



УДК.[631.312.021:634](672.64)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ҐРУНТУ З САДЖАНЦЯМИ ПО РОБОЧОМУ ОРГАНУ ВИКОПУВАЛЬНОГО ПЛУГА

Караєв О. Г., к.т.н.

Матковський О.І., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. +38097-32-82-788, e-mail:aimatkovski@mail.ru

Анотація – наведено результати досліджень руху ґрунтової скиби з саджанцем по розпушувачам викопувального плуга, робочі поверхні яких різні за формою. Отримані залежності зміни величини рухомої сили на переміщення ґрунтової скиби в залежності від часу її перебування на розпушувачах з різними формами поверхонь.

Ключові слова – ґрунтова скиба, саджанець, переміщення, рухома сила, коливальний розпушувач, форма поверхні, викопувальний плуг.

Постановка проблеми. Технологічна операція викопування саджанців викопувальними плугами містить: відділення ґрунтової скиби з саджанцем від ґрунтового масиву поля, руйнування зв'язків між ґрунтовими агрегатами в відділеній ґрунтової скиби і її переміщення на поверхню поля. Переміщення ґрунтової скиби на поверхню поля здійснюється розпушувальними пристроями (далі розпушувачами) з різними видами робочих поверхонь. Переміщення ґрунтової скиби по таким поверхням забезпечується рухомою силою за умови підпору з боку незруйнованого ґрунтового масиву поля. Зусилля на переміщення ґрунтової скиби, яке дорівнює рухомої сили є складовим тягового опору викопувального плуга, тому його частка повинна бути мінімальною з умов забезпечення її руху. Переміщення ґрунтової скиби з саджанцем по робочим поверхням розпушувачів, які мають значну довжину (до одного метра) і коливаються, потребує з'ясування структури витрат зусиль для його забезпечення.

Вид поверхні розпушувача, параметри форми та положення визначають процес взаємодії його з ґрунтовою скибою під час її переміщення на поверхню поля. Визначення виду поверхні розпушувача по якому буде здійснюватися переміщення ґрунтової скиби з саджанцями з найменшим зусиллям є доцільним і потребує досліджень.

Аналіз останніх досліджень. В дослідженнях [1, 2] машинного викопування саджанців розглядалися задачі обґрунтування технологічних схем, конструктивних параметрів робочих органів для інтенсифікації впливу на відокремлений ґрунт з кореневою системою саджанця під час переміщення з метою руйнування і подальшого відділення ґрунту від коренів саджанця та зниження енергоємності процесу [1, 2]. Результатом таких досліджень є конструктивна схема викопувального плуга ВСН - 1 (рис.1), яка включає скобу 1 напівкруглого поперечного перерізу з встановленими на ній пластинчастими розпушувачами 2 і розпушувально-сепарувальну решітку 3 з приводом від кривошипно-шатунного механізму 4, які утворюють робочу поверхню з подовжнім профілем у вигляді увігнуто - опуклої кривої.

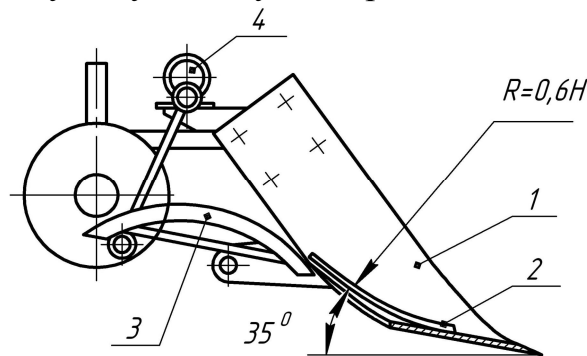


Рис. 1. Конструктивна схема викопувального плуга ВСН - 1.

У роботі [3] для додаткового руйнування ґрунтової скиби пропонується застосувати коливальну рамку до плуга ВПН - 2, що приєднується до задньої частини лемеша, яка конструктивно виконана у вигляді рамки за формою трапеції, поверхня якої є площина. В даних роботах не надається обґрунтування з вибору запропонованих видів поверхонь розпушувальних пристроїв, тому не можна прийняти що вони оптимальні для переміщення ґрунтової скиби з саджанцем.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Дослідити рух ґрунтової скиби з саджанцем по розпушувачам з різними за формою робочими поверхнями для визначення виду поверхні на якій значення рухомої сили є найменше.

Основна частина. Переміщення та руйнування ґрунтової скиби під час викопування саджанців здійснюються конструктивними елементами розпушувачів. Тому переміщення ґрунтової скиби розглянемо по конструктивним елементам з різною за формою поверхнею. Поверхні конструктивних елементів в існуючих робочих органах створені у вигляді площин [3] а також поверхонь з напрямними у вигляді плоских кривих [4] і складених плоских кривих з точками перегину першого роду [5]. Дослідження з обґрунтування вибору виду поверхонь розпушувачів, утворених різними напрямними, які впливають на величину рухомої сили, в наведених роботах не розглянуті.

Рух ґрунтової скиби по розпушувачам можна розглядати як переміщення по прямій для площині або по напрямними у вигляді [6]:

- а) плоских кривих;
- б) складених плоских кривих з точкою перегину першого роду (плоска ввігнуто-опукла крива).

Для визначення рухомої сили на переміщення ґрунтової скиби з саджанцем необхідно отримати залежність її зміни від виду, параметрів форми та положення поверхні розпушувача, який здійснює поступовий і коливальний рух.

Для розгляду переміщення ґрунтової скиби з саджанцем по розпушувачу зробимо такі припущення:

- а) відділений ґрунтовий пласт з кореневою системою розглядаємо як матеріальну точку;
- б) ґрунтові агрегати відділяються і ґрунтова скиба сходить з розпушувача без виникнення реакції з боку його поверхні;
- в) маса ґрунтової скиби на розпушувачі під час переміщення постійна;
- г) рух ґрунтового пласта з саджанцем відбувається без відриву від поверхні розпушувача;

Розглянемо рух ґрунтової скиби з кореневою системою по розпушувачу, поверхня якого є площина, після сходу з викопувальної скиби. Виберемо систему рухомих осей координат xCy (рис. 2), яка зв'язана з розпушувачем. Ось Cx направимо за напрямком відносної швидкості руху (ліва система осей координат).

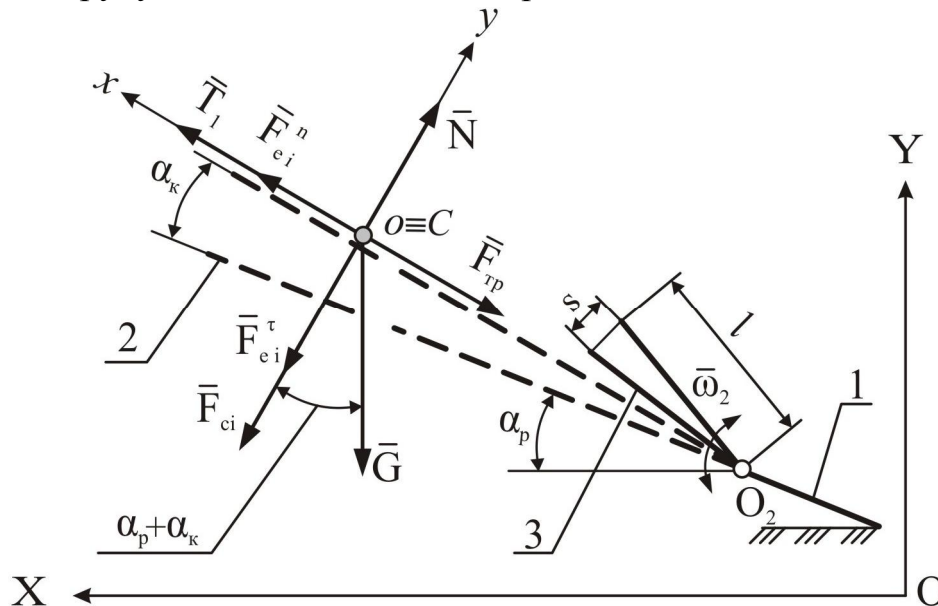


Рис. 2. Схема сил, які діють на т. С при переміщенні по розпушувачу, поверхня якого є площина з напрямом коливань догори: 1 - викопувальна скиба; 2 - розпушувач; 3 - важіль.

Векторне рівняння руху т. С відносно рухомої системи координат $хоу$, розміщеній в нерухомій $ХОУ$ у відповідності зі схемою (рис. 2) складе [7]



$$m \cdot \bar{a}_r^\tau = \bar{T}_1 + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{mp} + \bar{F}_{ei}^n + \bar{F}_{ei}^\tau + \bar{F}_{ci}, \quad (1)$$

де \bar{T}_1 - рухома сила;

\bar{G} - сила тяжіння;

\bar{N} - нормальна реакція зв'язку поверхні розпушувача;

\bar{F}_{mp} - сила тертя;

\bar{F}_{ei}^n - нормальна переносна сила інерції коливань;

\bar{F}_{e3}^τ - дотична переносна сила інерції коливань;

\bar{F}_{ci} - коріолісова сила інерції.

Матеріальна т. С рухається відносно системи відліку XOY . Відносний рух ґрунтової скиби забезпечується відносною швидкістю \bar{v}_r (дорівнює технологічній швидкості агрегату) та відносною швидкістю, викликаною коливальним рухом розпушувача. Коливання розпушувача відбувається з малими значеннями кута коливань (до 5^0) та коловою швидкістю до 1,5 м/с тому відносну швидкість від коливального руху розпушувача можна вважати постійною. В цьому випадку загальна відносна швидкість постійна по модулю й напрямку, тому дотичне відносне прискорення $\bar{a}_r^\tau = 0$. Рівняння (1) прийме вигляд

$$\bar{T}_1 + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{mp} + \bar{F}_{ei}^n + \bar{F}_{ei}^\tau + \bar{F}_{ci} = 0. \quad (2)$$

В проекціях на осі координат xoy за умов що ґрунтова скиба за віссю y не переміщується (припущення γ) для випадку руху вгору розпушувача рівняння (2) буде наступним:

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= T_1 + F_{ei}^n - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_\kappa) - F_{mp} = 0 \\ m\ddot{y} &= N - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) - F_{ei}^\tau - F_{ci} = 0 \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

Знайдемо N з системи рівнянь (3):

$$N = G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{ei}^\tau + F_{ci}. \quad (4)$$

Тоді F_{mp} дорівнює:

$$F_{mp} = N \cdot f = (G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{ei}^\tau + F_{ci}) \cdot f. \quad (5)$$

Підставимо значення у перше рівняння формули (3) та вирішимо його відносно T_1

$$T_1 = G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_\kappa) + (G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{ei}^\tau + F_{ci}) \cdot f - F_{ei}^n. \quad (6)$$

Складові рівняння (6) визначаються за формулами:

сила тяжіння

$$G = m \cdot g; \quad (7)$$

дотична переносна сила інерції



$$F_{ei}^{\tau} = m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l}; \quad (8)$$

коріолісова сила інерції

$$F_{ci} = 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l}; \quad (9)$$

нормальна переносна сила інерції

$$F_{ei}^n = m \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)}{l} \right)^2 v_r \cdot t \quad (10)$$

Зміну початкового положення розпушувача, яке визначає кут встановлення його поверхні до горизонту α_p , забезпечує кут коливань Кут коливань α_k (в радіанах) визначиться з залежності [8]

$$\alpha_k = \frac{s}{l}. \quad (11)$$

де s - відстань між крайніми положеннями важеля, м

l - довжина важеля, м.

Відстань між крайніми положеннями важеля дорівнює

$$s = e \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t)). \quad (12)$$

де e - величина ексцентриситету, м;

ω_1 - кутова швидкість ексцентрика, c^{-1} .

Остаточно для визначення кута коливань отримуємо

$$\alpha_k = \frac{e \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}. \quad (13)$$

З складовими рухома сила на переміщення ґрунтової скиби має вигляд

$$\begin{aligned} T_1 = & m \cdot g \cdot \sin \left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l} \right) + \\ & + \left(m \cdot g \cdot \cos \left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l} \right) + m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l} + \right. \\ & \left. + 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l} \right) \cdot f - m \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)}{l} \right)^2 v_r \cdot t. \end{aligned} \quad (14)$$

де m - маса ґрунтової скиби на розпушувачі, кг;

g - прискорення вільного падіння, m/c^2 ;

t - момент часу переміщення ґрунтової скиби по розпушувачу, с;

α_p - кут встановлення поверхні розпушувача до горизонту, рад;

f - коефіцієнт зовнішнього тертя ґрунту по сталі.

Для визначення рухомої сили на переміщення ґрунтової скиби по розпушувачу з поверхнею, напрямна якої плоска крива розглянемо сили, які приймають участь в забезпеченні руху т. С (рис. 3).

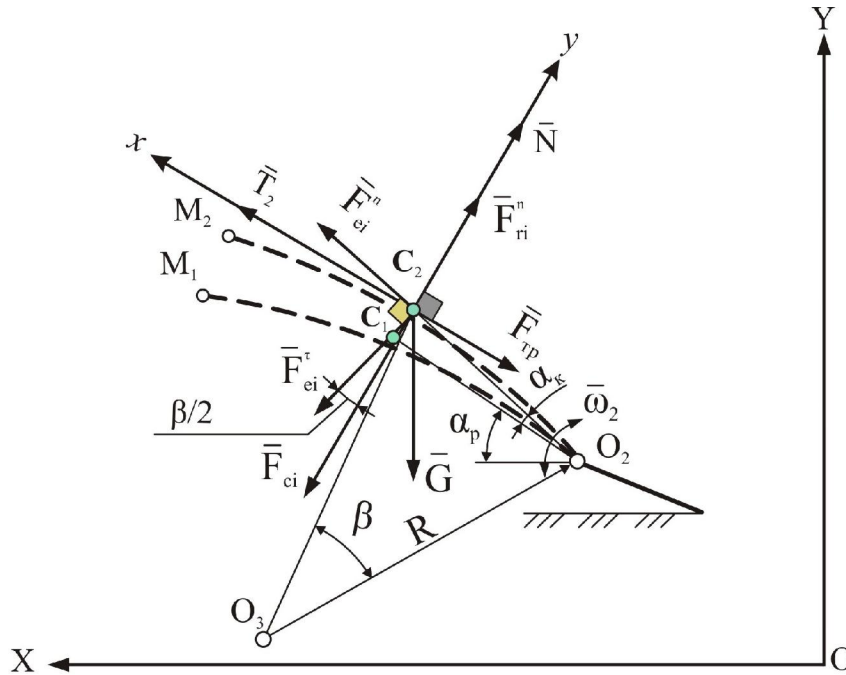


Рис. 3. Схема сил, які діють на т. С при переміщенні по розпушувачу, поверхня якого утворена плоскої кривої напрямною з напрямком коливань догори: 1 - викопувальна скоба; 2 - розпушувач - відокремлювач; 3 - важіль.

Відповідно до схеми (рис. 3) диференціальні рівняння руху т. С в проекціях на осі x та y мають вигляд

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= T_2 + F_{ei}^n \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) + F_{ei}^\tau \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_k) - F_{mp} = 0 \\ m\ddot{y} &= N + F_{ei}^n \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + F_{ri}^n - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_k) - F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) - F_{ci} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Вирішимо систему рівнянь (15) відносно рухомої сили T_2 , яка складе

$$\begin{aligned} T_2 &= G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_k) + \left(G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_k) + F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) + F_{ci} - \right. \\ &\quad \left. - F_{ei}^n \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) - F_{ri}^n \right) f - F_{ei}^n \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) - F_{ei}^\tau \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \end{aligned} \quad (16)$$

Враховуючі значення сил F_{ei}^τ (8), F_{ci} (9), F_{ei}^n (10) які входять до рівняння (16) та відносної нормальної сили інерції за виразом

$$F_{ri}^n = m \frac{v_r^2}{R}, \quad (17)$$

рухома сила складе



$$\begin{aligned} T_2 = & m \cdot g \cdot \sin\left(\alpha_{\partial i} - \frac{v_r \cdot t}{R} + \frac{\dot{a} \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}\right) + \\ & + \left(m \cdot g \cdot \cos\left(\alpha_{\partial i} - \frac{v_r \cdot t}{R} + \frac{\dot{a} \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}\right) + m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) v_r \cdot t}{l} \cdot \cos\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) + \right. \\ & + 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l} - m \cdot \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l}\right)^2 v_r \cdot t \cdot \sin\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) - \frac{m \cdot v_r^2}{R} \left. \right) f - \\ & - m \cdot \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)}{l}\right)^2 v_r \cdot t \cdot \cos\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) - m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l} \sin\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right), \end{aligned} \quad (18)$$

Далі розглянемо переміщення ґрунтової скиби по розпушувачу з поверхнею, напрямна якої складена плоска крива з точкою перегину першого роду. Рухома сила T_3 на переміщення т. С по такій напрямній буде мати дві складові

$$T_3 = T_{3.1} + T_{3.2}. \quad (19)$$

де $T_{3.1}$ - рухома сила на переміщення т. С по дузі кривої O_2M , Н;

$T_{3.2}$ - рухома сила на переміщення т. С по дузі кривої MK , Н.

З початку з'ясуємо як відбувається переміщення т. С по дузі кривої O_2M . Звернемося до схеми сил, які забезпечують переміщення т. С (рис. 5).

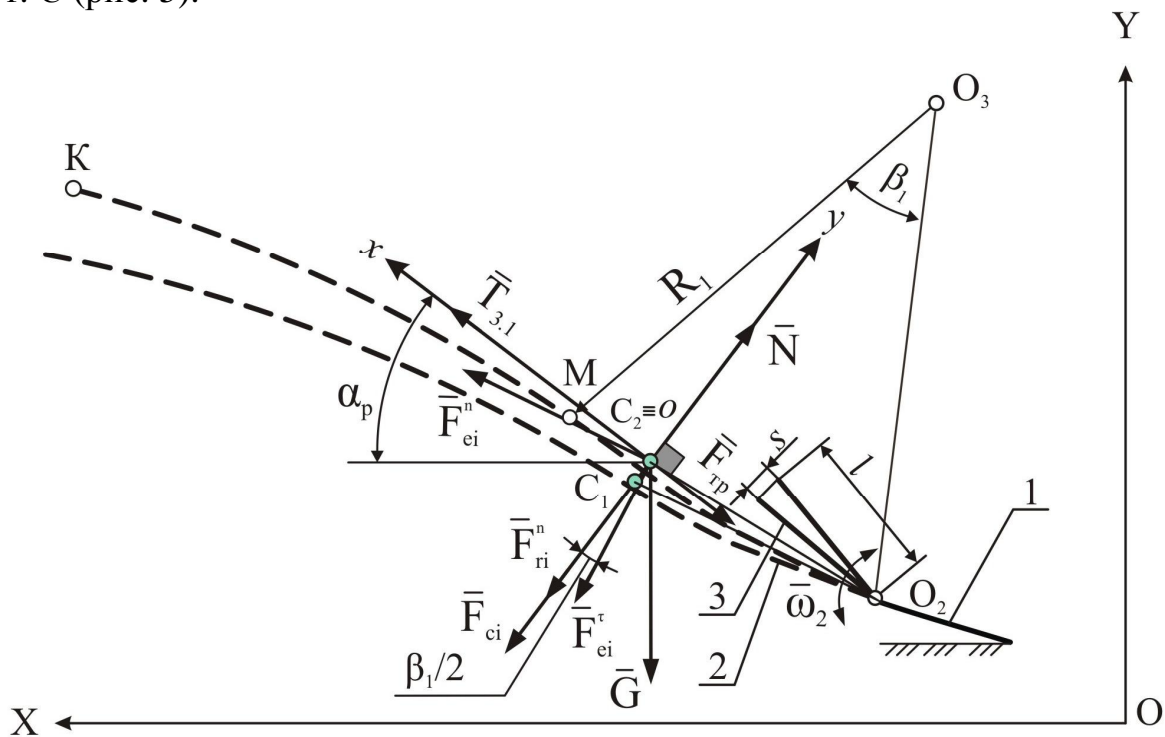


Рис.5. Схема сил, які діють на т. С при переміщенні по розпушувачу, поверхня якого утворена напрямною у вигляді дуги кривої O_2M з напрямом коливань догори: 1 - вкопувальна скоба; 2 - розпушувач; 3 - важіль.



Відповідно до схеми (рис.5) диференціальні рівняння руху т. С в проєкціях на осі x та y по напрямній у вигляді дуги кривої O_2M такі

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= T_{3,1} + F_{ei}^n \cdot \cos\left(\frac{\beta_1}{2}\right) - F_{ei}^\tau \sin\left(\frac{\beta_1}{2}\right) - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_\kappa) - F_{mp} = 0 \\ m\ddot{y} &= N - F_{ei}^n \sin\left(\frac{\beta_1}{2}\right) - F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta_1}{2}\right) - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) - F_{ri}^n - F_{ci} = 0 \end{aligned} \right\}. \quad (20)$$

Вирішимо систему рівнянь (20) відносно рухомої сили $T_{3,1}$, яка складе

$$\begin{aligned} T_{3,1} &= F_{ei}^\tau \sin\left(\frac{\beta_1}{2}\right) + G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_\kappa) + \left(F_{ei}^n \sin\left(\frac{\beta_1}{2}\right) + \right. \\ &\left. + F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta_1}{2}\right) + G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{ci} + F_{ri}^n \right) \cdot f - F_{ei}^n \cdot \cos\left(\frac{\beta_1}{2}\right). \end{aligned} \quad (21)$$

Кут положення розпушувача α_p дорівнює

$$\alpha_p = \alpha_{pn} + \frac{v_r \cdot t_1}{R_1} + \frac{e \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}. \quad (22)$$

де R_1 - радіус кривизни ланки O_2M , м;

t_1 - момент часу переміщення т. С по ввігнутій ланці O_2M , с.

Відносна нормальна сила інерції дорівнює

$$F_{r^3}^n = m \frac{v_r^2}{R_1}. \quad (23)$$

Враховуючі значення сил: F_{ei}^τ (8), F_{ci} (9), F_{ei}^n (10), F_{ri}^n (23), які входять до рівняння (21) рухома сила $\dot{Q}_{3,1}$ складе

$$\begin{aligned} T_{3,1} &= m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 t_1) \cdot v_r \cdot t_1}{l} \sin\left(\frac{v_r \cdot t_1}{2R_1}\right) + mg \cdot \sin\left(\alpha_{\delta i} + \frac{v_r \cdot t_1}{R_1} + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 t_1))}{l}\right) + \\ &+ \left(m \cdot \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 t_1)}{l} \right)^2 v_r \cdot t_1 \cdot \sin\left(\frac{v_r \cdot t_1}{2R_1}\right) + m \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 t_1) v_r \cdot t_1}{l} \cdot \cos\left(\frac{v_r \cdot t_1}{2R_1}\right) + \right. \\ &+ mg \cdot \cos\left(\alpha_{\delta i} + \frac{v_r \cdot t_1}{R_1} + \frac{e \cdot (1 - \cos(\omega_1 t_1))}{l}\right) + 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 t_1) \cdot v_r}{l} + \frac{m \cdot v_r^2}{R_1} \left. \right) f - \\ &- m \cdot \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 t_1)}{l} \right)^2 v_r \cdot t_1 \cdot \cos\left(\frac{v_r \cdot t_1}{2R_1}\right). \end{aligned} \quad (24)$$

Систему сил, які діють на т. С при переміщенні по розпушувачу з поверхнею утвореною напрямною у вигляді дуги кривої МК, яку зображено на рисунку 7.

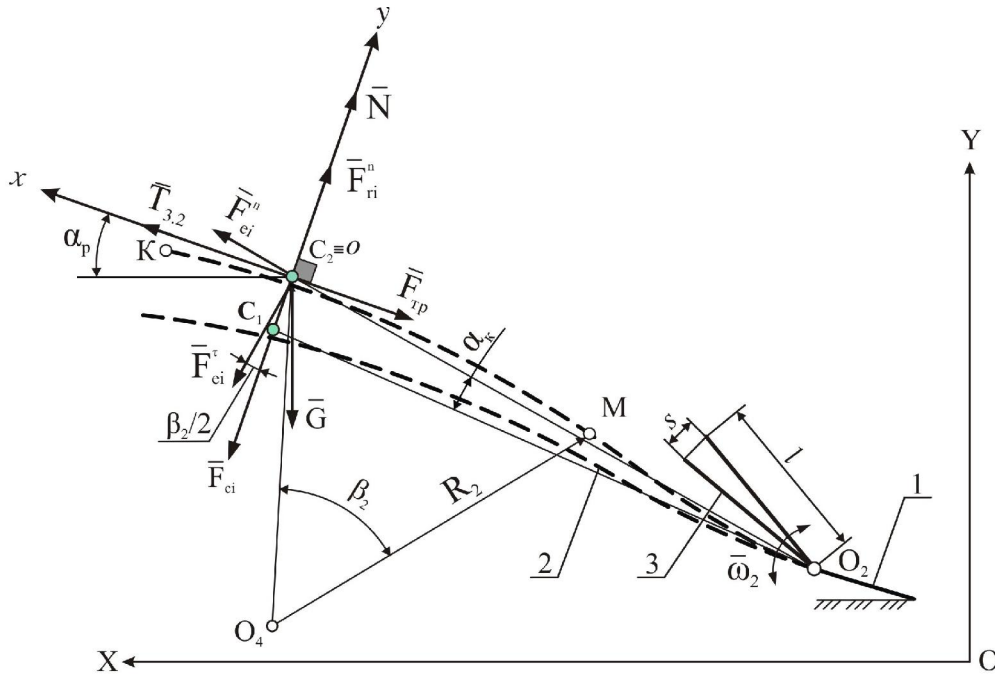


Рис. 7. Схема сил, які діють на т. С при переміщенні по розпушувачу, поверхня якого утворена напрямною у вигляді дуги кривої МК з напрямом коливань догори: 1 - викопувальна скоба; 2 - розпушувач; 3 - важіль.

Відповідно до схеми (рис. 7) диференціальні рівняння руху т. С в проекціях на осі x та y по дузі кривої МК такі. Відповідно до схеми (рис. 7) диференціальні рівняння руху т. С в проекціях на осі x та y по дузі кривої МК такі

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= T_{3.2} + F_{ei}^n \cdot \cos\left(\frac{\beta_2}{2}\right) + F_{ei}^\tau \cdot \sin\left(\frac{\beta_2}{2}\right) - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_k) - F_{mp} = 0 \\ m\ddot{y} &= N + F_{ei}^n \cdot \sin\left(\frac{\beta_2}{2}\right) + F_{ri}^n - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_k) - F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta_2}{2}\right) - F_{ci} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

вирішимо його відносно $T_{3.2}$

$$\begin{aligned} T_{3.2} &= G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_k) + \left(G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_k) + F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta_2}{2}\right) + F_{ci} - \right. \\ &\left. - F_{ei}^n \cdot \sin\left(\frac{\beta_2}{2}\right) - F_{ri}^n \right) f - F_{ei}^n \cos\left(\frac{\beta_2}{2}\right) - F_{ei}^\tau \sin\left(\frac{\beta_2}{2}\right). \end{aligned} \quad (26)$$

Кут α_p дорівнює

$$\alpha_p = \alpha_{pn} + \frac{v_r \cdot t_1}{R_1} - \frac{v_r \cdot t_2}{R_2}, \quad (27)$$

де R_2 - радіус кривизни дуги МК, м;

t_2 - момент часу переміщення ґрунту з саджанцем по опуклій ланці розпушувача.

Відносна нормальна сила інерції дорівнює



$$F_{ri}^n = m \frac{v_r^2}{R_2} \tag{28}$$

Враховуючі значення сил: F_{ei}^r (8), F_{ci} (9), F_{ei}^n (10) F_{ri}^n (28), які входять до рівняння (26) рухома сила $T_{3,2}$ складе

$$\begin{aligned} \dot{O}_{3,2} = & mg \sin\left(\alpha_{pi} + \frac{v_r \cdot t_1}{R_1} - \frac{v_r \cdot t_2}{R_2} + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t_2))}{l}\right) + \\ & + \left(mg \cos\left(\alpha_{pi} + \frac{v_r \cdot t_1}{R_1} - \frac{v_r \cdot t_2}{R_2} + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t_2))}{l}\right) \right) + m \frac{e\omega_1^2 \cos(\omega_1 t_2) v_r t_2}{l} \times \\ & \times \cos\left(\frac{v_r \cdot t_2}{2R_2}\right) + 2m \frac{e\omega_1 \sin(\omega_1 t_2) v_r}{l} - m \left(\frac{e\omega_1 \sin(\omega_1 t_2) v_r}{l}\right)^2 v_r t_2 \times \\ & \times \sin\left(\frac{v_r \cdot t_2}{2R_2}\right) - \frac{mv_r^2}{R_2} f - m \left(\frac{e\omega_1 \sin(\omega_1 t_2) v_r}{l}\right)^2 v_r t_2 \cos\left(\frac{v_r \cdot t_2}{2R_2}\right) - \\ & - m \frac{e\omega_1^2 \cos(\omega_1 t_2) v_r t_2}{l} \sin\left(\frac{v_r \cdot t_2}{2R_2}\right) \end{aligned} \tag{29}$$

За отриманими залежностями за формулами (14), (18), (24), (29) зроблені розрахунки рухомої сили в програмі Maple з вихідними даними для розпушувача, поверхня якого є: площина, утворена плоскою кривою напрямною, складеною плоскою кривою напрямною (табл. 1).

Таблиця 1 – Вихідні дані до розрахунку.

| Форма розпушувача | Параметри | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|---------|---------|-----|-----------|-------------------|------------------------------|---------|-----------|-----------|----------|
| | e, м | v_r , м/с | l , м | L , м | f | g , м/с | α_p , град | ω_1 , с ⁻¹ | R , м | R_1 , м | R_2 , м | m , кг |
| Поверхня є площина | 0,019 | 1,45 | 0,35 | 1 | 0,5 | 9,81 | 15 | 26 | | | | 80 |
| Поверхня утворена плоскою опуклою кривою напрямною | 0,019 | 1,45 | 0,35 | 1 | 0,5 | 9,81 | 25 | 26 | 2 | | | 80 |
| Поверхня утворена ввігнуто-опуклою кривою напрямною | 0,019 | 1,45 | 0,35 | 1 | 0,5 | 9,81 | 15 | 26 | | 0,8 | 1,4 | 80 |

Графічне відображення отриманих залежностей для рухомої сили за формулами (14), (18), (24), (29) надано у вигляді графіків (рис. 8, рис. 9, рис. 10).

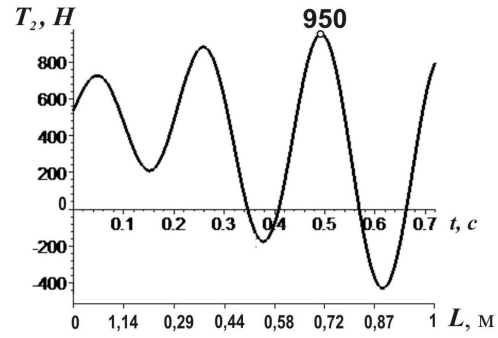
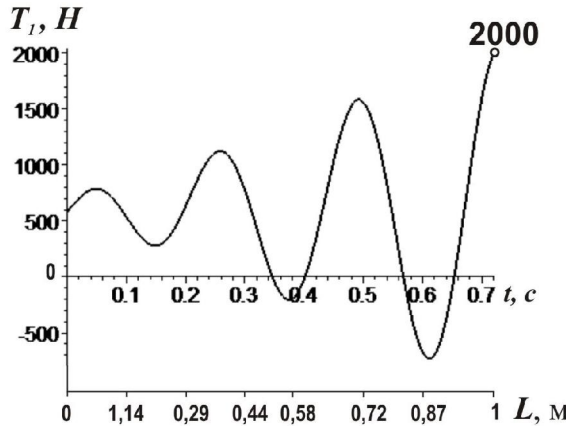


Рис. 8. Рухома сила на переміщення ґрунтової скиби по розпушувачу, поверхня якого є площина.

Рис.9. Рухома сила на переміщення ґрунтової скиби по розпушувачу, поверхня якого утворена плоскою кривою напрямною.

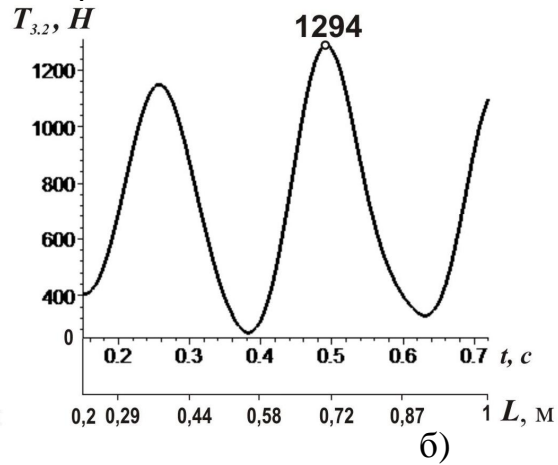
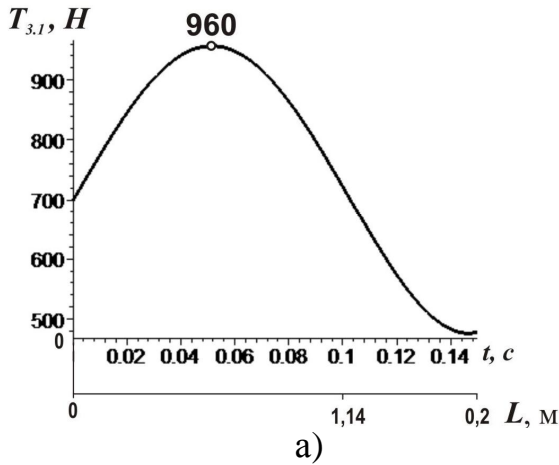


Рис. 10. Рухома сила на переміщення ґрунтової скиби по розпушувачу, поверхня якого утворена напрямною, у вигляді плоскої складеної кривої: а) на дузі O_2M , б) на дузі MK .

Для з'ясування зміни величини рухомої сили по розпушувачам з різними за видом утворення поверхонь побудовані графіки зміни її за часом та по довжині L (рис. 11).

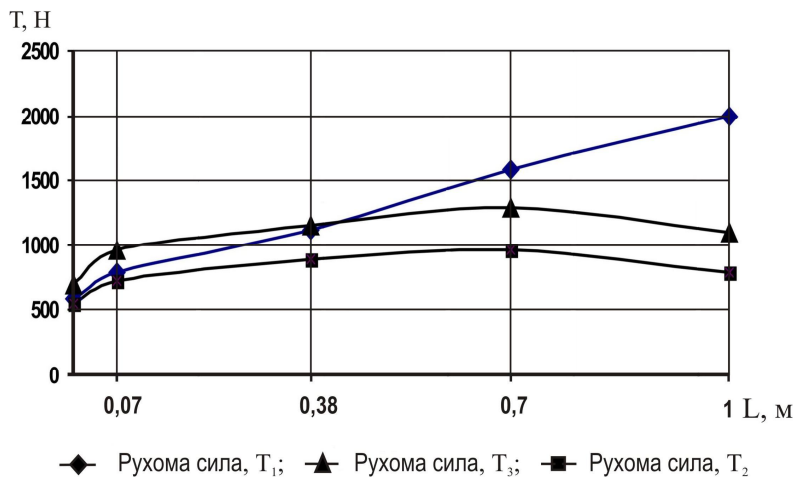


Рис. 11. Зміна величини рухомих сили T_1 , T_2 , T_3 по довжині розпушувача.



Висновки.

1. За отриманими аналітичними залежностями змін рухомої сили на переміщення ґрунтової скиби по різних типах поверхонь встановлено що:

- на поверхні, яка є площина рухома сила T_1 монотонно зростає за косінусоїдою;

- на поверхні, яка утворена кривою напрямною рухома сила T_2 має період зростання до найбільшого значення ($T_2 \approx 950$ Н) а потім зменшується;

- на поверхні, яка утворена складеною кривою перетину першого роду напрямною рухома сила T_3 зростає ($T_3 \approx 1294$ Н) потім зменшується.

2. Встановлено що найменші значення по довжині розпушувача (рис. 11) має рухома сила T_2 .

Література.

1. *Фришев С. Г.* Обоснование и разработка технологического комплекса машин для возделывания посадочного материала плодовых культур: дис... док. техн. наук : 05.20.01 / С. Г. Фришев — К : [б. в.], 1998. — 296 с.
2. *Клиновой С. И.* Обоснование технологического процесса выкопки саженцев и параметров вибрационного копателя: автореф. дис. канд. техн. наук./ С. И. Клиновой — М.: [б. в.], 1993. — 25 с.
3. *Строй А. А.* К обоснованию некоторых размеров колеблющейся трапецеидальной рамки выкопной скобы / А. А. Строй // Совершенствование процессов и рабочих органов сельскохозяйственных машин / Сборник научных трудов УСХА. — К., 1986. — С. 99 – 104.
4. *Сафонов О.* Механізація вирощування плодкових саджанців / О. Сафонов // Техніка в АПК. — 1997. — № 2. — С. 26 – 27.
5. *Фришев С. Г.* Для викопування саджанців плодкових культур / С. Г. Фришев // Техніка в АПК . 1997. — № 2. — С. 28 – 29.
6. *Фролов С. А.* Начертательная геометрия: Учебник втузов./ С. А. Фролов — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.
7. *Никитин Н. Н.* Курс теоретической механики: Учеб. для машиностр. и приборостроит. спец. вузов .—5 - изд., пераб. и доп./ Н. Н. Никитин — М.: Высш. шк., 1990. — 607 с.
8. *Осадчий В. А.* Руководство к решению задач по теоретической механике: изд. 2-е, перераб. Учеб. пособ. для техникумов / В. А. Осадчий, А. М. Файн. — М.: Высшая школа, 1972. — 256 с.



ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОЧВЫ С САЖЕНЦЕМ ПО РАБОЧЕМУ ОРГАНУ ВЫКОПОЧНОГО ПЛУГА

А. И. Караев , А. И. Матковский

Аннотация – приведены результаты исследований движения почвенного пласта с саженцем по рыхлителю выкопочного плуга с вариантами рабочими поверхностями различными по форме. Получены зависимости изменения величины движущей силы на перемещение почвенного пласта в зависимости от времени пребывания на рыхлителе и вида поверхности.

THE RESEARCH OF SOIL LAYER WITH SEEDLING MOVING ALONG THE WORKING PART OF THE DIGGING PLOUGH

O. Karaiev, O. Matkovskyi

Summary

The results of the soil layer moving research with seedling along the ripper of the digging plough with working surfaces that differ in form have been given in the article. The dependences of changing the moving force value on the soil layer moving depending on the time of its interacting with the ripper as well as surface type.