

**Спирін А. В.**

к.т.н., доцент

Твердохліб І. В.

к.т.н., доцент

Замрій М. А.

магістрант

**Вінницький національний
аграрний університет****Spirin A.**PhD of Engineering, Associate
Professor**Tverdokhlib I.**PhD of Engineering, Associate
Professor**Zamrii M.**

master's student

**Vinnitsia National Agrarian
University****УДК 631.362.3****DOI: 10.37128/2306-8744-2021-3-7****ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМУ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВО-
ГРАВІТАЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА
ТЕРКОВОГО ПРИСТРОЮ**

Особливістю збирання бобових трав є необхідність обробки їх вороху на теркових пристроях з подальшою сепарацією. Для покращення техніко-економічних показників обладнання з обробки насінневого вороху доцільно поєднувати операції витирання та сепарації шляхом суміщення теркового робочого органу та сепаруючого обертового решета циліндричної або конічної форми. Аналіз впливу геометрії ротаційних решітних барабанів дозволяє визначити раціональну форму і параметри роботи сепаруючого пристрою які забезпечать потрібну якість насінневого матеріалу.

Аналіз літературних джерел щодо процесів решітної сепарації зернових і насінневих сумішей показав переваги відцентрових сепараторів з обертовою решітною поверхнею. Підвищення ефективності поділу сумішей ротаційними решетами досягається при одночасному використанні відцентрової, коріолісової та гравітаційної сил.

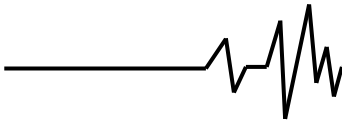
Метою дослідження є підвищення ефективності сепарації насінневого вороху бобових трав після обробки терковим пристроєм шляхом визначення траєкторії переміщення насінин вздовж ротаційних поверхонь. Раніше авторами був розроблений терково-сепаруючий блок в якому для видалення невтертого насіння використовується циліндричний перфорований барабан. Така конструкція недостатньо ефективно використовує поверхню решета. Для підвищення рівномірності навантаження се паруючої поверхні ротаційного барабана доцільно зменшувати її площу в напрямку переміщення насіння. Для цього застосовують конічну сепаруючу поверхню із зменшення радіуса конуса в напрямку руху матеріалу.

При розгляді переміщення частинки вона представлена як матеріальна точка з масою m , що рухається вздовж конічної поверхні, яка обертається навколо вертикальної вісі. В результаті теоретичних досліджень отримана залежність, яка визначає час перебування частинки на решеті в залежності від координати (довжини твірної конуса). Також представлена графічна інтерпретація даної залежності для певних значень конструктивних параметрів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що збільшення часу перебування матеріалу на решеті за рахунок застосування конічної поверхні збільшує вихід чистого насіння, а також сприяє рівномірному завантаженню поверхні решета, що покращує якість вихідного матеріалу.

Ключові слова: ворох, терковий пристрій, відцентрово-гравітаційний сепаратор, повітряний потік.

Постановка проблеми. Технології пристрої для обробки оболонки насінин післязбиральної обробки насіння бобових трав в потребують виділення насінневої фракції з яких використовуються молотильні або теркові отриманого вороху. Процес сепарації, тобто



видалення насіння з вороху, в більшості випадків реалізується на решетах. Прогресивним напрямком вдосконалення обладнання для обробки насінневого вороху є поєднання теркового робочого органу з сепаруючим обертовим решетом циліндричної або конічної форми. На основі аналізу впливу різної форми і геометрії ротаційних решітних барабанів можна визначити раціональну форму і параметри сепаруючого пристрою, а також режими які забезпечать задану якість насінневого матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні теоретичні відомості про процеси решітної сепарації зернових і насінневих сумішей викладено в фундаментальних працях Заїки П.М. [1,2], Гончарова Є.С. [3], Авдеева Н.Є. [4], Тищенко Л.М. [5]. Елементи теорії поділу зернових матеріалів в гравітаційних і зернових матеріалів розглянуто в роботах [1-4]. Аналіз конструкцій ротаційних сепараторів наведено в роботах [4,5]. В роботах [3,4,5,7] визначено основні переваги відцентрових сепараторів з обертальною решітною поверхнею. Показано [3,4] що плоскорешітні машини використовують для виділення зернівок через сепаруючу поверхню тільки силу тяжіння, а у відцентрових сепараторах виділення частинок через циліндричну поверхню відбувається за рахунок інерційних сил (відцентрової, Кориоліса) які значно перебільшують силу тяжіння [4]. Постійний контакт шару зерна з поверхнею збільшує ймовірність проходження насіння через отвори решета. Підвищення ефективності поділу

неоднорідного матеріалу ротаційними решетами досягається при одночасному використанні відцентрової, кориолісової та гравітаційної сил.

Відомі конструкції молотильно- (терково-) сепаруючих пристроїв використовують плоскі [8], конічні [9] та циліндричні [10] решета, кожен з видів яких має певні недоліки та переваги. Питання визначення ефективності форми ротаційного (обертального) решета залишається дискусійним.

Мета дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності сепарації насінневого вороху бобових трав після обробки терковим пристроєм шляхом визначення траєкторії переміщення насіння повздовж ротаційних поверхонь.

Основні результати досліджень. Розроблено терково-сепаруючий пристрій [10] який складається із теркового пристрою виконаного у вигляді конічних обертових дисків один з яких має бичі для витирання насінневого вороху, а інший (нижній) має перфорацію і виконує роль решета для виділення витертого насіння. Для видалення частини невитертого насіння нижче решето (перфорований диск) з'єднано з циліндричним перфорованим барабаном який має автономний привід для надання обертального руху. Схема установки показана на рис. 1. Недоліком такої конструкції є недостатньо ефективно використання поверхні решета. В процесі решітної сепарації частина насіння видаляється з решета залишаючи нижній фрагмент решета недовантаженим.

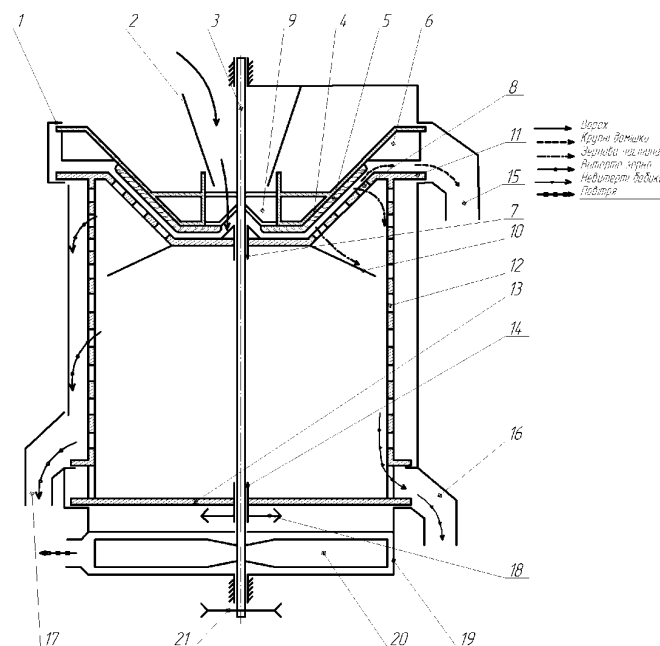


Рис.1 Технологічна схема терково-сепаруючого пристрою

1 – кожух; 2 – завантажувальна воронка; 3 – вал; 4 – конічний барабан; 5 – біла; 6 – лопатки; 7 – підшипник; 8 – дека; 9 – скребки; 10 – розсіюючий конус; 11 – кільце; 12 – ротаційне решето; 13 – диск; 14 – підшипникова опора; 15 – канал для відводу солом'яної частини вороху; 16 – канал для відводу не витертого із бобів зерна; 17 – канал для відводу очищеного насіння; 18 – автономний привід; 19 – вентилятор; 20 – лопаті; 21 – привод.



Для підвищення рівномірності навантаження на сепаруючу поверхню ротаційного барабана доцільно зменшувати її площу в напрямку переміщення насіння. Цей прийом можна реалізувати застосовуючи конічну сепаруючу поверхню із зменшенням радіуса конуса в напрямку руху матеріалу.

Розглянемо переміщення частинки насінневої суміші у вигляді матеріальної точки масою m вздовж конічної поверхні яка обертається навколо вертикальної осі з кутовою швидкістю Ω . Розрахунково-технологічна схема силової взаємодії частинки з ротаційною поверхнею показана на рис.2. При аналізі діючих сил не враховано силу опору повітряного середовища та силу Кориоліса, доля якої у формуванні траєкторії руху частинки не перевищує декілька сотих відсотка [6] і не впливає на відхилення траєкторії від напрямку вздовж утворюючої.

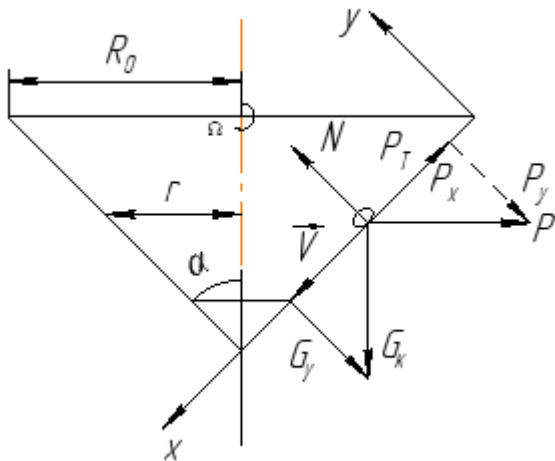


Рис. 2 Схема сил що діють на частинку при переміщенні вздовж утворюючої конуса який обертається

Рівняння відносного руху частинки в проекціях на осі координат YOZ з урахуванням прийнятих припущень можна записати в такому вигляді:

$$m\ddot{x} = G_x + F_T + P_x \quad (1)$$

$$m\ddot{y} = G_y + N + P_y \quad (2)$$

$$\frac{d^2 x}{d t^2} = g(\cos \alpha - f \sin \alpha) = (f \cos \alpha + \sin \alpha)\Omega^2 (R_0 - x \tan \alpha) \quad (10)$$

Введемо позначення:

$$A = g(\cos \alpha - f \sin \alpha) - R_0 \Omega^2 (f \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (11)$$

$$B = (f \cos \alpha + \sin \alpha)\Omega^2 \tan \alpha \quad (12)$$

В рівняннях позначено: проекції сили тяжіння проекції відцентрової сили інерції від обертання конуса

$$\begin{aligned} G_x &= mg \cos \alpha \\ G_y &= -mg \sin \alpha \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} P_x &= -mr(x)\Omega^2 \sin \alpha \\ P_y &= -mr(x)\Omega^2 \cos \alpha \end{aligned} \quad (4)$$

Величина поточного радіуса $r(x)$ на якому відбувається обертання частинки в даний момент часу залежить від координати переміщення. Цю залежність можна визначити із геометричних співвідношень:

$$r(x) = R_0 - x \tan \alpha \quad (5)$$

де α - кута розкриття конуса. Сила тертя визначається:

$$F_T = Nf \quad (6)$$

де N – нормальна реакція поверхні f – коефіцієнт тертя ковзання.

Нормальна реакція визначається з умови невідірвності частинки від поверхні ($y = 0$).

З урахуванням діючих сил диференціальні рівняння (1) і (2) записуються в такому вигляді:

$$m\ddot{x} = mg \cos \alpha + Nf - mr(x)\Omega^2 \sin \alpha \quad (7)$$

$$m\ddot{y} = -mg \sin \alpha + N - mr(x)\Omega^2 \cos \alpha \quad (8)$$

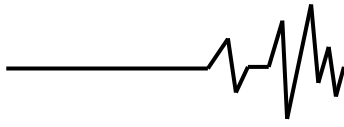
Нормальна реакція визначається з рівняння (8) залежністю

$$N = mg \sin \alpha + P \cos \alpha \quad (9)$$

Підставляючи значення нормальної реакції в рівняння (7) і скоротивши отримане рівняння на m отримаємо:

$$\text{Враховуючи, що } \frac{d^2 x}{d t^2} = \frac{dv}{dt} = V \frac{dv}{dx}$$

, де V - швидкість частинки, перепишемо рівняння (10) у вигляді:



$$V \frac{dv}{dx} = A + Bx \quad (13)$$

Після поділу змінних в рівнянні (13) будемо мати:

$$\int_{v_0}^v V dv = A \int_0^x dx + B \int_0^x x dx \quad (14)$$

Інтегруючи останнє рівняння в межах від V_0 до V і від $x=0$ до x , будемо мати:

$$\frac{V^2}{2} = Ax + Bx^2 + \frac{V_0^2}{2} \quad (15)$$

звідки

$$V(x) = \sqrt{V_0^2 + Ax + Bx^2} \quad (16)$$

Таким чином отримано рівняння зміни швидкості руху частинки вздовж конічної поверхні. Враховуючі, що швидкість переміщення – це $V = \frac{dx}{dt}$, запишемо рівняння:

$$\frac{dx}{dt} = \sqrt{V_0^2 + Ax + Bx^2} \quad (17)$$

Після поділу змінних в рівнянні (17) будемо мати:

$$\int_0^x \frac{dx}{\sqrt{V_0^2 + Ax + Bx^2}} = \int_0^t dt \quad (18)$$

Інтегрування рівняння (18) приводить до рівності [11]:

$$t = \frac{1}{\sqrt{B}} \ln(2\sqrt{Bx} + 2Bx + A) + V_0^2 \quad (19)$$

де $\bar{x} = Bx^2 + Ax + V_0^2$, яка визначає час перебування частинки на решеті в залежності від координати (довжини твірної конуса). Графічна інтерпретація рівняння (19) для значень; $A = -0.085$; $B = 10.14$; $V_0 = 0$ та 0.5 представлена на рис.3.

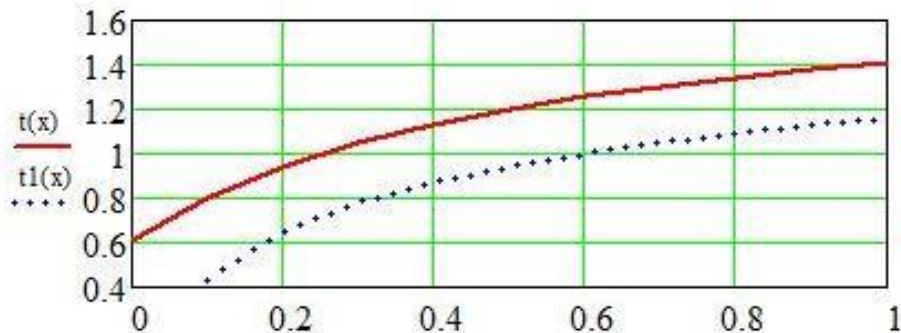


Рис.3 Залежність часу перебування частинки на решеті від довжини твірної конуса

Для циліндричного решета в рівнянні (10) кут розкриття конуса $\alpha = 0$. Тоді величини

$$B = 0; A_1 = g - R_0 \Omega^2 f \quad (20)$$

Рівняння (16) набуває вигляду

$$V(x) = \sqrt{V_0^2 + A_1 x} \quad (21)$$

а рівняння (18) можна записати у вигляді

$$\int_0^x \frac{dx}{\sqrt{V_0^2 + A_1 x}} = \int_0^t dt \quad (22)$$

Інтегруванням рівняння (22) визначається час перебування частинки на решеті:

$$t = \frac{2 \times \sqrt{V_0^2 + A_1 x}}{A_1} \quad (23)$$

В існуючих конструкціях зерносепаруючих центрифуг [4] переважно використовуються конічні решітні поверхні. В них реалізується рух зернового матеріалу в сторону більшого діаметра під дією складової відцентрової сили вздовж твірної конічної поверхні. Рух до меншого діаметра конуса розглядається тільки для вібровідцентрових сепараторів [3,6].



Визначимо умову стійкого переміщення частинки вниз, в сторону меншого діаметра конуса вздовж твірної. З рівняння (10) за умови $\frac{dx}{dt} = 0$ отримаємо нерівність

$$\frac{g - R_0 \Omega^2 f}{g f + r \Omega^2} > \tan \alpha \quad (24)$$

Для циліндричного решета умова руху частинки донизу записується у вигляді:

$$g > R \Omega^2 f \quad (25)$$

Величину $\frac{\Omega^2}{g} R = k_{цк}$ – називають коефіцієнтом відцентровості. Він характеризує кінематичний режим роботи решета.

Для конічного решета цей коефіцієнт визначається співвідношенням

$$k_{цк} = k_{ц} \frac{f + \tan \alpha}{1 - f \tan \alpha}, \quad \text{він}$$

називається коефіцієнтом кінематичного режиму обертання для конічного решета.

Відома [12] модель кінетики процесу решітної сепарації яка пов'язує масу виділеної прохідної фракції G з тривалістю процесу сепарації наступним рівнянням:

$$G(t) = G_{вих} [1 - \exp(-\mu t)] \quad (26)$$

де $G(t)$ – маса виділеної прохідної фракції (чисте насіння);

$G_{вих}$ – маса прохідної фракції у вихідному матеріалі;

μ – коефіцієнт сепарації; t – тривалість сепарації.

Таким чином подовження часу перебування матеріалу на решеті за рахунок застосування конічної поверхні збільшує вихід чистого насіння, а також сприяє рівномірному завантаженню поверхні решета що покращує якість вихідного матеріалу.

Коефіцієнт сепарації μ залежить від показника кінематичного режиму $k_{цк}$, тобто діаметра решета, його конусності (кут розкриття конуса) та режиму роботи (частота обертання). Він не може бути визначений теоретичним шляхом, а визначається в результаті експериментальних досліджень.

Висновки:

1. Виведено та проаналізовано рівняння переміщення частинок насінневого

матеріалу вздовж конічної поверхні ротаційного решета в напрямку зменшення діаметру конуса.

2. Встановлено що застосування запропонованої форми решета дозволяє збільшити час перебування матеріалу в зоні сепарації що позитивно впливає на якість процесу.

Список використаних джерел

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, розділ 7. Очистка і сортування насіння. - Харків. Око, 2006.- 407 с.

2. Заїка П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств.- М.: Колос, 1978, - 287 с.

3. Гончаров Е.С. Механико-технологическое обоснование и разработка универсальных виброцентробежных зерновых сепараторов. Автореф. ... дис. докт. техн. наук.- М. 1986.- 34 с.

4. Ямпиллов С.С., Цыбенков Ж.Б. Технологии и технические средства для очистки зерна с использованием сил гравитации. – Улан-Уде: Изд-во ВСГТУ. 2006. – 176 с.

5. Тищенко Л.М. Интенсификация сепарирования зерна.- Харьков. Основа . 2004.- 224 с.

6. Заїка П.М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных машинах. К.: - Изд-во УСХА. 1998.- 625 с.

7. Котов Б.І., Степаненко С.П., Пастушенко М.Г. Дослідження шляхів підвищення ефективності віброрешітних сепараторів зерна і насіння. //Вібрації в техніці і технологіях. 2004. №3, С.61-63.

8. Патент на корисну модель України №60386. Сепаратор зерна. Бюл. №12. 2011.

9. Патент України №55866. Сепаратор зерна. Бюл. №24. 2010.

10. Патент України №101449. Молотильно-сепаруючий пристрій. Бюл. №6. 2013.

11.Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов.- М.: Наука. 1986.- 544 с.

12. Головин А.Ю. Обоснование конструктивно-режимных параметров плоского подсевного решета, совершающего круговые движения. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Барнаул. 2018. – 21 с.

13. Жигитов А.О. Методика расчета технологий сепарирования зерновых материалов по комплексу признаков /С.С. Ямпиллов, Г.Ж. Дондокова, А.О. Жигитов, А.А. Абидуев// Вестник Восточно-Сибирского



государственного университета технологий и управления. – 2014.-1(46).- С.55-63.

14. Беляев В.И. Результаты исследования влияния основных параметров подсевного решета на эффективность работы центробежно-решетного свепаратора//В.И. Беляев, Н.И. Стрикунов, Б.Т. Тарасов, С.В. Леканов//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -№2(22). 2006.- С.49-54.

15. Галкин В.Д. Сепарация семян в вибропневмоожиженном слое: технология, техника, использование: монография //В.Д. Галкин, В.А. Хандриков, А.А. Хавыев//Пермь : ИПЦ «ПрокростЪ». 2017.-170 с.

16. Пивень М.В. Планирование эксперимента в исследовании процесса сепарирования зерновых смесей цилиндрическими виброцентробежными решетами. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенко. Техн. науки.* Вип.156 «Механізація с/г виробництва». 2015. – С.5-11.

Список джерел у транслітерації

1. Zayika P.M (2006). *Theory of agricultural machinery. [Seed cleaning and sorting].* (Т. 3). Kharkiv. Oko. [In Ukraine].

2. Zaika P.M., Maznev G.Ye.(1978) Separatsiya semyan po kompleksu fiziko-mekhanicheskikh svoystv.- М.: Kolos, 287 s.

3. Goncharov Ye.S.(1986). Mekhaniko-tekhnologicheskoye obosnovaniye i razrabotka universal'nykh vibrotsentrobezhnykh zernovykh separatorov.- М. 34 s. [In Russian].

4. Yampilov S.S., Tsybenov ZH.B. (2006), Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva dlya ochistki zerna s ispol'zovaniyem sil gravitatsii. – Ulan-Ude: 176 s. [In Russian].

5. Tishchenko L.M. (2004). Intensifikatsiya separirovaniya zerna .- Khar'kov. Osnova .,224 s. [In Russian].

6. Zaika P.M. (1998). Vibratsionnoye peremeshcheniye tverdykh i syuchikh tel v sel'skokhozyaystvennykh mashinakh. K.,625 s. [In Russian].

7. Kotov B.Í., Stepanenko S.P., Pastushenko M.G. (2004). Doslídzheniya shlyakhív pidvishchennya yefektivností vibroreshítnikh separatorív zerna í nasínnya. *[Vibratsií v tekhnísi í tekhnologiyakh.]*,№3,S.61-63. [In Russian].

8. Patent na korisnu model' Ukraїni №60386. Separator zerna. Byul. №12. 2011. [In Russian].

9. Patent Ukraїni №55866. Separator zerna. Byul. №24. 2010. [In Russian].

10. Patent Ukraїni №101449. Molotil'no-separuyuchiy pristryy. Byul. №6. 2013. [In Russian].

11. Bronshteyn I.N., Semendyyayev K.A. (1986). Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya VTUZov.- М.: Nauka., 544 s. [In Russian].

12. Golovin A.YU. (2018). Obosnovaniye konstruktivno-rezhimnykh parametrov ploskogo podsevnogo resheta, sovershayushchego krugovyye dvizheniya. Barnaul.– 21 s. [In Russian].

13. Zhigitov A.O., Yampilov S.S., G.ZH., Dondokova G.ZH., Zhigzhitov A.O., Abiduyev A.A. (2014). Metodika rascheta tekhnologiy separirovaniya zernovykh materialov po kompleksu priznakov. *[Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologiy i upravleniya]*,1(46).- S.55-63. [In Russian].

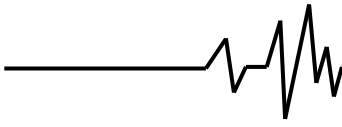
14. Belyayev V.I., Strikunov N.I., Tarasov B.T., Lekanov S.V. (2006). Rezul'taty issledovaniya vliyaniya osnovnykh parametrov podsevnogo resheta na effektivnost' raboty tsentrobezhno-reshetnogo sveparatora. *[Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. №2(22)., S.49-54. [In Russian].

15. Galkin V.D., Khandrikov V.A., Khavyev A.A., (2017). Separatsiya semyan v vibropnevmozhizhenom sloye: tekhnologiya, tekhnika, ispol'zovaniye: monografiya. Perm' : IPTS «Prokrost»». 170 s. [In Russian].

16. Piven' M.V. (2015). Planirovaniye eksperimenta v issledovanii protsessa separirovaniya zernovykh smesey tsilindricheskimi vibrotsentrobezhnyimi reshetami. *[Vіsник Kharkіvs'kogo natsional'nogo tekhnіchnogo unіversitetu sіl's'kogo gospodarstva ім. Petra Vasіlenko.]* Tekhn. nauki. Vip.156 «Mekhanizatsiya s/g virobntstva»,S.5-11. [In Russian].

DETERMINATION OF THE MODE OF FUNCTIONING OF THE CENTRIFUGAL-GRAVITATIONAL SEPARATOR OF THE GRINDING DEVICE

The peculiarity of harvesting legumes is the need to process their heap on grater devices with subsequent separation. To improve the technical and economic performance of seed heap processing equipment, it is advisable to combine wiping and separation operations by combining a grater working body and a separating rotating sieve of cylindrical or conical shape. The analysis of influence of geometry of rotary sieve drums allows to define the rational form and parameters of work of the separating device which will provide the necessary quality of seed material.



Analysis of the literature on the processes of sieve separation of grain and seed mixtures showed the advantages of centrifugal separators with a rotating sieve surface. Improving the efficiency of separation of mixtures by rotary sieves is achieved by the simultaneous use of centrifugal, Coriolis and gravitational forces.

The aim of the study is to increase the efficiency of separation of seed heaps of legumes after treatment with a grater device by determining the trajectory of the seeds along the rotational surfaces. Earlier, the authors developed a grater-separating unit in which a cylindrical perforated drum is used to remove unworn seeds. This design does not use the surface of the sieve effectively enough. To increase the uniformity of the load on the steaming surface of the rotary drum, it is advisable to reduce its area in the direction of seed movement. To do this, use a conical separating surface to reduce the radius of the cone in the direction of movement of the material.

When considering the movement of a particle, it is represented as a material point with mass m moving along a conical surface that rotates around a vertical axis. As a result of theoretical researches the dependence which defines time of stay of a particle on a sieve depending on a coordinate (length of a generating cone) is received. A graphical interpretation of this dependence for certain values of design parameters is also presented.

As a result of research, it was found that increasing the residence time of the material on the sieve due to the use of a conical surface increases the yield of pure seeds, and also contributes to the uniform loading of the sieve surface, which improves the quality of the source material.

Key words: heap, grater device, centrifugal-gravitational separator, air flow.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНО-ГРАВИТАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА ТЕРКОВОГО УСТРОЙСТВА

Особенностью уборки зернобобовых культур является необходимость обработки их вороха на терочных устройствах с последующим сепарированием. Для повышения технико-экономических показателей оборудования для обработки семенного ворса целесообразно совмещать операции по протиранию и сепарации путем совмещения рабочего органа терки и разделяющего вращающегося сита цилиндрической или конической формы. Анализ влияния геометрии вращающихся решетчатых барабанов позволяет определить

рациональную форму и параметры работы сепарирующего устройства, которые обеспечат необходимое качество посевного материала.

Анализ литературы по процессам ситового разделения зерновых и посевных смесей показал преимущества центробежных сепараторов с вращающейся ситовой поверхностью. Повышение эффективности разделения смесей вращающимися ситами достигается за счет одновременного использования центробежных, кориолисовых и гравитационных сил.

Цель исследования - повышение эффективности отделения семенных куч бобовых после обработки терочным устройством за счет определения траектории движения семян по вращательным поверхностям. Ранее авторами был разработан термоотделительный агрегат, в котором для удаления неизношенных семян используется цилиндрический перфорированный барабан. Такая конструкция недостаточно эффективно использует поверхность сита. Для повышения равномерности нагрузки на пропаривающуюся поверхность вращающегося барабана целесообразно уменьшить его площадь в направлении движения семян. Для этого используйте коническую разделяющую поверхность, чтобы уменьшить радиус конуса в направлении движения материала.

При рассмотрении движения частицы она представляется как материальная точка с массой m , движущаяся по конической поверхности, вращающейся вокруг вертикальной оси. В результате теоретических исследований получена зависимость, которая определяет время пребывания частицы на сите в зависимости от координаты (длины образующего конуса). Также представлена графическая интерпретация этой зависимости для определенных значений проектных параметров.

В результате исследований было обнаружено, что увеличение времени пребывания материала на сите за счет использования конической поверхности увеличивает выход чистых семян, а также способствует равномерной загрузке поверхности сита, что улучшает качество исходного материала.

Ключевые слова: отвал, терочное устройство, центробежно-гравитационный сепаратор, воздушный поток.

**Відомості про авторів**

Спирін Анатолій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна,).

Спирин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин и охраны труда Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина).

Spirin Anatolii – candidate of technical sciences, associate professor of the department of general technical disciplines and occupational safety, Vinnytsia National Agrarian University: Vinnytsia, st. Sonyachna 3, VNAU, 21008

Твердохліб Ігор Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Вінницького національного аграрного університету: м. Вінниця, вул. Сонячна 3, ВНАУ, 21008, e-mail: igor_tverdokhlib@yahoo.com.

Твердохлеб Игорь Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин и охраны труда Винницкого национального аграрного университета: г. Винница, ул. Солнечная 3, ВНАУ, 21008, e-mail: igor_tverdokhlib@yahoo.com.

Tverdokhlib Igor – candidate of technical sciences, associate professor of the department of general technical disciplines and occupational safety, Vinnytsia National Agrarian University: Vinnytsia, st. Sonyachna 3, VNAU, 21008, e-mail: igor_tverdokhlib@yahoo.com.

Замрій Михайло Анатолійович – магістрант 2 року навчання спеціальності 208 Агроінженерія, Інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: zamrij99@gmail.com).

Замрий Михаил Анатольевич - магистрант 2 года обучения специальности 208 Агроинженерия, Инженерно-технологического факультета Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: zamrij99@gmail.com).

Zamrii Mykhailo – 2nd year master's student majoring in 208 Agroengineering, Faculty of Engineering and Technology, Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna Street, Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: zamrij99@gmail.com).