

УДК.631.312.68

ОБҐРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПУШУВАЧА ПЛУГА ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ САДЖАНЦІВ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Матковський О. І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (097) 32-82-788, e-mail: aimatkovski@mail.ru

Анотація – наведена методика визначення кінематичних параметрів розпушувача викопувального плуга для визначення режимів коливань з підкиданням ґрунту та кореневої системи саджанця під час переміщення по його поверхні.

Ключові слова – викопувальний плуг, параметри розпушувача, режими коливань, зусилля витягування, викопування саджанців.

Постановка проблеми. Викопування саджанців викопувальним плугом вміщує операції відділення (вирізання) ґрунтової скиби з саджанцями з ґрунтового масиву і переміщення її на висоту, яка перевищує глибину викопування. Наступною операцією є вибірка саджанців, яка здійснюється робітниками витяганням їх з розпушеного ґрунту. Зусилля на витягування саджанців робітниками повинно відповідати оптимальним умовам праці за напруженістю, на яке впливає ступінь розпушеності ґрунту.

Коренева система дворічних саджанців плодкових культур має розвинуту та розгалужену структуру і потребує підкопування на глибину не менше 0,35 м. Витягування саджанців робітниками з ґрунту після їх підкопування існуючими плугами для викопування саджанців потребує такого зусилля на витягування з ґрунту, яке за показником важкості трудового процесу відносять до важких умов праці. При цьому, втрачається найбільш цінна частина коренів саджанців, що призводить до зниження їх сортності.

Окреслена проблемна ситуація пов'язана з тим, що робочі органи існуючих плугів для викопування саджанців не забезпечують достатнього розпушування ґрунтової скиби та відділення ґрунту від коренів без їх пошкодження.

Також, конструкції існуючих плугів не дозволяють проводити зміни режиму роботи з урахуванням умов викопування саджанців.

Переміщення ґрунту по робочим поверхням, які мають значну довжину, призводить до підвищення затрат енергії на забезпечення

руху. Це можна віднести до завдань, що потребують вивчення і дослідження з метою створення робочих поверхонь, які мають меншу поверхню контакту, час знаходження у взаємодії не постійний.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню механіки руху ґрунтового шару присвячені дослідження, що стосуються двогранного і тригранного клина [1-4]. 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 від коливань під час переміщення ґрунту й додатково ставиться завдання руйнування зв'язків між ґрунтовими агрегатами. Це потребує вивчення умов забезпечення такого руху і впливу коливань на розпушення ґрунту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Поліпшення умов праці робітників при вибиранні саджанців з підкопаного ґрунту з одночасним збереженням якості їх кореневої системи шляхом забезпечення зусилля на витягування саджанців не більше 70 Н за рахунок застосування активного розпушувача викопувального плуга з раціональними кінематичними параметрами.

Основна частина. Робочий орган, який складається з скоби та розпушувача, встановлено на викопувальний плуг ВПН-2. Відділення ґрунту з кореневою системою саджанця здійснюється викопувальною скобою 1, шарнірно приєднаний до неї розпушувач 6 здійснює подальше переміщення до поверхні поля. (рис. 1). Розпушувач коливається навколо горизонтальної осі поздовжньо до напрямку руху викопувального плуга від дію на нього через важіль 5 ексцентрикової тяги 7, яка приводиться в дію ексцентриковим механізмом 8.

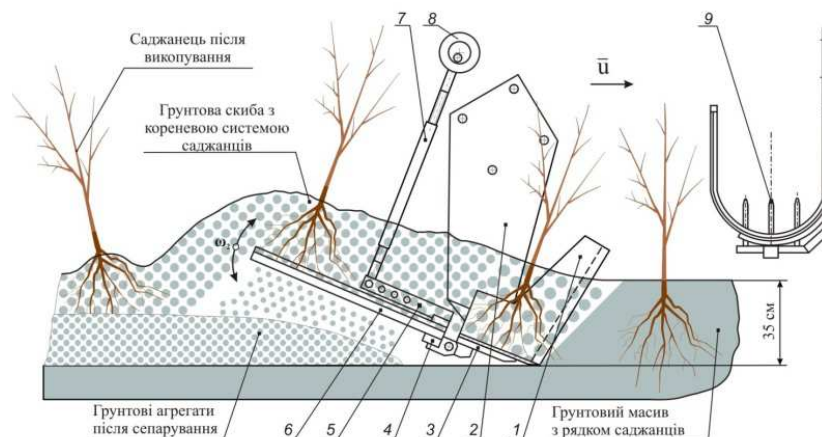


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема робочого органу викопувального плуга ВПН-2: 1 – викопувальна скоба; 2 – стійка; 3 – башмак; 4 – траверса; 5 – важіль; 6 – розпушувач; 7 – ексцентрикова тяга; 8 – ексцентриковий механізм; 9 – розпушник

Кінематична схема приводу розпушувача наведена на рисунку 2. Для визначення режиму качань розпушувача розглянемо його кінематичні характеристики.

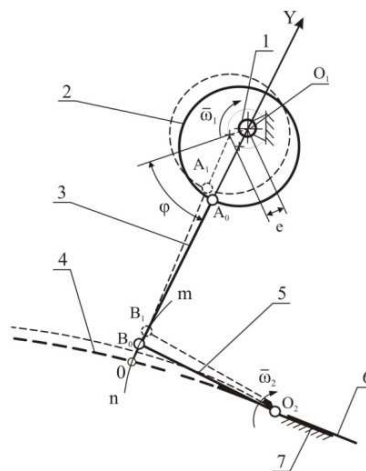


Рис. 2. Кінематична схема приводу розпушувача робочого органу плугу: 1 – вал приводний; 2 – ексцентрик; 3 – ексцентрикова тяга; 4 – розпушувач; 5 – важіль; 6 – скоба; 7 – башмак

Розпушувач 4 здійснює качання від дії ексцентрикової тяги 3, яка шарнірно з'єднана з важелем 5 в т. В (рис. 2), рух якого характеризується:

– відстанню між положеннями т. В

$$s_B = e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t)); \quad (1)$$

– лінійною швидкістю

$$v_B = e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t); \quad (2)$$

– прискоренням

$$a_B = e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t), \quad (3)$$

де e – величина ексцентриситету;

ω_1 – кутова швидкість ексцентрика;

t – час качань.

При дослідженні переміщення ґрунтової скиби без відриву від поверхні розпушувача прийнято такі припущення:

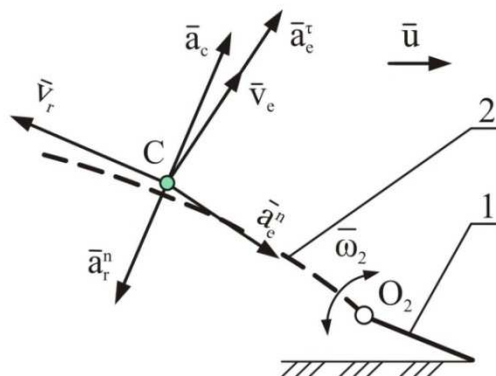
а) ґрунтову скибу розглянуто як матеріальну точку (далі – частка ґрунту);

б) частка ґрунту сходить з розпушувача без виникнення реакції з боку його поверхні;

в) маса частки ґрунту на розпушувачі під час переміщення постійна;

г) рух частки ґрунту по поверхні розпушувача, яка є криволінійною, вважаємо рівномірним та прямолінійним.

Для визначення рухомої сили на переміщення частки ґрунту по поверхні розпушувача з опуклою напрямною розглянемо його кінема-



тичні характеристики відповідно до рис. 3.

Рис. 3. Прискорення та швидкості частки ґрунту при переміщенні по опуклій поверхні розпушувача під час її руху угору: 1 – викопувальна скоба; 2 – розпушувач; \bar{a}_e^τ – дотичне прискорення переносного руху; \bar{a}_e^n – нормальне прискорення переносного руху, \bar{a}_c – коріолісове прискорення; швидкості: \bar{v}_e – переносна швидкість руху; \bar{v}_r – відносна швидкість руху; \bar{u} – швидкість руху агрегату (трактор з викопувальним плугом)

З урахуванням кінематичних характеристик руху формули (2), (3) прискорення частки ґрунту визначаються за наступними формулами:

– дотичне прискорення переносного руху

$$a_e^\tau = y \cdot \frac{v_r \cdot t}{l} = \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l}, \quad (4)$$

– нормальне прискорення переносного руху

$$a_e^n = \omega_2^2 \cdot v_r \cdot t = \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)}{l} \right)^2 v_r \cdot t, \quad (5)$$

– коріолісове прискорення

$$a_c = 2 \cdot \omega_2 \cdot v_r = 2 \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l}. \quad (6)$$

Приймаємо систему координат xOy (рис. 4), яка є рухомою відносно інерційної системи XOY (ліва система координат). Сили, які діють на частку ґрунту при переміщенні по опуклій поверхні розпушувача наведено на рисунку 4.

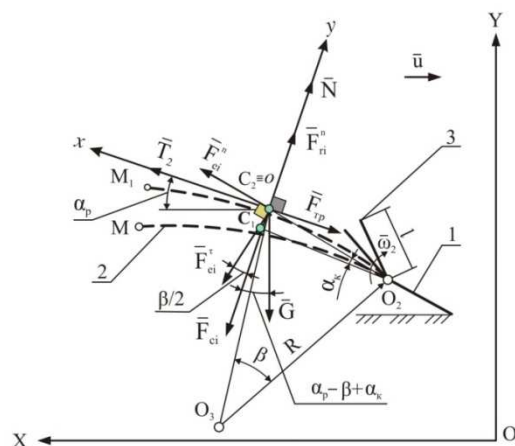


Рис. 4. Схема сил, які діють на частку ґрунту при переміщенні по опуклій поверхні розпушувача під час руху угору: 1 – скоба; 2 – розпушувач; 3 – важіль

Згідно з рисунком 4 диференціальні рівняння руху частки ґрунту будуть мати вигляд

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= T_2 + F_{ei}^n \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) + F_{ei}^\tau \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_k) - F_{mp} \\ m\ddot{y} &= N + F_{ei}^n \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + F_{ri}^n - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_k) - F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) - F_{ci} \end{aligned} \right\}. \quad (7)$$

Скористаємося другим рівняння системи диференціальних рівнянь руху частки ґрунту (7) по поверхні розпушувача і розглянемо переміщення вдовж осі y (рис. 4)

$$m\ddot{y} = N + F_{ei}^n \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_k) - F_{ei}^\tau \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) - F_{ci}. \quad (8)$$

де N – нормальна реакція поверхні;

F_{ei}^n – нормальна переносна сила інерції, яка дорівнює.

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

де G – сила тяжіння, яка дорівнює $G = m \cdot g$ (де m – маса частки ґрунту що рухається по розпушувачу);

F_{ei}^τ – дотична переносна сила інерції до дуги B_0B_1 (рис. 2), яка

дорівнює $F_{ei}^\tau = m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l}$ (де v_r – відносна швидкість

руху частки ґрунту по розпушувачу; t – час руху частки ґрунту по розпушувачу; l – довжина важеля);

F_{ci} – сила інерції Коріоліса, яка дорівнює

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

Кут встановлення поверхні розпушувача до горизонту α_p є початковим і змінюється кутом качання, який визначається з виразу

$$\alpha_x = \frac{s}{l}, \quad (9)$$

де s – відстань між положеннями важеля (B_0B_1), яка дорівнює $e \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t))$.

Підкидання частки ґрунту розпушувачем відбувається за такими кінематичними характеристиками коливання точок поверхні розпушувача [7]:

1) величина нормального прискорення розпушувача повинна бути більшою за прискорення сили тяжіння;

2) напрям нормального прискорення розпушувача має бути спрямованим донизу;

3) напрям лінійної швидкості має бути спрямованим угору.

Частка ґрунту під час качання розпушувача залишається на поверхні при $N > 0$. Якщо ця умова не виконується, то частка ґрунту відривається від поверхні розпушувача, а рівняння прискорення з формули (8) буде мати вигляд

$$y = a_n = \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) v_r}{l} \right)^2 v_r \cdot t \cdot \sin\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) + \frac{v_r^2}{R} - \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) v_r \cdot t}{l} \cos\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) - 2 \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) v_r}{l} - g \cdot \cos\left(\alpha_p - \frac{v_r \cdot t}{R} + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}\right) \quad (10)$$

Відрив частки ґрунту від поверхні з урахуванням першої умови її підкидання розпушувачем при $y=0$ буде досягатися за умови

$$\left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l} \right)^2 v_r \cdot t \cdot \sin\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) + \frac{v_r^2}{R} + \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) v_r \cdot t}{l} \cdot \cos\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) + \frac{2 \cdot e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l} > g \cdot \cos\left(\alpha_{pn} - \frac{v_r \cdot t}{R} + \frac{e \cdot (1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}\right). \quad (11)$$

Під час взаємодії розпушувача з часткою ґрунту він здійснює декілька качань. Потрібну кутову швидкість для одного качання розпушувача знайдемо з виразу

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{t_1}, \quad (12)$$

де t_1 – час тривалості одного качання розпушувача.

Час тривалості одного качання розпушувача дорівнює

$$t_1 = \frac{L}{v_r \cdot n}, \quad (13)$$

де n – кількість качань розпушувача за час взаємодії з часткою ґрунту.

Тоді кутова швидкість дорівнює

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n \cdot v_r}{L}, \quad (14)$$

а рівняння (11) прийме вид

$$\begin{aligned} & \left(\frac{e \cdot 2\pi \cdot n \cdot v_r^2 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot n \cdot v_r \cdot t}{L}\right)}{Ll} \right)^2 v_r \cdot t \cdot \sin\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) + \frac{v_r^2}{R} - \\ & - \frac{e \cdot \left(\frac{2\pi \cdot n \cdot v_r \cdot t}{L}\right)^2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot n \cdot v_r \cdot t}{L}\right) v_r \cdot t}{l} \cdot \cos\left(\frac{v_r \cdot t}{2R}\right) - \\ & - \frac{4 \cdot e \cdot \pi \cdot n \cdot v_r^2 \cdot t \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot n \cdot v_r \cdot t}{L}\right)}{L \cdot l} \geq \\ & \geq g \cdot \cos\left(\alpha_{pn} - \frac{v_r \cdot t}{R} + \frac{e \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot n \cdot v_r \cdot t}{L}\right)\right)}{l} \right). \end{aligned} \quad (15)$$

З нерівності (11) визначено час відриву частки ґрунту від поверхні розпушувача (перша умова підкидання частки ґрунту) та визначено перевищення нормального прискорення розпушувача над прискоренням сили тяжіння. Для з'ясування напрямів прискорення і швидкості розпушувача побудуємо їх сумісний графік, а для отримання швидкості руху розпушувача здійснимо інтегрування рівняння (10). Після обчислення швидкість складе

$$\begin{aligned} V = y' = & \frac{(e \cdot \omega_1 \cdot v_r)^2 \cdot v_r}{4l^2 \left(2\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)} \cdot t \cdot \cos\left(2\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)t + \frac{(e \cdot \omega_1 \cdot v_r)^2 \cdot v_r}{4l^2 \left(2\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)^2} \cdot \sin\left(2\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)t - \\ & - \frac{(e \cdot \omega_1 \cdot v_r)^2 \cdot v_r}{4l^2 \left(2\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)} \cdot t \cdot \cos\left(2\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)t + \frac{(e \cdot \omega_1 \cdot v_r)^2 \cdot v_r}{4l^2 \left(2\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)^2} \cdot \sin\left(2\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)t + \frac{v_r^2}{R} t + \\ & + \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot v_r}{2l} \cdot \frac{t \cdot \sin\left(\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)t}{\omega_1 + \frac{v_r}{2R}} + \frac{e \cdot \omega_1 \cdot v_r}{2l \cdot \left(\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)^2} \cdot \cos\left(\omega_1 + \frac{v_r}{2R}\right)t + \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot v_r}{2l} \cdot \frac{t \cdot \sin\left(\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)t}{\omega_1 - \frac{v_r}{2R}} + \\ & + \frac{e \cdot \omega_1 \cdot v_r}{2l \cdot \left(\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)^2} \cdot \cos\left(\omega_1 - \frac{v_r}{2R}\right)t + \frac{2ev_r}{l} \cdot \cos(\omega_1 t) - g \cdot \left(t - \frac{\alpha_{pn}^2}{2} \cdot t + \frac{\alpha_{pn} v_r}{R} \cdot \frac{t^2}{2} - \frac{v_r^2}{2R^2} \cdot \frac{t^3}{3} - \right. \\ & - \frac{\alpha_{pn} \cdot e}{l} \cdot t + \frac{\alpha_{pn} \cdot e}{l\omega_1} \sin(\omega_1 t) + \frac{v_r \cdot e}{Rl} \cdot \frac{t^2}{2} - \frac{v_r \cdot e}{Rl} \cdot \left(\frac{t \cdot \sin(\omega_1 t)}{\omega_1} + \frac{\cos(\omega_1 t)}{\omega_1^2} \right) - \frac{e^2}{2l^2} \cdot t + \\ & \left. + \frac{e^2}{l^2 \omega_1} \sin(\omega_1 t) - \frac{e^2}{2l^2} \left(\frac{t}{2} + \frac{1}{4\omega_1} \sin(2\omega_1 \cdot t) \right) \right) + C_1, \end{aligned} \quad (16)$$

де C_I – постійна інтегрування, для початкових умов $t=0$, $V=0$, $y=0$.

Під час взаємодії розпушувача з часткою ґрунту він здійснює декілька качань. Потрібну кутову швидкість для одного качання розпушувача знайдемо з виразу

Обчислення значень швидкості v та прискорення поверхні a^n здійснено з використанням програмної оболонки Maple за вхідними даними таблиці 1.

Таблиця 1

Вхідні дані для обчислення

	v_r , м/с	l , м	α_p , град.	f	g , м/с ²	ω_1 , с ⁻¹	m , кг	R , м	
	0,019	1,45	0,35	25	0,5	9,81	26	80	2

За результатами обчислень побудовано залежності, які наведено на рисунку 5.

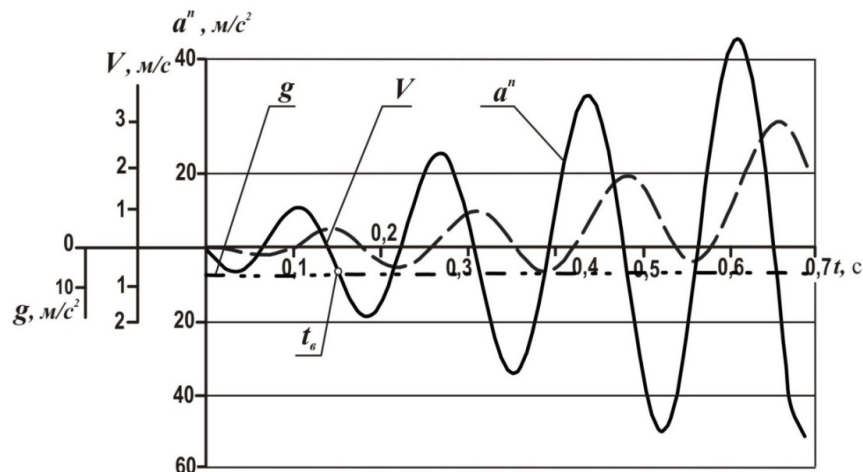


Рис. 5. Зміни швидкості V та прискорення поверхні розпушувача a^n в залежності від часу

З наведених залежностей (рис. 5) видно, що час початку відриву частки ґрунту від поверхні розпушувача настає при $t_g = 0,14$ с. При цьому напрям швидкості v спрямовано угору, а прискорення a^n – донизу, тобто забезпечуються перша, друга і третя умови.

Величина ексцентриситету визначається за умови перевищення прискорення розпушувача над прискоренням вільного падіння у третьому квадранті обертання ексцентрика.

Для попередньої перевірки робочого органу плуга були проведені натурні функціональні випробування (рис. 6). Перевірка проводилась у третьому полі розсадника ТОВ «Блексі фрут компанії» (дворічні саджанці) на викопуванні саджанців яблуні Ред Чиф та брейбурн у встановлені терміни викопки (повне опадання листя).



Рис. 6. Викопування саджанців яблуні Ред Чиф у полі розсадника

Ставилось завдання перевірки функціональності робочого органа плуга за показниками якості виконання технологічного процесу викопування та вибірки саджанців на режимі роботи розпушувача з підкиданням, які були забезпечені числом обертів ексцентрика – 350 об/хв., ексцентриситетом – 0,019 м, довжиною розпушувача – 1 м, довжиною важеля – 0,35 м. Рух агрегату був 1,45 м/с (5,2 км/год.), кількість коливань розпушувача під час переміщення ґрунту з саджанцями дорівнювала чотири.

Програма й методика перевірки показників якості технологічного процесу складена з використанням положень ОСТ 70.16.1-86 «Машины и орудия для выкопки и выборки семян и саженцев». Результати представлені за формою документа в таблиці 2.

Таблиця 2

Показники якості виконання технологічного процесу
викопувальним плугом

Найменування показника	Значення показника
1	2
Місце та дата випробувань	Розсадник 03.12.2013
Фон роботи	Поле розсадника
Режим роботи:	
– робоча швидкість руху, м/с	1,45
– робоча ширина захвату, м	0,55
Глибина підкопування, см	
– встановлена	30
– фактична	32,6
– стандартне відхилення, ± см	3,2
– коефіцієнт варіації, відсоток	5,3
Повнота викопування, відсоток	
– кількісна доля саджанців, які не викопані	–

Продовж. табл. 2

1	2
Пошкодження саджанців, відсоток	
– підземної частини по видам	відсутнє
– надземної частини по видам	1,5
Зусилля на витягування саджанців з ґрунту, Н	50,7
Маса ґрунту, яка зв'язана з кореневою системою підкопаного саджанця, г	800
Забивання і налипання робочих органів, відсоток	11,2
Шлях заглиблення робочих органів, м	1,2
Шлях виглиблення робочих органів, м	0,9



Рис. 7. Вимірювання зусиль на витягування саджанців (а), коренева система саджанця Ред Чиф (б)

Попередні випробування показали, що активний розпушувач дозволяє підвищити розпушеність ґрунту, що проявилось в дотриманні оптимальних зусиль (50 Н) на витягуванні саджанців (рис. 7) і здійснити переміщення саджанця до поверхні поля та забезпечити показники якості кореневої системи саджанців які були досягнуті під час вирощування.

Висновки.

1. За результатами досліджень отримана залежність для визначення кінематичних режимів роботи розпушувача, за складовими якої можна провести оптимізацію:

– конструктивних параметрів: довжини важеля, довжини розпушувача, величини ексцентриситету;

– кінематичних параметрів: числа обертів ексцентрика, кількості качань розпушувача за час взаємодії з ґрунтом та саджанцями.

2. Експериментальна перевірка роботи розпушувача підтвердила що рух ґрунтових агрегатів по розпушувачу відбувається з підкиданням, що збільшило розпушеність ґрунту, яка дозволила забезпечити умови праці робітників, за величиною зусиль на витягуванні саджанців відповідно до нормативних вимог.

Література.

1. *Бледных В. С.* Построение рабочей поверхности корпуса плуга на основе технологических требований / *В. С. Бледных, С. В. Олейников* // Совершенствование методов использования с.-х. техники: науч. 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: сб. науч. 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. *Кудриницький Р. Б.* Взаємодія двогранного клина з ґрунтом / *Р. Б. Кудриницький* // Механізація та електрифікація сільського господарства. – К., 2001. – Вип. 85. – С. 85-90.
5. *Кольцов М. П.* Тяговий опір коливального робочого органа викопувального плуга / *М. П. Кольцов, О. І. Матковський* // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 13, т. 3. – С. 156-160.
6. *Рубцов М. О.* Параметри коливального розпушувача-сепаратора / *М. О. Рубцов, О. І. Матковський* // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, т. 3. – С. 174-180.
7. *Петров Г. Д.* Картофелеуборочные машины / *Г. Д. Петров.* – М.: Машиностроение, 1972. – 400 с.

**ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
РАЗРЫХЛИТЕЛЯ ПЛУГА ДЛЯ ВЫКОПКИ САЖЕНЦЕВ
ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР**

Матковский А. И.

Анотація – предложена методика определения кинематических параметров разрыхлителя выкопчного плуга для определения режимов колебаний с подбрасыванием почвы и корневой системы саженца при перемещении по его поверхности.

**RATIONALE OF THE CINEMATIC PARAMETERS
OF THE PLAYER DISCHARGE FOR VACCINATION
OF FILLING CULTURES**

O. Matkovskiy

Summary

The method of determining the kinematic parameters of the digger plow for determining the modes of oscillation with the throwing of the soil and root system of the seedlings during movement along its surface is given.