

УДК 631.362.3

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВО-ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА

Васильковський О.М., к.т.н.,

Гончаров В.В., к.ф.-м.н.,

Петренко Д.І.,

Лещенко С.М.

Кіровоградський національний технічний університет

Тел. (066) 346-07-25

Анотація – розроблено математичну модель руху зернових часток по поверхні швидкохідного циліндричного решета з прутковим профілем поверхні під дією аеродинамічної сили.

Ключові слова – зерно, відцентрово-пневматичний сепаратор, математична модель, аеродинамічна сила, прутковий профіль поверхні.

Постановка проблеми. В наш час все більшого поширення набувають пневматичні зерноочисні машини, в яких використовуються інерційні сили [1, 2, 3]. Це пояснюється необхідністю інтенсифікації процесу повітряної сепарації. При цьому збільшення продуктивності аеродинамічної сепарації без застосування штучно створених інерційних сил призводить до значного збільшення габаритів сепаратора, і, при досягненні критичної межі, подальше збільшення продуктивності не спостерігається.

Кандидатом технічних наук І.П. Безручкіним, інженерами Е.Г. Баженовим та В.В. Поповим була розроблена конструкція відцентрово-пневматичного сепаратора [2] в якому зроблена спроба інтенсифікації процесу пневмосепарації шляхом збільшення питомого навантаження на повітряний канал без втрати якості очищення. Недоліками такого сепаратора є зростання опору сітчастого барабану при збільшенні частоти обертання, що призводить до незадовільної роботи сепаратора. Було запропоновано замінити сітчастий барабан на циліндричний барабан із прутковою поверхнею, що дозволить зменшити його аеродинамічний опір, а також буде сприяти орієнтації зерна вздовж отворів [1, 5].

Для дослідження можливості розділення зернового матеріалу запропонованим відцентрово-пневматичним сепаратором і визначення параметрів та режимів його роботи необхідно провести математичне моделювання руху зернових часток по поверхні швидкохідного циліндричного решета з прутковим профілем поверхні під дією аеродинамічної сили.

Аналіз останніх досліджень. Теоретичному дослідженню закономірності руху матеріалу по зовнішній поверхні циліндричного решета присвячені багато робіт дослідників [2, 3, 4]. При цьому розглядався рух по поверхні циліндричного решета без врахування профілю решітної поверхні та дії аеродинамічної сили.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є обґрунтування технологічних режимів та конструктивних параметрів швидкохідного циліндричного решета з прутковою поверхнею відцентрово-пневматичного сепаратора.

Основна частина. Для визначення параметрів швидкохідного циліндричного решета з прутковою поверхнею знайдемо закон руху частки по зовнішній поверхні такого решета. Приймаємо наступні припущення:

- матеріал рухається по барабану в один пласт;
- коефіцієнт тертя часток f по робочій поверхні циліндра не залежить від швидкості їх руху і залишається постійним в будь-якій точці;
- рівнодійна сил, з якими діють на дану частку усі сусідні частки, рівна нулю;
- повітряний потік постійний по величині і за характером, а опір повітряного середовища пропорційний квадрату швидкості.

Таким чином при русі зернової частки по поверхні циліндричного решета на неї діють наступні сили (рис. 1):

$G = mg$ – сила ваги, направлена вертикально вниз;

$F_{\text{ц}} = \frac{mV^2}{R}$ – відцентрова сила, направлена перпендикулярно до

швидкості руху частки в сторону випуклості траєкторії руху, тобто вздовж радіуса решета на зовні;

N – реакції решета (дві сили), направлені перпендикулярно до поверхні дотику зернини з прутком решета на зовні (рис. 2);

$F_{\text{т}} = fN$ – сили тертя (дві сили), направлені по дотичній до траєкторії руху зернини в сторону:

руху зернини, якщо $V - \omega_{\text{D}}R < 0$;

протилежну рухові зернини при $V - \omega_{\text{D}}R \geq 0$,

$P_{\text{п}} = mk_{\text{п}}U^2$ – аеродинамічна сила, направлена в сторону руху повітряного потоку;

$P_o = mk_{\Pi} V^2$ – сила опору повітря, направлена в сторону протилежну рухові зернини;
 де m – маса зернини;
 V – швидкість руху зернини;
 g – прискорення сили ваги;
 φ – кут між вертикаллю і радіусом решета, який виходить на частку;
 f – коефіцієнт тертя ковзання;
 R – радіус решета;
 ω_D – кутова швидкість обертання решета.

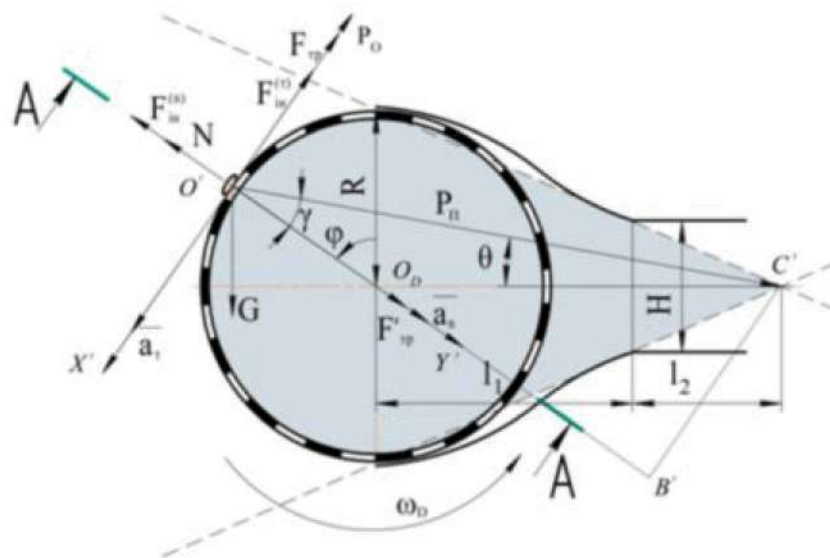


Рис. 1. Схема сил, які діють на частку при її русі по зовнішній поверхні циліндричного барабану.

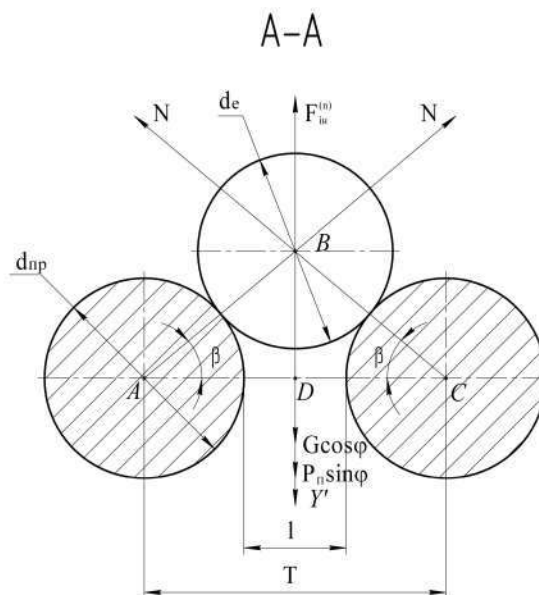


Рис. 2. Схема сил, які діють на частку у поперечному перерізі.

Диференціальне рівняння руху частки по поверхні решета матиме вигляд:

$$m \frac{d\bar{V}}{dt} = \bar{G} + \bar{F}_\delta + \bar{F}_\delta + \bar{N} + \bar{P}_i + \bar{P}_o. \quad (1)$$

або в проекціях на осі рухомої системи координат $O'X'Y'$ (до відриву зернини від решета) враховуючи рис. 2:

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = mg \sin \varphi - 2fN \text{sign}(V - \omega_D R) - mk_\pi U^2 \sin \gamma \text{sign}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) - mk_\pi V^2, \\ 0 = mg \cos \varphi - m \frac{V^2}{R} - 2N \sin \beta + mk_\pi U^2 \cos \gamma. \end{cases} \quad (2)$$

Виключивши з системи (2) реакцію N , отримуємо:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} = g \sin \varphi - \frac{f}{\sin \beta} \left(g \cos \varphi - \frac{V^2}{R} + k_\pi U^2 \cos \gamma \right) \text{sign}(V - \omega_D R) - \\ - k_\pi U^2 \sin \gamma \text{sign}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) - k_\pi V^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Диференціальне рівняння (3) потрібно розв'язати при граничній умові

$$V = V_0 \quad \text{при} \quad t = 0. \quad (4)$$

Оскільки

$$V = R \frac{d\varphi}{dt} = R\dot{\varphi}, \quad \frac{dV}{dt} = R\ddot{\varphi}, \quad (5)$$

то з (3) отримуємо

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} \frac{R}{g} + (k_\pi R - f_1) \frac{R}{g} \dot{\varphi}^2 = \sin \varphi - f_1 \cos \varphi - \\ - \frac{k_\pi U^2}{g} \left(\sin \gamma \text{sign}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) + f_1 \cos \gamma \right), \end{aligned} \quad (6)$$

де $f_1 = \frac{f}{\sin \beta} \text{sign}(\dot{\varphi} - \omega_D)$.

Визначимо $\sin \beta$. З рис. 2 маємо

$$\sin \beta = \frac{BD}{AD},$$

де
$$AD = \frac{d_{\text{пр}} + d_e}{2}, \quad BD = \sqrt{AD^2 - \left(\frac{d_{\text{пр}} + l}{2}\right)^2},$$

$d_{\text{пр}}$ – діаметр прутка,

d_e – еквівалентний діаметр зернини,

l – зазор між прутками.

Таким чином,

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{d_{\text{пр}} + l}{d_{\text{пр}} + d_e}\right)^2}. \quad (7)$$

Виразимо тригонометричні функції $\cos \gamma$, $\sin \gamma$ через кут φ та параметри пруткового решета.

З $\Delta O'B'C'$ ($\angle B' = 90^\circ$) маємо (рис 1)

$$\sin \gamma = \frac{B'C'}{C'O'}, \quad \cos \gamma = \frac{O'B'}{C'O'}. \quad (8)$$

Гіпотенузу $C'O'$ знаходимо за теоремою косинусів з $\Delta O'O_dC'$

$$(C'O')^2 = R^2 + L^2 - 2RL \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right),$$

де $L = l_1 + l_2$,

l_1 – відстань між віссю обертання циліндричного барабана та вхідним колектором повітряного каналу,

l_2 – довжина сліду повітряного потоку при розширенні каналу;
або

$$C'O' = \sqrt{R^2 + L^2 + 2RL \sin \varphi}. \quad (9)$$

З $\Delta B'O_dC'$ при $\varphi \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$ маємо

$$B'C' = L \cos \varphi, \quad B'O_d = L \sin \varphi, \quad (10)$$

тоді

$$O'B' = R + L \sin \varphi \quad (11)$$

і

$$\sin \gamma = \frac{L \cos \varphi}{\sqrt{R^2 + L^2 + 2RL \sin \varphi}}, \quad \cos \gamma = \frac{R + L \sin \varphi}{\sqrt{R^2 + L^2 + 2RL \sin \varphi}}$$

або

$$\sin \gamma = \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}, \quad \cos \gamma = \frac{k_d + \sin \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}, \quad (12)$$

де $k_d = \frac{R}{L}$ – безрозмірний параметр решета.

При $\varphi \in \left(\frac{\pi}{2}, \pi\right]$ маємо $\cos \varphi < 0$, тому на усій області зміни кута φ , тобто для $\varphi \in [0, \pi]$, функцію $\sin \gamma$ в (12) запишемо у вигляді

$$\sin \gamma = \frac{|\cos \varphi|}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}, \quad (13)$$

Підставивши (12), (13) в (6) отримаємо

$$\ddot{\varphi} \frac{R}{g} + (k_{\pi} R - f_1) \frac{R}{g} \dot{\varphi}^2 = \sin \varphi - f_1 \cos \varphi - \frac{k_1 U^2}{g} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}. \quad (14)$$

Рівняння (14) є диференціальним рівнянням другого порядку відносно функції $\varphi = \varphi(t)$. Його потрібно розв'язати при граничних умовах

$$\varphi = \varphi_0, \quad \dot{\varphi} = \dot{\varphi}_0 \quad \text{при} \quad t = 0. \quad (15)$$

В диференціальному рівнянні (14) можна понизити порядок. Для цього перейдемо в ньому від змінної φ до показника кінематичного режиму κ :

$$\kappa = \frac{\dot{\varphi}^2 R}{g}, \quad (16)$$

тоді

$$\frac{d\kappa}{d\varphi} = \dot{\kappa} = 2\dot{\varphi} \frac{d\dot{\varphi}}{d\varphi} \frac{R}{g} = 2 \frac{d\varphi}{dt} \frac{d\dot{\varphi}}{d\varphi} \frac{R}{g} = 2 \frac{d\dot{\varphi}}{dt} \frac{R}{g} = 2\ddot{\varphi} \frac{R}{g} \quad (17)$$

Враховуючи (16), (17) рівняння (14) прийме вигляд

$$\dot{\kappa} + a\kappa = 2(\sin \varphi - f_1 \cos \varphi) - 2 \frac{k_1 U^2}{g} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}, \quad (18)$$

$$\text{де } a = 2(k_{\pi} R - f_1). \quad (19)$$

Рівняння (18) є лінійним диференціальним рівнянням першого порядку відносно функції κ . Його потрібно розв'язати при граничній умові

$$\kappa = \frac{\dot{\varphi}_0^2 R}{g} \quad \text{при} \quad \varphi = \varphi_0. \quad (20)$$

Розв'язок рівняння (18) шукається у вигляді

$$\kappa = uv, \quad (21)$$

де $u = u(\varphi)$, $v = v(\varphi)$ – невідомі функції змінної φ , тоді

$$\frac{d\kappa}{d\varphi} = v \frac{du}{d\varphi} + u \frac{dv}{d\varphi}. \quad (22)$$

Підставивши вирази (21), (22) в рівняння (18) отримаємо:

$$v \frac{du}{d\varphi} + u \left(\frac{dv}{d\varphi} + av \right) = 2(\sin \varphi - f_1 \cos \varphi) - 2 \frac{k_n U^2}{g} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}. \quad (23)$$

Функцію v знаходимо з умови рівності нулю виразу в дужках лівої частини рівняння (23)

$$\frac{dv}{d\varphi} + av = 0. \quad (24)$$

З (24) отримуємо

$$\begin{aligned} \ln|v| &= -a\varphi \\ v &= e^{-a\varphi}. \end{aligned} \quad (25)$$

Підставивши вираз (25) у рівняння (23), отримаємо:

$$e^{-a\varphi} \frac{du}{d\varphi} = 2(\sin \varphi - f_1 \cos \varphi) - 2 \frac{k_n U^2}{g} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}}, \quad (26)$$

$$\frac{du}{d\varphi} = 2(\sin \varphi - f_1 \cos \varphi) e^{a\varphi} - 2 \frac{k_n U^2}{g} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} e^{a\varphi}, \quad (27)$$

Інтегрування останнього рівняння, дає

$$u = u_0 + 2 \int_{\varphi_0}^{\varphi} (\sin \varphi - f_1 \cos \varphi) e^{a\varphi} d\varphi - 2 \frac{k_n U^2}{g} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} e^{a\varphi} d\varphi. \quad (28)$$

Перший інтеграл рівний

$$\begin{aligned} & \int_{\varphi_0}^{\varphi} (\sin \varphi - f_1 \cos \varphi) e^{a\varphi} d\varphi = \\ &= \frac{(a - f_1) \sin \varphi - (af_1 + 1) \cos \varphi}{1 + a^2} e^{a\varphi} - \frac{(a - f_1) \sin \varphi_0 - (af_1 + 1) \cos \varphi_0}{1 + a^2} e^{a\varphi_0}. \end{aligned} \quad (29)$$

Другий інтеграл рівності (28) не інтегрується в елементарних функціях.

Отже, підставивши (25), (28), (29) в (21), отримаємо

$$\begin{aligned} \kappa &= 2e^{-a\varphi} \left\{ \frac{u_0}{2} - \frac{k_n U^2}{g} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} e^{a\varphi} d\varphi - \right. \\ & \left. - \frac{(a - f_1) \sin \varphi_0 - (af_1 + 1) \cos \varphi_0}{1 + a^2} e^{a\varphi_0} \right\} + 2 \frac{(a - f_1) \sin \varphi - (af_1 + 1) \cos \varphi}{1 + a^2} \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \kappa &= (u_0 - (a_1 \sin \varphi_0 + a_2 \cos \varphi_0) e^{a\varphi_0}) e^{-a\varphi} + a_1 \sin \varphi + a_2 \cos \varphi - \\ & - 2be^{-a\varphi} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} e^{a\varphi} d\varphi, \end{aligned} \quad (31)$$

$$\text{де } a_1 = 2 \frac{a - f_1}{1 + a^2}, a_2 = -2 \frac{f_1 a + 1}{1 + a^2}, b = \frac{k_n U^2}{g}. \quad (32)$$

Константу u_0 знаходимо записавши (31) для граничної умови (20):

$$u_0 = \frac{\dot{\phi}_0^2 R}{g} e^{\alpha \phi_0}. \quad (33)$$

Підставимо (33) в (31)

$$\kappa = b_1 e^{-\alpha \phi} + a_1 \sin \phi + a_2 \cos \phi - 2b e^{-\alpha \phi} \int_{\phi_0}^{\phi} \frac{f_1(k_d + \sin \phi) + \cos \phi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \phi}} e^{\alpha \phi} d\phi, \quad (34)$$

$$\text{де } b_1 = \left(\frac{\dot{\phi}_0^2 R}{g} - a_1 \sin \phi_0 - a_2 \cos \phi_0 \right) e^{\alpha \phi_0}. \quad (35)$$

Підставивши (34) в (16) отримаємо диференціальне рівняння першого порядку для знаходження функції $\phi = \phi(t)$

$$\frac{\dot{\phi}^2 R}{g} = b_1 e^{-\alpha \phi} + a_1 \sin \phi + a_2 \cos \phi - 2b e^{-\alpha \phi} \int_{\phi_0}^{\phi} \frac{f_1(k_d + \sin \phi) + \cos \phi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \phi}} e^{\alpha \phi} d\phi, \quad (36)$$

з якого отримуємо

$$\frac{d\phi}{\sqrt{b_1 e^{-\alpha \phi} + a_1 \sin \phi + a_2 \cos \phi - 2b e^{-\alpha \phi} \int_{\phi_0}^{\phi} \frac{f_1(k_d + \sin \phi) + \cos \phi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \phi}} e^{\alpha \phi} d\phi}} = \sqrt{\frac{g}{R}} dt, \quad (37)$$

або проінтегрувавши

$$\int_{\phi_0}^{\phi} \frac{d\phi}{\sqrt{b_1 e^{-\alpha \phi} + a_1 \sin \phi + a_2 \cos \phi - 2b e^{-\alpha \phi} \int_{\phi_0}^{\phi} \frac{f_1(k_d + \sin \phi) + \cos \phi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \phi}} e^{\alpha \phi} d\phi}} = \sqrt{\frac{g}{R}} t. \quad (38)$$

Умова відриву зернини від решета слідує з другого рівняння (2), яке з урахуванням рівностей (4) і (12) приймає вигляд

$$\cos \phi - \frac{R}{g} \dot{\phi}^2 + b \frac{k_d + \sin \phi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \phi}} < 0. \quad (39)$$

Аналіз диференціальних рівнянь та їх часткових розв'язків.

1. За постановкою задачі початкова швидкість руху зернини V_0 повинна бути меншою лінійної швидкості поверхні решета, тобто $V_0 < \omega_D R$. В протилежному випадку відбуватиметься уповільнення руху зернини, як наслідок порушення однопластного руху зернин (вони будуть рухатись в два і більше пластів).

2. Після попадання зернини на решето вона може:

2.1) рухатись уповільнено, якщо

$$\sin \varphi - \frac{k_{\pi} U^2}{g} \left(\frac{R^2 \dot{\varphi}^2}{U^2} + \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \right) < 0, \quad (40)$$

$$\left| \sin \varphi - \frac{k_{\pi} U^2}{g} \left(\frac{R^2 \dot{\varphi}^2}{U^2} + \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \right) \right| > \frac{f}{\sin \beta} \left(\frac{k_{\pi} U^2}{g} \frac{k_d + \sin \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} + \cos \varphi - \frac{R}{g} \dot{\varphi}^2 \right) \quad (41)$$

(див. рівняння (14));

а) до повної зупинки і почати рухатись в протилежну сторону;

б) до деякої швидкості $V \in (0, V_0)$, після чого продовжити рух з

прискоренням.

Цих ситуацій потрібно уникати, так як при уповільненні порушується однопластовість руху зернин (аналогічно п. 1).

2.2) рухатись прискорено у випадках

$$\text{а) } \sin \varphi - \frac{k_{\pi} U^2}{g} \left(\frac{R^2 \dot{\varphi}^2}{U^2} + \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \right) < 0 \quad (42)$$

і

$$\left| \sin \varphi - \frac{k_{\pi} U^2}{g} \left(\frac{R^2 \dot{\varphi}^2}{U^2} + \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \right) \right| < \frac{f}{\sin \beta} \left(\frac{k_{\pi} U^2}{g} \frac{k_d + \sin \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} + \cos \varphi - \frac{R}{g} \dot{\varphi}^2 \right); \quad (43)$$

$$\text{б) } \sin \varphi - \frac{k_{\pi} U^2}{g} \left(\frac{R^2 \dot{\varphi}^2}{U^2} + \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \right) > 0. \quad (44)$$

3. В момент, коли кутові швидкості зернини і решета вирівнюються зернина може

а) стати нерухомою по відношенню до поверхні решета, якщо

$\ddot{\varphi} \leq 0$ або

$$-(k_{\pi} R - f_1) \frac{R}{g} \dot{\varphi}^2 + \sin \varphi - f_1 \cos \varphi - \frac{k_{\pi} U^2}{g} \frac{f_1 (k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \leq 0. \quad (45)$$

б) продовжувати прискорений рух при $\ddot{\varphi} > 0$

$$-(k_{\pi}R - f_1)\frac{R}{g}\dot{\varphi}^2 + \sin \varphi - f_1 \cos \varphi - \frac{k_{\pi}U^2}{g} \frac{f_1(k_d + \sin \varphi) + \cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} > 0 \quad (46)$$

4. Якщо зернина зупиниться на поверхні решета, то рух відносно решета оновиться в момент коли $\dot{\varphi} > 0$ або (див (14))

$$\begin{aligned} \sin \varphi - \frac{k_{\pi}U^2}{g} \left(\frac{R^2\omega_D^2}{U^2} + \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} \right) > \\ > \frac{f}{\sin \beta} \left(\frac{k_{\pi}U^2}{g} \frac{k_d + \sin \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} + \cos \varphi - \frac{R}{g}\dot{\varphi}^2 \right). \end{aligned} \quad (47)$$

5. Відрив зернини від решета наступить при виконанні умови

$$\frac{k_{\pi}U^2}{g} \frac{k_d + \sin \varphi}{\sqrt{1 + k_d^2 + 2k_d \sin \varphi}} + \cos \varphi - \frac{R}{g}\dot{\varphi}^2 < 0.$$

Висновки. Висока ефективність процесу сепарації зерна повітрям забезпечується при знаходженні зерноsumіші в пневмоканалі в один пласт. Отримана математична модель руху частки по поверхні циліндричного решета з прутковою поверхнею дозволяє визначити необхідні параметри та режими роботи відцентрово-пневматичного сепаратора зерна для забезпечення однопластового розміщення зерноsumіші в пневмосепаруючому каналі.

Література

1. Васильковський О. М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 35. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – С. 286–288.

2. Безручкин И.П. Очистка зернового материала центробежно-пневматическим сепаратором. / И.П. Безручкин, Е.Г. Баженов, В.В. Попов – Исследование рабочих процессов и органов машин для уборки зерновых культур и послеуборочной обработки зерна. //Труды ВИСХОМ. – Вып.57. – Москва, 1969. – С.301-320.

3. Бурков А.И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А.И. Бурков, Н.П. Сычугов. – Киров: НИИСХ Северо-Востока. – 200-261с.

4. Резниченко М.Я. Вопросы теории цилиндрических барабанов зерноочистительных машин / М.Я. Резниченко // ВИСХОМ. Вып.18. – Москва : ЦБТИ, 1958. – 62с.

5. Васильковський О. М. Результати експериментальних досліджень відцентрово-пневматичного сепаратора зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 36. – Кіровоград : КНТУ, 2006. – С. 54–56.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНО-ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА

А.М. Васильковский, Д.И. Петренко, В.В. Гончаров, С.Н. Лещенко

Аннотация – разработана математическая модель движения зерновых частиц по поверхности быстроходного цилиндрического решета с прутковым профилем поверхности под действием аэродинамической силы.

MATHEMATICAL MODEL WORK OF CENTRIFUGAL- PNEUMATIC SEPARATOR OF GRAIN

A. Vasil'kovskiy, D. Petrenko, V. Goncharov, S. Leschenko

Summary

The mathematical model motion of corn particles is developed on the surface of high-speed cylindrical sieve with the twig type of surface under the action of aerodynamic force.