

МЕТОДИКА АНАЛІТИЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ РОЗПУШЕННЯ ГРУНТУ КОМБІНОВАНИМ АГРЕГАТОМ

*Г. В. Теслюк, Б. А. Волик, А. М. Пугач, кандидати технічних наук
Дніпропетровський державний аграрно-економічний
університет*

В роботі розглядаються питання пов'язані з раціоналізацією комплектації комбінованих ґрунтообробних агрегатів. За основу прийняті тяговий опір та якість розпушення ґрунту робочими органами різної геометричної форми. Математична модель побудована з використанням основних положень теорії внутрішньої напруги у ґрунті.

Обробіток ґрунту, комбінований агрегат, внутрішня напруга в ґрунті, розпушення ґрунту.

Постановка проблеми. Сучасна тенденція до створення все більш складних комбінованих ґрунтообробних агрегатів підвищує вимоги до узгодження параметрів робочих органів, що в цей агрегат входять. Основні показники, що потребують такого узгодження – тяговий опір і якість розпушення ґрунту. Вони в значній мірі визначають кількісний склад і вид робочих органів, їх конструктивні параметри.

Існує два шляхи відпрацювання конструкції – це модельні і аналітичні дослідження. Робота з натурними зразками машин занадто громіздка і вимагає багато часу.

Перевага аналітичних досліджень полягає в тому, що їх можна виконати на проектному етапі, але для цього потрібна єдина модель взаємодії робочих органів різної геометричної форми з оброблюваним середовищем. На даний момент існують аналітичні моделі стосовно конкретних робочих органів. Механічне їх поєднання призводить до значних похибок в розрахунках, що зводить на нівець саму можливість виконання таких розрахунків. Потрібен єдиний підхід

Аналіз останніх досліджень. Найбільш близько до створення моделі взаємодії знаряддя довільної геометричної форми з середовищем підійшов А. М. Панченко [3, 4], який створив аналітичну теорію розрахунку ступеня розпушення ґрунту для різних складових ріжучого периметра, включаючи різні варіанти орієнтації у просторі. Основні положення цієї моделі можна представити наступним чином.

При відокремленні від загального масиву елементарної скиби ґрунту необхідно подолати внутрішню напругу, яку визначають за формулою:

$$G = \frac{R_C}{b \cdot a}, \quad (1)$$

де: R_C – результуюча сила зчеплення часток ґрунту на ділянці відокремлення; b , a – поперечний перетин скиби.

$$R_C = \frac{P_0 \cdot (1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}, \quad (2)$$

де: P_0 – результуюча осьова сила зчеплення часток; α – кут укладання часток.

Методика визначення G детально викладена в [3]. Результуючу осьову силу зчеплення можна визначити знаючи питоме зчеплення часток ґрунту, яке у свою чергу визначається твердоміром ДорН-ДІ [1, 2]. Остаточо, ступінь розпушення:

$$i = \frac{2 \cdot K_p \cdot E}{G^2} + 1, \quad (3)$$

де: K_p – питомий коефіцієнт різання ґрунту; E – модуль пружності ґрунту.

Питомий коефіцієнт різання ґрунту визначається як відношення опору різання на поперечний перетин скиби. У відповідності до методики, робочий орган ототожнюється з елементарним долотом з наведеною шириною захвату, для якого опір різанню визначається:

$$P = C_{y\partial} \cdot F_{ск}, \quad (4)$$

де: $F_{ск}$ – сумарна площа зколу; $C_{y\partial}$ – питоме зчеплення часток ґрунту.

Як впливає з наведеного, проблема полягає в визначенні питомого коефіцієнта різання ґрунту, яке створює робоча поверхня. У відповідності до [3, 4] питомий коефіцієнт різання ґрунту визначається як відношення проекції на напрямок руху всіх діючих сил до площі поперечного перетину скиби. Діючі сили у свою чергу залежать від форми робочої поверхні, швидкості руху та механіко-технологічних властивостей ґрунту.

Мета досліджень є розробка єдиної аналітичної моделі розпушення ґрунту робочим органом довільної геометричної форми.

Результати досліджень. Сутність виконаних нами досліджень полягає в тому, що необхідно визначити реакцію оброблюваного середовища на елементарний клин і наступним етапом шляхом інтегрування по поверхні робочого органу визначити загальну реакцію. Скористаємось елементами методики, викладеної в [5].

Розглянемо розрахункову схему рис. 1. Лінії АВ, ВС, СА – сліди перетину робочої поверхні довільної геометричної форми з площинами координат. Приймаємо, що ділянка АВС нескінченно мала, що дає нам підставу вважати сліди прямолінійними. Виріжемо на поверхні АВС нескінченно малу прямокутну площадку DEFG.

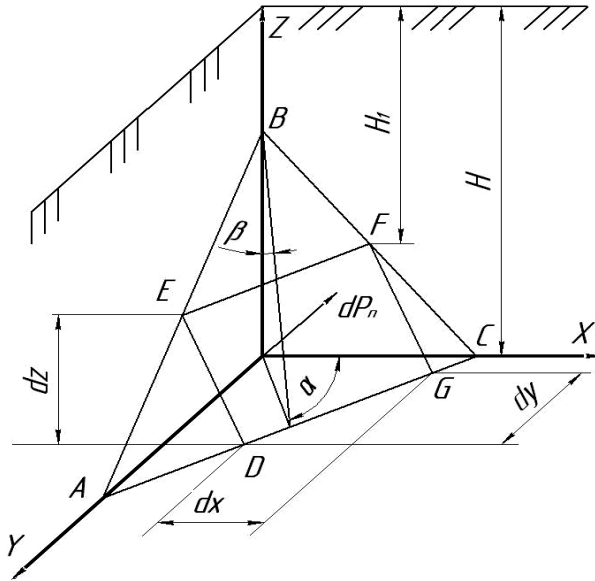


Рис. 1. Розрахункова схема взаємодії елементарної площадки з середовищем.

Таку елементарну площадку можна розглядати як підпорну стінку, на яку діє сила:

$$P = P_n + P_{\text{Тр}} + P_D, \quad (5)$$

де: P_n – підпорний боковий тиск; $P_{\text{Тр}}$ – сила тертя; P_D – динамічна складова сил тиску.

У відповідності до [6] для нескінченно малої площадки рівняння підпорної стінки прийме вид (обґрунтування можливості застосування рівняння підпорної стінки на робочих швидкостях землерийних та ґрунтообробних машин дано у роботах [1, 3, 5]).

$$dP_n = \frac{\gamma \cdot (2 \cdot H + dz) \cdot dz}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot \left[\operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\varphi_2 - \beta}{2}) + \operatorname{tg} \beta \right]^2 \cdot \cos \beta \cdot dy, \quad (6)$$

де: $DG = dy / \cos \alpha$; $H - H_1 = dz$; γ – питома вага ґрунту; β – кут постановки площадки до вертикалі; H, H_1 – відповідно глибина розташування нижнього та верхнього обрізів площадки.

Зважаючи на малість величини dz з достатнім ступенем точності можна прийняти:

$$dP_n = \frac{\gamma \cdot H}{\cos \alpha} \cdot \left[\operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\varphi_2 - \beta}{2}) + \operatorname{tg} \beta \right]^2 \cdot \cos \beta \cdot dy \cdot dz, \quad (6)$$

що надає можливість перейти до єдиної форми запису диференціальних рівнянь. Динамічну складову визначаємо за формулою Ю. А. Ветрова:

$$dP_D = b \cdot a \cdot \gamma \cdot \frac{\sin \alpha_p \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha_p + \theta)} \cdot V^2 = \gamma \cdot \frac{\sin \alpha_p \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha_p + \theta)} \cdot V^2 \cdot dy \cdot dz, \quad (7)$$

де: a, b – відповідно висота і ширина площадки; α_p – кут різання; θ – задній кут; V – швидкість руху.

Сила тертя:

$$dP_{Tp} = \gamma \cdot \left\{ \frac{H}{\cos \alpha} \cdot \left[\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi_2 - \beta}{2} \right) + \operatorname{tg} \beta \right]^2 \cdot \cos \beta + \frac{\sin \alpha_p \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha_p + \theta)} \cdot V^2 \right\} \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot dy \cdot dz, \quad (8)$$

де: φ_1 – кут зовнішнього тертя ґрунту по сталі.

Таким чином, знаючи рівняння поверхні робочого органу, можна шляхом інтегрування по поверхні визначити загальну реакцію і наступним етапом за формулою (3) визначити ступінь розпушення.

Далі, якщо прийняти отримане значення i за початкову ступінь розпушення, то зачальна ступінь розпушення від дії кількох робочих органів буде визначатись залежністю $i_{\Sigma} = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_K$, де K – кількість робочих органів.

Висновок. Запропонована методика дозволяє оцінити ступінь розпушення ґрунту групою різних робочих органів, використовуючи при цьому єдину аналітичну базу. Це дозволяє використовувати основні її положення в проектних розрахунках комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Список літератури

1. Кобець А. С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок : монографія / А. С. Кобець, Б. А. Волик, А. М. Пуґач. – Дніпропетровськ: Свідлер А.Л., 2011. – 140 с.
2. *Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : навч. посіб.* / А. С. Кобець, Т. Д. Іщенко, Б. А. Волик, О. А. Демидов; Дніпропетр. держ. аграр. ун-т. – Д., 2009. – 84 с.
3. *Панченко А. Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А. Н. Панченко.* – Днепропетровск: ДГАУ, 1999. – 140 с.
4. *Панченко А. Н. Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их эффективности для энергосберегающих технологий: учебное пособие / А. Н. Панченко.* – Днепропетровск: ДГАУ, 1995. – 96 с.
5. *Семенюта А. М. Методика розрахунку загальної реакції різання ґрунту поверхнею довільної геометричної форми / А. М. Семенюта, О. В. Білокопитов.* – Днепропетровск: ДДАУ, 2005. – 96 с.
6. *Цытович Н. А. Механика грунтов (краткий курс) : учебник [для строит. вузов] / Н. А. Цытович.* – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высшая школа, 1983. – 288 с.

В работе рассмотрены вопросы, связанные с рационализацией комплектации комбинированных почвообрабатывающих агрегатов. За основу приняты тяговое сопротивление и качество рыхления почвы рабочими органами различной геометрической формы. Математическая модель построена с использованием основных положений теории внутреннего напряжения в почве.

Обработка почвы, комбинированный агрегат, внутреннее напряженье в почве, рыхление почвы.

The paper considers issues related to streamlining the bundling of combined tillage units. The basis taken traction resistance and quality tillage courtier bodies of different geometric shapes. Mathematical model of postroena using the basic provisions of the theory of internal stress in the soil.

Tillage, combination unit, internal napryajenie in soil, loosening the soil.

УДК 631.319.07-02

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КЕРУВАННЯ ҐРУНТООБРОБНИМИ АГРЕГАТАМИ ЯК ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

***М. П. Артёмов, доктор технічних наук
Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка***

У статті запропоновано теоретичний підхід для дослідження керованості і стійкості руху мобільного сільськогосподарського агрегату, представленого у вигляді динамічної системи, що моделює його рух, яку використовують для оптимізації процесу керування. Експериментальну методику використовуємо для визначення кутів відхилення агрегату в процесі його роботи та вчасного забезпечення оптимізації параметрів керування.

Динамічна система, параметри, моделювання, мобільний сільськогосподарський агрегат, керування.

Постановка проблеми. Сільськогосподарські агрегати – складні динамічні системи. Вони працюють в умовах, що впливають на багаточисельні найрізноманітніші зовнішні фактори, які постійно змінюються. Для мобільних агрегатів такими факторами є нерівності поверхні поля, фізико-механічні властивості ґрунту (вологість, щільність, механічний склад та ін.), витрати які необхідно вкласти на її обробку і переміщення агрегату; властивості рослин (врожайність, забрудненість та ін.), зміна маси агрегату у процесі виконання технологічного процесу та ін.

Аналіз останніх досліджень. У мобільних сільськогосподарських агрегатів (МСА) змінність зовнішніх факторів при взаємодії робочих органів машин із оброблюваним середовищем

© М. П. Артёмов, 2015