

МЕХАНІЗАЦІЯ

УДК 631.31; 631.4

Мамчур В.А.

ОБГРУНТУВАННЯ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ КОТКОВОГО ТИПУ ДЛЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Якість і енергоємність обробітку ґрунту планчастими котками в значній мірі залежить від кутів параметрів котка. У статті наведений метод оптимізації кута установки планки котка відносно його осі.

Як відомо, при деформуванні ґрунту ґрунтообробними котками, в тому числі і планчастими, поверхні тріщин ковзають одна по одній в поперечному напрямку (рис. 1).

При цьому розподіл напружень σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{xz} і τ_{yz} описується рівняннями у полярних координатах:

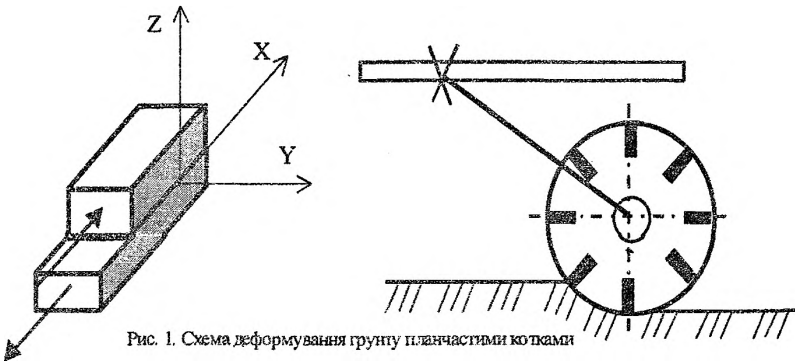


Рис. 1. Схема деформування ґрунту планчастими котками

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \left(2 - \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3}{2}\theta \right); \\ \sigma_y &= \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3}{2}\theta; \\ \tau_{xy} &= \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3}{2}\theta \right); \\ \sigma_z &= \mu(\sigma_x + \sigma_y); \\ \tau_{xz} &= \tau_{yz} = 0. \end{aligned} \right. \quad (1)$$

де μ - коефіцієнт Пуассона;

K - коефіцієнт інтенсивності напружень при поперечному зсуві (параметр, що визначає розподіл напружень і деформацій в середовищі поблизу вершини тріщини);

θ - кут орієнтації площини руйнування до вершини тріщини;

r - полярна координата.

Аналіз рівнянь системи (1) показує, що величину напружень σ_x , σ_y , τ_{xy} і відповідно рівень структуроутворення можливо змінити тільки зміною кута θ . Для планчастого котка це буде кут установки планки відносно осі котка. З метою оптимі-

зації значення цього кута, що забезпечило б руйнування (кришіння) структури ґрунту по лініях найменших зв'язків, введемо так званий параметр руйнування структури у вигляді:

$$\frac{\sigma_{ij} \{ \tau_{ij} \}}{K} \sqrt{2\pi r} = f(\theta), \quad (2)$$

де σ_{ij} і τ_{ij} - складові тензора напружень;

Для цього у рівняннях системи (1) з правого боку рівнянь залишимо тільки ті складові, які містять кут θ :

$$\begin{cases} \frac{\sigma_x \sqrt{2\pi r}}{K} = \sin \frac{\theta}{2} (2 - \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3}{2} \theta); \\ \frac{\sigma_y \sqrt{2\pi r}}{K} = \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3}{2} \theta; \\ \frac{\tau_{xy} \sqrt{2\pi r}}{K} = \cos \frac{\theta}{2} (1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3}{2} \theta). \end{cases} \quad (3)$$

Залежність параметра (2) від кута θ для кожного з напружень системи (1) приведена на рис.2.

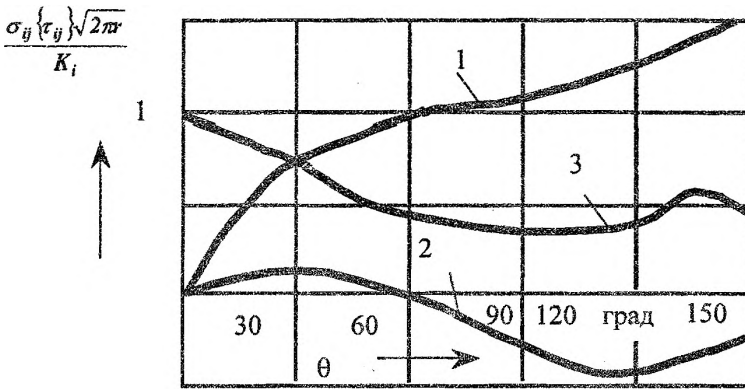


Рис. 2. Залежність параметра руйнування структури ґрунту від кута між планкою котка і його віссю: 1-для σ_x ; 2-для σ_y ; 3-для τ_{xy}

Для оптимізації кута θ установки планки котка по рівнях діючих на структуру ґрунту складових повного тензора напружень, використаємо

$$D = \sqrt[4]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4} \quad (4)$$

де d_i - критеріальна оцінка рівня i - того напруження (значення експоненційної функції бажаності) при визначеній величині кута θ , що визначається за формулою:

$$d_i = \exp[-\exp(-y_i)] \quad (5)$$

де y_i - параметр оптимізації (рис. 3).

комплексний показник функції бажаності, який в загальному вигляді визначається з виразу :

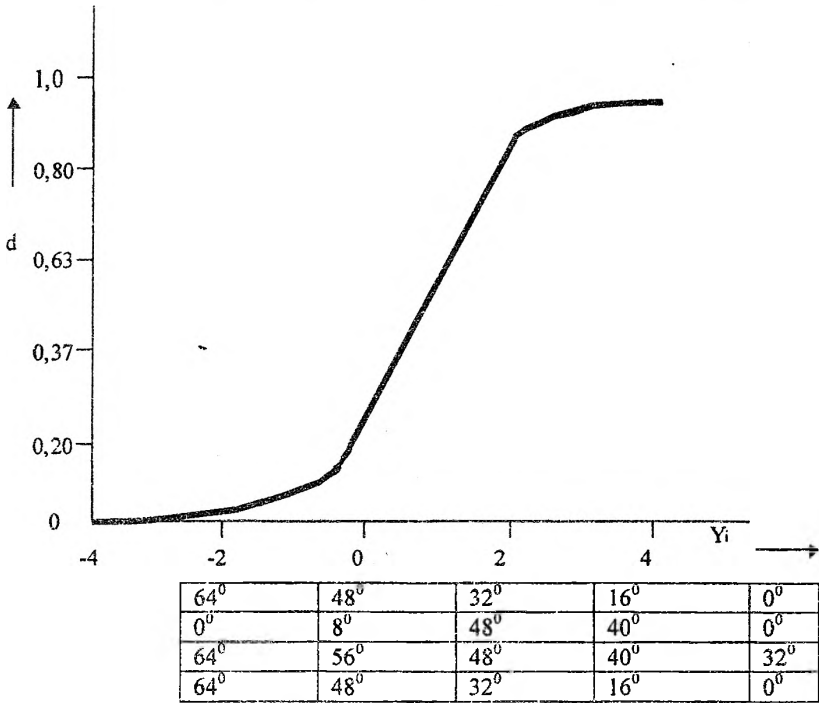


Рис. 3. Експоненціальна функція бажаності і умови для оптимізації кута θ :
1 - для σ_x ; 2 - для σ_y ; 3 - для τ_{xy}

Якщо значення функції бажаності дорівнює 0, то це відповідає неприйнятному значенню параметра оптимізації, якщо 1 – найкращому значенню. Користуючись шкалою функції бажаності, переведемо значення всіх параметрів оптимізації u, v відповідні бажаності d , після чого визначимо узагальнену функцію бажаності D .

Граничні умови для аналітичного визначення оптимального значення кута θ представимо у вигляді системи рівнянь, враховуючи

при цьому, що напруження σ_x повинні бути мінімальними для забезпечення мінімального стиснення ґрунту (найбільш енергоємкої деформації), напруження σ_y повинні бути максимальними для забезпечення мінімальної сили тертя при ковзанні однієї поверхні тріщини по другій і напруження τ_{xy} повинні бути максимальними для забезпечення максимального рівня структуроуворення:

$$\left\{ \begin{array}{l} \lim_{\theta \rightarrow 0^0} d_i(\sigma_x) = 1; \\ \lim_{\theta \rightarrow 30^0} d_i(\sigma_y) = 1; \\ \lim_{\theta \rightarrow 0^0} d_i(\tau_{xy}) = 1. \end{array} \right. \quad (6)$$

Спільне рішення рівнянь (4), (5) і системи (6) дозволяє встановити функціональний зв'язок між комплексним показником D і кутом θ :

$$D = \sqrt{5.53 \cdot 10^5 - (\theta - 30^0)^2} - 7.03 \cdot 10^2 \quad (7)$$

Дослідження на екстремум функції (7) дозволяє отримати оптимізоване значення кута установки планки котка відносно його осі, що становить 20^0 .

ЛІТЕРАТУРА

1. Мамчур В.А. Обоснование принципиальной схемы и параметров комбинированного орудия для основной обработки почвы. Автореферат дис. ... канд. техн. наук.- М.: МГАУ, 1996. - 16с.

Мамчур В.А. - кандидат технічних наук, в. о. доцента кафедри механізації землеробства.