

С.І. Шмат, проф., канд. техн. наук, Г.Б. Філімоніхін, проф., д-р техн. наук,
В.В. Гончаров, доц., канд. фіз.-мат. наук, В.А. Резніченко, ас.
Кіровоградський національний технічний університет

Визначення форми прямої кривої скидача п'яти сошника

В статті проведено теоретичне обґрунтування форми прямої кривої скидача п'яти сошника, яка забезпечує зменшення перерозподілення насіння в борозні по глибині та довжині рядка.

напрямок, скидач, п'ята, сошник, рівномірність висіву насіння

В роботах [1,2] ми обґрунтували необхідність установки скидача після сходу насіння з напрямника сошника. Нижче приводимо результати теоретичних досліджень форми кривої скидача, при якій будемо мати мінімальне перерозподілення насіння в борозні.

Для зменшення перерозподілу насіння, очевидно, потрібно створити стабільний рівномірний потік насіння, тобто забезпечити ідентичність траєкторій руху його по поверхні скидача. Крім того, вектор швидкості насіння потрібно направити в бік, протилежний руху сівалки для зменшення абсолютної швидкості насіння. Рівнозначність траєкторій можна забезпечити при умові, якщо насіння при сході з поверхні скидача буде мати однакові значення швидкості сходу. З цією метою нами запропонована нерухома п'ята, яка встановлена в нижній частині дводискового сошника, задня частина якої має жолобчасту поверхню і пряму криву для прийому насіння, яке сходить з напрямника сошника і направлення його до дна борозни [3].

Нами висунута гіпотеза, що для забезпечення стабільності швидкості насіння при сході з скидача потрібно, щоб насіння переміщувалося по його поверхні з постійною швидкістю. З цією метою використаємо теорему про зміну кінетичної енергії, при цьому потрібно знайти таку форму кривої $y = f(x)$, при якій швидкість руху насіння відповідала б умові $V_H = \text{const}$. Така умова забезпечить незмінність величини кінетичної енергії при русі насіння.

Якщо приріст енергії дорівнює сумі робіт всіх сил, які діють на зернину, то:

$$A_F - A_g = 0 \text{ або } A_F = mgy,$$

де A_F – робота сил опору;

A_g – робота сил ваги.

Роботу сил опору на окремій ділянці кривої можна визначити за формулою:

$$A_F = \int f(x, y) ds = \int F ds. \quad (1)$$

При русі матеріальної точки по гравітаційній кривій (рис. 1) силами опору будуть сила тертя F_T , і опору повітря R .

Або

$$F_T = fN,$$

де N – нормальна складова:

$$N = mg \cos \alpha \pm m \frac{V^2}{\rho}, \quad (2)$$

де f – коефіцієнт тертя насіння по поверхні відбивача.

Якщо прийняти $R = kmV$, то робота сил опору:

$$A_F = \int \left[mf \left(g \cos \alpha \pm \frac{V^2}{\rho} \right) + mkV \right] ds, \quad (3)$$

де k – коефіцієнт опору середовища.

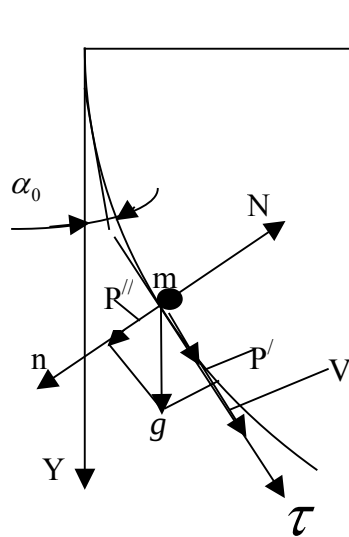


Рисунок 1 – Схема сил, діючих на насіння при русі по гравітаційній кривій.

Враховуючи, що:

$$\cos \alpha = \frac{dx}{ds}; \sin \alpha = \frac{dy}{ds}; \rho = \frac{ds}{da}; da = y'' \frac{ds}{1 + y'^2}, \quad (4)$$

одержимо:

$$A_1 = mgf \int \cos \alpha ds = mgf \int_0^x ds = mgfx; \quad (5)$$

$$A_2 = mf \int \frac{V^2}{\rho} ds = mfV^2 \int_0^x \frac{y''}{1 + y'^2} ds; \quad (6)$$

$$A_3 = m \int kV ds = mkV \int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx. \quad (7)$$

Підставивши ці значення в рівняння (3), одержимо:

$$mgy - mgfx - mfV^2 \int_0^x \frac{y''}{1 + y'^2} dx - m \int_0^x kV \sqrt{1 + y'^2} dx = 0. \quad (8)$$

Продиференціюємо (8) по dx

$$mgy' - mgf - mfV^2 \frac{y''}{1 + y'^2} - mkV \sqrt{1 + y'^2} = 0. \quad (9)$$

Після перетворень:

$$y'' + \frac{K}{fV} (1 + y')^{3/2} - \frac{g}{fV^2} y'^3 + \frac{g}{V^2} y'^2 - \frac{g}{fV^2} y' + \frac{g}{V^2} = 0. \quad (10)$$

Якщо в рівнянні приймаємо $K=0$, то одержимо рівняння гравітаційної кривої, по якій частка буде переміщуватись з постійною швидкістю (без врахування опору середовища).

Рівняння (10) – нелінійне диференціальне рівняння II порядку, його рішення можливе лише на ЕОМ.

Якщо прийmemo швидкість руху насінини по напрямнику $V_H = 2,28$ м/с [4], то швидкість руху насінини по скидачу визначимо через диференційне рівняння руху:

$$V_{ck} = V_0 + g(\sin \alpha_{ck} - f_g \cos \alpha_{ck})t, \quad (11)$$

де V_0 – початкова швидкість руху насінини;

α_{ck} – кут нахилу скидача;

f_g – динамічний коефіцієнт тертя насінини по скидачу;

$f = (0,25 \dots 0,55)$;

t – час переміщення насіння по скидачу.

Продиференціюємо вираз (11) і одержимо шлях переміщення насінини по скидачу:

$$l_{ck} = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} g(\sin \alpha_{ck} - f_g \cos \alpha_{ck})t^2$$

або

$$l_{ck} = V_H \cdot \cos \varphi + \frac{1}{2} g(\sin \alpha_{ck} - f_g \cos \alpha_{ck})t^2. \quad (12)$$

Вирішивши рівняння (12) і приймаючи $\varphi = 0,5$ рад; $\alpha_{ck} = 1,2$ рад; $l_{ck} = 1,15$ м; $f_g = 0,3$ (сталь), визначимо час переміщення насінини по скидачу:

$$t = 0,06 \text{ с.}$$

Враховуючи час t , визначимо швидкість сходу насінин з скидача: $V_{ck} = 2,25$ м/с.

Знаючи початковий кут установки скидача, визначимо кут між вектором швидкості падіння насінини з поверхні скидача і дотичною до поверхні напрямної:

$$\varphi_1 = 3,14 - (\alpha_{ck} - \alpha_g), \quad (13)$$

де α_g – кут між дотичною до поверхні напрямної і горизонталлю.

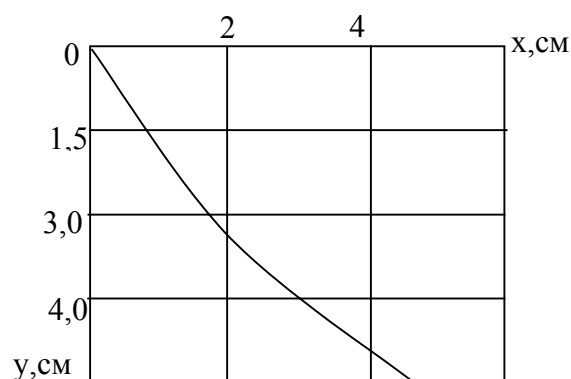


Рисунок 2 – Графічне зображення форми напрямної скидача.

Отримане рівняння було нами використане для проектування напрямної кривої задньої стінки скидача.

При $\alpha_g = 1,04$ рад значення кута $\varphi_1 = 0,86$ рад. Тоді початкова швидкість руху насінини по скидачу:

$$V_0 = V_{ck} \cdot \cos \varphi_1 = 2,05 \cdot 0,76 = 1,56 \text{ м/с.}$$

Ці умови руху насіння закладені в основу розрахунків форми поверхні скидача.

Програма для розрахунків була переведена на ЕОМ. Знаходячи координати руху x і y на площині координат, одержимо графічне зображення форми напрямної скидача (рис. 2).

Експериментальна перевірка теоретичних досліджень в ґрунтовому каналі [2] підтвердила достовірність проведеного обґрунтування форми кривої скидача.

Список літератури

1. Шмат С.І., Резніченко В.А. Аналіз факторів перерозподілу насіння при роботі дискових сошників/ Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник//Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград, Вип.35, 2003.— С.298.
2. Шмат С.І., Резніченко В.А. Нові підходи до поліпшення рівномірності розподілу насіння зернових культур в борозні//Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград, Вип.37, 2007.— С.143.
3. Патент України на корисну модель А01С 7/20 №9543, автори: Шмат С.І., Матвєєв К.Д., Резніченко В.А. Бюл.№10, 17.10.2005.
4. Семенов А.Н. Зерновые сеялки.-К.: «Вища школа», 1961.— 426с.

В статье приведено теоретическое обоснование формы направляющей кривой для сброса семян по пяте сошника, которая обеспечивает уменьшение перераспределения семян в борозде по глубине и длине ряда.

In the article the theoretical ground of form of sending curve is resulted for an up cast on the heel of coulter, which provides diminishing of redistribution of seed in a furrow on a depth and length of row.