

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ ЗБУДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИСКАТОРА

Буряк Т.Ю., магістрант

Волик Б.А., к.т.н., науковий керівник

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна*

Робоча гіпотеза полягає в тому, що коливання в системі пружний стояк – диск виникають за рахунок періодичної зміни складових тягового опору. В загальному виді тяговий опір має дві складові – постійну і змінну. Номінальна постійно діюча складова формується за умови стабільності вихідних параметрів (механіко-технологічних властивостей ґрунту, (агрофону) Змінна виникає в разі випадкової або циклічної зміни цих параметрів і умовно поділена нами на два види: варіаційна складова – така що носить циклічний характер і підпорядковується певному закону розподілу і випадкова імпульсна складова.

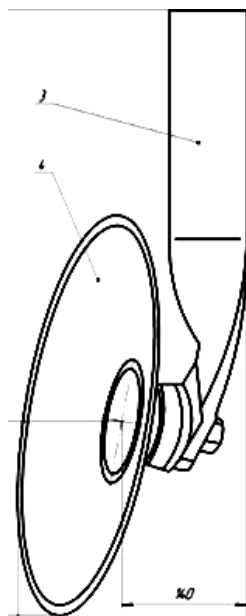


Рисунок 1 – Конструктивна схема робочого органу дискатора:
3 – пружний стояк; 4 – диск

Розглянемо загальну схему доведених сил і проаналізуємо діапазони їх можливої зміни в процесі роботи. В якості методичної основи приймаємо модель А.М. Панченко [3]. Сутність моделі полягає в наступному. Робочий орган функціонально поділяється на ріжучий периметр і робочі поверхні. Кромки ріжучого периметру зминають ґрунт і відділяють від загального масиву призму сколу, яка надходить на робочі поверхні. Робочі поверхні розглядають як плоскі поверхні, які

з певним ступенем наближення відтворюють загальну робочу поверхню. Поверхні сприймають тиск ґрунту, сили тертя і швидкісний напір. Таким чином загальний тяговий опір має наступні складові.[3]

$$P = P_{СК} + (P_N + P_{ТР} + P_{ЗАТ} + P_V) \cdot \cos[\arctg \frac{i \cdot \sin \varphi}{\cos \varphi} - \varphi], \quad (1)$$

де $P_{СК}$, P_N , $P_{ТР}$, $P_{ЗАТ}$, P_V , - проєкції на напрямок руху відповідно сил сколу призми, нормального тиску ґрунту на поверхню, сили тертя при переміщенні ґрунту вздовж робочої поверхні, додаткова сили від затуплення леза, швидкісної складової опору.

Проаналізуємо номінальні значення наведених сил і імовірні відхилення від номіналу.

Сила сколу призми за визначенням $P_{СК} = C_{ПТ} \cdot F_{СК}$

де $F_{СК}$ – сумарна площа сколу; $C_{ПТ}$ – питоме зчеплення часток ґрунту

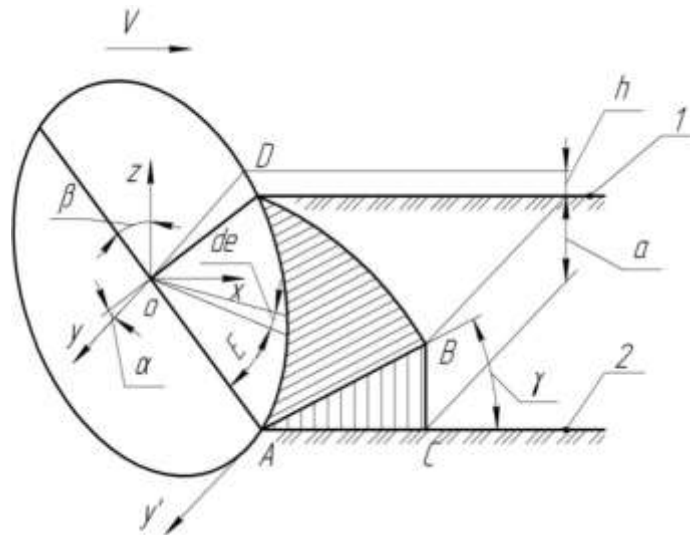


Рисунок 2 – Розрахункова схема сколу призми ґрунту: 1 – рівень денної поверхні; 2 – дно борозни

У відповідності до розрахункової схеми (рис.2), утворена поверхня нами розбита на нескінченно малі елементарні ділянки.

Площа такої ділянки

$$F_i = \frac{R \cdot de}{\cos \alpha \cdot \cos \beta} \cdot \frac{a}{\cos \gamma},$$

де R – радіус диска;

a – глибина занурення диска;

α – кут постановки диска до напрямку руху;

β – кут постановки диска до вертикалі;

$\gamma = 90 - \varphi_2$, де φ_2 – кут внутрішнього тертя ґрунту

e – центральний кут

Шляхом інтегрування знаходимо загальну площу поверхні сколу і відповідно силу сколу призми ґрунту

$$P_{ск} = C_{пт} \int_{e=0}^{e=0,5\pi} \left[\frac{R \cdot de}{\cos \alpha \cdot \cos \beta} + \frac{a}{\cos \gamma} \right] \quad (2)$$

Проаналізуємо, які вихідні параметри в рівнянні (2) можуть носити змінний характер і, як наслідок, впливати на варіаційну складову тягового опору.

Залежність функції від питомого зчеплення часток і глибини оранки носить прямо пропорційний характер і тому варіаційна складова буде повторювати закони розподілу цих параметрів.

Кут внутрішнього тертя, як показують виконані нами експерименти може змінюватись в межах 2-3 градусів, що не може суттєво вплинути на величину тягового опору;

Швидкісна складова визначається за формулою Ю.А. Ветрова [1].

$$P_V = \frac{9,81 \cdot b \cdot a \cdot \gamma}{g} \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha + \theta)} \cdot V^2 \quad (3)$$

де V – Робоча швидкість

α – кут постановки леза до dna борозни θ – задній кут леза

Складова має однозначно виражену квадратичну залежність від швидкості і лінійну прямо пропорційну залежність від глибини робочого ходу

Додаткова сила від затуплення леза [3]

$$P_{зат} = K' \cdot (Z + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot b, \quad (4)$$

де K' - межа несучої спроможності ґрунту;

b – загальна довжина ріжучого периметра;

Z, X – параметри затуплення леза;

Складова $P_{зат}$ впливає тільки на величину постійно діючої номінальної складової

Нормальна реакція ґрунту P_N визначається за формулою підпірної стінки Н.А. Цитовича [6], що є традиційним для більшості відомих моделей взаємодії ґрунтообробних знарядь з ґрунтом [2,3,5] Залежність носить прямо пропорційний характер від глибини робочого ходу

Висновки

Наведена методика дозволяє аналітично обґрунтувати жорсткості окремих ділянок пружного стояка дискатора за умови раціонального напрямку дії складових тягового опору диска. Значення жорсткості окремих ділянок стояка слугують вихідними даними для інженерних розрахунків конструкції.

Найбільший вплив на вібраційний режим мають непостійний характер питомого зчеплення часток ґрунту і робочої швидкості

Список використаних джерел

1. Ветров Ю. А. Резание ґрунтов землеройными машинами. М.: Машиностроение, 1971. 357 с.
2. Мударисов С. Г. Дисковые орудия с адаптирующимися рабочими органами. Картофель и овощи. 2005. №4. С. 30 – 31

3. Панченко А. Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями. Днепропетровск: РИО ДГАУ, 1999. 140 с.

4. Пугач А. М. Польові дослідження сферичного диска на пружному кріпленні. Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал №11(98) 2017. С.23-25.

5. Семенюта А.М. Обґрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга: автореф. дис..на здобуття ступеня канд.. техн. наук. Мелітополь, 2014. 23 с.

6. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для строит. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1983. 288 с.