

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів і
природокористування України
НДІ техніки і технологій
Механіко-технологічний факультет

Представництво Польської академії наук в Києві
Відділення в Любліні Польської академії наук
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



122 річниця НУБІП України присвячується

***ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
V МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА»***



***6–7 листопада 2019 року
м. Київ***

СЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»

УДК 514.18:531.32

ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ РОЗТАШУВАННЯ СФЕРИЧНИХ ДИСКІВ НА ГРУНТООБРОБНОМУ АГРЕГАТІ

Пилипака С. Ф., доктор технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У дискових боронах площину леза встановлюють під двома кутами: атаки і крену. Це сприяє зануренню диска в ґрунт, оскільки кут підйому по робочій поверхні диска зменшується. В луцільниках батареїного типу, в яких кут крену відсутній, кращого занурення дисків у ґрунт використовують додатковий баласт, однак такий підхід є малоефективним.

Робочою поверхнею диска є частина кулі радіуса R . Діаметр диска D зв'язаний із радіусом R залежністю:

$$D = 2R \sin \sigma, \quad (1)$$

де: σ – половина кута при вершині сектора AOB (рис. 1,а).

На розрізі диска (рис. 1,б) показано товщину металу, з якого його виготовлено, а також конструктивні кути: δ – кут нахилу твірних конуса заточення до площини леза та i – кут загострення леза. Конус заточення на аксонометрії диска (рис. 1,в) показано затемненим.

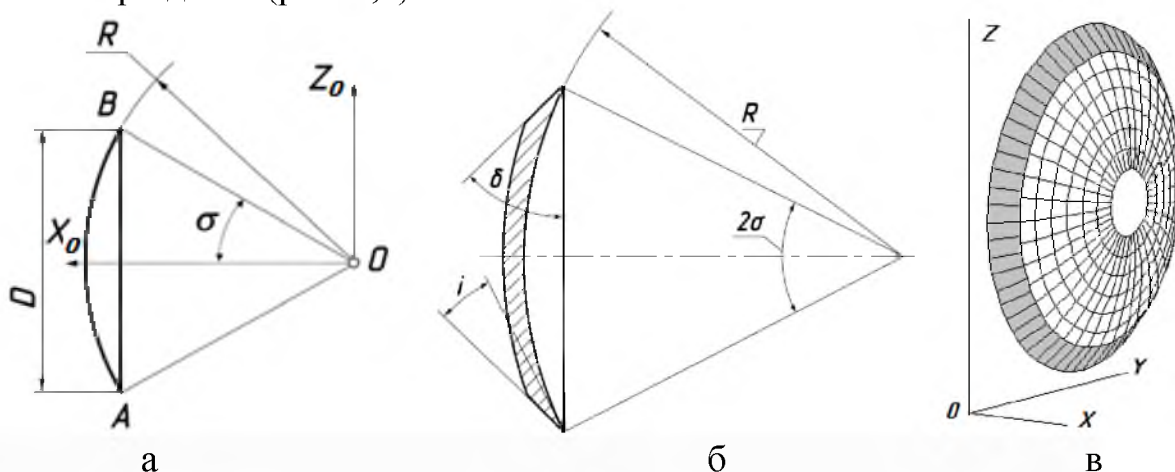


Рис. 1. Схема утворення, розріз та аксонометрія сферичного диска.

В просторовій системі координат $OXYZ$ вісь OY була вибрана за напрям руху агрегату. Параметричні рівняння сфери при кутові атаки $\alpha=0$ і кутові крену $\beta=0$ мають вигляд:

$$X_0 = R \cos u; \quad Y_0 = R \sin u \sin v; \quad Z_0 = R \sin u \cos v, \quad (1)$$

де: u, v – незалежні змінні поверхні.

Сегмент сфери, який є робочою поверхнею диска, побудовано за рівняннями (1) і зображено на рис. 1,в. В такому положенні диск не працюватиме, а тільки перекочуватиметься по поверхні поля.

Для математичного опису сегмента кулі, який є робочою поверхнею диска, були застосовані формули сферичної тригонометрії. За допомогою сферичних трикутників (рис. 2) було здійснено два послідовних повороти диска: спочатку на кут атаки α (рис. 2,а), а потім на кут крену β (рис. 2,б).

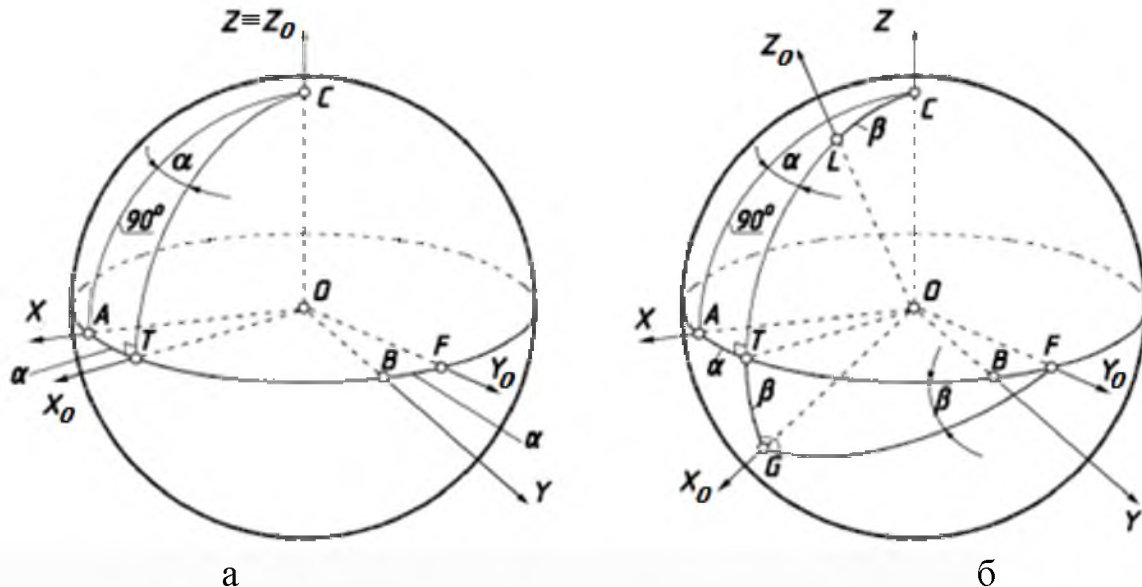


Рис. 2. Застосування сферичних трикутників для повороту диска на кут атаки α і кут крену β .

Після цього параметричні рівняння (1) набувають вигляду:

$$\begin{aligned} X &= X_0 \cos \alpha \cos \beta - Y_0 \sin \alpha + Z_0 \cos \alpha \sin \beta; \\ Y &= X_0 \sin \alpha \cos \beta + Y_0 \cos \alpha + Z_0 \sin \alpha \sin \beta; \\ Z &= -X_0 \sin \beta + Z_0 \cos \beta. \end{aligned} \quad (2)$$

За рівняннями (2) було побудовано диски в проекціях із заданими кутами атаки $\alpha=15^\circ$ і крену $\beta=10^\circ$ та заданим зміщенням b по осі OX , що дало можливість побачити в масштабі висоту гребенів c при заданій глибині обробітки a (рис. 3). При такому розташуванні дисків, як показано на рис. 3, знаряддя працюватиме незадовільно. На фронтальній проекції тильну частину диска показано затемненою. Саме вона буде спиратися на ґрунт, зминатиме його і заважатиме заглибленню диска або ж сприятиме викоченню його на поверхню поля. Тому важливо диски розташувати так, щоб в межах глибини обробітку a на фронтальній проекції не було видно тильної частини дисків. В спеціальній літературі описана методика установки дисків на агрегаті за відсутності кута крену, яка дозволяє усунути цей недолік і навіть забезпечити так званий тильний кут в межах $3^\circ \dots 5^\circ$, що дозволяє диску працювати без зминання ґрунту його тильною стороною (конусом заточення).

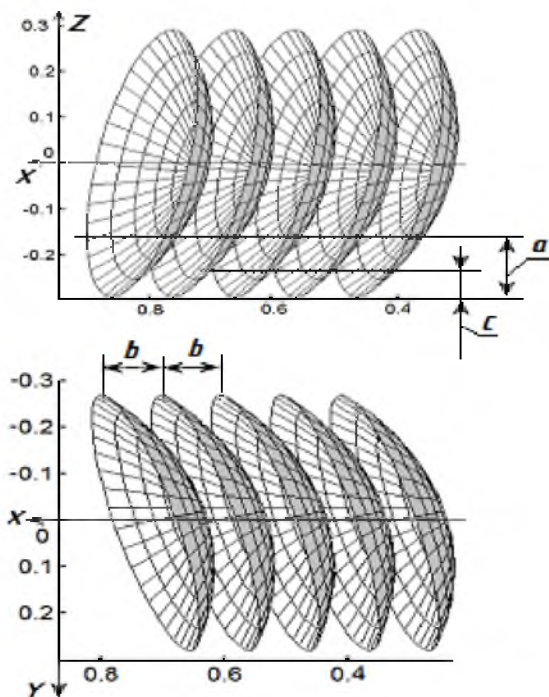


Рис. 3. Схема установки дисків.

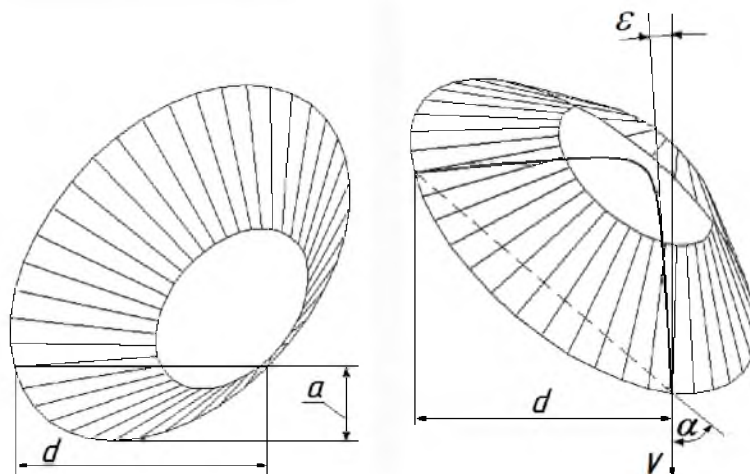


Рис. 4. Прямокутні проекції конуса заточення та його переріз.

Із фронтальної проекції рис. 3 видно, що по мірі заглиблення диска у ґрунт величина затемненої області, тобто тильної сторони, зменшується. Отже, якщо ми усунемо змінання на поверхні поля, то глибше його теж не буде.

Для визначення максимально можливих значень кутів α і крену β , при яких не буде змінання ґрунту ми розглянули переріз конуса заточення горизонтальною площиною, якою є поверхня поля. На рис. 4 в проекціях показано конус заточення для певних кутів α і β та криву його перерізу – гіперболу. Кут між напрямом руху агрегату (позначено, як напрям швидкості V) і дотичною до гіперболи, проведеної в точці на лезі, буде тильним кутом ε . Кут ε має бути розташований по ліву сторону від лінії, що задає напрям руху агрегату, як показано на рис. 4 (горизонтальна проекція). Для цього мають бути правильно вибрані кути атаки α і крену β . Завдяки розробленій математичній

моделі було знайдено вираз кута ε через конструктивні і технологічні параметри диска:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = - \frac{\sqrt{a(2r \cos \beta - a)} \cos \alpha \operatorname{tg} \delta - \sin \alpha [r \cos \beta \sec \delta \cos(\beta + \delta) + a \sin \beta \operatorname{tg} \delta]}{\sqrt{a(2r \cos \beta - a)} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta + \cos \alpha [r \cos \beta \sec \delta \cos(\beta + \delta) + a \sin \beta \operatorname{tg} \delta]} \quad (3)$$

Формула (3) дає можливість побудувати графік залежності $\alpha = \alpha(\beta)$ для заданого значення тильного кута ε . Наприклад, на рис. 5 наведено такий графік для $\varepsilon = 3^\circ$.

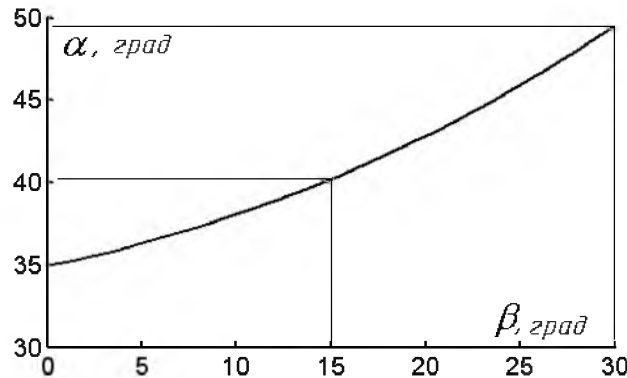


Рис. 5. Графік залежності $\alpha = \alpha(\beta)$ кута атаки α від кута крену β для установки диска із конструктивними параметрами $r = 225$ мм, $\delta = 39,2^\circ$, глибиною обробітку ґрунту $a = 80$ мм, та заданим тильним кутом $\varepsilon = 3^\circ$.

Як видно із графіка, відхилення площини диска від вертикалі зумовлює збільшення кута атаки α . Якщо крен диска відсутній ($\beta = 0^\circ$), то мінімальне значення кута атаки, яке забезпечить заданий тильний кут $\varepsilon = 3^\circ$ має бути $\alpha = 35^\circ$. Якщо задамо кут крену диска $\beta = 15^\circ$, то кут атаки потрібно збільшити більш як на 5° .