

УДК 631.319.06

DOI 10.36910/6775-2313-5352-2021-18-10

Клендій М.Б., Драган А.П.

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ОРГАНА ГВИНТОВОЇ СЕКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

У статті проведено аналіз робочих органів комбінованих ґрунтообробних машин та надано рекомендації щодо побудови компоувальної схеми. Обґрунтовано конструкцію гелікоїдального робочого органу для поверхневого обробітку ґрунту поверхня якого буде відрізнятися від іншої широко відомої гвинтової лінійчатої поверхні – гвинтового коноїда. Наведено параметричні рівняння розгорнутого гелікоїда з горизонтальною віссю обертання. Складено диференціальні рівняння руху частинки поверхнею гелікоїда, і на їх основі отримано траєкторії руху частинок ґрунту поверхнею гелікоїда. Незалежно від точки вступу частинки на поверхню, вона ковзає по ній, наближаючись при цьому до внутрішньої периферії поверхні, тобто до циліндричного вала. При збільшенні швидкості руху агрегату це наближення зростає. Запропоновано конструкцію робочого органу з решітчастим валом який буде додатково виконувати функцію котка.

Ключові слова: комбіноване ґрунтообробне знаряддя, гвинтовий робочий орган, гелікоїд.

Постановка проблеми. У сучасному землеробстві обробка ґрунту є важливим технологічним процесом. Протягом багатьох років з'являлися різноманітні прийоми механічного впливу на ґрунт з метою підвищення його родючості, за рахунок створення кращих умов для розвитку і зростання вирощуваних культур. На всій території України активно використовують поверхневий обробіток ґрунту. Одним із сучасних прийомів обробітку є використання комбінованої ґрунтообробної техніки, що має найчастіше дискові робочі органи, гвинтові робочі органи і різні види лап (односторонні плоскорізні, стрілочасті плоскорізні, універсальні, розпушувальні долотоподібні і т.д.), які забезпечують обробіток поверхні ґрунту на різну глибину, а повністю завершують весь процес як правило котки (клиновидні, ребристі, зубчасті, кільчасто-шпорові і т.д.). Але незважаючи на великий вибір робочих органів, які можуть бути встановлені на комбінованій бороні досягнути задовільної якості обробітку ґрунту не завжди можливо, тому розробка нових прогресивних робочих органів є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням, що пов'язані з процесом проектування та функціонування комбінованих ґрунтообробних знарядь присвячені роботи ряду авторів [1-3, 7, 8], однак, фактично всі існуючі конструкції комбінованих ґрунтообробних знарядь мають недоліки.

Постановка завдання. Метою дослідження є обґрунтування конструкції гелікоїдального робочого органу гвинтової секції комбінованого ґрунтообробного знаряддя.

Викладення основного матеріалу. Кріплення дисків в сучасних машинах найчастіше виконано за допомогою гумових елементів (демпферів), які вперше з'явилися у фірми Väderstad. Приблизно такий же принцип дії у листових ресор, встановлених на боронах Heliodor від фірми Lemken [3]. Проте ресори і гумові демпфери не повністю компенсують бічне зміщення встановлених під кутом дисків і гвинтових робочих органів. Для компенсації бічного зсуву встановлюють два ряди дисків з нахилом в протилежну сторону, а для гвинтових робочих органів використовують робочі органи з правим і лівим навиванням гвинтової поверхні [4,5,6]. Конструктивні параметри диска або гвинтового робочого органу перебувають в певній залежності. З однієї сторони бажано зменшувати діаметр D робочого органу для кращого його входження в ґрунт, також одночасно зменшувати радіус R сфери, або збільшувати кут нахилу твірних гвинтової поверхні для кращого перевертання ґрунту і змішування його із рослинними рештками, однак це може призвести до того, що поверхня фаски буде зминати ґрунт і перешкоджатиме зануренню робочого органу. Щоб цього не відбулося, кут δ заточки потрібно взяти такий, щоб він забезпечував наявність так званого тильного кута в зоні роботи робочого органу, тобто кут δ потрібно брати по можливості найменшим. Проте його зменшувати можна до певної межі, тому що при цьому зменшується кут загострення i , який не може бути менший граничної величини (кут загострення i приймають в межах $12^{\circ} \dots 25^{\circ}$). Кути α і β установки

робочого органа теж впливають на визначення кута δ заточки при заданому тильному куту ($3^\circ \dots 5^\circ$), який запобігає зминанню ґрунту поверхнею фаски подібно тому, як відбувається зминання ґрунту тильною поверхнею робочого органа при неналежних кутах його установки.

Також, для підготовки насінневого ложа, наприклад, після зяблевої оранки, на деяких знаряддях перед першим рядом дисків або гвинтових робочих органів встановлюють вирівнювальну планку.

Стрілчасті лапи також є одним з основних робочих органів, які входять до складу комбінованих машин для обробки ґрунту. Ширина лап і їх кількість визначають інтенсивність роботи машини і розмір грудок. Широкі лапи і великий крок їх сліду залишають за собою великі земляні грудки, які можна розбити, лише доклавши чимало зусиль [7,8]. Робочі глибина і ширина лап дуже тісно взаємопов'язані між собою. Чим важчий ґрунт, тим більшою повинна бути робоча глибина і менший крок сліду лап, і вужчою сама лапа. Форма, ширина і робоча глибина впливають на результат роботи, витрата палива і спрацювання матеріалу. Універсальні стрілчасті лапи добре зарекомендували себе під час обробітку ґрунту на глибину від 6 до 14 см.

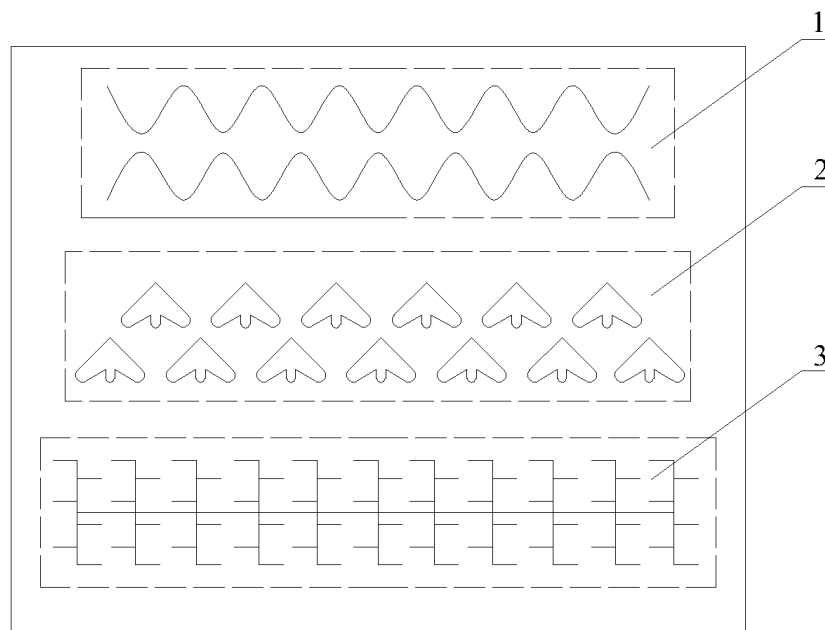


Рис. 1. Основні модулі комбінованого ґрунтообробного знаряддя:
1 - модуль з дисковими або гвинтовими робочими органами;
2 - розрихлююча секція; 3 - ущільнювально-вирівнюючий модуль.

Як правило, процес обробітку ґрунту комбінованим ґрунтообробним агрегатом завершується ущільненням ґрунту і руйнуванням великих ґрунтових грудок. Ці операції виконуються прикочуючими робочими органами. Котки вирівнюють ґрунтову поверхню, яка забезпечує кращу рівномірність сходів насіння, руйнують ґрунтові грудки і ґрунтову кірку, ущільнюють поверхневий шар. Дані технологічні операції виконуються котками різного конструктивного виконання, що дозволяє одну з перерахованих операцій виконати краще за інших і визначає застосування котків певного типу.

Гелікоїдальний робочий орган для поверхневого обробітку ґрунту пропонується виготовляти у вигляді розгорнутого гелікоїда, поверхня якого буде відрізнятися від іншої широко відомої гвинтової лінійчатої поверхні – гвинтового коноїда (шнека). Якщо у шнека прямолінійні твірні поверхні перпендикулярні його осі, то у розгорнутого гелікоїда вони складають із віссю певний кут. Конструктивними параметрами робочої поверхні є радіус r внутрішньої кромки, радіус R зовнішньої (ріжучої) кромки, крок H , кут нахилу прямолінійних твірних. Зовнішня і внутрішня кромки є гвинтовими лініями із кутами підйому φ_R і φ_r . Кут нахилу φ прямолінійних твірних поверхні визначається кутом підйому гвинтової лінії мінімально можливого радіуса ρ , яка носить назву ребра звороту. Саме наявність кута нахилу

прямолінійних твірних сприяє зануренню поверхні у ґрунт, якщо її вісь розташувати горизонтально і під кутом β до напрямку, перпендикулярному напрямку V руху агрегату.

Параметричні рівняння розгорнутого гелікоїда з горизонтальною віссю обертання, паралельною осі OX , мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} X &= h\alpha - u \sin \varphi; \\ Y &= p \sin \alpha - u \cos \varphi \cos \alpha; \\ Z &= p \cos \alpha + u \cos \varphi \sin \alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

де α , u – змінні параметри поверхні, причому α – кут повороту точки навколо осі поверхні при її русі до поточної точки на гвинтовій лінії, яка розташована на циліндрі радіуса p ; u – довжина прямолінійної твірної від поточної точки на гвинтовій лінії до точки на поверхні;

h – стала величина (гвинтовий параметр), через якого визначається крок поверхні – $H=2\pi h$;

φ – кут нахилу прямолінійних твірних гелікоїда, який можна знайти через сталі величини h і p : $\cos \varphi = p / \sqrt{p^2 + h^2}$.

Розглянемо поверхню робочого органу, повернуту під кутом атаки $\gamma = \beta + \varphi_R$ відносно напрямку руху агрегату V_a (рис. 2,а). Її нижня частина в межах глибини обробітку a буде знаходитися в ґрунті. На горизонтальній проекції ця частина поверхні обмежена прямими, паралельними осі, і зображена штриховими лініями. Найнижча точка A поверхні (ріжучої крайки) має контакт із ґрунтом на дні борозни. Точка B крайки має контакт із ґрунтом на поверхні поля. Якщо агрегат рухається із швидкістю V_a , то із такою ж швидкістю V_p частинка ґрунту вступає на робочу поверхню гелікоїда. Цю швидкість можна розкласти на дві взаємно перпендикулярні складові: $V_t = V_p \cdot \cos(\beta + \varphi_R)$ і $V_n = V_p \cdot \sin(\beta + \varphi_R)$. Кут атаки $\gamma = \beta + \varphi_R$ для гелікоїда є змінним і залежним від глибини положення точки ріжучої крайки в ґрунті. Це зумовлено змінним значенням кута φ_R . Межі зміни цього кута є відносно незначними $\varphi_{R...}\varphi_r$, тому ми прийнемо його сталим і рівним в найнижчій точці ріжучої крайки: $\varphi_R = \arctg(h/R) = \arctg(A \sin \varphi / R)$.

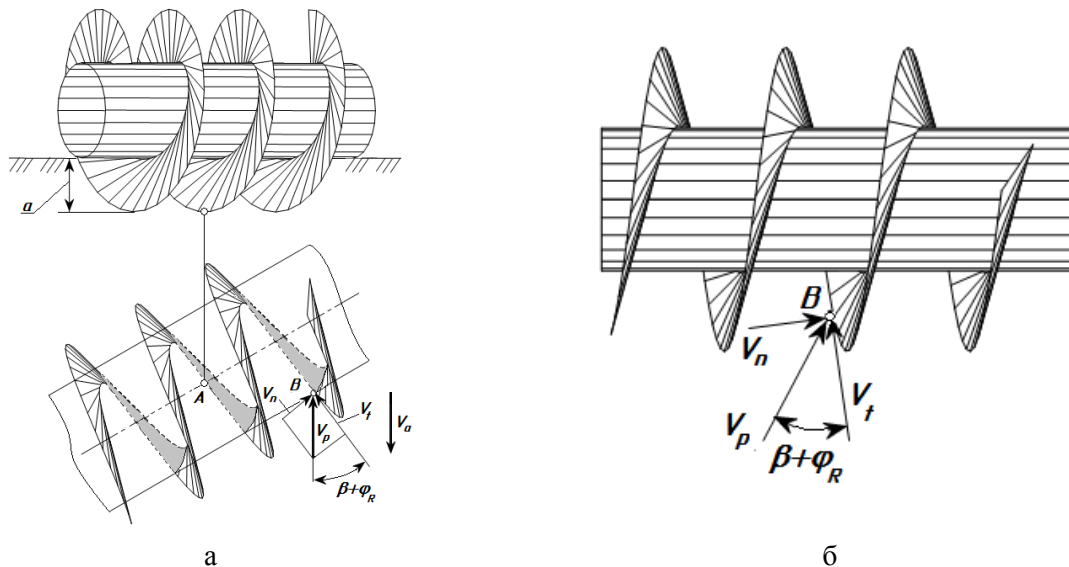


Рис. 2. Графічні ілюстрації до розкладання швидкості V_p частинки, яка вступає на поверхню гелікоїда, на складові V_t і V_n :

а) гелікоїд повернуто на кут β ;

б) гелікоїд разом із векторами повернуто в зворотному прядку на кут $(-\beta)$

Для спрощення розрахунків ми гелікоїд не повертатимемо на кут β , а вважатимемо, що на нього насувається ґрунт із швидкістю V_p при $\beta=0$ (рис. 2,б). Така модель дозволить спрощено описати поверхню гелікоїда без повороту його на кут β , замінивши поворот гелікоїда на поворот вектора швидкості агрегату. Іншими словами, гелікоїд разом із позначеними векторами (рис. 2,а) повернемо в зворотну сторону на кут $(-\beta)$. Це дає можливість використовувати параметричні рівняння (1) гелікоїда, не ускладнюючи їх поворотом на кут β .

З поперечною швидкістю V_n частинка вступає на поверхню гелікоїда, а від поздовжньої V_t залежить кутова швидкість його обертання. Будемо виходити із умови, що ріжуча крайка

гелікоїда перекочується по дну борозни в напрямі руху агрегату без ковзання, тому з певним допущенням можна записати $V_t = R\omega$, де ω – кутова швидкість обертання гелікоїда. Цей вираз не є точним, оскільки ріжучою крайкою є гвинтова лінія, а не коло, але будемо вважати, що він прийнятний для практики. Звідси знаходимо ω :

$$\omega = V_p \cdot \cos(\beta + \varphi_R) / R = V_p \cdot \cos[\beta + \arctg(A \sin \varphi / R)] / R. \quad (2)$$

Величину поперечної швидкості V_n , так як і кутову швидкість ω обертання гелікоїда, будемо враховувати при чисельному інтегруванні диференціальних рівнянь відносного руху частинки по його поверхні.

Розпишемо векторне рівняння $m\ddot{\vec{w}} = \vec{F}$ в проекціях на осі системи координат, взявши до уваги, що сила тертя fN спрямована вздовж одиничного вектора в протилежну до нього сторону:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= -N \cos \varphi - fN \frac{(A\alpha' - u')}{\sqrt{(A\alpha' - u')^2 + u^2 \alpha'^2 \cos^2 \varphi}} \sin \varphi; \\ m\ddot{y} &= N \sin \varphi \cos \alpha - \\ &+ fN \frac{u\alpha' \sin(\omega t - \alpha) + (u' - A\alpha') \cos(\omega t - \alpha)}{\sqrt{(A\alpha' - u')^2 + u^2 \alpha'^2 \cos^2 \varphi}} \cos \varphi; \\ m\ddot{z} &= -mg + N \sin \varphi \sin(\omega t - \alpha) - \\ &- fN \frac{u\alpha' \cos(\omega t - \alpha) - (u' - A\alpha') \sin(\omega t - \alpha)}{\sqrt{(A\alpha' - u')^2 + u^2 \alpha'^2 \cos^2 \varphi}} \cos \varphi. \end{aligned} \quad (3)$$

Після спрощень отримаємо:

$$\begin{aligned} \alpha'' &= \frac{(2u' + A(\omega - \alpha'))(\omega - \alpha') \cos \varphi - g \cos(\omega t - \alpha)}{u \cos \varphi} - \\ &- f\alpha' \sin \varphi \frac{u(\omega - \alpha')^2 \cos \varphi + g \sin(\omega t - \alpha)}{\sqrt{(A\alpha' - u')^2 + u^2 \alpha'^2 \cos^2 \varphi}} \\ u'' &= g \cos \varphi \sin(\omega t - \alpha) - fu' \sin \varphi \frac{u(\omega - \alpha')^2 \cos \varphi + g \sin(\omega t - \alpha)}{\sqrt{(A\alpha' - u')^2 + u^2 \alpha'^2 \cos^2 \varphi}} + \\ &+ \frac{2Au'(\omega - \alpha') \cos \varphi - Ag \cos(\omega t - \alpha) + (\omega - \alpha')^2 (A^2 + u^2 \cos^2 \varphi) \cos \varphi}{u \cos \varphi}; \\ N &= m \sin \varphi [u(\omega - \alpha')^2 \cos \varphi + g \sin(\omega t - \alpha)]. \end{aligned} \quad (4)$$

Вирази (4) потрібно розглядати як систему двох перших рівнянь. Третє рівняння – реакція поверхні – стає відомим після розв'язання системи двох перших рівнянь. Її потрібно розв'язувати чисельними методами.

Система перших двох рівнянь (4) була розв'язана чисельними методами в середовищі «Simulink» програмного продукту «MatLab». Було прийнято умову, що гелікоїд, конструктивні параметри якого наведені раніше, рухається із швидкістю $V_a = 9 \text{ км/год}$ ($V_a = V_p = 2,5 \text{ м/с}$). Кут установки $\beta = 40^\circ$, коефіцієнт тертя $f = 0,3$. На основі цього знаходимо: $V_t = V_p \cdot \cos(\beta + \varphi_R) = 1,62 \text{ м/с}$; $V_n = V_p \cdot \sin(\beta + \varphi_R) = 1,9 \text{ м/с}$. Отже, $\omega = V_t / R = 6,5 \text{ с}^{-1}$.

Початкові умови інтегрування вибираються виходячи із того, в якій точці ріжучої крайки частинка вступає на поверхню. Цю точку можна вибирати в межах глибини a занурення поверхні у ґрунт і вона задається початковими координатами u_0 і α_0 . Для ріжучої крайки $u_0 = 0,276 \text{ м}$. Для знаходження значення змінної α_0 потрібно відносно неї розв'язати останнє рівняння (1):

$$\alpha_0 = -\text{Arccos} \frac{Az + u \sqrt{(A^2 + u^2) \cos^2 \varphi - z^2}}{(A^2 + u^2) \cos^2 \varphi} \quad (5)$$

Поверхні поля відповідає значення $z = -0,15 \text{ м}$, а дну борозни – $z = -0,25 \text{ м}$. Підстановка цих значень дає $\alpha_0 = -0,94$ і $\alpha_0 = -1,83$. Отже, початкове значення u_0 при інтегруванні буде $u_0 = 0,276 \text{ м}$, а початкове значення α_0 буде залежати від глибини знаходження точки ріжучої крайки у ґрунті. Для поверхні ґрунту $\alpha_0 = -0,94$, для дна борозни $\alpha_0 = -1,83$. Інші значення α_0 із даного проміжку відповідатимуть певній глибині знаходження точки ріжучої крайки у ґрунті. Вибираючи параметр α_0 із зазначених меж, ми вибираємо точку на лезі на різній глибині занурення.

Початковим значенням перших похідних u_o' і α_o' визначається напрям вступу частинки на поверхню гелікоїда.

Похідна α_o' означає кутову швидкість ковзання частинки в момент її вступу на лезо. Якби гелікоід обертався, а частинка залишалася на місці, то швидкість ковзання по лезу була б сталою, протилежною напрямку обертання гелікоїда і рівною $\alpha_o' = -\omega$. Однак це відбувається тільки на момент вступу частинки на лезо, а далі частинка захоплюється поверхнею, рухається по ній і кутова швидкість ковзання зменшується.

Похідна u_o' означає лінійну швидкість руху частинки по поверхні вздовж координатної лінії (прямолінійної твірної) u . Лінійна швидкість u_o' вздовж прямолінійної твірної поверхні залежить від складової V_n , яка в нашому випадку рівна $1,9$ м/с. Однак напрям складової V_n не збігається із напрямом прямолінійної твірної. Крім того, при обертанні гелікоїда виникає складова швидкості переміщення його точок вздовж осі обертання. Частинка поступає на поверхню із швидкістю V_n і додатково поверхня внаслідок обертання «наїжджає» на частинку. З огляду на це, за початкове значення u_o' ми прийємо значення $u_o' = V_n = -1,9$ м/с (знак «мінус» означає, що частинка рухається вздовж прямолінійної твірної поверхні в протилежну сторону її відліку), а потім дослідимо закономірність ковзання частинки при збільшенні цього значення. На рис. 3 наведені траєкторії руху частинки за результатами чисельного інтегрування диференціальних рівнянь.

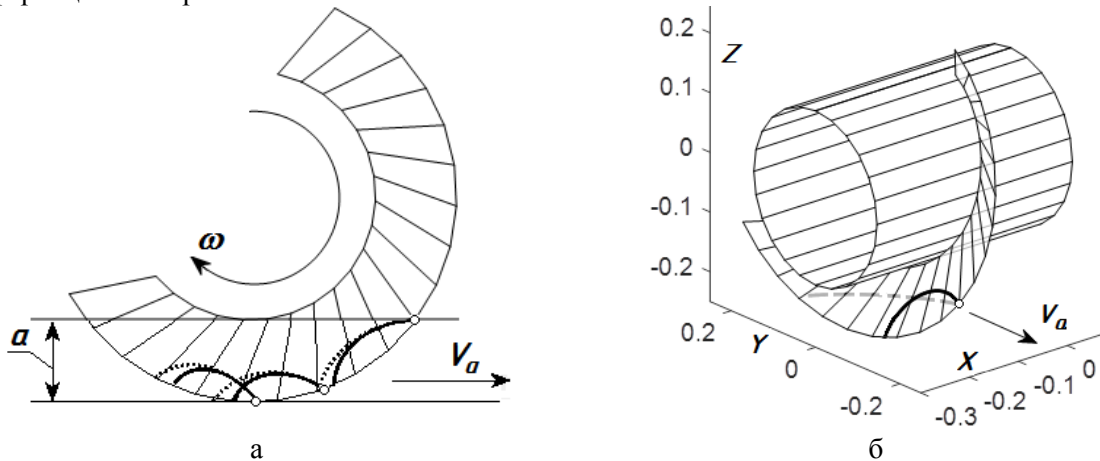


Рис. 3. Траєкторії руху частинки ґрунту по поверхні гелікоїда

На рис. 3,а гвинтова поверхня зображена таким чином, що її вісь проектується в точку. Траєкторії ковзання побудовані при вступі частинки на поверхню в трьох точках: на поверхні поля, на дні борозни і в проміжній точці. Суцільною лінією зображено рух окремої частинки ґрунту без взаємодії із іншими. Однак в реальному процесі відбувається її взаємодія із іншими частинками. Існують сили підпору суміжних частинок, які примушують частинку рухатися по поверхні. Можна припустити, що сила підпору долає силу тертя і в такому випадку можна прийняти коефіцієнт тертя f рівним нулеві. Штриховою лінією зображені відносні траєкторії частинок при $f=0$. Як видно із рис. 3,а, різниця між траєкторіями несуттєва.

Незалежно від точки вступу частинки на поверхню, вона ковзає по ній, наближаючись при цьому до внутрішньої периферії поверхні, тобто до циліндричного вала. При збільшенні швидкості руху агрегату це наближення зростає. Наприклад, на рис. 3,б швидкість вступу частинки на поверхню збільшили від $u_o' = -1,9$ м/с до $u_o' = -2,5$ м/с. Траєкторія ковзання ближче наблизилася до циліндричного вала. Гвинтова поверхня зображена напівпрозорою, для того, щоб було видно абсолютну траєкторію руху частинки, яка зображена штриховою лінією. Справа в тому, що вона не лежить на поверхні і розташована за її тильною стороною. Під час ковзання по поверхні частинка додатково відкидається назад за рахунок її повороту. Сума цих двох рухів утворює абсолютну траєкторію. Таким чином, частинки ґрунту на початку руху під час ковзання по поверхні наближаються до циліндричного вала. Якщо лезо знаходиться в ґрунті, то нижні частинки тиснуть на верхні і циліндричний вал стає перепорою для їх руху. В області примикання гвинтової поверхні до вала відбуватиметься залипання ґрунту. Щоб цьому запобігти, вал має бути решітчастим (рис. 4).

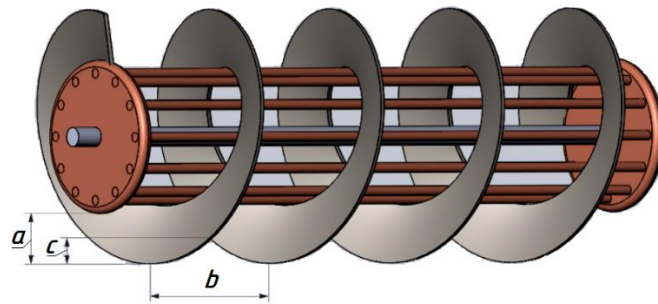


Рис. 4. Вигляд спереду на гелікоїд із решітчастим валом (гвинтовий робочий орган)

Решітчастий вал буде додатково виконувати функцію котка.

Висновки. Під час проведення досліджень було отримано наступні основні результати:

- проведено аналіз робочих органів комбінованих ґрунтообробних машин та надано рекомендації щодо побудови компоновальної схеми;
- складено диференціальні рівняння руху частинки поверхнею гелікоїда, і на їх основі отримано траєкторії руху частинок ґрунту поверхнею гелікоїда;
- запропоновано конструкцію робочого органу з решітчастим валом який буде додатково виконувати функцію котка.

Інформаційні джерела:

1. Барте́нев И.М. Влияние геометрических параметров универсального почвообрабатывающего орудия на его эффективность / И. М. Барте́нев, И.В. Попов // Лесотехнический журнал – 2014. – Т. 4. № 2. – С. 197-203.
2. Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий/В.В. Бледных – Челябинск. ЧГАА, 2010, - 213с.
3. Макаренко А.Н. Зарубежная сельскохозяйственная техника / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, А.В. Мачкарин и др. - Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 - «Агроинженерия», «Технические системы в агробизнесе», Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, 2015. - 200 с.
4. Клендїй М.Б., Пилипака С.Ф. Патент на корисну модель. № 133362 / Борона з гвинтовими робочими органами. Україна. МПК (2019.01) A01B 25/00) № а 201702099 Заявл. 6.03.2017. Опубл. 10.03.2019. Бюл. № 7.
5. Пастушенко С.І., Клендїй М.Б., Клендїй М.І. Дослідження агротехнологічних показників якості обробітку ґрунту бороною з гвинтовими робочими органами. Науковий вісник ТДАТУ, 2020, Випуск 10, том 1, С. 1-12.
6. Клендїй М.Б., Клендїй М.І., Шатров Р.В. Вплив конструктивних і технологічних параметрів розроблених варіантів борони з гвинтовими робочими органами на ефективність заробляння рослинних решток. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 4, 65-71.
7. Барте́нев И.М. Культиватор для ухода за культурами на вырубках / И.М. Барте́нев, М.Н. Лысыч, П.В. Захаров // Лесное хозяйство. – Москва, - 2011. – Вып. 1. С 45-46.
8. Барте́нев И.М. Система машин для лесного хозяйства и защитного лесоразведения / И.М. Барте́нев, М.В. Драпалюк, М.Л. Шабанов – Воронеж: ВГЛТА, - 2010, - 215 с.

Клендїй Н.Б., Драган А.П.

ОП НУБиП України «Бережанский агротехнический институт»

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ВИНТОВОЙ СЕКЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ

В статье проведен анализ рабочих органов комбинированных почвообрабатывающих машин и даны рекомендации по построению компоновочной схемы. Обоснованно конструкцию геликоидального рабочего органа для поверхностной обработки почвы поверхность которого будет отличаться от другой широко известной винтовой линейчатой поверхности - винтового коноида. Приведены параметрические уравнения развернутого геликоида с горизонтальной осью вращения. Составлен дифференциальные уравнения движения частицы

поверхностью геликоида, и на их основании получены траектории движения частиц почвы поверхностью геликоида. Независимо от точки вступления частицы на поверхность, она скользит по ней, приближаясь при этом к внутренней периферии поверхности, то есть к цилиндрическому валу. При увеличении скорости движения агрегата приближение растет. Предложена конструкция рабочего органа с решетчатым валом который будет дополнительно выполнять функцию катка.

Ключевые слова: комбинированное почвообрабатывающее орудия, винтовой рабочий орган, геликоид.

Klendiy M.B., Drahan A.P.

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
«Berezhany agrotechnical institute»

SUBSTANTIATION OF THE DESIGN OF THE WORKING BODY OF THE SCREW SECTION OF THE COMBINED TILLAGE TOOL

The article analyzes the working organs of combined soil-cultivating machines and gives recommendations on the construction of the layout scheme. The design of the helical working body for surface tillage of the soil is substantiated, the surface of which will differ from another well-known helical ruled surface - the helical conoid. Parametric equations of an unfolded helicoid with a horizontal axis of rotation are given. Differential equations of motion of a particle by the surface of the helicoid are compiled, and on their basis the trajectories of motion of soil particles by the surface of the helicoid are obtained. Regardless of the point of entry of the particle onto the surface, it slides along it, while approaching the inner periphery of the surface, that is, to the cylindrical shaft. With an increase in the speed of the unit, the approximation increases. The design of a working body with a lattice shaft is proposed, which will additionally perform the function of a roller.

Key words: combined tillage tools, screw working body, helicoid.