

УДК 631.354.022

## МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ОБЧЕСАНИХ СТЕБЕЛ З РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ РІЗАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Данченко М.М., к.т.н.,

Шокарев О.М., к.т.н.,

Шегеда К.О., асп.\*

*Тайврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (619) 42-00-11

**Анотація** – у статті розглянуто механіко-технологічні особливості поведінки обчесаних стебел з граблинами транспортуючого механізму в зоні вивантажного вікна валкоутворювача різального пристрою комбайна типу, що обчісує.

**Ключові слова** – комбайн типу, що обчісує, різальний пристрій, транспортуючий механізм, валкоутворювач, кінематичний аналіз.

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

Однак невирішеність до теперішнього часу проблеми збирання обчесаного стеблестом вважається основним стримуючим фактором при широкому впровадженні в виробництво зернозбиральної техніки обчісувального типу.

*Аналіз останніх досліджень.* На теперішній час відомо декілька типів різальних пристроїв, що забезпечують зрізання обчесаних стебел перед рушіями комбайнів по всій ширині захвата обчісувального пристрою і укладання їх в валок, який здатні підібрати і утилізувати існуючі комплекси машин [3, 4].

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

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Робота присвячена дослідженню процесу транспортування та укладки в валок зрізаних, обчесаних стебел зернових культур, які збираються методом

обчісування рослин на корені.

Елементи технологічного процесу збирання незернової частини врожаю (обчесаного на корені стеблостою) підпорядковані виконанню наступних технічних і технологічних задач, зумовлених кінцевою метою технології збирання зернових культур обчісуванням рослин на корені.

1) Потік обчесаних стеблів по всій ширині захвату різального пристрою (РП) необхідно розділяти на вузькі паралельні потоки, спрямовані в окремі робочі зони поодиначного зрізання стеблин, тобто робити поділ загального потоку на елементарні паралельні потоки та впорядковане їх спрямування до зон різання. Іншими словами, необхідно забезпечити неперервний процес перерозподілу суцільного потоку стеблостою по всій ширині захвату РП на дискретні дрібні його порції та їх подачу (спрямування) в робочі мікрозони різального апарату сегментного типу.

2) Забезпечити повне зрізання всіх стеблів по всій ширині захвату РП на заданій висоті, тобто робити гарантоване своєчасне зрізання в кожній робочій мікрзоні поступивших до неї стеблин з обов'язковим дотриманням вимог на висоту стерні.

3) Забезпечити неперервне очищення зон різання від зрізаних стеблів по всій ширині захвату РП, тобто робити своєчасне визволення мікрозон різання від зрізаних стеблин.

4) Забезпечити транспортування зрізаних стеблів до валкоутворюючого механізму, тобто робити безперервне транспортування зрізаних стеблів із мікрозон різання до місця формування валка.

5) Забезпечити безперервне формування із зрізаних стеблів валка з дотриманням певних агротехнічних вимог (ширина валка, орієнтованість стеблів у валку відносно продольної осі комбайна, зв'язність стеблів у валку та його щільність і товщина, висота відносно ґрунту укладки на стерню валка та ін.) та його укладку на стерню.

При цьому слід зазначити, що технологічний процес зрізання у валок обчесаних на корені рослин повинен здійснюватися на всьому діапазоні робочих швидкостей комбайну. Тобто різальний пристрій не повинен бути причиною зниження робочої швидкості комбайна - негативним чинником зниження продуктивності зернозбирання за даною технологією.

Зусиллями науковців проблемної лабораторії зернозбиральних машин ТДАТУ було створено оригінальний різальний пристрій для збирання обчесаного стеблостою у валок [3].

Основні технологічні і конструктивні параметри різального пристрою до зернозбирального комбайну типу, що обчісує, мають наступні позначення:

***B*** – конструктивна ширина захвату комбайна (відповідає ширині

захвату обчислюючого та різального його пристроїв),  $m$ ;  $V_m$  – робоча швидкість руху комбайна,  $m/c$ ;  $\delta$  – зазор робочої мікрозони різального апарату,  $mm$ ;  $b$  – шаг розстановки робочих мікрозон,  $mm$ ;  $G$  – густина стеблостою,  $шт./m^2$ ;  $V_n$  – швидкість руху різальних сегментів відносно рами РП,  $m/c$ ; ...

Розрахункова схема щодо обґрунтування параметрів робочої мікрозони різального апарату наведена на рис. 1.

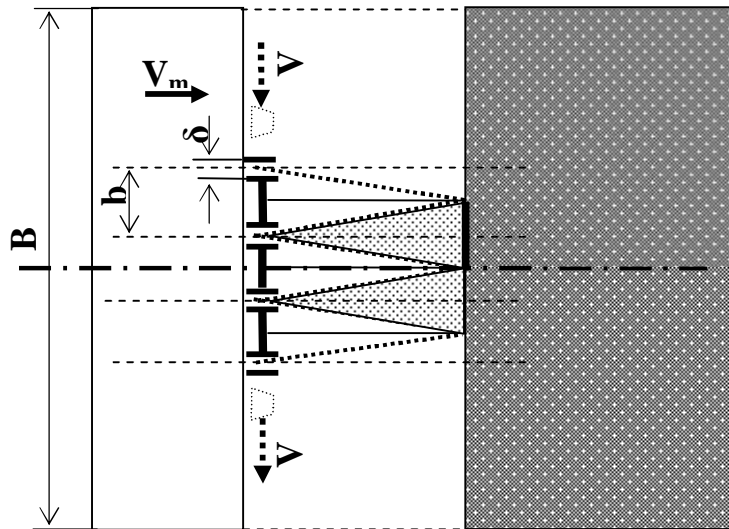


Рис. 1. Розрахункова схема

З рис. 1 видно, що в один зазор  $\delta$  робочої мікрозони різального апарату спрямовується потік стеблостою зі смужки поля, ширина якої дорівнює параметру  $b$ . Якщо допустити, що густина стеблостою ( $G$ ) є сталою величиною для даного поля, то за фіксований проміжок часу  $t$  кількість стебел ( $N_t$ ), що попадає в один зазор  $\delta$ , визначиться формулою

$$N_t = b \cdot V_m \cdot t \cdot G. \quad (1)$$

Зробимо ще одне припущення про те, що час  $\tau$  між попаданнями в зазор двох суміжних стеблин є величиною сталою. Тоді на підставі (1) можна записати наступну формулу

$$\tau = \frac{t}{N_t} = \frac{1}{b \cdot V_m \cdot G}. \quad (2)$$

Результати чисельних польових випробувань такого пристрою показали на 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.* Розглянемо схему взаємодії стебла з поверхнею відбиваючого вальця (рис. 2).

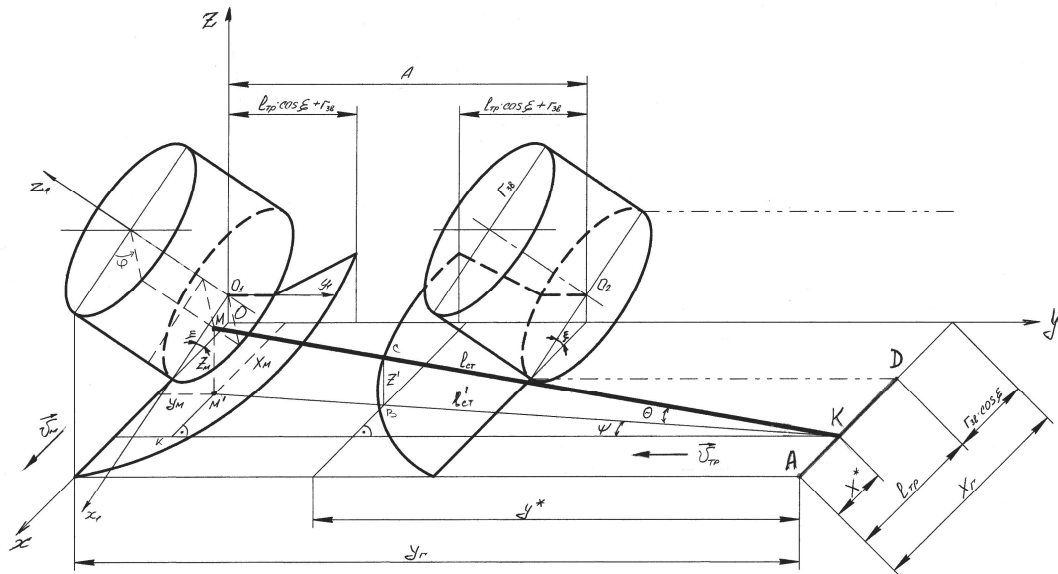


Рис. 2. Схема взаємодії стебла з циліндричною поверхнею відбиваючого вальця

Для цього введемо наступні дві системи координат:  $OXYZ$  – зв'язану з комбайном, де вісь  $OX$  направимо по ходу руху комбайна паралельно ґрунту, вісь  $OY$  – перпендикулярно напрямку руху комбайна і паралельно ґрунту, вісь  $OZ$  – вертикально вгору (перпендикулярно поверхні ґрунту); і систему координат  $O_1X_1Y_1Z_1$  – зв'язану з вальцем, де вісь  $O_1X_1$  направлена по ходу руху комбайна і під кутом  $\xi$  до осі  $OX$ , вісь  $O_1Y_1$  паралельна з віссю  $OY$ , а вісь  $O_1Z_1$  направимо по осі відбиваючого вальця ( $O_1X_1Z_1 \in OXZ$ ).

Як управляючими параметрами, варіюватимемо величиною  $X^*$ , що визначає положення краю стебла на транспортуючій граблині, і кутом  $\psi$ , який складає стебло в площині  $OXY$  з віссю  $OY$ . Величина  $X^*$  може змінюватися в межах від 0 до  $l_{mp}$  (довжина транспортуючої граблини), проте з рис. 3 видно що діапазон можливих значень  $X^*$ , за умови руху стебла без затискання, реально зменшений до інтервалу від  $[0; l_{mp} \cdot \cos^2 \xi]$ . Значення ж кута  $\psi$  при заданому значенні  $X^*$  може знаходитися в діапазоні від  $\psi=0$  до  $\psi=\psi_{max}$ , яке, згідно до вибраній схеми (рис. 3), визначається виразом

$$\psi_{\max} = 90^{\circ} - \beta = 90^{\circ} - \arctg \frac{l_{\delta\delta} \cdot \cos \xi \cdot \sin \xi}{l_{\delta\delta} \cdot \cos^2 \xi - X^*}. \quad (3)$$

Таким чином, задача про визначення області можливих значень точки удару  $M$  на поверхні відбиваючого вальця зводиться до задачі про розгляд функції двох змінних  $X^*$  і  $\psi$ .

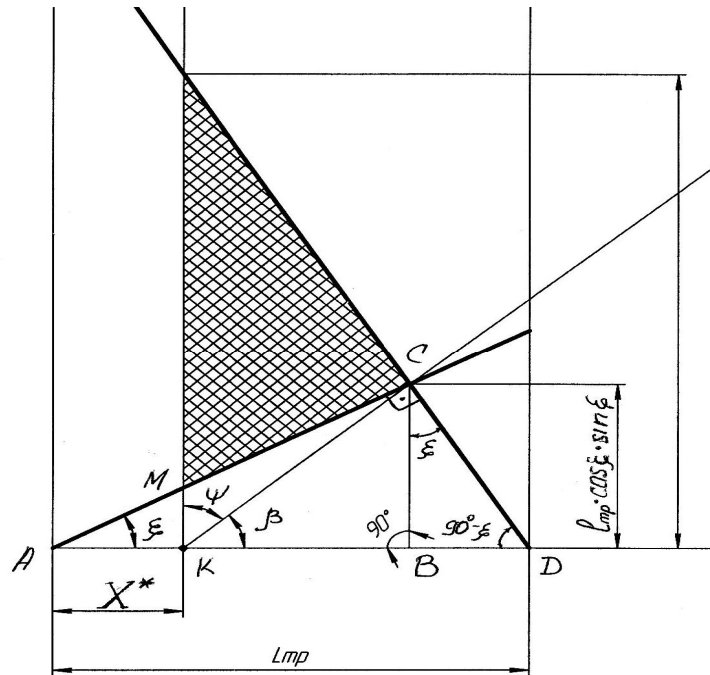


Рис. 3. Розрахункова схема

Початковими даними в даному завданні є: довжина стебла ( $l_{cm}$ ), положення центра мас стебла ( $l_{ц.м.}$ ), відстань між відбиваючими поверхнями ( $A$ ), що обертаються, кут нахилу між осями  $OX$  і  $O_1X_1$  ( $\xi$ ), довжина транспортуючої граблини ( $l_{mp}$ ). Вважаємо, що поверхня, що обертається, має вид циліндра, радіусом  $r_{\delta} = r_{зб.}$

Розглядаючи вплив всіх перелічених вище величин на положення точки удару  $M$  в системі координат  $OXYZ$  та використовуючи як розрахункову схему рис. 2, ми одержали наступну систему рівнянь

$$\begin{cases} X_M = l_{\delta\delta} + r_{\delta} \cdot \cos \varepsilon - X^* - l_{\bar{n}\delta} \cdot \cos \theta \cdot \sin \psi \\ Y_M = Y_{\bar{A}} - l_{\bar{n}\delta} \cdot \cos \theta \cdot \cos \psi \\ Z_M = l_{\bar{n}\delta} \cdot \sin \theta \end{cases} \quad (4)$$

Проекції точки удару  $M$  в системі координат  $OXYZ$  можуть бути також визначені з розрахункової схеми, зображеної на рис. 4. В цьому

випадку одержимо наступну систему рівнянь

$$\begin{cases} X_M = x_1 \cdot \cos \xi + z_1 \cdot \sin \xi \\ Z_M = r_{ca} \cdot \sin \xi + z_1 \cdot \cos \xi - x_1 \cdot \sin \xi, \\ Y_M = y_1 = \sqrt{r_{ca}^2 - x_1^2} \end{cases} \quad (5)$$

де  $x_1, y_1, z_1$  – координати точки удару  $M$  в системі координат  $O_1x_1y_1z_1$ .

Розглядаючи взаємозв'язок кутових параметрів руху стебла  $\theta$  і  $\psi$  та використовуючи рис. 2, ми встановили між ними наступну залежність

$$\theta = \arctan(\operatorname{tg} \xi \cdot \sin \psi). \quad (6)$$

Одержана система рівнянь (4) і (6) дозволяє при фіксованих значеннях  $X^*$  і  $\psi$  визначати положення точки удару  $M$  на поверхні відбиваючого вальця в будь-якій з представлених систем координат.

Задаючись положенням краю стебла на транспортуючій грабліні  $X^*$  і змінюючи значення кута  $\psi$  від  $0$  до  $\psi_{max}$  (12), за допомогою системи рівнянь (4) - (6) ми одержали масив всіх можливих координат точки удару  $M$  в системах координат  $OXYZ$  і  $O_1x_1y_1z_1$ .

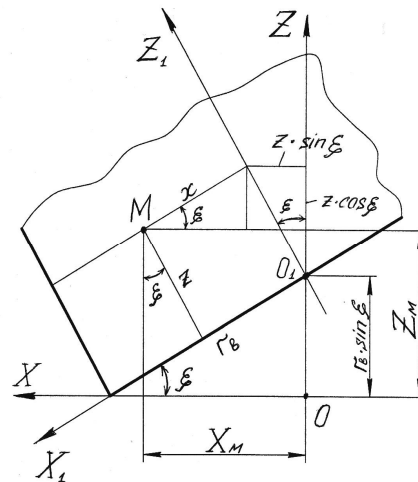


Рис. 4. Розрахункова схема

Оскільки величина  $X^*$  в реальних умовах руху стебла є величиною випадкової, то і положення точки  $M$  є випадковим. На рис. 5 представлені гістограми щільності розподілу координати  $z_1$  і кутової координати  $\varphi$ .

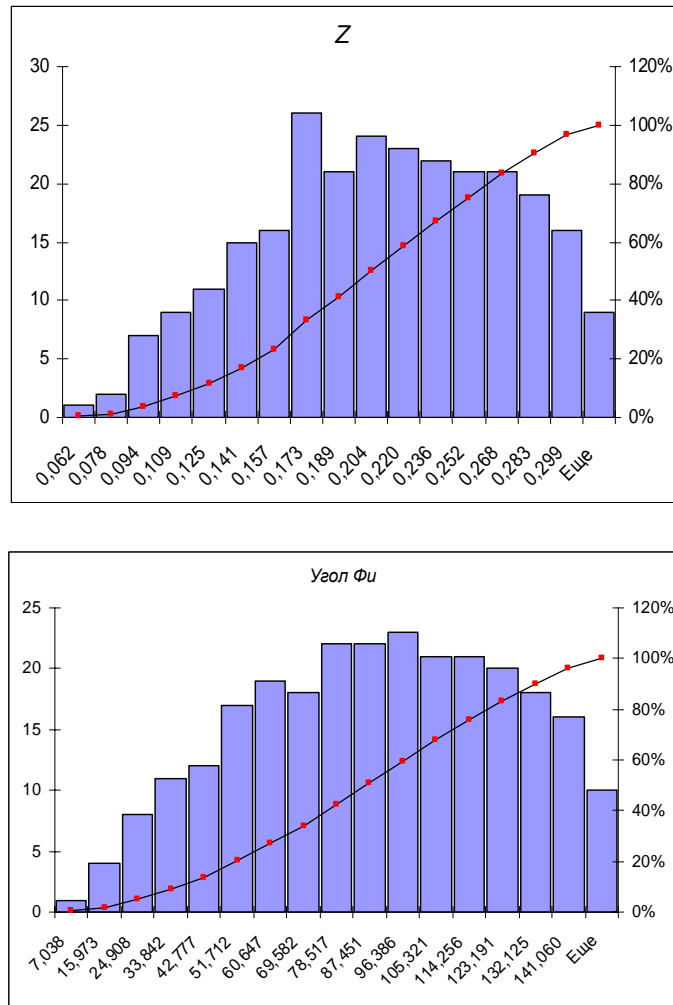


Рис. 5. Гістограми щільності розподілу координати  $z_1$  і кутової координати  $\varphi$

Була проведена статистична обробка отриманих масивів даних. А саме, в системі координат  $O_1x_1y_1z_1$  область можливих значень координати  $z_1$  знаходиться в інтервалі від  $z_{min}=6,2$  до  $z_{max}=31,5$  см при  $\langle z \rangle = 20,2$  см,  $\sigma_z = 6,0$  см (рис.4). Значення кутової координати  $\varphi$  в системі координат  $O_1x_1y_1z_1$  може змінюватися в межах від  $\varphi_{min}=7^\circ$  до  $\varphi_{max}=150^\circ$  при  $\langle \varphi \rangle = 85^\circ$ ,  $\sigma_\varphi = 35^\circ$  (рис. 6).

Використання одержаної системи рівнянь дозволяє нам, поперше, визначити область можливих значень точки удару  $M$  на поверхні відбиваючого вальця, що надалі використовується при моделюванні процесу взаємодії стебла з поверхнею відбиваючих вальців (рис. 7).

По-друге, це дає можливість визначити максимальну висоту  $Z_{max}$ , якої може досягти стебло при своєму розвороті, що надалі використовується для обґрунтування висоти вальців.

По-третє, знаючи координати  $y^*$ ,  $X_2 - X^*$ , а також кути  $\psi$  і  $\theta$  при розвороті стебла, можна визначити координати точки  $M$  в будь-якій з

вибраних нами систем координат.

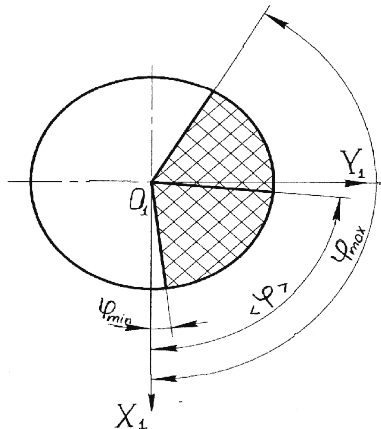


Рис. 6. Розрахункова схема

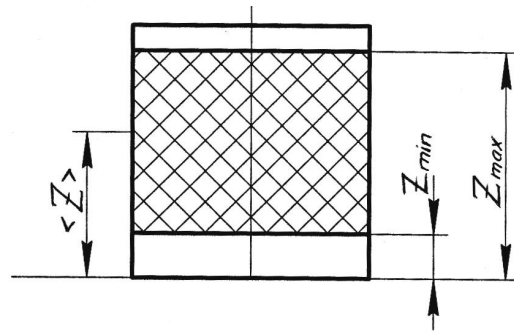


Рис. 7. Розрахункова схема

*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 рушійми 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.

Розроблена фізична модель процесу взаємодії стебла з відбиваючою поверхнею валкоутворювача дає можливість розробити і виготовити лабораторну установку для фізичного моделювання процесу взаємодії зрізаних стебел з обертаючою поверхнею валкоутворювача.

#### Література:

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. ин-т мех. сел. хоз-ва; № ГР02910041798. – Мелитополь, 1990. – 60 с.
2. А.с. 1165278 СССР. Устройство для обмолота сельскохозяйственных культур на корню / И.К. Голубев [и др.] - Б.И. – 1985. - №25.
3. А.с. 1601971 СССР. Режущее устройство сельскохозяйственных машин / А.Н. Шокарев [и др.] - Б.И. – 1990. - №20.
4. Шокарев О.М. Технічні вимоги до різального пристрою рисо-збирального комбайна обчисувального типу та його польові дослідження/ О.М. Шокарев, М.М. Данченко // Праці Таврійської держ. агротехн. академії. – Мелітополь, 2001. - Вип. 1, т. 18. – С. 88-91.



**МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОЧЕСАННЫХ СТЕБЛЕЙ С РАБОЧИМИ  
ОРГАНАМИ РЕЖУЩЕГО УСТРОЙСТВА**

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

*Аннотация* – в статье рассмотрены механико-технологические особенности поведения очесанных стеблей в транспортирующем механизме в зоне выгрузного окна режущего устройства комбайна очесывающего типа.

**MECHANICAL AND TECHNOLOGICAL PECULIARITIES  
OF THE INTERACTION OF COMBED STEMS WITH TOOLS  
OF THE CUTTER**

N. Darnchenko, A. Shockarev, K. Sheghedar

*Summary*

Mechanical and technological peculiarities of behaviour of combed stems in the transporter near a download window of the cutter of a combing-type combine harvester are considered in a paper.