

КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСПОРТУЮЧОГО МЕХАНІЗМУ РІЗАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОМБАЙНУ ОБЧІСУВАЛЬНОГО ТИПУ

Шегеда К.О., асп., Данченко М.М., доц.; Шокарев О.М. доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті наведені результати кінематичного аналізу поведінки граблин транспортуючого механізму в зоні вивантажувального вікна валкоутворювача різального пристрою комбайна обчисуючого типу.

Постановка проблеми. Одним з перспективних напрямів комбайнової технології збирання зернових культур є збирання методом обчисування рослин на кореню [1, 2].

Однак не вирішеність до теперішнього часу проблеми збирання обчисаного стеблостою вважається основним стримуючим фактором при широкому впровадженні в виробництво зернозбиральної техніки обчисувального типу.

На теперішній час відомо декілька типів різальних пристроїв, що забезпечують зрізання обчисаних стеблин перед рушіями комбайнів по всій ширині захвату обчисувального пристрою і укладання їх в валок, який здатні підібрати і утилізувати існуючі комплекси машин [3,4].

Але для підвищення надійності технологічного процесу обчисування зернових культур треба підвищити в першу чергу надійність робочих органів різального пристрою комбайна, зокрема транспортуючого механізму та валкоутворювача.

Постановка завдання. Дана стаття присвячена дослідженню процесу транспортування та укладки в валок зрізаних, обчесаних стебел зернових культур, які збираються методом обчисування рослин на корені. Виникає необхідність в проведенні кінематичного аналізу поведінки граблин транспортуючого механізму в зоні вивантажного вікна та проведенню досліджень процесу взаємодії стебла з відбиваючою поверхнею валкоутворювача різального пристрою комбайна обчисуючого типу .

Аналіз останніх досліджень. Зусиллями науковців проблемної лабораторії зернозбиральних машин ТДАТУ було створено оригінальний різальний пристрій (рис. 1, 2) для збирання обчисаного стеблостою у валок [3].

Малогабаритний пристрій забезпечує на технічному і технологічному рівнях та у всьому діапазоні робочих швидкостей комбайна (1,0...2,5 м/с) низький зріз обчесаних стебел по всій ширині обчисуючого пристрою і укладання їх у валок між рушіями комбайна для подальшого збирання з поля серійними соломозбиральними машинами.

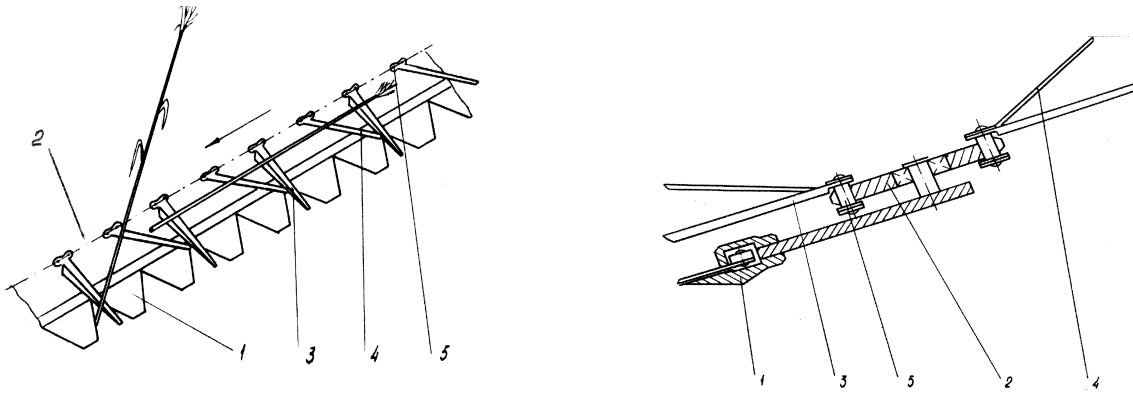


Рис. 1 – Конструктивно-технологічна схема різального пристрою ТДАТУ:
 1 – різальний апарат; 2 – транспортуючий механізм; 3 – підсікаючі граблини; 4 –
 транспортуючі граблини; 5 – гнучкий елемент



Рис. 2 – Загальний вид різального пристрою з валкоутворювачем (ТДАТУ)

Результати чисельних польових випробувань такого пристрою показали наявність в ньому конструктивно-технологічної недоробки механізму валкоутворення. До того ж з'ясувалось, що процес взаємодії стебла з відбиваючою поверхнею валкоутворювача достатньо складний з погляду аналітичного його опису. Тому з метою вирішення цієї проблеми були проведені дослідження процесу відбивання зрізаних стеблин обертаючою циліндричною поверхнею з використанням методу фізичного моделювання.

Основна частина. Транспортуючий механізм, представлений у вигляді двох нескінченних однакових по довжині ланцюгів (рис. 3) має постійну швидкість руху.

Як видно з рисунку 3 нескінченні ланцюги обертаються назустріч один одному, тобто до центру різучого пристрою, де відбувається формування валка. На ланцюзі транспортера закріплені з кроком X граблини. Підсікаюча граблина 1 відхилена назад по ходу руху на кут β в площині транспортера.

Транспортуюча граблина 2 встановлена під кутом ξ до поверхні різального пристрою, тобто паралельно ґрунту.

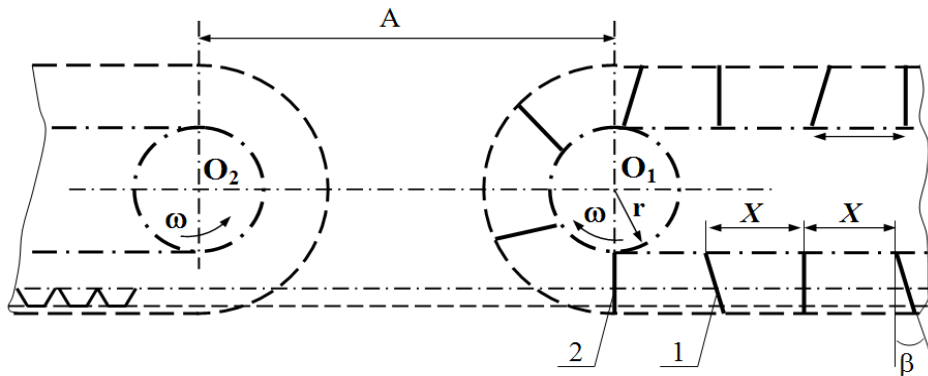


Рис.3 – Схема різального пристрою (вид зверху)

Надійність і якість роботи такого різального пристрою залежить від своєчасного очищення його від зрізаних рослин.

Аналіз результатів лабораторних і польових досліджень різального пристрою, приєднаного до обчисуючого навісного модуля, показав, що в процесі різання найбільш незадовільні умови транспортування зрізаних рослин виникають в зоні викидного вікна. Було відмічено, що в цій зоні у момент зміни напрямку руху стебла, відбувається його різкий взліт. Це призводить до того, що погіршується операція пропуску обчесаних стебел через валкоутворювач, знижується якість валка, порушується технологічний процес різання. Тому в роботі були проведені додаткові теоретичні дослідження.

Своєчасне очищення транспортуючих граблин від рослинної маси відбувається за рахунок різкої зміни напрямку руху і збільшення лінійної швидкості граблин при їх повороті [5], де здійснюється формування валка, за допомогою валкоутворюючого механізму.

Дійсно, якщо на прямолінійній ділянці руху ланцюга стебла, рухаючись поступально, мають швидкість:

$$v = \omega \cdot r, \quad (1)$$

де: ω – кутова швидкість ведучої зірочки, а r – радіус ведучої зірочки, то при набіганні ланцюга на зірочку лінійна швидкість краю граблини при розвороті миттєво зростає до величини:

$$v' = \omega \cdot (r + l_{mp} \cdot \cos \xi), \quad (2)$$

де: l_{mp} – довжина транспортуючої граблини, ξ – кут нахилу ріжучого апарату до горизонту.

Прискорення ж стебел при русі на прямолінійній ділянці ланцюга було рівне нулю, проте при набіганні ланцюга на зірочку у граблини з'являється нормальне прискорення, рівне:

$$a'_n = \omega^2 \cdot (r + l_{mp} \cdot \cos \xi). \quad (3)$$

Таким чином, в зоні вивантажного вікна у момент переходу від поступальної ходи граблин транспортера на обертальний рух змінюється кінематичний режим руху граблин.

Розглянемо кінематику руху довільної точки M граблини, розташованої на відстані Δ щодо ланцюга, в системі координат XYZ (рис.4). Приймаємо наступну систему координат: вісь OX вибираємо по напрямку руху комбайна, вісь OY – по напрямку поперечного руху граблини, і вісь OZ – направляємо вертикально вгору.

Координати точки M , як функції кута повороту транспортуючої граблини, можна записати в наступному вигляді:

$$\begin{cases} X^M = R \cdot \cos \varphi \cdot \cos \xi + \Delta \cdot \sin^2 \xi \\ Y^M = R \cdot \sin \varphi \\ Z^M = R \cdot \sin \xi \cdot (1 - \cos \varphi) + Z_1 \end{cases} \quad (4)$$

де: $\varphi = \omega t$ – кут повороту граблини, рад;

$\omega = \frac{v_{mp}}{r}$ – кутова швидкість ведучої зірочки, c^{-1} ;

v_{mp} – швидкість транспортера, м/с;

t – момент часу, с;

R – радіус кола, описаний точкою M транспортуючої граблини, м:

$$R = r + \Delta \cdot \cos \xi \quad (5)$$

Z_1 – відстань між транспортуючою граблиною і ґрунтом, м:

$$Z_1 = H_0 + \sqrt{\delta^2 + b^2} \cdot \cos(\arctg \frac{\delta}{b} + \xi) + R_1 \cdot \sin \xi \quad (6)$$

де: H_0 – установча висота положення РП над рівнем ґрунту, м;
 δ – винесення підсікаючої граблини за лінію РП, м;
 b – відстань від площини РП до площини підсікаючої граблини, м;
 R_1 – радіус кола, що описується кінцем підсікаючої граблини, м:

$$R_1 = r + l_n \cdot \cos \beta \quad (7)$$

де: l_n – довжина підсікаючої граблини, м;
 β – кут відхилення підсікаючої граблини в горизонтальній площині, град (рис. 3).

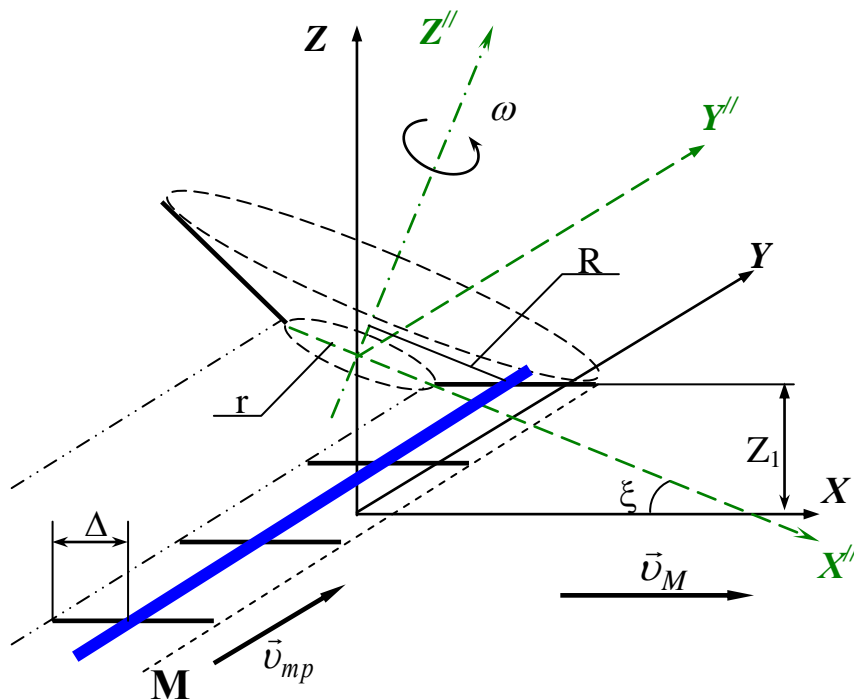


Рис. 4 – Кінематика руху довільної точки M граблини

Після диференціювання виразу (4) за часом одержимо проєкції швидкості точки M транспортуючої граблини на вибрані осі координат XYZ у вигляді:

$$\begin{cases} v_x^M = -R \cdot \omega \cdot \cos \xi \cdot \sin \varphi \\ v_y^M = R \cdot \omega \cdot \cos \varphi \\ v_z^M = R \cdot \omega \cdot \sin \xi \cdot \sin \varphi \end{cases} \quad (8)$$

Тоді швидкість точки M граблини визначиться з виразу:

$$v^M = \sqrt{(v_x^M)^2 + (v_y^M)^2 + (v_z^M)^2} = \omega \cdot R = \omega \cdot (r + \Delta \cdot \cos \xi) \quad (9)$$

Після диференціювання виразу (8) за часом дістанемо проекції прискорення точки M на вибрані координатні осі:

$$\begin{cases} a_x^M = -R \cdot \omega^2 \cdot \cos \xi \cdot \cos \varphi = -a_n \cdot \cos \xi \cdot \cos \varphi \\ a_y^M = -R \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi = -a_n \cdot \sin \varphi \\ a_z^M = R \cdot \omega^2 \cdot \sin \xi \cdot \cos \varphi = a_n \cdot \sin \xi \cdot \cos \varphi \end{cases} \quad (10)$$

де: $a_n = \omega^2 \cdot R$ – нормальне прискорення т. M , м/с².

Тоді повне прискорення точки M граблини буде рівне:

$$a^M = \sqrt{(a_x^M)^2 + (a_y^M)^2 + (a_z^M)^2} = \omega^2 \cdot R = \omega^2 \cdot (r + \Delta \cdot \cos \xi) \quad (11)$$

На рис. 5 зображені графіки залежності проекцій швидкості і прискорень граничних точок граблини (т. A і т. B) на вибрані осі координат залежно від кута повороту граблини згідно залежностям (8) і (10) при наступних початкових даних: $r = 0,082$ м $\xi = 30^\circ$, $l_{mp} = 0,125$ м, $v_{TP} = 3,0$ м/с $\omega = v_{TP}/r = 36,56$ с⁻¹.

Проекції швидкостей і прискорень т. A зображені без урахування їх напрямів, тобто абсолютні значення величин.

Як видно з рисунка, під час переходу граблини з поступальної ходи в обертальну, тобто при її розвороті, відбувається зміна її кінематичного режиму.

Швидкість краю граблини миттєво зростає від 3 м/с до 7 м/с, і у неї з'являється прискорення, рівне 254,5 м/с². В результаті цього передня (комлева) частина стебел набуває в цій зоні прискорення, вертикальна складова якого направлена вгору.

Тобто ця частина стебел у момент розвороту граблин підкидається вгору.

Горизонтальні складові прискорення граблини в початковий момент часу рівні $a_x = 0$ м/с², $a_y = 220$ м/с². Складова прискорення a_x у процесі розвороту граблини збільшується, а складова прискорення a_y , навпаки, зменшується.

Це означає, відносно напрямку транспортування зрізаних стебел граблина гальмується з прискоренням a_x , тобто стебла прослизують по граблині, зберігаючи первинний напрям свого руху. Відносно напрямку руху комбайна граблина "тікає" назад з прискоренням a_y , захоплюючи за собою стебла в зону формування валка.

Таким чином, в місці розвороту граблини складаються сприятливі умови для очищення транспортуючого механізму від стебел і формування валка.

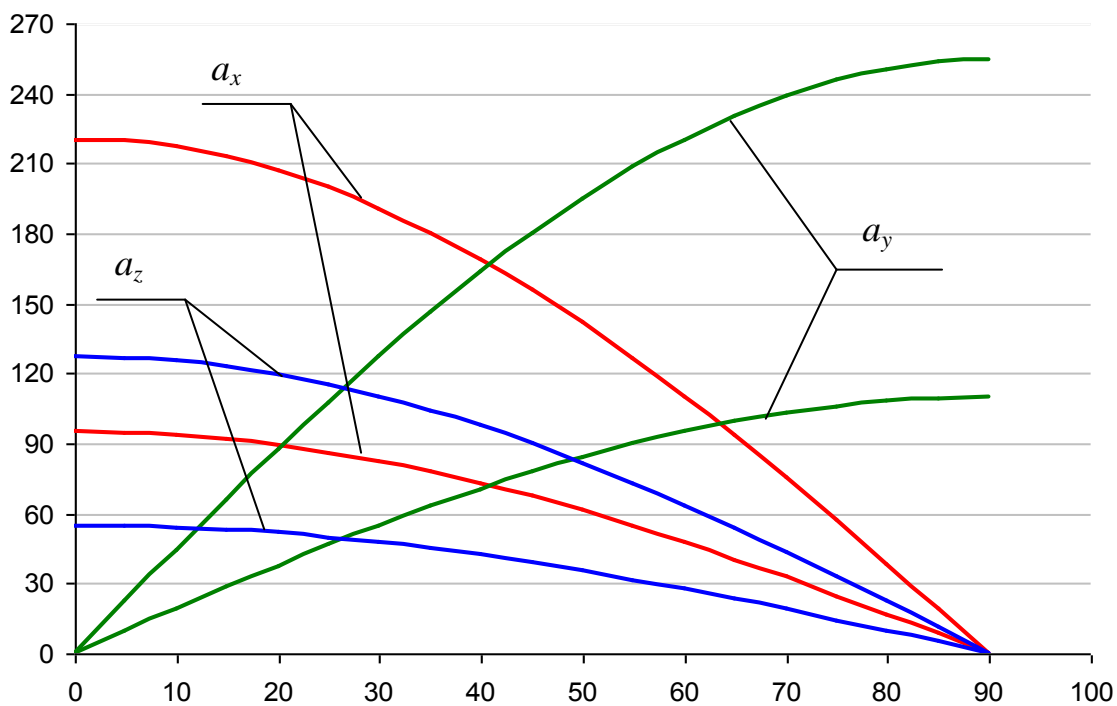
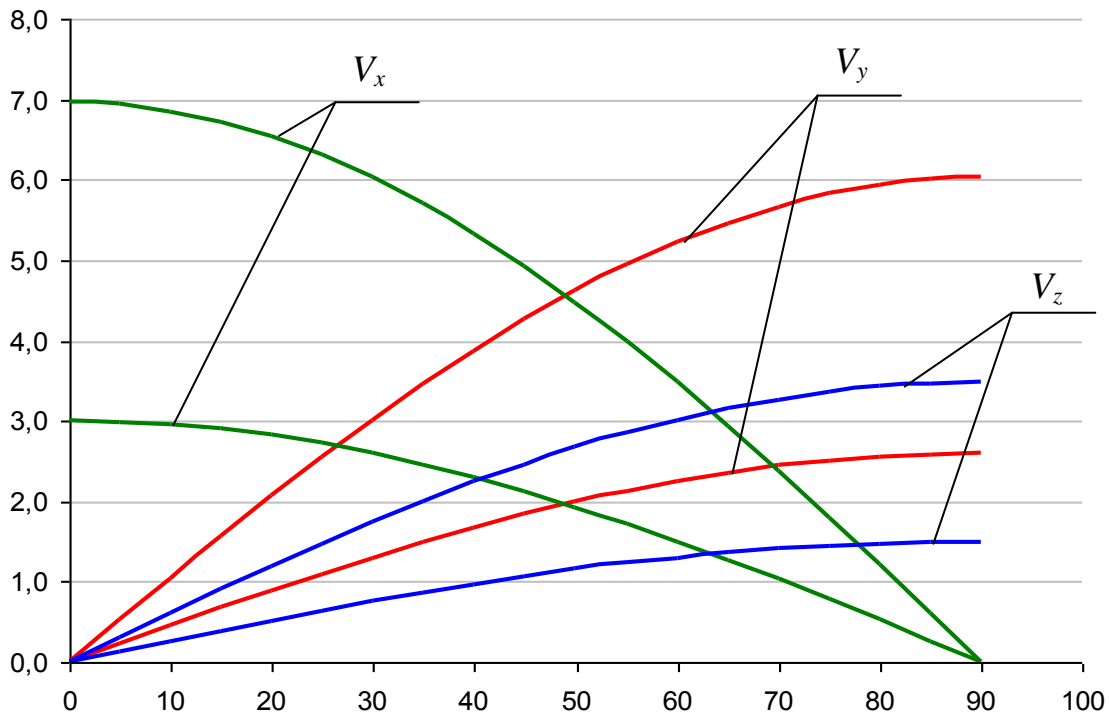


Рис.5 – Проекції швидкостей і прискорень граничних точок граблини

Висновки. В процесі вивчення механіко-технологічних особливостей взаємодії обчесаних стебел з робочими органами різального пристрою були вирішені наступні завдання: обрана схема транспортування поступаючої маси стебел, що формує і укладає валок між рушіями комбайна; в результаті кінематичного аналізу транспортуючого механізму було визначено, що в місці розвороту граблини складаються сприятливі умови для очищення його від стебел

і формування валка.

Список використаних джерел

1. Разработать технологические процессы и основные рабочие органы рисоуборочного комбайна и полевой уборочной машины, основанных на принципе обмолота растений на корню.// Заключительный отчет по НИР/ Мелитоп. институт мех. сел. хоз; № ГР02910041798. – Мелитополь, 1990. – 60 с.
2. А.С 1165278 СССР, Устройство для обмолота сельскохозяйственных культур на корню. /Голубев И.К., Гончаров Б.И. и др./ - Б.И. – 1985. - №25.
3. А.С. 1601971 СССР, Режущее устройство сельскохозяйственных машин. / Шокарев А.Н. и др./ - Б.И. – 1990. - №20.
4. Шокарев О.М., Данченко М.М. Технічні вимоги до різального пристрою рисозбирального комбайна обчисувального типу та його польові дослідження // Праці Таврійської держ. агротехн. академії. – Мелітополь, 2001. - Вип. 1, т. 18. – С. 88 - 91.
5. Шокарев А.Н. Обоснование технологической схемы и основных параметров режущего устройства рисоуборочного комбайна очесывающего типа: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 – Луганск.,: ЛНАУ, 2002. -176 с.

Аннотация

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА РЕЖУЩЕГО УСТРОЙСТВА КОМБАЙНА ОЧЕСЫВАЮЩЕГО ТИПА

Шегеда К.О., Данченко М.М., Шокарев О.М.

В статье приведены результаты кинематического анализа поведения граблин транспортирующего механизма в зоне выгрузного окна режущего устройства комбайна очесывающего типа.

Abstract

KINEMATIC ANALYSIS OF THE TRANSPORT MECHANISM OF THE CUTTING DEVICE HARVESTER STRIPPER TYPE

K. Shegeda, M. Danchenko, O. Shokarev

In the article for definition of cross-sectional moving of the cutting device of a segment type with reciprocal motion of a knife is resulted at the expense of force of inertias. Is indicated on what the value of this moving and measures on reduction oscillations called by force of inertias influences.