

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., аспірант\*.

*Тайврійський Державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-00-11

**Анотація** – у статті наведені механіко – технологічні особливості поведінки обчесаних стебел з граблинами транспортуючого механізму в зоні вивантажного вікна валкоутворювача різального пристрою комбайна обчісуючого типу.

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

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

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

На теперішній час відомо декілька типів різальних пристроїв, що забезпечують зрізання обчесаних стеблин перед рушіями комбайнів по всієї 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.

*Аналіз останніх досліджень.* Дана стаття присвячена дослідженню процесу транспортування та укладки в валок зрізаних, обче-

---

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

\* Науковий керівник – к.т.н., доц. Шокарев О.М.

саних 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 - **розділення** 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** - гарантоване і своєчасне зрізання в кожній робочій мікрозоні 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 - своєчасне **визволення мікрозон** різання від зрізаних стеблин.

4) Забезпечити транспортування зрізаних стеблів до валкоутворюючого механізму - неперервне **транспортування зрізаних стеблів** із мікрозон різання до місця формування валка.

5) Забезпечити неперервне формування із зрізаних стеблів валок 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.)

- **формування валка** та його **укладка 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, а тому не може бути негативним чинником зниження продуктивності зернозбирання за даною технологією.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* 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 обчислюючого типу мають наступні позначення:

$B$  – конструктивна ширина захвату комбайна (відповідає ширині захвату обчислюючого та різального його пристроїв), м;  $V_m$  – робоча швидкість руху комбайна, м/с;  $\delta$  – зазор робочої мікрозони різального апарату, мм;  $b$  – шаг розстановки робочих мікрозон, мм;  $G$  – густина стеблостою, шт./м<sup>2</sup>;  $V_n$  – швидкість руху різальних сегментів відносно рами РП, м/с; ...

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

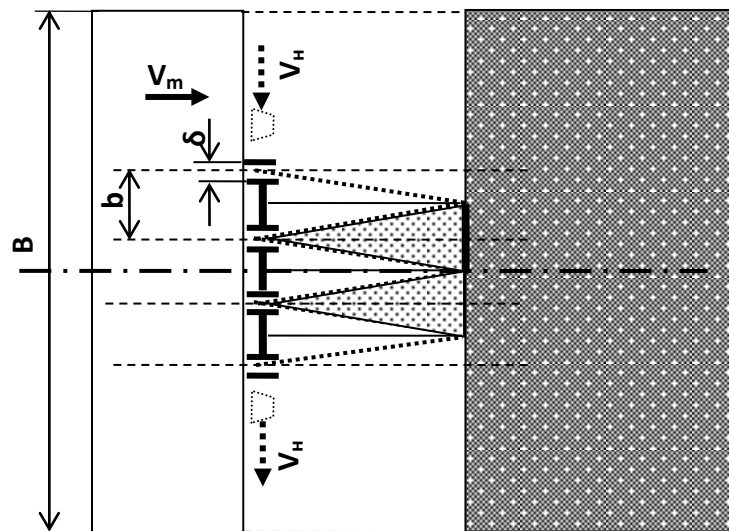


Рис. 1. Розрахункова схема.

З рисунку 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 стеблів ( $N_t$ ), 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 недороб-

ки 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).

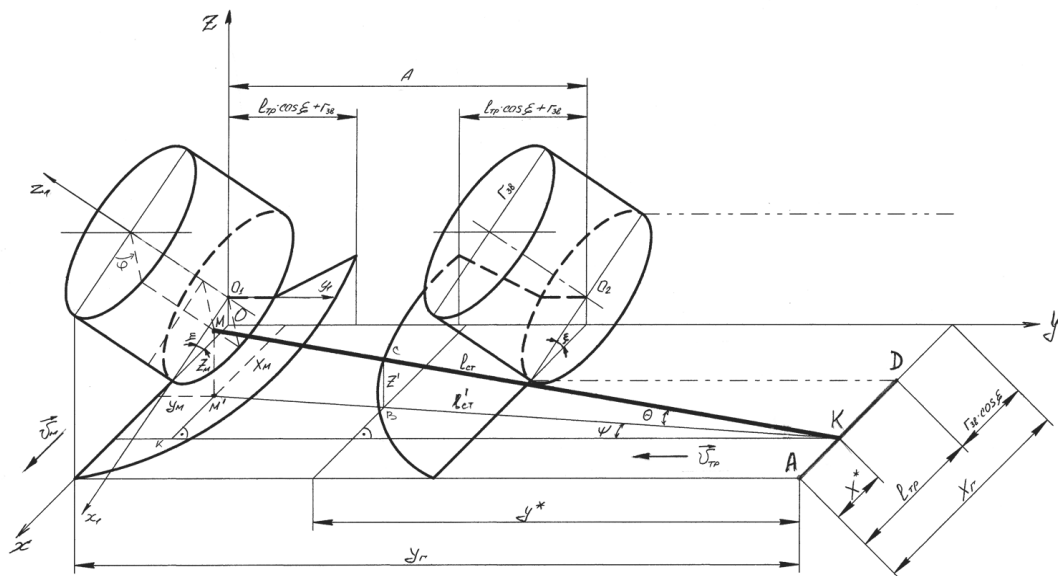


Рис. 2. Схема взаємодії стебла з циліндричною поверхнею відбиваючого вальця.

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 управляючі параметри варіюватимемо величиною  $X^*$ , що визначає положення краю стебла на транспортуючій грабліні, 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 грабліні), проте з рис. 3 видно що діапазон можливих значення  $X^*$ , 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 вибраній схемі

(рис.3) визначається виразом:

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

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  $\psi$ .

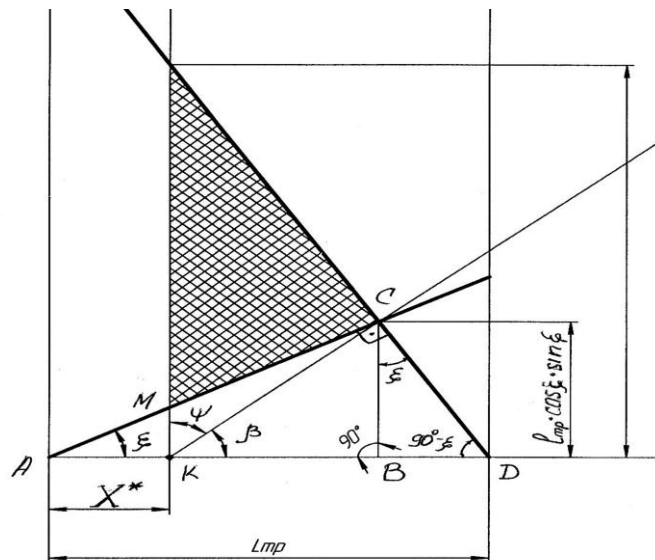


Рис. 3. Розрахункова схема

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  $r_{\sigma} = r_{зв.}$

Розглядаючи вплив всіх вищеперелічених величин на положення точки удару  $M$  в системі координат  $OXYZ$ , використовуючи як розрахункову схему рис. 2 нами була одержана наступна система рівнянь:

$$\begin{cases} X_M = l_{mp} + r_{зв.} \cdot \cos \varepsilon - X^* - l_{cm} \cdot \cos \theta \cdot \sin \psi \\ Y_M = Y_{\Gamma} - l_{cm} \cdot \cos \theta \cdot \cos \psi \\ Z_M = l_{cm} \cdot \sin \theta \end{cases} \quad (4)$$

Проекції точки удару  $M$  в системі координат  $OXYZ$  можуть бути

також визначені з розрахункової схеми, зображеної на рис. 8.

В цьому випадку одержимо наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} X_M = x_1 \cdot \cos \xi + z_1 \cdot \sin \xi \\ Z_M = r_{36} \cdot \sin \xi + z_1 \cdot \cos \xi - x_1 \cdot \sin \xi \\ Y_M = y_1 = \sqrt{r_{36}^2 - x_1^2} \end{cases} \quad (5)$$

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  $\psi$ , використовуючи рис. 2, була встановлена між ними наступна 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  $O_1x_1y_1z_1$ . 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  $\varphi$ .

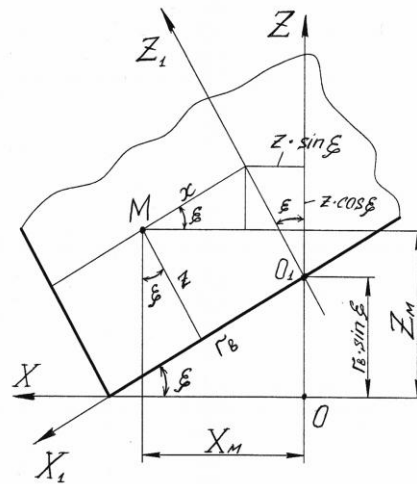


Рис. 4. Розрахункова схема

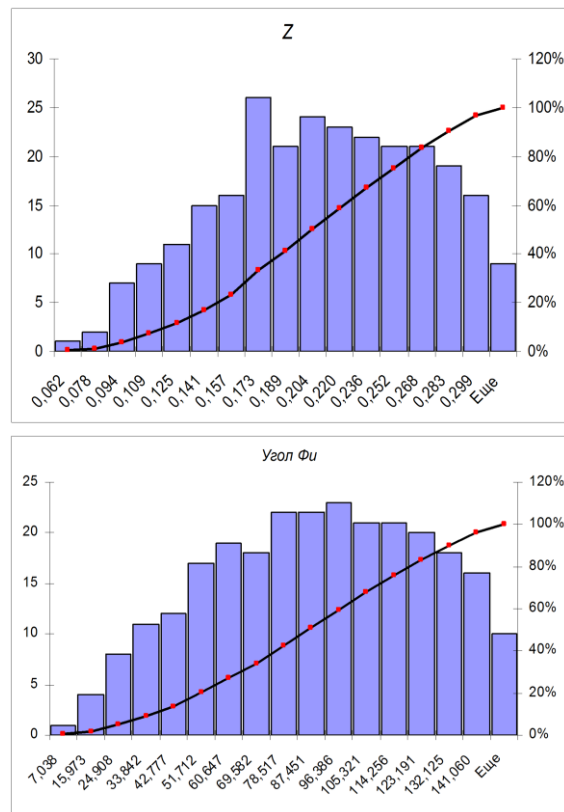


Рис. 5. Гістограми щільності розподілу координати  $z_1$  і кутової координати  $\varphi$

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  $z_{min}=6,2\text{см}$  до  $z_{max}=31,5\text{см}$  при  $\langle z \rangle = 20,2\text{см}$ ,  $\sigma_z = 6,0\text{см}$  (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, по-перше, 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).

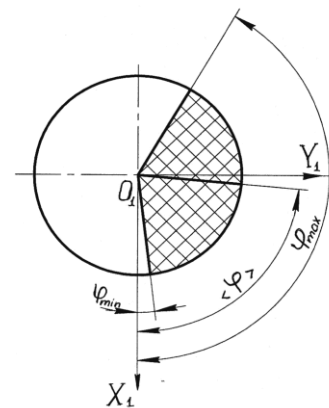


Рис. 6. Розрахункова схема

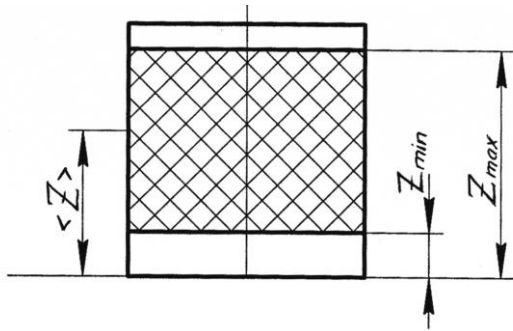


Рис. 7. Розрахункова схема

По-друге, 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, можемо визначити координати т.  $M$  в будь-якій з вибраних нами систем координат.

*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. 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. 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.



## МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЧЕСАНЫХ СТЕБЛЕЙ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ РЕЖУЩЕГО УСТРОЙСТВА

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

*Анотация* – в статье приведены механико – технологические особенности поведения очесанных стеблей с транспортирующим механизмом в зоне выгрузного окна режущего устройства комбайна очесывающего типа.

*Annotation* - 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.

*Keywords* – root stripping, segment type, stripped heap, cross-sectional moving.