

density of tubers in nutrient-disinfection solution and drying them on long-term preservation or before sowing preparation.

Key words: *sorting of seed material, density of potato, drying.*

УДК 631.362.3

ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ СЕКТОРА РОЗКИДНОГО ДИСКА ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО СЕПАРАТОРА

С.П. Степаненко, канд.техн.наук,

В.О. Швидя, наук. співр.

ННЦ «ІМЕСГ»

На основі складених диференційних рівнянь руху зерна вздовж і впоперек сектора розкидного диска, встановлених під різними кутами до площини основи і радіуса диска, теоретично обґрунтовано форму сектора.

Ключові слова: *розкидний диск, пневмовідцентровий сепаратор, форма сектора.*

Проблема. Розкидні диски широко застосовуються для вводу зернової суміші в аспіраційний канал пневмовідцентрової частини комбінованого сепаратора типу БЦСМ («Сузір'я»), що виготовляються заводом ВАТ «Вібросепаратор» м. Житомир. Сепаратори цього типу мають високі показники продуктивності та компактності конструкції, недоліком яких є невисока технологічна ефективність — близько 70%.

Причиною невисокої технологічної ефективності є незадовільна робота пневмовідцентрової частини сепаратора типу БЦСМ через недостатньо обґрунтований процес введення зернової суміші в аспіраційний канал, що призводить до зниження якості очищення від легких та інших сміттєвих домішок і забивання отворів решіт. Тому обґрунтування конструкційних параметрів, форми сектора розкидного диска пневмовідцентрового сепаратора з метою підвищення якості виділення легкої фракції є актуальною і першочерговою задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Обґрунтування конструкційних параметрів ґрунтується на визначенні поля початкових швидкостей вводу зернової суміші в повітряний потік, що є необхід-

ною умовою для аналізу руху компонентів і можливості їх розділення. Значення і напрямок початкової швидкості вводу можна визначити, розв'язавши диференційні рівняння руху частки зернової суміші по поверхні розкидного диска пневмовідцентрового сепаратора.

Загальний вигляд диференційного рівняння руху вздовж сектора, з врахуванням сил тертя і конструкційних параметрів диска, розглянуті академіком П.М. Василенком [1]. Дослідники [2, 3, 4] розглядають рух частки по сектору, який встановлено під різними кутами до площини диска. В даних дослідженнях не враховувалась дійсна сила опору повітряного середовища, що ризувало до похибки в розрахунках. Врахування дійсної сили опору повітряного середовища і розв'язання диференційних рівнянь руху часток зернової суміші у випадку нахиленої лопатки частково здійснено в дослідженнях [4, 5, 6].

Вищенаведені дослідження не дають системної інформації про раціональну форму сектора розкидного диска сепаратора. Однак форма сектора розкидного диска може суттєво впливати на якість розділення зернової суміші, тому актуальною задачею є подальше теоретичне дослідження технологічної роботи розкидного диска з обґрунтуванням форми сектора.

Мета досліджень. Обґрунтування форми сектора розкидного диска пневмовідцентрового сепаратора з метою підвищення технологічної ефективності процесу сепарації.

Результати досліджень. Згідно попередніх досліджень [6] диференційні рівняння руху вздовж і впоперек сектора, у випадку, коли сектор нахилений під довільним кутом α до площини диска, приймає вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} \xi(t) + 2 \cdot f \cdot \omega \cdot \frac{d}{dt} \xi(t) - \omega^2 \cdot \xi(t) + \frac{g}{V_{\text{сiм}}^2} \cdot \left(\frac{d}{dt} \xi(t) \right)^2 = \\ = r_0 \cdot \omega^2 \cdot \frac{\cos(\psi_0 - \chi)}{\cos \chi} - f \cdot g \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} \zeta(t) = \frac{r_0 \omega^2 \sin \psi_0}{\cos \alpha} + \frac{2 \cdot \omega}{\cos \alpha} \cdot \frac{d}{dt} \xi(t) - 2 \cdot f \cdot \omega \cdot \frac{d}{dt} \zeta(t) - \\ - \frac{g}{V_{\text{сiм}}^2} \cdot \left(\frac{d}{dt} \zeta(t) \right)^2 - g \cdot \sin \alpha - f \cdot g \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

де χ — кут тертя, град; r_0 — відстань початку лопатки від центра диска, м; ψ — кут між радіальним напрямком і поверхнею лопатки, град;

ψ_0 — початкове значення кута ψ , град; f — коефіцієнт тертя частки по поверхні розкидного робочого органу; $\zeta(t)$, $\zeta(t)$ — залежності переміщення частинки від часу вздовж і впоперек поверхні лопатки, відповідно, м.

Система диференціальних рівнянь (1) описує рух частки по поверхні розкидного робочого органу, розглянемо її, як систему двох напрямів руху: вздовж і впоперек стінки сектора (рис.1).

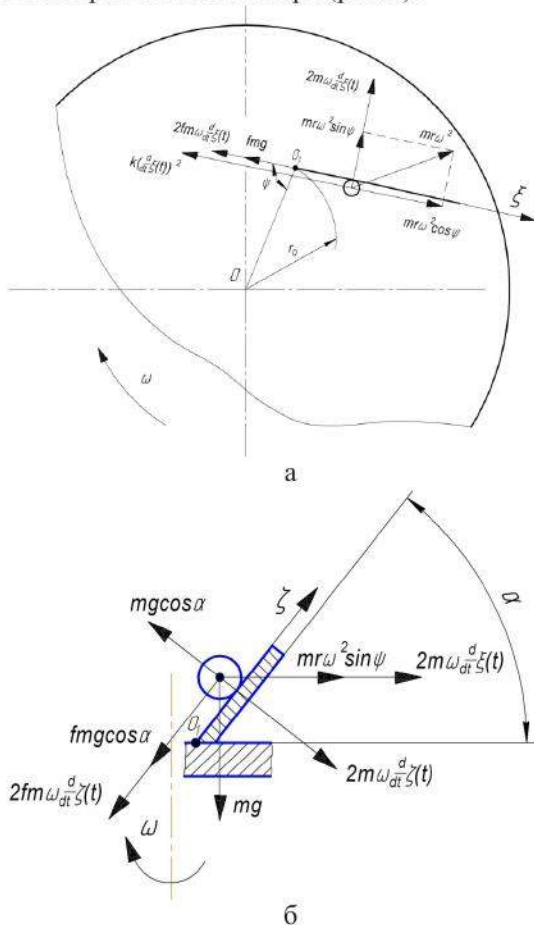


Рис. 1. Схема дії сил на частку: а – рух вздовж стінки лопатки; б – рух впоперек стінки лопатки

Вираз (1) є системою неоднорідних нелінійних диференціальних рівнянь з правою частиною, рішення яких знайдемо чисельними методами за допомогою прикладного програмного забезпечення. На рис. 2 представлено рішення системи диференціальних рівнянь (1) у вигляді графічних залежностей швидкостей руху частинки $V_{\xi}(t)$ вздовж сектора та $V_{\zeta}(t)$ впоперек сектора від часу руху по поверхні розкидного диска, які були отримані за допомогою пакета програм *Mathcad* і блока *Odesolve*.

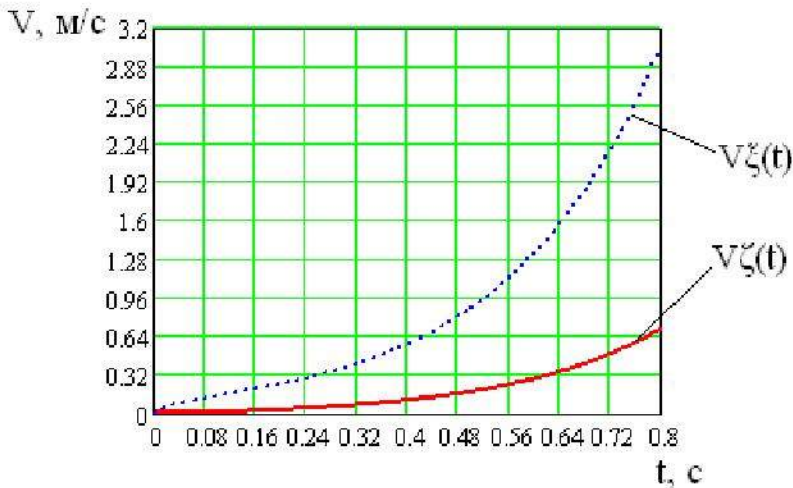


Рис. 2. Графічні залежності швидкості руху зернини вздовж $V_{\xi}(t)$ та впоперек $V_{\zeta}(t)$ поверхні сектора від часу руху по поверхні розкидного диска t

Розв'язок приведений для наступних значень режимних параметрів: $\omega = 20 \text{ с}^{-1}$; $f = 0,1$; $r_0 = 0,13 \text{ м}$; $\psi_0 = \pi/6$; $V_{\text{виг}} = 11 \text{ м/с}$. При цьому зона визначення, в якій рівняння має розв'язок, становить для часу руху по поверхні розкидного диска t (0; 0,9) — що відповідає параметрам серійного розкидного диска і кута нахилу сектора до поверхні диска α (0° ; 90°). Дана система диференціальних рівнянь враховує лише плоску форму сектора.

Розглянемо випадок, коли форма сектора приймає криволінійну форму, тобто $\alpha \neq \text{const}$. Припустимо, що α залежить від $\zeta(t)$ (аналогічно можна представити, що ψ залежить від $\xi(t)$ [1]), для даного випадку система (1) прийме вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} \xi(t) + 2 \cdot f \cdot \omega \cdot \frac{d}{dt} \xi(t) - \omega^2 \cdot \xi(t) + \frac{g}{V_{aim}^2} \cdot \left(\frac{d}{dt} \xi(t) \right)^2 = \\ = r_0 \cdot \omega^2 \cdot \frac{\cos(\psi_0 - \varphi)}{\cos \varphi} - f \cdot g \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} \zeta(t) = \frac{r_0 \omega^2 \sin \psi_0}{\cos(\alpha \cdot \zeta(t))} + \frac{2 \cdot \omega}{\cos(\alpha \cdot \zeta(t))} \cdot \frac{d}{dt} \zeta(t) - 2 \cdot f \cdot \omega \cdot \frac{d}{dt} \zeta(t) - \\ - \frac{g}{V_{aim}^2} \cdot \left(\frac{d}{dt} \zeta(t) \right)^2 - g \cdot \sin(\alpha \cdot \zeta(t)) - f \cdot g \cdot \cos(\alpha \cdot \zeta(t)) \end{aligned}$$

Розв'язавши її чисельними методами і визначивши значення відносної швидкості руху частинки $Va(t)$ за відомим виразом:

$$Va(t) = \sqrt{V \xi(t)^2 + V \zeta(t)^2}, \quad (3)$$

отримаємо розв'язки систем диференціальних рівнянь (1) та (2), які наведені у вигляді графічних залежностей відносної швидкості руху $Va(t)$ від часу руху по поверхні розкидного диска (рис.3)

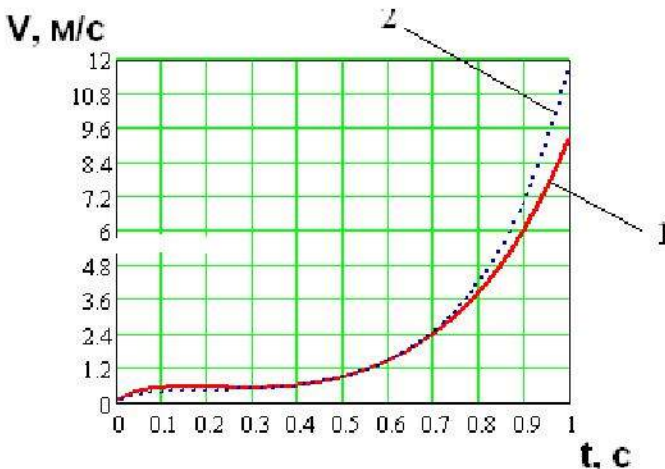


Рис. 3. Графічні залежності відносної швидкості руху зернини $Va(t)$ від часу руху по поверхні розкидного диска t та різних формах стінки сектора. 1 – $\alpha = \text{const}$ (плоска стінка); 2 – $\alpha = \alpha\zeta(t)$ (криволінійна стінка)

На рис.3 показано, що при часі руху зернини по поверхні розкидного диска до 0,7 с значення відносної швидкості руху частки по по-

верхні сектора з криволінійною і плоскою формою збігаються, але при значенні $t > 0,7$ с відносна швидкість руху частки $Va(t)$ по поверхні сектора з криволінійною формою збільшується за експонентою інтенсивніше, ніж при плоскій формі сектора. Для серійного диска з зовнішнім діаметром 540 мм час руху частки зернини по його поверхні становить близько 0,9 с (при кутовій швидкості $\omega = 20 \text{ c}^{-1}$,). За таких умов відносна швидкість руху частки зернини $Va(t)$ для криволінійної форми сектора становить — 7,2 м/с, для плоскої — 6 м/с. Отже рух по криволінійній поверхні сектора відбувається зі збільшеною відносною швидкістю, ніж рух по плоскій поверхні сектора, але збільшена відносна швидкість $Va(t)$ і швидкість сходу з розкидного диска, зменшує час руху частки в повітряному потоці, тим самим погіршує технологічний процес сепарації. Окрім того, криволінійну форму складніше виготовити, ніж плоску. Тому застосування криволінійної форми сектора розкидного диска у пневмовідцентрових сепараторах недоцільно, зважаючи на умови сепарації зернових сумішей у висхідному повітряному потоці.

Висновки. Визначені диференційні рівняння руху зернини вздовж і впоперек сектора розкидного диска пневмовідцентрового сепаратора, на їх основі встановлено, що рух зернини по сектору з криволінійною формою відбувається з більшою відносною швидкістю, ніж на плоскій формі сектора. Тому застосування криволінійної форми сектора розкидного диска сепаратора недоцільно, в зв'язку з гіршими умовами введення зернової суміші і як наслідок – погіршення якості процесу сепарації в повітряному потоці та збільшення травмування часток зерна.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Василенко П.М.* Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. К.: изд – во УАСХН, 1960. –220 с.
2. *Кулаков Г.Ф.* Сортирование семян на виброцентрифуге // Мукомольная и элеваторная промышленность. –1962. –№4 С.23 - 25.
3. *Заїка П.М.* Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (43). Машини для приготування і внесення добрив / П.М. Заїка. – Харків: Око, 2002.-352 с.
4. *Адамчук В.В.* Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений: монография – К.: Аграрна наука, 2010. – 178 с.

5. *Котов Б.І., Швидя В.О.* Теоретичне дослідження впливу опору повітряного потоку, створюваного розкидачем відцентрового зерносепаратора, на швидкість переміщення частки // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. –2007. –Вип. 37 – С.232–236.
 6. *Котов Б.І., Швидя В.О.* Теоретичне дослідження руху зернівки по похилій лопатці розкидного диска сепаратора // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник ХНТУСГ. –Харків, 2007. –Вип. 58 – С.82-88.
-

К ОБОСНОВАНИЮ ФОРМЫ СЕКТОРА РАЗБРАСЫВАЮЩЕГО ДИСКА ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА

На основе составленных дифференциальных уравнений движения зерна вдоль и поперёк сектора разбрасывающего диска, установленных под разными углами к плоскости основания и радиуса диска, теоретически обосновано форму сектора.

Ключевые слова: *разбрасывающий диск, пневмоцентробежный сепаратор, сектор.*

TO THE JUSTIFICATION FORMS DISK SECTOR SPREADING PNEUMATIC CENTRIFUGAL SEPARATOR

On the basis of worked out differential equations of motion at corn trough the length and breadth sectors of throwing disk about, set under different corners to the plane of foundation and disk radius the form of sector is grounded in theory.

Key words: *throwing disk, pneumatic centrifugal separator, sector.*

УДК 633.521:631.17

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ РУЛОНІВ ЛЬОНУ ТРАКТОРОМ ПО ПОХИЛІЙ ПЛОЩИНІ

В.О. Шейченко, канд. техн. наук
ННЦ „ІМЕСГ”

Проведено теоретичний аналіз та визначено умови транспортування по похилій площині рулонів льону трактором із навішеними пристроями. Встановлено значення сил тиску коліс агрегату на ґрунт.

© В.О. Шейченко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 95. 2011.