyi I. Energy Saving Thermal Systems on the Mobile Platform of the Mini-Bakery. *Strojnícky časopis-Journal of Mechanical Engineering.* –2023. – Vol. 73(1), P.169-186.
4. Stadnyk I., Sokolenko A., Piddubny V., Vasylykivsky K., Chahaida A., Fedoriv V. Justification of thermodynamic efficiency of the new air heat pump in the system of redistribution of energy resources at the enterprise. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.* – 2021. – Vol. 15. – P.680-693.
5. Stechyshyn M.S., Martynyuk A.V., Oleksandrenko V.P., Bilyk Yu.M. Cavitation-Erosion Wear Resistance of Fluoroplastics in Model Food Production Media. *J. Frict.* –2019. –Vol. 40, P.468-474.

6. Fedoriv V.M., Oleksandrenko V.P, Martynyuk A.V. Визначення конструктивних параметрів вібраційних просіювачів. *Modern Engineering and Innovative Technologies*. – Issue №31, Part 1, – Karlsruhe.–2024.–P.3-8.

7. Борук С.Д. Федоров В.М. Модернізація технологічних процесів харчових виробництв: навч.посібник. Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – 2022. – 103с.

8. Стадник І.Я., Піддубний В. А., Федорів В. М., Хареба О. В. Підгорний В. В. Сучасні технології та енергетичні потоки при формуванні борошняних напівфабрикатів. Монографія. Тернопіль: Ви-тво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.

9. Фалько Л.Г. Віброадгезійна сепарація сипких харчових продуктів: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Харків: ХДАТОХ, 1996. – 22 с.

10. Федорів В.М., Стадник І.Я., Бабко Є.М., Миколів І.М., Ковальов О.В. Ефективність процесу просіювання сипких матеріалів. *Хранение и переработка зерна*. – 2015. – №11-12. – С. 51-54.

11. Федорів В. М. Робочий зошит з устаткування закладів ресторанного господарства. Каталог «Відкритий урок: розробки, технології, досвід». – К.: Плеяда, 2018. – С.15.

12. Федорів В.М., Олександренко В.П., Мартинюк А.В. Експлуатація та обслуговування обладнання: навч.посіб. Хмельницький: ХНУ, 2024. 335 с.

Article sent: 19.04.2024

© Fedoriv V.M., Stechyshyn M.S., Martynyuk A.V.,  
Kurskoi V.S., Pereima A.R.