

Дослідження за актуальними проблемами інженерно-технічного забезпечення АПК

УДК 631.313

Кушнар'єв А., д-р техн. наук, чл.-кор. НАНУ (УкрНДІПВТ ім Л. Погорілого), Бобровний Є., канд. техн. наук (ДАТУ)

Кут встановлення диска дискатора та якість загортання рослинних решток у ґрунт

Експериментально досліджено якість загортання рослинних решток у ґрунт під різними кутами встановлення диска дискатора.

Ключові слова: диск дискатора, кути встановлення диска, загортання рослинних решток у ґрунт.

Суть проблеми. Основна особливість робочих органів дискатора – це зміна механізму їх дії в залежності від кута атаки (α) та кута нахилу до вертикальної площини (β), що є надзвичайно важливим у разі застосування дискаторів у технології з використанням біодеструкторів стерні. Специфіка взаємодії автономно закріпленого на індивідуальній осі дискового робочого органа з поверхнею поля потребує дослідження кінематичних характеристик точок диска та руху по ньому ґрунту з рослинними рештками, що значною мірою впливає на загортання рослинних решток у ґрунт.

Мета досліджень – визначити ступінь загортання рослинних решток у ґрунт та енерговитрати в залеж-

ності від зміни кута атаки (α) та кута нахилу (β).

Результати досліджень. Під час роботи диск не лише рухається вперед, але й обертається навколо своєї осі під дією реактивних сил ґрунту, в результаті чого простежується прослизання та пригальмовування диска.

Запишемо кутову швидкість як

$$\omega = V/\lambda R \quad (1)$$

де V – поступова швидкість агрегату, R – радіус диска, λ – коефіцієнт кінематичного режиму.

Запишемо залежності від безрозмірного параметра λ , підставивши до рівнянь $\lambda = V/\omega R$. Послідовно визначаючи значення швидкостей та прискорень у всіх

точках контакту диска з ґрунтом, можемо визначити поле швидкостей та поле прискорень частини диска, яка контактує з ґрунтом в залежності від λ коефіцієнта кінематичного режиму.

Тоді отримуємо кінематичні характеристики будь-якої точки, розташованої на диску. Запишемо координати положення точки диска:

$$\begin{aligned}x &= r \cos \alpha \cdot \cos (V/\lambda r)t + Vt; \\y &= r \sin \alpha \cdot \sin \beta \cos (V/\lambda r)t; \\z &= r \cos \beta \cdot \sin (V/\lambda r)t.\end{aligned}\quad (2)$$

Зміна значення λ істотно впливає на кінематичні характеристики точок диска. І в цьому легко пересвідчитись.

При встановленні диска дискатора на глибину h він у точці А (x_1) входить в ґрунт, а в точці В (x_2) виходить з нього, де $h_1 = h/\cos \beta$.

Визначимо час входження точки диска в ґрунт та час виходу цієї точки диска з ґрунту t_2 . При цьому кут повороту точки диска відповідно дорівнює θ_1 та θ_2 .

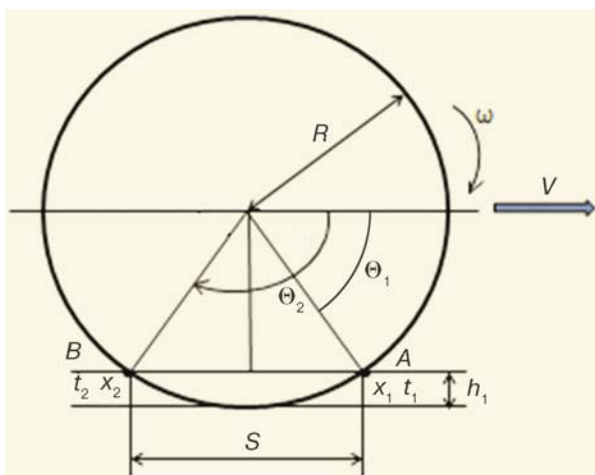


Рис. 1 – Проекція взаємодії точки диска з ґрунтом (S)

Визначимо момент входження точки диска в ґрунт (t_1):

$$\begin{aligned}(r-h_1/r) &= \sin \theta_1; \quad \theta_1 = \arcsin (r-h_1/r); \\(V/\lambda r) t_1 &= \arcsin (r-h_1/r); \\t_1 &= (V/\lambda r) \arcsin (r-h_1/r)\end{aligned}\quad (3)$$

та визначимо момент виходу точки диска з ґрунту (t_2):

$$\begin{aligned}\theta_2 &= \pi - \theta_1; \quad (V/\lambda r) t_2 = \pi - \theta_1; \quad t_2 = (V/\lambda r) (\pi - \theta_1); \\t_2 &= (V/\lambda r) [\pi - \arcsin (r-h_1/r)].\end{aligned}\quad (4)$$

Тоді шлях $S = x_2 - x_1$, де

$$x_1 = r \cos \alpha \cos \arcsin (r-h_1/r) + \lambda r \arcsin (r-h_1/r), \quad (5)$$

$$\begin{aligned}x_2 &= r \cos \alpha \cos [\pi - \arcsin (r-h_1/r)] + \\&+ \lambda r [\pi - \arcsin (r-h_1/r)].\end{aligned}\quad (6)$$

$$\begin{aligned}S &= r \cos \alpha (\cos [\pi - \arcsin (r-h_1/r)] - \\&- \cos \arcsin (r-h_1/r)) + \\&+ \lambda r [\pi - \arcsin (r-h_1/r)].\end{aligned}\quad (7)$$

Аналіз рівняння (7) показує шлях руху точки диска в

ґрунті, залежний від радіуса диска (r), глибини обробітки (h), кута атаки (α), кута нахилу до вертикальної площини (β) та кінематичного параметра λ : $S = f(R, h, \alpha, \beta, \lambda)$

$$\text{Якщо } r = \text{const}, \alpha = \text{const}, \beta = \text{const}, h = \text{const}, \text{ то} \\S = A + B\lambda \quad (8)$$

$$\text{де, } A = r \cos \alpha (\cos [\pi - \arcsin (r-h_1/r)] - \\- \cos \arcsin (r-h_1/r)). \quad (9)$$

$$B = r [\pi - \arcsin (r-h_1/r)]. \quad (10)$$

На рис. 2 показано, як змінюється траєкторія точки диска в ґрунті лише від кінематичного режиму λ (за постійних радіуса диска $r = 460$ мм та глибини обробітки $h = 10$ см).

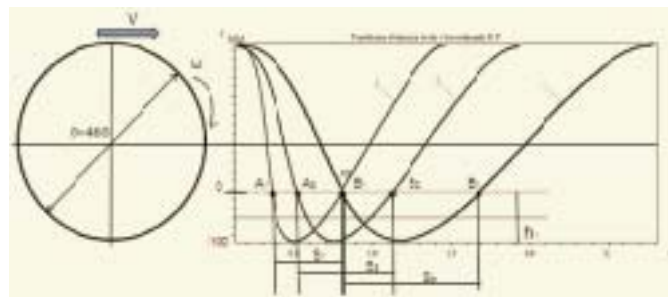


Рис. 2 – Траєкторія руху точки диска в площині X-Y при $\lambda = 1$ (1); $\lambda = 1,3$ (2); $\lambda = 2$ (3)

Актуальним залишається питання впливу кутів (α) та (β) на загортання рослинних решток дисками. Для цього нами було прийнято рішення закласти ОЦК-план другого порядку для двох факторів. Для зміни кута атаки (α) від 10° до 30° використовується стандартна конструкція з діапазоном регулювання. Для зміни кута нахилу (β) було виготовлено три різних модифікації стояків з кутами нахилу $\beta = 10^\circ$; $\beta = 20^\circ$; $\beta = 30^\circ$ [1].

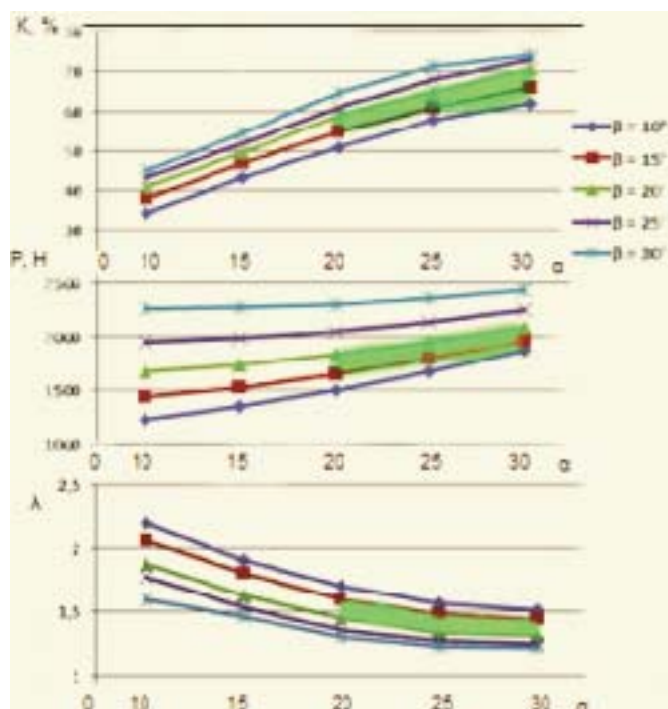


Рис. 3 – Загортання рослинних решток у ґрунт та тяговий опір дисків залежно від кутів α та β диска

Дослідження впливу на загортання рослинних решток у ґрунт кутів атаки (α) та нахилу (β) диска проводили на глибині до 10 см. Як було раніше визначено [2, 3], на тяговий опір безпосередньо впливають кут атаки (α) та кут нахилу (β) диска.

Зі зменшенням λ робота сил тертя зменшується, натомість збільшується робота на деформацію ґрунту (підвищується поперечна площа контакту з ґрунтом)

Таблиця 1 та робота сил відкидання.

Глибина загортання у ґрунт рослинних решток в залежності від їх розміру

Глибина розміщення в ґрунті	Довжина рослинних решток, см		
	5	10	15
На поверхні	11 %	16 %	19 %
0-5 см	42 %	52 %	57 %
5-10 см	47 %	32 %	24 %

Загальний вплив кутів встановлення диска (α та β) викликає майже лінійну залежність стосовно підвищення тягового опору.

Поєднуючи результати експериментів, отримуємо межі оптимальних кутів диска для загортання рослинних решток у ґрунт за мінімальних витрат (рис. 3).

Висновки.

Як свідчать результати випробувань, змінюючи кути атаки (α) та нахилу (β) диска, ступінь загортання рослинних решток можна збільшити майже у два рази. Встановлено кількість загортання рослинних решток дисками з різними кутами атаки та кутами нахилу, оптимум загортання рослинних решток від 55 % до 70% при $\alpha = 15^\circ$ - 25° та $\beta = 15^\circ$ - 20° .

Список літератури

1. Бобровный Е. В. Определение рациональных параметров установки диска дискатора при заделке растительных остатков в почву/ Е. В. Бобровный// Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Вип. 2. – Мелітополь: Копіцентр «Документ сервіс», 2014. – С. 203-208.

2. Кушнарёв А. С. Стохастические исследования силовых воздействий на рабочие органы дискатора/ А. С. Кушнарёв, Е. В. Бобровный, И. А. Шевченко, С. А. Кушнарёв// Тезисы докладов конференции. – Ч 1. М.: ВИМ 2012. – С. 303-312.

3. Кушнарёв А. С. Стохастический анализ сил, действующих на рабочие органы дискатора [Электронный ресурс] / А. С. Кушнарёв, Е. В. Бобровный, И. А. Шевченко, С. А. Кушнарёв // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – С. 259-271. Режим доступу до журн. http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/nvtdau/2011_3/index

Аннотация. Экспериментально исследовано качество заделки растительных остатков в почву под разными углами установления диска дискатора.

Summary. The quality of plant residues wrapping in soil at different angles of disk header's disk adjusting is experimentally researched.

Стаття надійшла до редакції 26 лютого 2015 р.