

Based on the knowledge of these patterns, the design parameters were determined and an experimental installation for separating lavender seeds was manufactured. Its main elements are a screw seed dispenser with an electric drive, an inclined acceleration chute, an inclined friction sorting plane and a set of containers for sorted seeds. Laboratory experiments have confirmed its efficiency and high quality of sorting lavender seeds.

Lavender seeds have a length of 1.67–2.64 mm, a width of 0.93–1.32 mm and a thickness of 0.49–0.84 mm. The size distribution along the length corresponds to the normal law. The aerodynamic properties of seeds affect the patterns of their movement and require further study. It is also advisable to analyze the relationship between seed germination and their frictional properties. The developed installation for sorting lavender seeds in small private farms will allow to increase the productivity and quality of sorting lavender seeds.

lavender seeds, physical and mechanical properties, separation, experimental setup

Одержано (Received) 19.11.2024

Прорецензовано (Reviewed) 25.11.2024

Прийнято до друку (Approved) 02.12.2024

УДК 631.331.024.2

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.174-184>

Д.Ю. Артеменко, доц., канд. техн. наук, **О.А. Кислун**, доц., канд. техн. наук,
В.А. Онопа, доц., канд. техн. наук, **Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: artemenkodyu@kntu.kr.ua

Дослідження конструкції дискового пружинного загортача просапної сівалки

В роботі представлено результати теоретичних досліджень параметрів дискового пружинного загортача просапної сівалки. В результаті проведеного аналізу по розташуванню загортачів в конструкції секції було встановлено, що ефективніше розташовувати загортачі після сошника, що дозволяє укривати насіння вологим шаром ґрунту та створювати сприятливі умови для його проростання. З метою підвищення ефективності роботи загортачів був розроблений новий дисковий загортач пружинного типу. У процесі його дослідження було визначено, що основними параметрами, які впливають на процес роботи загортача є його кут атаки, швидкість руху сівалки та дальність переміщення ґрунту в бік борозни. Отримана теоретична залежність, що показує вплив кута атаки на дальність переміщення ґрунту загортачем в залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту.

сприятливі умови, загортач, загортання насіння, дисковий пружинний загортач, підвищення врожайності просапних культур

Постановка проблеми. Відомо [1–3], що неякісно виконаний процес посіву насіння просапних культур може призводити до зниження врожайності на 10–15%, навіть за сприятливих погодних умов. Ключовим завданням для забезпечення підвищення врожайності є підвищення якості технологічних операцій, виконуваних елементами секцій робочих органів. Оскільки посів це сукупність операцій розміщення і загортання насіння, то саме вони направлені на формування оптимальних умов для його проростання і розвитку. Укладання насіння проводиться сошниками сівалки, і їх конструкція останнім часом досягла своєї максимальної ефективності, а от загортання насіння реалізується різними способами – використанням загортачів, прикочуванням, шлейфуванням і комбінацією цих робочих органів, тобто вплив на формування сприятливих умов росту може змінюватись в залежності від використаних елементів загортальних систем.

© Д.Ю. Артеменко, О.А. Кислун, В.А. Онопа, Д.В. Богатирьов, 2024

Дослідження [4–6] показують, що швидкість проростання насіння найбільше залежить від укриття його нижніми вологими шарами ґрунту та формування над ним рівномірного шару дрібногрудкуватого ґрунту, який сприяє легкому виходу паростків на денну поверхню. Найбільш оптимальним є загортання насіння одразу після його потрапляння на дно борозни. З цього випливає, що загортачі слід розташовувати безпосередньо після сошника, а їх конструкція має забезпечувати розділення руху ґрунтових шарів у зоні розташування насіння. На даний час більшість сучасних просапних сівалок комплектуються загортальними системами пасивної дії, робота яких направлена на поступальне переміщення шару ґрунту який знаходиться на поверхні. З цією метою використовуються пластинчасті і криволінійні загортачі та плоскі шлейфи. Це призводить до змішування сухих верхніх і вологих нижніх шарів ґрунту, що за умов нестачі вологи може негативно впливати на швидкість проростання.

Таким чином, вдосконалення конструкції загортачів просапних сівалок і технології загортання насіння, спрямоване на покращення умов проростання і забезпечення швидкого росту рослин, є актуальним завданням.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Залежно від розташування, загортачі виконують певні завдання в технологічному процесі посіву насіння. Зокрема, загортачі, встановлені безпосередньо після сошника (рис. 1), відповідають за закриття борозни з висіяним насінням і формування над ним ґрунтового шару. Цей шар згодом ущільнюється прикочуючим котком, що входить до складу секції робочих органів, створюючи оптимальні умови для швидкого проростання насіння [7–10].

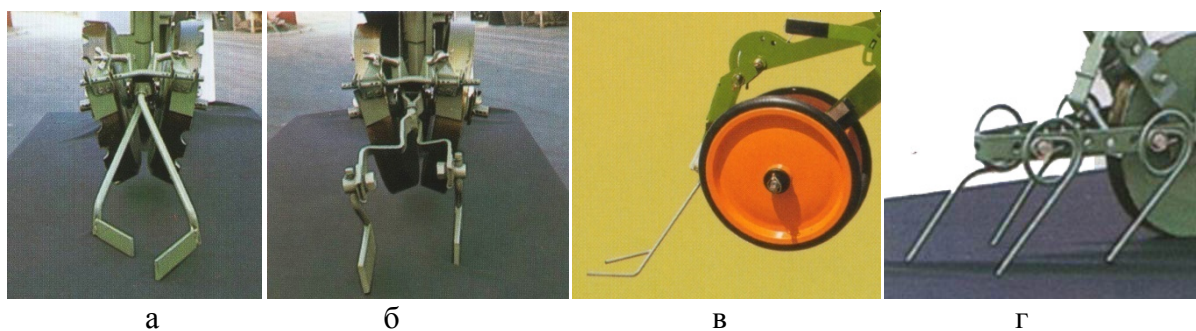


а – Kuhn; б – Elvorti

Рисунок 1 – Загортачі, які розташовані після сошника секції робочих органів

Джерело: розроблено авторами з використанням [8,10]

Загортачі, які розташовані за прикочуючим котком [9, 11–13], здебільшого виконують функцію мульчування поверхні рядка та її вирівнювання. Це сприяє зниженню втрат вологи і створює оптимальні умови для проростання насіння (рис. 2). Конструктивно вони здебільшого мають пластинчасту форму (рис. 2, а, б) або виконані з пружинними (рис. 2, в, г).



а, б – Nodet gougis; в – Amazon; г – Nodet gougis

Рисунок 2 – Загортачі, що розміщуються після котків секції робочих органів

Джерело: розроблено авторами з використанням [11, 12]

Різноманіття конструкцій загортачів демонструє значну увагу дослідників до процесів загортання насіння та вдосконалення цих елементів. Наприклад, у дослідженнях [14, 15] було встановлено, що перспективним напрямом модернізації загортачів є поетапне загортання насіння, починаючи з укриття вологими шарами ґрунту, а потім завершуючи сухішими верхніми. Автори наголошують на необхідності подальшого розвитку конструкцій загортачів і пропонують підходи, які, на їхню думку, покращать ефективність процесу.

Зокрема, Мюррей Ж.Р. в [16], акцентує увагу на значущості пружинних загортачів, які вирівнюють глибину розміщення насіння, знищують дрібні бур'яни, мульчують і вирівнюють поверхню рядка. Вони, зазвичай, виконуються пальцевими або прутковими та монтуються в кінці секції робочих органів, підвищуючи продуктивність роботи сівалки в цілому.

Зубко В.М. [17] наголошує, що найбільш раціонально встановлювати загортачі одразу після сошника, а проведені експериментальні дослідження показали, що такий підхід забезпечує кращі умови для проростання насіння завдяки якісному формуванню ґрунтового шару в зоні його розміщення.

Драйер Х. [18] рекомендує спочатку встановлювати після сошника коткові системи, а вже потім – пружинні загортачі. В такій схемі роботи котки виконують функцію загортання насіння, а загортачам відводиться більше функція планування поверхні рядка, ніж загортання.

В той же час, дослідження комбінованих пружинних загортачів [19] показали ефективність послідовного загортання – спочатку вологий ґрунт переміщується на насіння, потім борозна закривається сухим мульчованим шаром. Такий підхід може значно покращувати умови для проростання насіння. Але запропонована авторами конструкція пружинного загортача не в повній мірі може розкрити переваги такого підходу, за рахунок наявності декількох робочих поверхонь, які здійснюють дію в різних площинах.

Аналіз сучасних конструкцій та досліджень роботи загортачів сівалок вказує на сформований підхід до технологічного процесу загортання насіння, який базується на послідовному переміщенні змішаних шарів ґрунту різних горизонтів. Однак цей підхід має значні недоліки, зокрема порушення структури ґрунту, що може негативно впливати на проростання насіння. При цьому дискові і пружинні загортачі мають значний потенціал для подальшого вдосконалення. Дискові загортачі дають можливість відділяти шар ґрунту потрібного горизонту і укривати ним насіння, не порушуючи послідовності, а використання в їх конструкції обмежуючих і пружинних елементів дозволить більш якісно виконати процес загортання насіння. Комбіноване конструктивне виконання загортачів дозволить усунути основні недоліки загортальних систем, забезпечуючи послідовне загортання насіння вологими та сухими шарами ґрунту. Ці властивості роблять дискові пружинні загортачі перспективними для подальших досліджень і розробки їх нових конструкцій.

Постановка завдання. Метою роботи є розробка дискового пружинного загортача та теоретичне дослідження його технологічних характеристик.

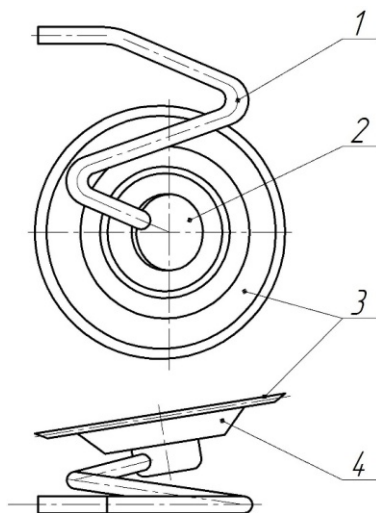
Виклад основного матеріалу. З метою вдосконалення функціонування загортаючих робочих органів і усунення недоліків існуючих загортальних систем була розроблена [20] нова конструкція комбінованого пружинно-дискового загортача (рис. 3). Загортач є комбінацією плоского диска з однобічним загостренням, розташованого під кутом атаки до напрямку руху. На зовнішній частині диска встановлений конічний ущільнювач, який з'єднується через маточину з N-подібною пружиною вертикального

тиску. Пружина вертикального тиску забезпечує навантаження на робочу поверхню загортача та розташована під кутом у вертикальній площині до осі рядка.

До складу загортача входять: пружина вертикального тиску 1, маточина 2, загострений диск 3 та конічний ущільнювач 4.

Під час роботи, при русі сівалки, пружина вертикального тиску 1 створює навантаження на диск 3, утримуючи його на заданій глибині. Загострений диск, занурюючись у ґрунт, обмежує свій хід по глибині завдяки дії конічного ущільнювача 4, який, під впливом пружини, ущільнює край борозни. Це забезпечує стабільність роботи диска у горизонтальній площині та покращує процес формування ґрунтового шару для загортання насіння. Оскільки загортач встановлений під кутом атаки до осі борозни, то під час руху він спрямовує ґрунт у бік борозни, створюючи над насінням рівномірний шар у формі невеликого пагорба.

Ефективна робота дискового пружинного загортача досягається завдяки таким особливостям: конічний ущільнювач у поєднанні з пружиною вертикального тиску забезпечує рівномірний рух загортача на заданій глибині, що дозволяє відокремлювати оптимальну кількість ґрунту для загортання борозни і створення пагорба над насінням; завдяки розхилу пружини вертикальної дії в горизонтальній площині та обертанню диска досягається ефект мульчування, а нахил у вертикальній площині створює необхідний тиск у зоні борозни, що сприяє якісному загортання борозни; у випадках підвищеної засміченості ґрунту рослинними рештками або при збільшенні його вологості, конструкція загортача забезпечує ефективне самоочищення, що підвищує його функціональність і надійність.



1 – пружина вертикального тиску; 2 – маточина; 3 – однібічно загострений диск;
4 – конічний ущільнювач

Рисунок 3 – Дисковий пружинний загортач просапної сівалки

Джерело: розроблено авторами з використанням [20]

Для обґрунтування конструктивних параметрів удосконаленого загортача необхідно розглянути процес його роботи. Під час руху сівалки зі швидкістю посіву V , під дією пружини вертикального тиску, диск загортача, рухаючись під кутом атаки α відділяє шар ґрунту і переміщує його в бік борозни на відстань l (рис. 4).

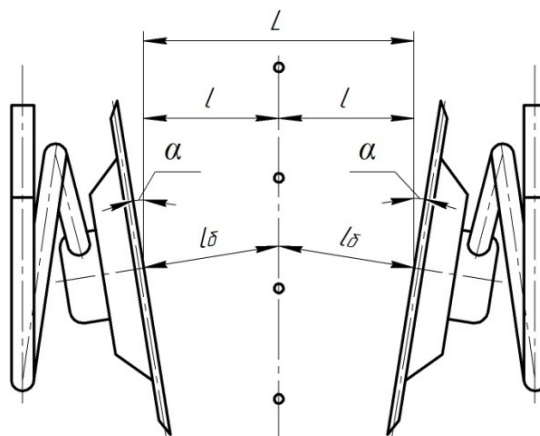


Рисунок 4 – Схема до визначення відстані між дисками загортачів

Джерело: розроблено авторами

Із схеми (рис. 4) видно, що відстань між осями дисків загортачів

$$L = 2l_{\delta}, \quad (1)$$

де l_{δ} – дальність переміщення часток ґрунту в бік борозни.

Під час руху сівалки зі швидкістю посіву V , диск загортача має поступальний і обертальний рух, а кожна частка, яка взаємодіє з робочою поверхнею загортача, здійснює складний рух, який характеризується відносною, переносною і абсолютною швидкостями. Відносна швидкість V_{α} , яка виникає при переміщенні частки ґрунту M по поверхні загортача, спрямована проти руху сівалки і відхилена від нього на кут α (рис. 5)

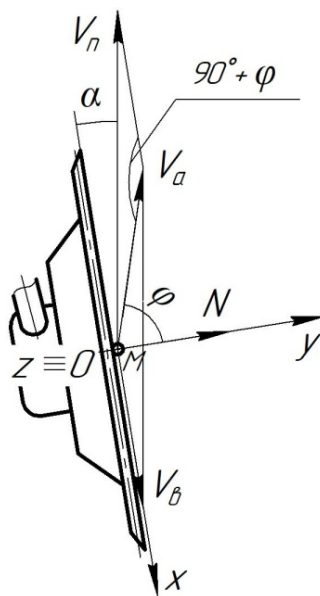


Рисунок 5 – Схема сил взаємодії поверхні загортача з ґрунтом

Джерело: розроблено авторами

Переносна швидкість V_n частки ґрунту M дорівнює швидкості руху сівалки і виникає при її взаємодії з іншими частинками ґрунту та спрямована в бік руху.

Абсолютна швидкість V_a частки ґрунту M має напрям під кутом тертя φ до нормальної реакції N ґрунту на поверхню загортача.

Аналізуючи рис. 5, бачимо співвідношення

$$\frac{V_a}{\sin \alpha} = \frac{V_n}{\sin(90^\circ + \varphi)}. \quad (2)$$

Враховуючи, що $\sin(90^\circ + \varphi) = \cos \varphi$, тоді

$$\frac{V_a}{\sin \alpha} = \frac{V_n}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

або

$$V_a = V_n \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \varphi}. \quad (4)$$

Залежність (4) дозволяє визначити абсолютну швидкість ґрунту від дії загортача в залежності від швидкості руху сівалки і кута атаки загортача.

Диски загортача під час обертання зміщують шар ґрунту в бік борозни з насінням по параболічній траєкторії (рис. 6).

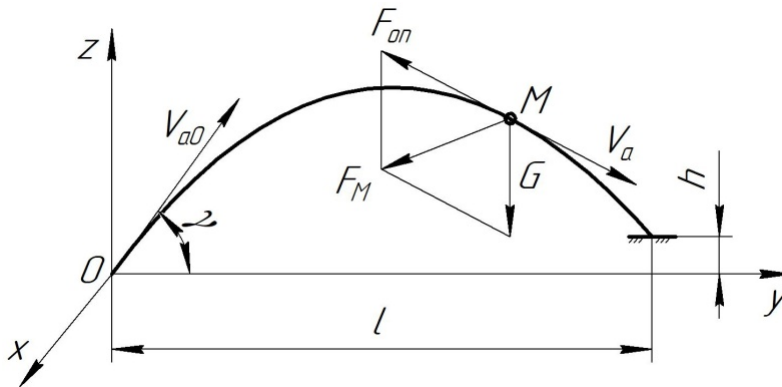


Рисунок 6 – Схема для визначення дальності відкидання ґрунту в бік борозни
Джерело: розроблено авторами

Згідно агротехнічних вимог, рух сівалки при висіві насіння просапних культур повинен знаходитись в діапазоні швидкостей від 6 до 8 км/год, тому на кожен частинку ґрунту, яка знаходиться в повітрі, крім сили тяжіння G , яка направлена вертикально вниз, діє сила опору повітря F_{on} .

Вона спрямована протилежно напрямку абсолютної швидкості V_a і по дотичній до траєкторії руху часток ґрунту в бік борозни, протилежно їх руху.

Розгляд результуючої сил, що діють на частинки ґрунту, що відкидається, представлено на основі опису руху матеріальної точки M в декартовій тривимірній системі координат та визначається

$$F_M = F_{on} + G, \quad (5)$$

де $G = mg$ – сила тяжіння частки ґрунту;

$F_{on} = kSV^2$ – сила опору повітря;

k – коефіцієнт опору повітря;

S – площа поперечного перерізу частинки ґрунту.

Враховуючи фактичні значення S та V , вплив F_{on} несуттєвий, тому в рамках даного дослідження його доцільно в подальших розрахунках виключити.

Врахуємо нульові початкові умови, прийнявши, що час відриву частинки від диска є початком руху, для якого

$$\begin{cases} V_x(0) = \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=0} = 0 \\ V_y(0) = \left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=0} = V_{a0} \cdot \cos \gamma, \\ V_z(0) = \left. \frac{dz}{dt} \right|_{t=0} = V_{a0} \cdot \sin \gamma \end{cases} \quad (6)$$

де γ – кут між поверхнею поля і початковим напрямом руху частинки.

Траєкторія руху частинки визначається системою рівнянь

$$\begin{cases} x(t) = 0 \\ y(t) = V_{a0} t \cdot \cos \gamma \\ z(t) = V_{a0} t \cdot \sin \gamma - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (7)$$

Оскільки по диску під час роботи загортача рухається не одна частка, а їх сукупність, то закінчуючи свій шлях після відокремлення і руху в бік борозни, по осі рядка формується невеличкий пагорб висотою h (рис. 6), який в цілому залежить від конструктивних і технологічних параметрів загортача, тоді горизонтальна дальність переміщення часток буде

$$l_z = y = \frac{V_{a0}^2 \cdot \sin 2\gamma}{2g} + \sqrt{\left(\frac{V_{a0}^2 \cdot \sin 2\gamma}{2g}\right)^2 - \frac{2h \cdot V_{a0}^2 \cdot \cos^2 \gamma}{g}} \quad (8)$$

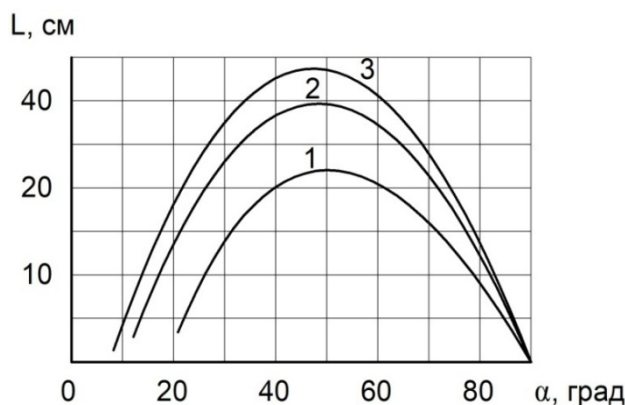
Так як диск загортача встановлений під кутом атаки α до напрямку руху сівалки, то частинки ґрунту переміщуються в бік борозни на відстань

$$l_o = l_z \cdot \cos \alpha = \frac{V_{a0}^2 \cdot \sin 2\gamma \cdot \cos \alpha}{2g} + \sqrt{\left(\frac{V_{a0}^2 \cdot \sin 2\gamma \cdot \cos \alpha}{2g}\right)^2 - \frac{2h \cdot V_{a0}^2 \cdot \cos^2 \gamma \cdot \cos^2 \alpha}{g}} \quad (9)$$

Підставивши (8) в (1), і з урахуванням (4), можна визначити відстань між дисками загортачів

$$L = \frac{V_n^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin 2\gamma \cdot \cos \alpha}{g \cdot \cos^2 \varphi} + \sqrt{\left(\frac{V_n^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin 2\gamma \cdot \cos \alpha}{g \cdot \cos^2 \varphi}\right)^2 - \frac{2h \cdot V_n^2 \cdot \sin^2 2\alpha \cdot \cos^2 \gamma}{g \cdot \cos^2 \varphi}} \quad (10)$$

Таким чином, відстань між дисками загортачів залежить від швидкості руху сівалки, кута атаки та фізико-механічних властивостей ґрунту. Підставивши значення параметрів, що входять в рівняння (10), отримали теоретичні залежності їх впливу на дальність відкидання ґрунту робочих поверхонь загортачів (рис. 7).



1 – $\gamma=20^\circ$; 2 – $\gamma=25^\circ$; 3 – $\gamma=30^\circ$ при $V=8$ км/год

Рисунок 7 – Залежність дальності переміщення ґрунту загортачем від кута атаки

Джерело: розроблено авторами

Таким чином, проведене теоретичне дослідження показало, що отримана залежність (10) дає можливість теоретично визначити основні технологічні параметри розробленого дискового пружинного загортача. Для встановлення раціональних значень параметрів, які можуть впливати на якість виконання робочого процесу загортачем, необхідне подальше проведення експериментальних досліджень за методикою повного факторного випробовування. Такі дослідження допоможуть встановити раціональні межі конструктивних параметрів диска загортача, вертикальної пружини тиску і конічного ущільнювача. На основі цих результатів можна буде остаточно прийняти розміри конструктивних елементів дискового пружинного загортача.

Висновки:

1. Проведений аналіз існуючих конструкцій загортачів та технологічного процесу їх роботи показав, що сучасні загортачі не забезпечують необхідних умов для загортання насіння. Зокрема, вони не виконують послідовного укриття насіння спочатку вологими, а потім сухими шарами ґрунту. У більшості випадків загортачі встановлюються після прикочуючих котків і лише мульчують та вирівнюють поверхню борозни, змішуючи шари ґрунту різних горизонтів. Встановлено, що ефективнішим є технологічний процес, за якого загортачі спершу покривають насіння нижніми вологими шарами ґрунту, а потім – верхнім сухим мульчованим шаром. Для цього загортачі слід розташовувати одразу за сошником, що дозволить накривати насіння одразу після його потрапляння в борозну.

2. Теоретичні дослідження показали, що ключовими факторами, які впливають на переміщення ґрунту до осі борозни, є кут атаки загортача, швидкість руху сівалки та фізико-механічні характеристики ґрунту. Отримано залежність (10), яка описує взаємозв'язок між конструктивними і технологічними параметрами загортача та дальністю відкидання ґрунту в сторону борозни.

Список літератури

1. Гончарук Г.С. Якісна сівба цукрових буряків запорука високого врожаю. *Цукрові буряки*. 2001. №2. С. 8–9.
2. Коломієць О.П., Гончарук Г.С., Ломако Т.Н. Передумови якісної сівби. *Цукрові буряки*. 1999. №2. С. 17.
3. П'ятківський М.К. Сівбі цукрових буряків високу агротехніку. *Цукрові буряки*. 2001. № 2. С. 7.
4. Артеменко Д.Ю., Магопець О.С., Соломашенко П.М. Дослідження і розробка удосконаленої конструкції сошника просапної сівалки. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин* : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. Кіровоград : КНТУ, 2010. Вип. 40, Ч.1. С. 136-142. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1795/1/26.pdf>
5. Артеменко Д.Ю. Математична модель роботи удосконалених щік сошника просапної сівалки. *Техніка в с.-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*: Зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту. Вип. 25, Ч. 1. Кіровоград : КНТУ, 2012. С. 41–45.
6. Загортаючі робочі органи для прямої сівби зернових культур : монографія / В.М. Сало, О.Р. Лузан, П.Г. Лузан, Ю.В. Мачок; М-во освіти і науки, молоді та спорту України; Кіровоград. нац. техн. ун-т. Кіровоград : СПД ФО Лисенко В.Ф., 2012. 164 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5473>
7. Pneumatic precision seed drills. *Prospect of the Gaspardo Company*. 2017. SP Range. Italy. URL: <https://www.maschio.com/assets/Uploads/Leaflet-SP-RANGE-17-2017-09-W00230043R-EN.pdf>
8. Planter 3. Precision seed drills : *Prospect of the Kuhn Company*. 2015. Kuhn farm machinery (UK). URL: <http://www.kuhn.co.uk/uk/range/seeding/pneumatic-precision-seed-drills/planter-3-m-single-bar.html>
9. Precision Seeding. Maschinenfabrik SCHMOTZER GmbH. URL: <http://www.schmotzer.de>
10. Product Catalog Elvorti. *Chervona zirka*. 2016. Technology in harmony with the nature. Кропивницький/Ukraine. URL: https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf
11. Seed drill. “Contour” : *Prospect of the company “Amazon”*. Germany, 2012. 8 с.
12. Prospect of the Ribouleau Company. 2018. The precision Planter specialist. MECA V4. Ribouleau MONOSEM – FRANCE. URL: <https://www.monosem.com/Range/Planter-range/MECA-V4>
13. Сівалка “Pneumasem II”. *Проспект фірми “Nodet gougis”*. Франція, 2008. 6 с.
14. Конструктивні особливості сошникових систем сучасних сівалок та їх відповідність вимогам точного землеробства / Л. В. Аніскевич, Ю. О. Росамаха. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК*. 2016. Вип. 241. С. 269-278. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_tech_2016_241_38 2016
15. Бойко А.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / [Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М.]. К., 2003. 206 с.
16. Murray J.R., Tullberg J.N. and Basnet B.B. Planters and their components: types, attributes, functional requirements, classification and description. *ACIAR Monograph*. . 2006. No. 121. ISBN 186320 4628.
17. Зубко В.М., Мельник В.І., Проценко А.М., Комісар Е.О. Техніко-технологічна ефективність начіпної сівалки для посіву кукурудзи. *Біоресурси і природокористування*. Т. 10. 2018. №5-6. С.229–234. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.029>
18. Драйер Х. Детальний розгляд сошника сівалки Primera DMC. *Amazona Primera DMC. AMAZONEN-WERKE H. DREYER GmbH & Co. KG*. 2010, 2 с. URL: <http://www.amazone.de>
19. Артеменко Д.Ю., Магопець О.С. Теоретичне дослідження основного технологічного параметру удосконаленої конструкції пружинного загортача просапної сівалки. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*: науково-теоретичний фаховий журнал / В.С. Шибанін (гол. ред.) та ін. Миколаїв, 2011. Вип. 4 (61), Т.1. С. 244–250.
20. Артеменко Д.Ю., Кучер Д.Ю. Розробка і обґрунтування конструкції дискового пружинного загортача просапної сівалки. *The 17th International scientific and practical conference “The latest technologies in the development of science, business and education”* (April 30 – May 03, 2024) London, Great Britain. International Science Group. 2024. С. 402–406. <https://isg-konf.com/uk/the-latest-technologies-in-the-development-of-science-business-and-education/>

Referencis

1. Honcharuk, H.S. (2001). High-quality sowing of sugar beets is the key to a high yield. *Tsukrovi buriaky*, №2, 8–9 [in Ukrainian].
2. Kolomiets, O.P., Honcharuk, H.S., & Lomako, T.N. (1999). Prerequisites for quality sowing. *Tsukrovi buriaky*, 2, 17 [in Ukrainian].
3. Piatkivskiy, M.K. (2001). Sugar beet sowing high agricultural technology. *Tsukrovi buriaky*, 2, 7 [in Ukrainian].
4. Artemenko, D., Mahopets, O. & Solomashenko, P. (2010). Research and working out of an advanced design steel seeders. *Konstruiuvannya, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia sil'skohospodars'kykh mashyn: zahal'noderzh. mizhvid. nauk.-tekhn. zb.*, 40, part 1. 136-142. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1795/1/26.pdf> [in Ukrainian].
5. Artemenko, D.Yu. (2012). Mathematical model of the improved coulter cheeks of a row drill. *Tekhnika v sil'skohospodars'komu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduuvannya, avtomatyzatsiia: zb. nauk. pr. Kirovohrads'koho nats. tekhn. un-tu*. Issue 25, Part 1, 41–45 [in Ukrainian].
6. Salo, V.M., Luzan, O.R., Luzan, P.G., & Machok, Yu.V. (2012). Wrapping working bodies for direct sowing of grain crops: monograph / Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine, Kirovohrad. national technical Univ. Kirovohrad: SPD FD Lysenko V.F. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5473> [in Ukrainian].
7. Prospect of the Gaspardo Company. (2017). SP Range. Pneumatic precision seed drills. Italy. <https://www.maschio.com/assets/Uploads/Leaflet-SP-RANGE-17-2017-09-W00230043R-EN.pdf>
8. Prospect of the Kuhn Company. (2015). Planter 3. Precision seed drills. Kuhn farm machinery (UK). URL: <http://www.kuhn.co.uk/uk/range/seeding/pneumatic-precision-seed-drills/planter-3-m-single-bar.html>
9. Precision Seeding. *Maschinenfabrik SCHMOTZER GmbH*. <http://www.schmotzer.de>
10. Product Catalog Elvorti. *Chervona zirka*. (2016). Technology in harmony with the nature. Kropyvnytskyi/Ukraine. https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf
11. (2012). Seed drill. “Contour”. Prospect of the company “Amazon”. Germany, 8.
12. (2018). The precision Planter specialist. MECA V4. *Prospect of the Ribouleau Company*. Ribouleau MONOSEM – FRANCE. <https://www.monosem.com/Range/Planter-range/MECA-V4>
13. (2008). Seed drill. “Pneumasem II”. *Prospect of the company “Nodet gougis”*. France, 6.
14. Aniskevych, L.V., & Rosamakha, Yu.O.. (2016). Design features of coulter systems of modern seed drills and their compliance with the requirements of precision agriculture. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya : Tekhnika ta enerhetyka APK - Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and Energy of the Agricultural Complex. Part. 241, 269-278* [in Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2016_241_38 2016
15. Boiko, A.I. (2003). Novi konstruktsii gruntoobrobnykh ta posivnykh mashyn. [New designs of tillage and seeding machines] / [Boiko A.I., Sviren M.O., Shmat S.I., Nozhnov M.M.]. K., 206. [in Ukrainian].
16. Murray, J.R., Tullberg, J.N. & Basnet, B.B. (2006). Planters and their components: types, attributes, functional requirements, classification and description. *ACIAR Monograph*. No. 121. ISBN 186320 4628.
17. Zubko, V.M., Melnyk, V.I., Protsenko, A.M., & Komisar, E.O. (2018). Tehniko-tehnologichna efektyvnist nachipnoyi sivalki dlya posiv kukurudzi. [Technical and technological efficiency of the trailed seeder for sowing corn]. *Bioresursi i pryrodokorystuvannya - Bioresources and nature management*. Volume 10, №5-6, 229 – 234 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.029>
18. Dryer, H. (2010). Detailed view of the seeder coulter Primera DMC. *Amazone Primera DMC. AMAZONEN-WERKE H. DREYER GmbH & Co. KG. 2* [in Ukrainian]. <http://www.amazone.de>
19. Artemenko, D.Yu., & Magopets, O.S. (2011). Theoretical study of the main technological parameter of the improved design of the spring wrapper of the row drill. *Visnik agrarnoyi nauki Prichornomor'ya: naukovo-teoretichnyy fahoviy zhurnal*. V.S. Shebanin (Es.) and others. Mykolayiv, Part. 4 (61), Vol.1, 244 – 250 [in Ukrainian].
20. Artemenko, D.Yu., & Kucher, D.Yu. (2024). [Development and justification of the design of a disc spring wrapper for a row seeder. *The 17th International scientific and practical conference “The latest technologies in the development of science, business and education”* (April 30 – May 03, 2024) London,

Great Britain. International Science Group. 402-406 [https://isg-konf.com/uk/the-latest-technologies-in-the-development-of-science-business-and-education/\[in Ukrainian\]](https://isg-konf.com/uk/the-latest-technologies-in-the-development-of-science-business-and-education/[in Ukrainian]).

Dmytro Artemenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleh Kyslun**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.,
Volodymyr Onopa, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Dmytro Bogatyryov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Research of the Design of a disc Spring Closing Device for a Row Crop Planter

The study presents the results of theoretical research on the design and technological parameters of the spring-loaded disc covering device for row crop seeders. The analysis of existing covering devices and their technological processes revealed that they do not provide optimal sequential seed covering with moist soil layers followed by drier ones. Most designs, positioned after pressing rollers, primarily perform mulching and leveling of the furrow surface, which leads to mixing soil layers of different depths. It was determined that placing the covering devices immediately after the seed opener is more effective. This allows seeds to be covered with a moist soil layer immediately after being placed in the furrow, followed by a mulched drier layer. This approach helps retain moisture in the seed zone and creates favorable conditions for germination. To address the shortcomings of the reviewed covering devices, a new spring-loaded disc covering device was developed. This device combines a flat, single-edged disc positioned at an angle of attack to the direction of movement. A conical press is mounted on the outer edge of the disc, connected via a hub to a vertical pressure spring. The vertical pressure spring applies force to the working surface of the covering device and is positioned at an angle in the vertical plane relative to the row axis.

The efficient operation of the spring-loaded disc covering device is achieved through several features: the combination of the conical press and vertical pressure spring ensures consistent movement at a specified depth, allowing optimal amounts of soil to be separated for furrow coverage and forming a mound over the seeds. The horizontal deflection of the vertical spring, combined with the rotation of the disc, produces a mulching effect, while the vertical deflection generates the required pressure in the furrow zone, enabling high-quality furrow coverage. In cases of increased soil contamination with plant residues or higher soil moisture, the device's design ensures effective self-cleaning, enhancing its functionality and reliability.

The study determined that the main parameters influencing the operation of the disc covering device for row crop seeders include its angle of attack, seeder movement speed, and the distance the soil is displaced toward the furrow. A theoretical dependency was obtained, showing the impact of the covering device's angle of attack on the distance of soil displacement based on the soil's physical and mechanical properties. These findings open up possibilities for further improvement of spring-loaded covering devices, particularly for adapting them to the modern requirements of row crop cultivation technologies.

favorable conditions, covering device, seed covering, spring-loaded disc covering device, increasing yield of row crops

Одержано (Received) 24.11.2024

Прорецензовано (Reviewed) 25.11.2024

Прийнято до друку (Approved) 02.12.2024