

УДК 631.33.024.2

Д.Ю. Артеменко, доц., канд. техн. наук.

Кіровоградський національний технічний університет

Математична модель роботи удосконалених щік сошника просапної сівалки

Наведені результати теоретичного дослідження процесу роботи удосконалених щік сошника просапної сівалки, обґрунтована їх раціональна конструкція та визначені основні параметри які впливають на якість загорання насіння. Відзначено, що удосконалена конструкція щік сошника здатна забезпечити якісне загорання борозни з висіяним насінням.

якісне загорання насіння, технологічний процес роботи сошника, конструкція щік сошника

Постановка проблеми. На сьогоднішній день існує чітко сформований алгоритм процесу роботи сошника просапної сівалки, який містить такі складові: утворення борозни наральником сошника; під час висіву насіння щоки сошника тримають шари ґрунту від осипання в борозну; після проходження щік сошника ґрунт заповнює борозну під кутом природного укусу. Такий технологічний процес роботи сошника має істотний недолік – ґрунт, який осипається після проходження щік сошника закриває борозну на якусь незначну величину, меншу, чим глибина ходу сошника, що в свою чергу залишає борозну напіввідкритою, а під час самого осипання ґрунт потрапляючи в борозну може порушувати рівномірність розміщення насіння по глибині. В свою чергу нерівномірність розміщення насіння по глибині може привести до значних втрат врожаю. Тому робота над підвищенням врожайності просапних культур за рахунок покращання процесу загорання насіння є досить актуальною і потрібною для впровадження більш продуктивних технологічних процесів вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проведені в [1,2,3] підтверджують недосконалість роботи серійних щік сошників. Зроблено висновок, що для якісного загорання насіння в борозні необхідно використовувати додаткові елементи в їх конструкції. Так, авторами [1,2] були запропоновані конкретні рішення для покращання процесу загорання насіння. Вони полягали в тому, щоб оснащувати щоки сошника відвальниками які відхилені в середину борозни і направляли б шари ґрунту прямо на насіння. Але і в таких конструкціях є ряд недоліків: відбувається примусове руйнування нижньої частини борозни, відвальники направлені в середину борозни можуть спричинити забивання міжщікового простору ґрунтом, відвальники є окремими елементами і підлягають підвищеному спрацюванню.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування і розробка удосконалених щік сошника, які б забезпечували рівномірне розміщення насіння в борозні на необхідній глибині посіву та повністю закривали її ґрунтом.

Результати досліджень. В процесі відкриття борозни ґрунт сходить за щоками сошника і осипається. На загорання насіння здійснює вплив швидкість переміщення ґрунту в напрямку ходу сошника і по насипу, час відкривання борозни. Від цих параметрів залежить момент фіксації насіння ґрунтом. Верхній шар ґрунту перед посівом розпушують передпосівною обробкою, тому стан ґрунту в період посіву дрібногрудкуватий, що дає можливість розглядати ґрунт як сипуче середовище.

Виходячи із цих передумов і аналізуючи існуючий процес загортання насіння (рис. 1а) можна сказати, що самозрушення стінок борозни буде проходити під кутом ковзання (укладки) α , який проходить через точки перетину бічних стінок з дном борозни. Причому зрушенню підлягає лише верхній більш сипучий шар ґрунту, оскільки насінневе ложе утворене в нижньому шарі який має більшу вологість і практично не зрушується. Заповнення борозни буде проходити під кутом внутрішнього тертя ґрунту ϕ . Для повного заповнення борозни ґрунтом необхідно точку початку зрушення змістити ближче до краю борозни (рис. 1б). Це можливо здійснити якщо щоки сошника будуть мати додаткові елементи для можливості направлення рухомих шарів ґрунту в бік борозни.

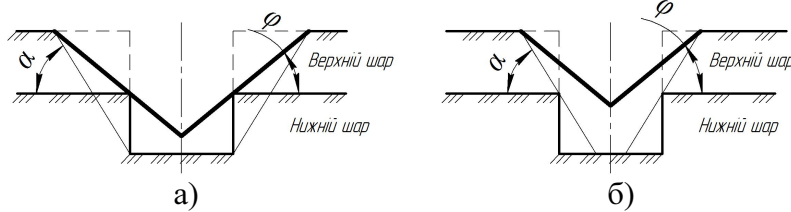


Рисунок 1 – Схема зрушення стінок борозни при роботі сошника

Для виконання вищенаведених вимог зручно буде виконати задню частину щік сошника криволінійною (утвореною частиною кола певного радіуса). За рахунок такої конструкції укладання ґрунту в борозні буде більш плавним і щільним, а також буде відбуватись зміщення точки початку зрушення ґрунту в борозну за рахунок інерційного руху шарів по криволінійній поверхні (рис. 2).

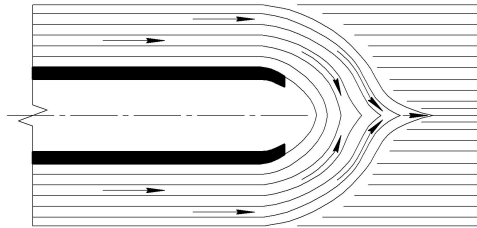


Рисунок 2 – Схема процесу роботи удосконаленого сошника

Величина радіусу криволінійної частини щік сошника вибирається із конструктивних міркувань і в залежності від величини міжщікового простору для уникнення його забивання. Для детального аналізу поведінки частки ґрунту під час роботи удосконалених щік сошника приймаємо розрахункову схему (рис. 3).

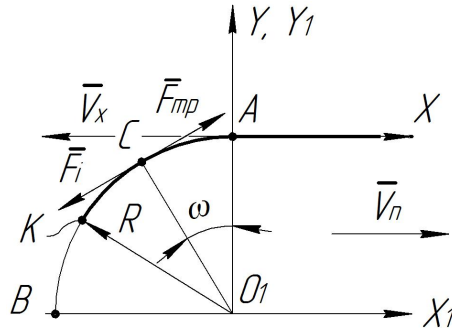


Рисунок 3 – Розрахункова схема руху частки ґрунту по криволінійній частині щоки сошника

Частка ґрунту масою m (далі матеріальна точка M) при досягненні точки А, закінчення прямолінійної частини щоки сошника (рис. 3), має швидкість $|\vec{V}_x|$ [4, с.256,

ф.(172)], яка направлена горизонтально проти руху щоби сошника, потрапляє на криволінійну її частину. Після цього матеріальна точка M переходить на ділянку AB . В деякій точці K цієї ділянки матеріальна точка M покидає ділянку AB (сходить із траєкторії) з кінцевою швидкістю $\vec{V}(K)$, яка направлена по дотичній до лінії AB і в сторону протилежну напрямку руху щоби сошника. З цією швидкістю вона починає вільне падіння в полі сили тяжіння під дією власної ваги.

Приймаємо, що ділянка AKB траєкторії матеріальної точки M обмежена дугою кола. В системі координат $X_1O_1Y_1$, початок O_1 якої розміщений в центрі кола, параметричне рівняння ділянки AB (рис. 3) має вигляд:

$$\begin{cases} x = R \cos \omega \\ y = R \sin \omega \end{cases}, \quad \omega \in [0; \pi/2]. \quad (1)$$

де R - радіус кола.

Приймаємо, що в довільній точці C дуги AB на матеріальну точку M діють сили (рис. 3): інерції \vec{F}_i - направлена по дотичній до дуги AB протилежно напрямку руху сошника так як точка продовжує рух від A до B по дузі AB маючи початкову швидкість $\vec{V}_0 = \vec{V}_x$. Її притискає до дуги AB тиск шарів ґрунту розташованих вище, який не враховується; сила тертя \vec{F}_{mp} , яка направлена по дотичній до дуги AB та в бік переміщення сошника.

Так як немає активних сил, які сприяють продовженню руху матеріальної точки M по ділянці AB , то за рахунок сили тертя \vec{F}_{mp} швидкість точки M зменшується від $\vec{V}_0 = \vec{V}_x$ (в точці A) до $\vec{V} = 0$ в деякій кінцевій точці K дуги AB (відбувається гальмування).

Якщо s - шлях гальмування то $s = |\cup AK|$. З іншого боку $|\cup AK| = R\omega$ (довжина дуги кола радіуса R , яка відповідає центральному куту ω).

По закону збереження енергії $0,5mV^2 = |\vec{F}_{mp}| \cdot s$ (кінетична енергія руху витрачається на роботу сили тертя \vec{F}_{mp} на шляху гальмування s).

Так як згідно [4, с.254, ф.(168)] $|\vec{F}_{mp}| = f \frac{mg}{2tg\alpha}$ то

$$0,5V^2 m = f \frac{mg}{2tg\alpha} s \Rightarrow s = \frac{V^2}{fg},$$

де m - маса частки ґрунту;

f - коефіцієнт тертя частки ґрунту по сталі;

g - прискорення сили ваги;

α - кут укладки часток ґрунту.

Із цього слідує, що

$$R\omega = \frac{V^2}{fg} \Rightarrow \omega_K = \frac{V^2}{fgR}, \quad (2)$$

де ω_K - параметр, який визначає положення точки K на дузі AB (кінцевій точці траєкторії по ділянці AB).

Декартові координати точки K знаходимо по формулі (1):

$$x_K = R \cos \omega_K = R \cos \frac{V^2}{fgR}, \quad y_K = R \sin \omega_K = R \sin \frac{V^2}{fgR}. \quad (3)$$

В точці K починається вільний рух частки ґрунту масою m в полі сили тяжіння під дією власної ваги і без початкової швидкості. Направляючи ось Ky вниз, а ось Kx вправо (рис. 4) розглянемо вільне падіння частки ґрунту.

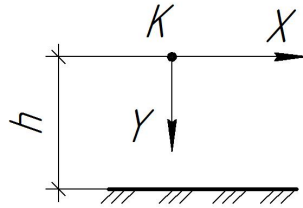


Рисунок 4 – Схема вільного падіння частки ґрунту

Диференціальні рівняння руху частки ґрунту в проекціях на осі координат мають вигляд: $\ddot{x}_n = A_x$, $\ddot{y}_n = A_y$ і зліну праву частину. При переміщенні по дузі кола діючі сили залежать від кута ω відхилення радіуса R кола від горизонталі.

Отримуємо звичайні диференціальні рівняння другого порядку із змінною правою частиною A_x і A_y : $A_x = A_x(\omega)$, $A_y = A_y(\omega)$.

$$A_x(\omega) = f \cos^2 \omega; \quad A_y(\omega) = 0,5 f \sin \omega - 1, \quad \omega \in [0; \omega_K].$$

Кут ω_K відповідає точці K траєкторії в якій частка ґрунту покидає криволінійну ділянку AB з деякою початковою швидкістю і починає вільне падіння в полі сили тяжіння [5]:

$$\ddot{x}_n(t) = 0, \quad \ddot{y}_n(t) = mg. \quad (4)$$

Приймаємо початкові умови: $t = 0$, $x(0) = 0$, $y(0) = 0$, $\dot{x}(0) = 0$, $\dot{y}(0) = 0$. Інтегруючи кожне рівняння (4) два рази отримаємо:

$$\begin{aligned} \dot{x}_t &= C_{1x}, & x(t) &= C_{1x}t + C_{2x}; \\ \dot{y}_t &= gt + C_{1y}, & y(t) &= 0,5gt^2 + C_{1y}t + C_{2y}, \end{aligned}$$

де $x(t)$ і $y(t)$ вирази, які визначають закон руху часток ґрунту вздовж осей координат.

Використовуючи початкові умови отримуємо:

$$C_{1x} = C_{1y} = 0, \quad C_{2x} = C_{2y} = 0; \quad x(t) = 0, \quad y(t) = 0,5gt^2.$$

Для знаходження величини часу переміщення частки ґрунту після сходу з траєкторії AK рахуємо, що при переміщенні частка по вертикалі проходить шлях:

$$h = y_K = R \sin \frac{V^2}{fgR};$$

тоді

$$R \sin \frac{V^2}{fgR} = 0,5gt^2.$$

Звідки

$$t_0 = \sqrt{\frac{R \sin \frac{V^2}{fgR}}{g}}.$$

Точка приземлення частки ґрунту після сходу з поверхні щок: $L = |\bar{V}_n| t_0$. (5)

Практично за рахунок інерції руху точка приземлення буде розміщена в невеликих межах вертикалі на відстані $|\bar{V}_n| t_0$ від точки K внаслідок переміщення сошника за час t_0 .

Таким чином можна стверджувати, що удосконалена конструкція щік сошника може забезпечити якісне загорання висіяного насіння повністю закриваючи борозну ґрунтом. Але для визначення раціональних значень конструктивних параметрів удосконалених щік сошника потрібні додаткові експериментальні дослідження за методикою планування експериментів.

Висновки:

1. В результаті проведених досліджень встановлено закон руху часток після сходу з криволінійної поверхні щік сошника.
2. Отримано залежність (5) для розрахунку параметрів розподілу часток ґрунту після приземлення на дно борозни.
3. Розглянута удосконалена конструкція щік сошника може забезпечити якісне загорання висіяного насіння повністю закриваючи борозну ґрунтом.

Список літератури

- 1 Колесников Н.В. Исследование сошников для точного высева семян сахарной свеклы: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Механизация сельскохозяйственного производства” / Н.В. Колесников. – Москва, 1969. – 21 с.
- 2 Пронько Л.Ю. Исследование работы сошников свекловичных сеялок точного высева / Л.Ю. Пронько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. Вып. 12., Мн., “Ураджай”. – 1973. – С. 102 – 110.
- 3 Шабранский В.А. Исследование и совершенствование технологического процесса точного посева сахарной свеклы дражированными семенами: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Шабранский В.А. – К., 1980. – 199с.
- 4 Бузенков Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.А. Ма. – М.: “Машиностроение”, 1976. – 279 с.
- 5 Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: В 2-х томах. Т. 2. Динамика. – 6-е изд., перераб. и доп. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М.: Наука, 1983. – 640 с.

Д. Артеменко.

Математическая модель работы усовершенствованных щек сошника пропашной сеялки

Приведены результаты теоретического исследования процесса работы усовершенствованных щек сошника пропашной сеялки, обоснована их рациональная конструкция и определены основные параметры которые влияют на качество заделки семян. Отмечено, что усовершенствованная конструкция щек сошника способна обеспечить качественную заделку борозды с высевными семенами.

D. Artemenko

Mathematical model of work advanced cheeks coulter's of a seeder for beet crops

Results of theoretical research of work's process of advanced cheeks coulter's of a seeder for beet crops are resulted, their rational design is proved and key parametres which are defined influence quality of seeds seal. It is noticed that the advanced design of cheeks coulter's is capable to provide qualitative seal of a furrow with seeds.

Одержано 05.03.12