

УДК.631.312.68

ТЯГОВИЙ ОПІР КОЛИВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА ВИКОПУВАЛЬНОГО ПЛУГА

Кольцов М.П., к.с.-г.н.,

Матковський О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-21-32

Анотація – у статті наводиться методика розрахунку тягового опору коливального робочого органу для викопування саджанців плодкових культур.

Ключові слова – тяговий опір, коливальний розпушувач – сепаратор, викопування саджанців.

Постановка проблеми. Викопування саджанців плодкових культур повинно забезпечувати один з важливих показників якості посадкового матеріалу – довжину кореневої системи. Для його дотримання саджанці викопують з глибини до 0,4 м. Технологічний процес викопування саджанців вміщує операції відділення (вирізання) і переміщення ґрунту з кореневою системою саджанця на висоту, яка перевищує глибину викопування. Переміщення ґрунту по робочим поверхням, які мають значну довжину, призводить до підвищення загального тягового опору знаряддя. Це можна віднести до завдань, що потребують вивчення і дослідження з метою створення робочих поверхонь меншого тягового опору.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню механіки руху ґрунтового шару присвячені дослідження, що стосуються двогранного і тригранного клина [1, 2, 3, 4]. В даних роботах переміщення ґрунту, за умови підпору з боку незруйнованого ґрунтового середовища, відбувається по поверхням, параметри положення яких залишаються незмінними. Інше відбувається, якщо положення поверхонь змінюється під час переміщення ґрунту. Це потребує вивчення умов забезпечення його руху і впливу на величину тягового опору.

Формулювання цілей статті. Визначити тягове зусилля на переміщення ґрунту з кореневою системою саджанця по поверхні коливального робочого органу викопувального плуга.

Основна частина. Викопування саджанців здійснюється робочим органом, який має скобу 1 з шарнірно приєднаним до неї розпушувачем – сепаратором (РС) 2 (рис. 1).

Переміщення ґрунту з кореневою системою відбувається за умови його ковзання по поверхні РС. Це можливо, коли сила опору скоби стисненню буде достатня для подолання сил тертя. Деформацію стиснення пласта за рахунок сил тертя і ваги під час його руху по поверхні РС можна не враховувати. Приймаємо за основу недеформовану модель відділеного ґрунтового агрегату з кореневою системою в середині, в якому сконцентровано всю масу системи «ґрунт – коріння».

Розглянемо рух ґрунтового агрегату з кореневою системою після його сходу з скоби, як об'єкту, на який спрямовано дію РС. Ґрунт з кореневою системою, який рухається по РС, здійснює відносний до нього і переносний з ним рух. Коливання РС надають ґрунтовому агрегату з кореневою системою поворотний переносний рух. Абсолютний рух агрегату здійснюється по відношенню до поля. Якщо ж розглядати його рух з кореневою системою відносно РС, який рухається відносно ґрунтового масиву (поля), то маємо випадок відносного руху.

Відобразимо схему прискорень для ґрунтового агрегату з кореневою системою під час руху по РС для випадку, коли він рухається вгору (рис. 1).

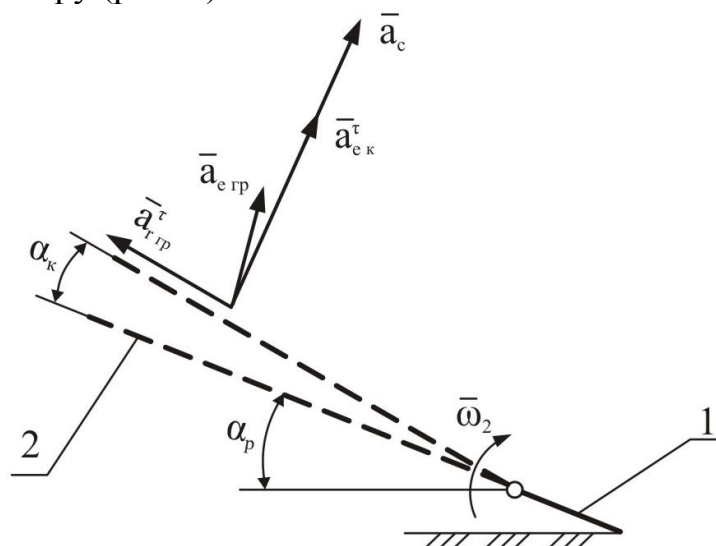


Рис. 1. Схема прискорення.

Прикладемо всі активні сили і реакції зв'язку які діють на ґрунтовий агрегат т. С (рис. 2) та зобразимо їх у вигляді схеми.

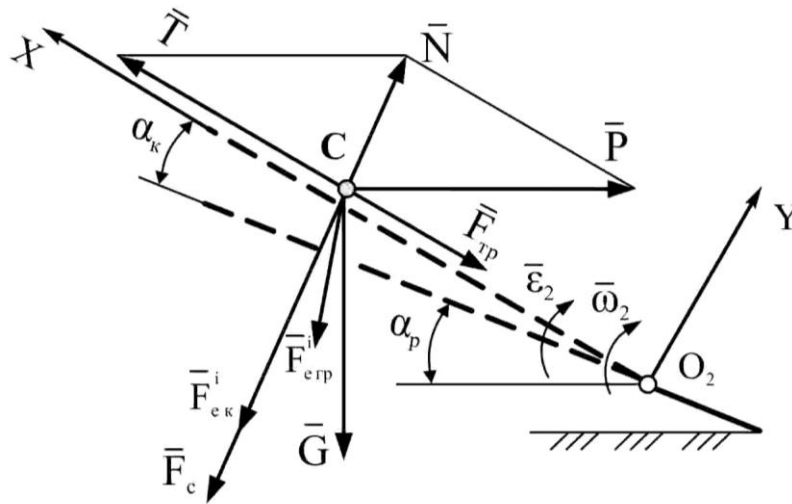


Рис. 2. Схема сил, діючих на ґрунтовий агрегат.

Тягове зусилля P за схемою (рис. 2) дорівнює

$$P = \frac{N}{\sin(\varphi_p + \alpha_k)}, \quad (1)$$

де N – нормальна реакція зв'язку поверхні РС;
 α_p – кут встановлення РС до горизонталі;
 α_k – кут коливань.

Векторне рівняння відносного руху т. С по РС має вид

$$m \cdot \bar{a}_{r_{ep}}^r = \bar{T} + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{e_k}^i + \bar{F}_{e_{ep}}^i + \bar{F}_c^i + \bar{F}_{mp}, \quad (2)$$

де m – маса системи «ґрунт – коріння»;

$\bar{a}_{r_{ep}}^r$ – прискорення відносного руху ;

\bar{T} – сила підпору (рухома сила);

\bar{G} – сила тяжіння;

\bar{N} – нормальна реакція зв'язку поверхні РС;

$\bar{F}_{e_k}^i$ – переносна сила інерції коливань;

$\bar{F}_{e_{ep}}^i$ – переносна сила інерції від зміни кута положення РС;

\bar{F}_c^i – коріолісова сила інерції;

\bar{F}_{mp} – сила тертя.

В нашому випадку т. С рухається по РС рівномірно, тому прискорення $\bar{a}_{r_{ep}}^r = 0$, рівняння (2) прийме вид

$$\bar{T} + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{e_k}^i + \bar{F}_{e_{ep}}^i + \bar{F}_c^i + \bar{F}_{mp} = 0 \quad (3)$$

Зв'яжемо з РС рухоми систему відліку XO_2Y , яка переміщується відносно поля – нерухомої системи і розглянемо дію сил на т. С. Маємо плоску систему сил, що розташована в площині XO_2Y . Система

двох диференціальних рівнянь відносного руху в проекціях на осі X, Y, для випадку руху РС вгору, має вид

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= 0, T - F_{mp} - G \cdot \sin(\psi_p + \alpha_k) - F_{e_{zp}} \cdot \sin\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) = 0 \\ m\ddot{y} &= 0, N - F_{e_{zp}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) - G \cdot \cos(\psi_p + \alpha_k) - F_{e_k}^i - F_c^i = 0 \end{aligned} \right\} (4)$$

Знайдемо N з другого рівняння системи рівнянь (4)

$$N = F_{e_{zp}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) + G \cdot \cos(\psi_p + \alpha_k) + F_{e_k}^i + F_c^i. \quad (5)$$

Тоді F_{mp} дорівнює

$$F_{mp} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi = \left(F_{e_{zp}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) + G \cdot \cos(\psi_p + \alpha_k) + F_{e_k}^i + F_c^i \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (6)$$

де φ – кут тертя ґрунту по сталі.

Рухому силу для переміщення ґрунтового агрегату з кореневою системою визначимо з першого рівняння системи рівнянь (4)

$$\begin{aligned} T &= \left(F_{e_{zp}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) + G \cdot \cos(\psi_p + \alpha_k) + F_{e_k}^i + F_c^i \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi + \\ &+ G \cdot \sin(\psi_p + \alpha_k) + F_{e_{zp}} \cdot \sin\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right). \end{aligned} \quad (7)$$

Тягове зусилля, якщо підставити в (1) значення N (5), складе

$$P = \frac{F_{e_{zp}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) + G \cdot \cos(\psi_p + \alpha_k) + F_{e_k}^i + F_c^i}{\sin(\psi_p + \alpha_k)}. \quad (8)$$

Підставимо складові у формулу (8) та остаточно отримуємо

$$P = \frac{m \cdot a_{e_{zp}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_k}{2}\right) + m \cdot g \cdot \cos(\psi_p + \alpha_k) + m \cdot a_{e_k}^{\tau} + 2m \cdot \omega_2 \cdot v_{r_{zp}}}{\sin(\psi_p + \alpha_k)}, \quad (9)$$

де $a_{e_{zp}}$ – прискорення переносного руху ґрунту від зміни кута α_k ;
 g – прискорення вільного падіння;
 $a_{e_k}^{\tau}$ – дотичне прискорення переносного руху від коливань РС;
 ω_2 – кутова швидкість коливань РС;
 $v_{r_{zp}}$ – відносна швидкість руху ґрунту з кореневою системою по РС.

Отримана залежність (9) дозволяє визначити тяговий опір РС в загальному вигляді та зробити аналіз впливу складових на його значення.

Висновки. Тяговий опір залежить від величини нормальної реакції зв'язку і кута встановлення поверхні РС, збільшення яких призводить до зростання його значення. Нульове значення тягового

опору досягається коли $N=0$, це відбувається під час режимів коливань з відривом ґрунту з саджанцями від поверхні РС.

Література.

1. Бледных В.С. Построение рабочей поверхности корпуса плуга на основе технологических требований/ В.С. Бледных, С.В. Олейников // Совершенствование методов использования сельскохозяйственной техники / Научн. труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1984. - С. 82–85.
2. Бледных В.С. Тяговое сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.С. Бледных // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов / Сбор. научн. трудов. ЧИМЭСХ.— Челябинск, 1990. - С. 10–16.
3. Вопросы технологии механизации сельскохозяйственного производства /ЦНИИМиЭСХ Нечерноземной зоны СССР.— Минск: Госиздат с -х . литературы БССР, 1963. - 263 с.
4. Кудринецький Р.Б. Взаємодія двогранного клина з ґрунтом / Р.Б. Кудринецький // Механізація та електрифікація сільського господарства. - Київ, 2001. - Вип. 85. - С. 85–90.

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ВЫКОПОЧНОГО ПЛУГА

Н. Кольцов, А. Матковский

Аннотация

В статье приводится методика расчета тягового сопротивления колеблющегося рабочего органа для выкопки саженцев плодовых культур

TRACTION RESISTANCE OF THE OSCILLATORY WORKING BODY OF UNDERCUTTER

N. Koltsov, O. Matkovskiy

Summary

The article deals with the methods of calculating the traction resistance of the oscillating working body for digging up seedlings of fruit crops.