

УДК 631.358

М.І. Клендій

ВП НУБП України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

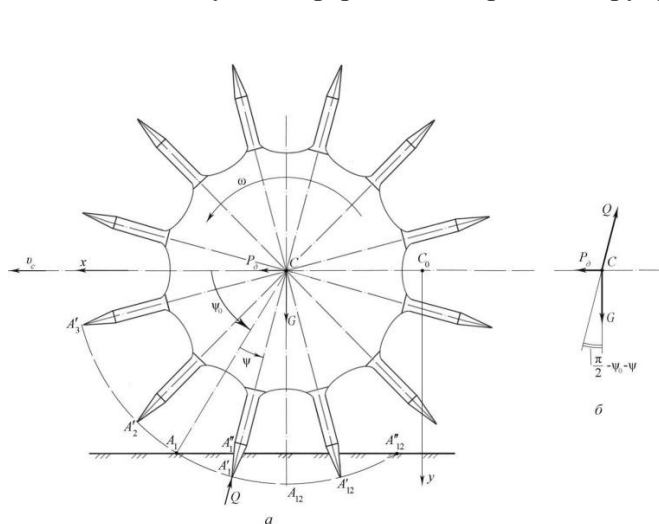
ВЗАЄМОДІЯ ГОЛОК ГОЛЧАТОЇ БОРОНИ ПРИ РОБОТІ У ҐРУНТІ

М.І. Klendii

INTERACTION OF THE MOLCHATE BOLOON MALE AT WORK IN THE SOIL

На диск із голками (рис. 1) по горизонталі діє рушійна сила P_δ . Опір голки заглибленню у ґрунт визначається силою Q , яка спрямована по осі голки до центру обертання C .

Прийmemo на рис. 1, *a* нерухому систему координат $x C_0 y$ з початком у точці C_0 (центр диска в початковому положенні). Вісь $C_0 x$ направимо по горизонталі вліво із центра C_0 в напрямку руху борони, а вісь $C_0 y$ – вниз. На рис. 1, *б* наведено сили, що діють на центр C диска борони. Тоді, відповідно до законів плоско паралельного руху твердого тіла, можна скласти наступні диференціальні рівняння руху диска борони:



$$\left. \begin{aligned} m_{\delta,z} \ddot{x}_c &= m_{\delta,z} \frac{d^2 x_c}{dt^2} = P_\delta - Q_x; \\ m_{\delta,z} \ddot{y}_c &= m_{\delta,z} \frac{d^2 y_c}{dt^2} = G - Q_y; \\ I_c \ddot{\psi} &= I_c \frac{d^2 \psi}{dt^2} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Рис 1. Схема руху голчатої борони (*a*) і сили, що діють на центр C диска борони (*б*)

З першого рівняння (1) з урахуванням характеру руху борони в агрегаті із трактором, що рухається рівномірно, витікає, що проекція прискорення x_c дорівнює нулю. Тоді $x_c = v_0 t$, де v_0 – константа, тобто швидкість центру C борони при рівномірному русі. У другому рівнянні (1) $y_c = 0$, тому

що проекція прискорення точки C на вісь y дорівнює нулю (центр C не рухається по вертикалі). У третьому рівнянні (1) кутове прискорення $\psi = 0$, а кутова швидкість $\dot{\psi}$ дорівнює ω і має постійне значення. Через це із трьох рівнянь (1) залишаються наступні два рівняння статики:

$$P_\delta - Q_x = 0; \quad G - Q_y = 0 \quad (2)$$

Як видно з рис.1, «вихідна» голка A_{12}' обертается у зоні, де проколювання ґрунту вже виконано. Вона не опирається на твердий ґрунт і сила реакції ґрунту тут мала. Через це варто вважати, що сила G давить в основному на голку A_1' , що здійснює проколювання ґрунту. Це положення тим справедливніше, чим ближче голка A_1' до виходу із зони $A_1' A_{12}'$ (рис. 1), тобто до вертикалі CA_{12} . З рівностей (2.) враховуючи, що кут відхилення сили Q від вертикалі дорівнює $90^\circ - \psi_0 - \psi$, а сила P_δ і G рівні:

$$P_\delta = Q_x = Q \sin(90^\circ - \psi_0 - \psi) = Q \cos(\psi_0 + \psi) \quad (3)$$

$$G = Q_y = Q \cos(90^\circ - \psi_0 - \psi) = Q \sin(\psi_0 + \psi) \quad (4)$$

При таких значеннях сил P_δ і G буде виконаний прокол ґрунту. Друге рівняння вказує на важливість забезпечення необхідної маси борони, але при недостатній масі G борони

проколювання ґрунту може не відбутися. При зануренні голки в ґрунт і здійсненні його проколюванні кут ψ безперервно змінюється від 0 до $90^\circ - \psi_0$ (про що вже говорилося). Кут ψ дорівнює:

$$\psi = \omega t_n, \quad (5)$$

де t_n – час повороту голки від положення CA_1 до CA_{12} (рис. 1)

Із залежностей (3) і (4) видно, що прокол ґрунту відбувається одночасно спільно з діями сил P_δ і G . Під дією сил G голка заглиблюється в ґрунт, а під дією сил P_δ борона рухається по полю. Сила P_δ створюються трактором, а сила G виникає завдяки маси борони.

Сила Q залежить від глибини λ занурення голки в ґрунт і збільшується при зануренні. Згідно дослідних даних залежність Q від λ близька до лінійної.

$$Q \approx k \lambda, \quad (6)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від опору ґрунту при зануренні голки, її конусності і твердості ґрунту, визначається дослідним шляхом і вимірюється в Н/м.

Спочатку проколу глибина λ дорівнює нулю, а рушійна сила P_δ також дорівнює нулю, тобто в центрі C в початковому його положенні для наступної голки рушійна сила дорівнює нулю. При заглибленні голки в ґрунт сила P_δ буде збільшуватись, тому що збільшується глибина λ .

Під час закінчення проколу кут ψ дорівнює $90^\circ - \psi_0$, але у випадку коли прокол припинився то сила P_δ також дорівнює 0 . Сила G під час роботи знаряддя міняється у відповідності (4).

Як видно із рис. 1, якщо глибину λ враховувати по лінії голки від поверхні A_1A_{12}'' ґрунту, то дана глибина не буде строго перпендикулярна лінії A_1A_{12}'' . В то й же час із зростанням кута ψ положення лінії голки наближається до вертикалі. Для аналізу цього явища застосуємо до розглянутого механізму метод обігу, тобто дамо всій системі, представленій на рис. 1, a , напрямок руху вправо зі швидкістю $-v_C$. Внаслідок цього характер руху голок щодо ґрунту не зміниться, але вісь C зупиниться, а диск з голками буде обертатися навколо нерухомої осі C в тому ж напрямку (з кутовою швидкістю ω). Ґрунт буде переміщатися вправо зі швидкістю $-v_C$.

Під час представлених теоретичних розрахунків і графічних побудов проведених розрахунки і на основі наведених вище даних розроблена програма на ПК у середовищі універсальної системи комп'ютерної математики Maple V визначено залежність значення рушійної сили від глибини занурення голки борони у ґрунт (рис. 2).

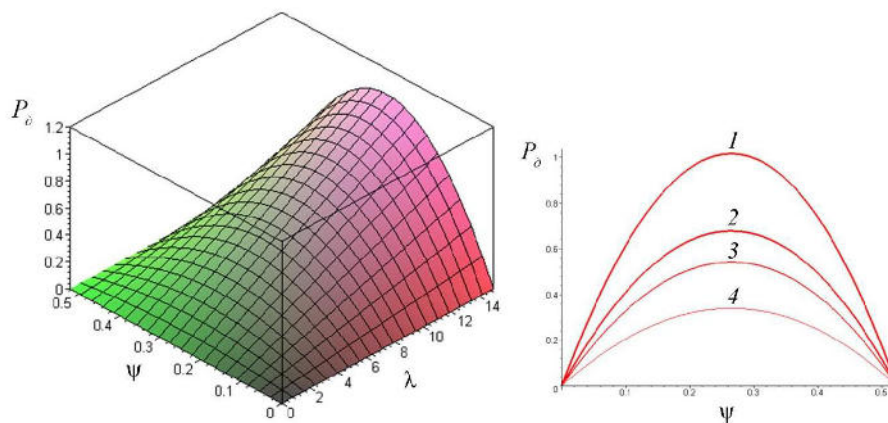


Рис. 2. Залежність рушійної сили P_δ від поточного значення кута ψ , що характеризує положення голки під час її повороту й заглиблення в ґрунт та глибини занурення голки λ : 1 – $\lambda=2$ см, 2 – $\lambda=4$ см, 3 – $\lambda=6$ см, 4 – $\lambda=8$ см.