УДК 631.331

ПРЯМА СІВБА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКА

Лісовий І.О., к.т.н., ст. викл. *
Уманський національний університет садівництва
м.Умань, Україна
Бойко А.І., д.т.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м.Київ. Україна
Свірень М.О., д. т. н., проф..
Кіровоградський національний технічний університет
м.Кіровоград, Україна
Пушка О.С., к. т. н., доц.
Уманський національний університет садівництва
м.Умань, Україна
Тел.+38667667808
e-mail lisovui_ivan@list.ru

Анотація. У статі розглянуто фактори, що впливають на розвиток рослини, суть технології та світові конструкції сошників прямого посіву. Також проаналізована можливість розширення застосування технології прямої сівби в природно-кліматичних умовах України. Показано, що для її ефективної реалізації запропоновано використання зубчастого диска-очисника, що попередньо на полі прокладає розрихлену очищену смугу для подальшого виконання процесу сівби.

Дослідженнями встановлені основні кінематичні параметри ефективної роботи диска-очисника, розроблена його математична модель, за допомогою якої виявлені енергетичні показники і показники якості виконання технологічного процесу прямої сівби. Обґрунтована раціональна форма ріжучого елементу (ножа), що в експериментальній перевірці підтвердила доцільність використання ковзаючого різання рослинних решток.

Запропонована конструкція сошника з зубчастим диском-очисником.

Ключові слова: пряма сівба, рослинні рештки, зубчастий диск-очисник, кут установки, глибина ходу, ніж (ріжучий елемент), крутний момент опору.

Постановка проблеми. У світовій практиці все більшого поширення набуває сівба без попереднього обробітку та підготовки ґрунту. В цілому сучасна технологія прямої сівби є складним процесом і полягає у наступних етапах (рис. 1). Поле після збирання врожаю не обробляється плугами чи плоскорізами, культиваторами і боронами. Перед посівом його за один - два проходи обробляють гербіцидами, а потім сівалки, які обладнані спеціальними сошниками, висівають насіння і туки в борозни, що нарізані в ущільненому та насиченому рослинними рештками ґрунті.

Таким чином, сошники сівалок працюють у складних умовах експлуатації – ґрунтах різної щільності, вологості, фракційного складу та інших складових. Виходячи з характеристики технології прямої сівби (табл. 1), переконуємося, що саме наявність рослинних решток на поверхні поля в різних фазах їх розкладу забезпечують основу позитивних аспектів процесу розвитку рослини. Але саме наявністю рослинних решток як

* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Пастухова В.І.

у вигляді кореневих систем, так і залишків стебел на поверхні поля ускладнюються умови роботи сошника при виконанні прямої сівби.

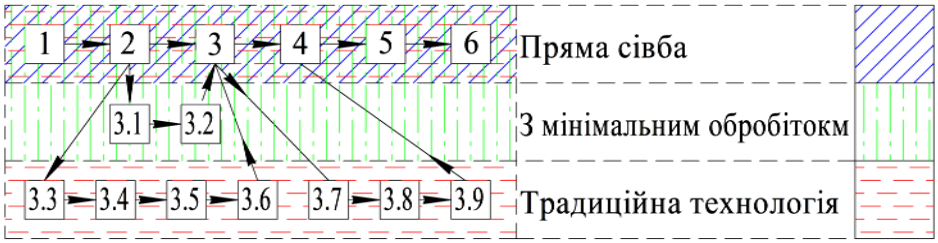

Рисунок 1 – Порівняльна схема технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур

1. Внесення гербіцидів; 2. Внесення мінеральних добрив; 3. Сівба; 3.1. Мульчування, 3.2. Обробіток без перевертання скиби ґрунту; 3.3.Лущення стерні; 3.4. Оранка; 3.5. Боронування; 3.6. Культивація; 3.7. Прикочування посівів; 3.8. Досходове боронування; 3.9. Боронування сходів; 4. Обприскування проти шкідників; 5. Внесення гербіцидів; 6. Збирання

Таблиця – 1 Характеристика технології прямої сівби

Переваги		
Екологічні	Економічні	Агрономічні
1	2	3
- збереження структури ґрунту; - створення сприятливих умов для розвитку фауни (дощових черв'яків, мікроорганізмів та ін.); - забезпечення захисту ґрунту від ерозії завдяки наявність рослинних решток; - зменшення поверхневого стоку та поліпшення фільтрації води; - зниження рівня забруднення стічних вод.	- економія палива становить 70-80% [1]; - економія часу на виконання – 1-3, а не 10 технологічних операцій [1, 2]; - підвищення прохідності техніки; - зниження витрат на технічні засоби; - зменшення числа працівників.	зростання вмісту органічної речовини у ґрунті; зменшення витрат на добрива; забезпечення затримання вологи у ґрунті; - краще регулювання температурного режиму ґрунту.
Недоліки		
- ймовірність зниження врожайності в перехідний період; - необхідність використання тракторів більшої потужності; - потреба розробки нової техніки для прямого посіву; - зростанням проблем у боротьбі зі шкідниками і хворобами [3].		

Однак для її реалізації необхідні сівалки, обладнані відповідними робочими органами, насамперед сошниками. Існуючі конструкції сошників для прямої сівби тільки частково задовольняють вимоги до якості виконання технологічного процесу, не

відповідають достатньому рівню ефективності роботи та універсальності, що вимагає подальших удосконалень їх конструктивних рішень.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз робіт С. Дж Бейкера, К. Е. Сакстона, А. И. Мордуховича, П. В. Сисоліна, Я. Епперляйна, А. Кассама, Л. Хонгвена та інших [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], які присвячені історії та еволюції розвитку прямої сівби, переконує у її перевагах, а також виявляє недоліки порівняно з іншими способами сівби (табл. 1).

Тому маючи на меті створення універсального сошника для прямої сівби розглядаємо сошники та елементи, що спрямовані на прокладання борозни крізь рослинні рештки.

Таблиця 2 – Класифікація сошників для прямого посіву

Сошники для прямого посіву								
За додаванням зусилля від приводу		Безприводні				З приводом		
За кутом входження у ґрунт		Тупим	Прямим	Гострим	Комбінованим	Суцільним обробітком	Ланцюговим обробітком	Стрічковим обробітком
Розподіл за формою утвореної борозни	V-подібною	Дводискові; Трьохдискові	-	-	Комбіновано-лапові			
	U- подібною	Однодискові	-	-				
		-	Трубчасті	-				
	Перевернутою Т-подібною	-	-	Лапові				
		-	-	-				

Вплив технологічного процесу і параметрів робочих органів посівних машин на урожайність підтверджується результатами наукових досліджень В.П. Горячкіна, П.М. Василенка, Л.В. Погорілого, П.В. Сисоліна, В.О. Бєлодєдова, І.В. Морозова, М.І. Любушко, А.С. Кушнарьов, Ю.І. Трофимченка, В.Е. Козакова, С.І. Шмата, В.Ф. Голубченка, В.В. Буйнова та інших науковців.

Технологія прямої сівби порівняно з традиційною є відносно складнішим процесом, потребує іншого підходу до культури землеробства і передбачає використання іншої техніки. Таким чином, реалізація переваг прямої сівби і відмова від спеціального попереднього обробітку ґрунту або зведення його до мінімального потребує, фактично, створення нових робочих органів. До їх функцій входять: підготовка поля, яка включає прорізання смуги в ґрунті і рослинних рештках для подальшого проходження сошника; формування ложе борозни під висів насіння; загортання насіння на необхідну глибину; ущільнення борозни.

Метою дослідження є підвищення якості виконання прямої сівби шляхом обґрунтування конструкції і параметрів сошника.

Основна частина. Виходячи з проведеного аналізу і на підставі розподілу функцій в технологічному процесі, що їх повинен виконувати сошник для прямої сівби, запропонована конструкція посівної секції, яка описана в роботах та захищена Деклараційними патентами на корисну модель [3, 11 – 13].

Працює сошник наступним чином. Примусове зусилля заглиблення від долота і сили ваги створюють необхідний тиск на зубчастий диск-очисник. Під дією цього тиску його зуби заглиблюються на деяку глибину і входять в зчеплення з ґрунтом рослинними

рештками. В подальшому русі зубчастого диска рослинні рештки видаляються з ґрунту і підводяться зубами диска до ріжучого ножа. Таким чином, сумісна робота зубчатого диска-очисника і ріжучого ножа забезпечує прокладання смуги під борозну в ґрунті, засміченому рослинними рештками. Борозна під посів кінцево формується спеціальним виступом. За його допомогою ущільнюється дно борозни і стабілізується глибина сівби. Операція посіву завершується загортанням висіяних насінин насіннєзагортаючою п'яткою (рис. 2).

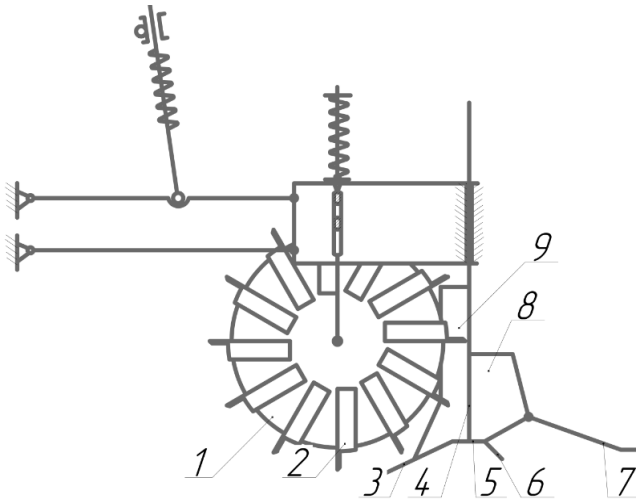

Рисунок 2 – Схема сошника для прямої сівби

1-зубчастий диск-очисник; 2- підкопуючий зуб; 3-долото; 4-борозноутворювач; 5-захисна пластинка; 6-виступ формуючий борозну; 7 - насінезагортаюча п'ятка; 8-лійка для подачі насіння; 9- ніж.

Багатофазність операцій при виконанні прямої сівби по попередньо необробленому полю функціонально зв'язує роботу окремих елементів розробленого сошника. Умовою нормальної роботи є те, що в послідовності операцій технологічного процесу, який виконується, продуктивність кожної наступної повинна бути більшою, ніж попер.ньої. В іншому випадку можна очікувати порушення технологічного процесу у вигляді забивання рослинними рештками борозноутворювача.

Таким чином, від зубчастого диска-очисника та ножа, що забезпечує видалення і подрібнення рослинних решток, багато в чому залежить ефективність роботи всього сошника в цілому.

Згідно технології проведення посівних робіт по попередньо необробленому полю у запропонованій конструкції сошника першим і важливим елементом, що контактує з ґрунтом, є зубчастий диск-очесник.

Тому в його роботі особлива роль належить узгодженості руху окремих елементів для створення раціональних умов входження зубів у ґрунт, виконанні підкопування рослинних решток , видалення їх з ґрунту, підведення під ніж для ефективного перерізання і направлення відокремлених частин до міжрядь. Така складна багатофункціональна роль зубчастого диска-очисника накладає вимоги до обґрунтування його конструктивних параметрів.

Елементом зубчастого диска-очисника, який безпосередньо взаємодіє з рослинним рештками є зуб. Його абсолютний рух складається з двох наступних: відносного і переносного.Відносний рух відбувається в результаті обертання зубчастого диска-очисника навколо власної осі, а переносний забезпечується переміщенням сівалки вздовж рядка (рис. 2).

Рисунок 3 – Схема переміщення зубчастого диска-очисника сошника

Так як в запропонованій конструкції сошника згідно технологічному процесу необхідно, щоб зуб входив у ґрунт і виконував підкопуючу дію відносно рослинних решток, тоді коефіцієнт (лямбда) λ завжди повинен мати значення λ>1. Але це характерно для активного привода на половині рух зміні положення миттєвого центру обертання в напрямку до поверхні поля. Таке може відбутися при деформації ґрунту під дією натиску передньої поверхні зуба. Тоді радіус кочення (r) буде зменшуватися, а значить згідно $\omega=V_c/r$ кутова швидкість зросте і відповідно параметр (λ) також буде зростати [15],

де:

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_c}. \tag{1}$$

Враховуючи, що φ=ω·t; r=R-h, систему рівнянь, яка описує траєкторію руху крайньої точки зуба, можна записати таким чином:

$$\begin{cases} X_м = R(\dfrac{\varphi}{\lambda} - \sin\varphi); \\ Y_м = R\cdot\cos\varphi. \end{cases} \tag{2}$$

У момент заглиблення зуба достатньо, щоб виконувалась умова:

$$V_{хм} \le 0, \tag{3}$$

де $V_{хм}$ - горизонтальна складова швидкості прийнятої точки зуба диска-очисника.

Гранична умова не защемлення зовнішньої поверхні зуба при вході в ґрунт отримуємо:

$$\begin{cases} V_{хм} = \dfrac{dX_м}{dt} = V_c - R\cdot\cos(\dfrac{V_c}{R-h}\cdot t)\cdot\dfrac{V_c}{R-h}; \\ V_{ум} = \dfrac{dY_м}{dt} = -R\cdot\sin(\dfrac{V_c}{R-h}\cdot t)\cdot\dfrac{V_c}{R-h}. \end{cases} \tag{4}$$

Тоді:

$$\varphi_{вх} = \arccos\left(\frac{R-h}{R}\right). \tag{5}$$

Як видно з отриманого рівняння, на граничне значення кута повороту зуба, після досягнення якого, горизонтальна швидкість стає меншою нуля і можливе підкопування рослинних решток, впливає заглиблення зуба і радіус його обертання.

Із представлених залежностей також видно, що при фіксованій глибині ходу сошника зменшення радіуса обертання зуба приводить до зменшення кута його

входження у ґрунт. Це сприяє відводу зовнішньої поверхні зуба від зрізу ґрунту. І тільки після проходження нижньої точки горизонтальна швидкість буде знижуватися, а орієнтація зовнішньої поверхні сприятиме її контакту із обрізом ґрунту, що є важливим фактором для забезпечення необхідних зусиль на привід зубчастого диску [15].

Для того, аби зуб входив у ґрунт як можна ближче до вертикального положення і в той же час жодною точкою зовнішньої поверхні не наштовхувався на утворений зріз, необхідно, щоб зуб розташовувався під деяким кутом установки (γ) (рис. 4.).

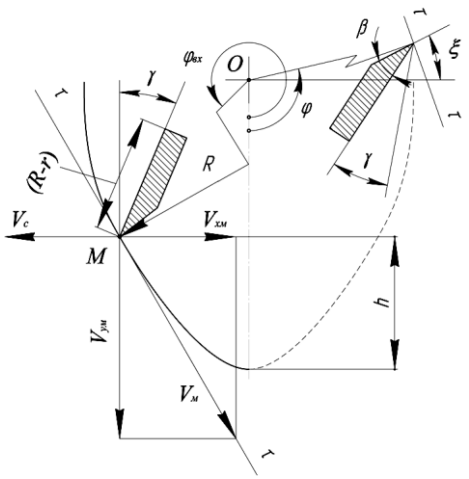

Рисунок 4 – Схема щодо визначення кута установки зуба диска-очисника

Тоді умова незатирання витікає з переміщень у горизонтальному й вертикальному напрямках згідно з траєкторією та установкою зуба під кутом (γ) і може бути представлена таким чином:

$$V_c \cdot t \le V_{xм} \cdot t + V_{yм} \cdot t \cdot tg\gamma \,. \tag{6}$$

Звідки кут установки зуба дорівнює:

$$\gamma \ge arctg\left(\frac{V_c - V_{xм}}{V_{yм}} \right). \tag{7}$$

Отримане рівняння дає можливість розрахувати кут установки зуба з метою реалізації його раціональної взаємодії з ґрунтом.Робота, що виконується зубом на ділянці траєкторії в кінцевому вигляді, отримаємо [16]:

$$A = P_{\max} \cdot R\left\{ \frac{V_c}{\omega R}\sqrt{1-\left(\frac{R-h}{R}\right)^2} + \frac{1}{2}\arccos\left(\frac{R-h}{R}\right) + \frac{1}{2}\sqrt{1-\left(\frac{R-h}{R}\right)^2}\cdot\frac{R-h}{R} \right\}. \tag{8}$$

Відповідно момент опору зуба дорівнює:

$$M(\varphi) = \frac{\mathrm{d}A(\varphi)}{\mathrm{d}\varphi} P_{\max} R \cdot \cos\varphi \Bigg|_{\varphi_{вх}}^{\varphi_{вих}} \left(\frac{1}{\lambda} + \cos\varphi \Bigg|_{\varphi_{вх}}^{\varphi_{вих}} \right). \tag{9}$$

В процесі роботи зубчатого диска-очисника одночасно працюють декілька зубів, що знаходяться в різних фазах взаємодії з ґрунтом і рослинними рештками. Виходячи з

вищесказаного мінімальна їх кількість може бути не менше трьох, а їх кількість можемо записати:

$$N \geq \frac{2\pi}{\arccos\left(\frac{R-h}{R}\right)}. \tag{10}$$

Тоді для зубчастого диска-очисника, що знаходяться в зачеплені з ґрунтом і рослинними рештками отримуємо:

$$M_{зк} = \sum_{i=1}^{N} P_{\max} R \cdot \cos\varphi \Bigg|_{\varphi_{вх}+\Delta\varphi(i-1)}^{\varphi_{вих}+\Delta\varphi(i-1)} \left(\frac{1}{\lambda} + \cos\varphi \Bigg|_{\varphi_{вх}+\Delta\varphi(i-1)}^{\varphi_{вих}+\Delta\varphi(i-1)}\right). \tag{11}$$

Отримане рівняння у вигляді суми моментів представляє математичну модель роботи диска-очисника [16].

Пререрізання рослинних решток є наступним етапом підготовки поля для прокладання борозни і проведення сівби. Вирішуються такі задачі: очищення зубчастого диска від рослинних решток; направлення їх на бокові сторони борозни для створення сприятливих умов сівби і проростання рослин. Враховуючи, що рослинні рештки представляють собою в'язко-пружний матеріал доцільно процес різання забезпечити таким чином, щоб він протікав з ковзаючою дією ножа. Тобто контакт по дотичній (рис. 5).

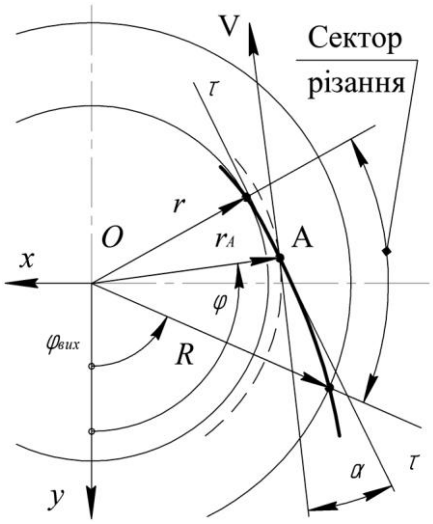

Рисунок 5 – Схема для обґрунтування форми леза ріжучого елемента сошника для прямої сівби [17]

Під кутом різання, для забезпечення ковзаю чого різання, розуміється кут між вектором швидкості переміщення зубчастог робочого органу і дотичної до лінії, яка описує форму леза (рис. 5).

Таким чином, задача даного дослідження зводиться до пошуку і визначення форми леза, в кожній точці якого, в зоні сектора різання (рис. 5), виконувалась би умова:

$$tg\alpha \geq f, \tag{12}$$

де f – коефіцієнт тертя руху рослинних решток по матеріалу леза.

Для цього на першому етапі дослідження встановлюємо вид рівняння, що описує вектор швидкості переміщення точки поверхні зуба:

$$y = -tg\varphi \cdot x + r_A \cdot \sin\varphi; \tag{13}$$

яка транспортує рослинні рештки, а також рівняння дотичної до лінії, що описує форму леза ріжучого елемента:

$$Y - y_A = \frac{dy}{dx}\left(X - x_A\right), \tag{14}$$

На другому етапі необхідно визначити кут:

$$tg\alpha = \frac{2ar_A \cdot \sin\varphi_A + b + tg\varphi_A}{1 + \left(2ar_A \cdot \sin\varphi_A + b\right) \cdot tg\varphi_A}; \tag{15}$$

під яким ці вектори перетинаються, і прирівняти цей кут до виконання умови (12).

На третьому етапі по відомому куту перетену вектора швидкості і дотичній необхідно визначити рівняння самої лінії, що описує форму леза яке в робочому секторі забезпечує ковзаюче різання рослинних решток. Таким чином, для початку фази перерізання маємо:

$$f = \frac{2a \cdot R\sin\varphi_{вих} + b + tg\varphi_{вих}}{1 + \left(2a \cdot R\sin\varphi_{вих} + b\right)tg\varphi_{вих}}. \tag{16}$$

Відповідно для кінця фази різання запишемо:

$$f = \frac{2ar \cdot \sin(\gamma + \beta + arctgf_1) + b + tg(\gamma + \beta + arctgf_1)}{1 + (2ar_A \cdot \cos(\gamma + \beta + arctgf_1) + b) \cdot ctg(\gamma + \beta + arcctgf_1)}. \tag{17}$$

Сумісне рішення рівнянь визначає коефіцієнти (a_0) і (b_0), що входять у поліном другого ступеня, який в декартовій системі координат описує форму леза, що реалізує ковзаюче різання [17]:

$$y = a_0 \cdot x^2 + b_0 \cdot x + c_0. \tag{18}$$

Експериментальні досліджень є доповнення результатів теоретичного аналізу взаємодії елементів сошника, уточнення впливу факторів середовища і умов експлуатації на показники якості виконання технологічного процесу висіву насіння в необроблене поле.

Експериментальними дослідженнями виявлено:

раціональні умов входження і переміщення зуба в ґрунті, при зміні конструктивних параметрів диска-очисника; зміни моменту опору, роботи та потужності при видалені і транспортуванні рослинних решток, в залежності від кута повороту зубчастого диска-очисника і кута установки зуба [18];

визначено ефективну форму ріжучого елементу, встановлено закономірність зміни крутного моменту та роботи, що забезпечує мінімальний опір різанню рослинних решток в періоди подачі, перерізання та направлення їх в міжборозневий простір [19 – 21];

Визначено якісні показники роботи експериментального сошника при проведенні прямої сівби по таким параметрам: місце розташування рослинних залишків та насіння в борозні, динаміці появи сходів висіяної культур та врожайності.

Перевірка виконання технологічного процесу здійснюється в декілька етапів: першим етапом є взаємна робота диска-очисника та ножа із землею в ґрунтовому каналі, наступним етапом є робота зубчастого дика-очисника в комплексі з сошником для прямого посіву в ґрунтовому каналі (рис. 6) та на дослідному полі, завершальним етапом є порівняння з серійним робочим органом очистки в господарчих умовах.

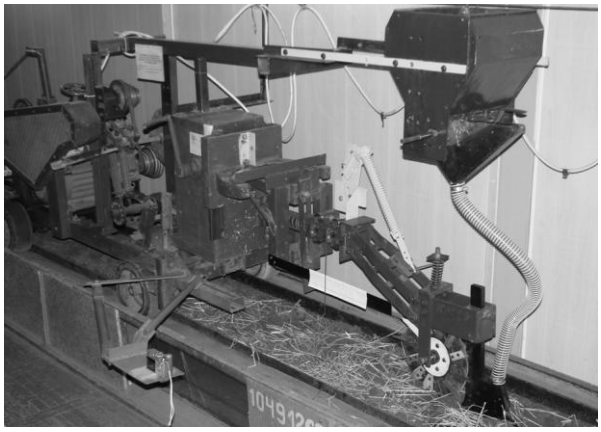

Рисунок 6 – Установка для дослідження якості виконання технологічного процесу прямої сівби експериментальним сошником [22]

Дослідження в польових умовах рядової експлуатації проводяться для виявлення працездатності запропонованого робочого органу. Кількісна оцінка якості роботи виконується по точності загортання насіння у борозні та врожайності. Посів виконується сівалкою, де два серійних гофрованих диски заміняються двома запропонованими робочими органами очистки борозни.

Отримані значення статистичних характеристик якості роботи дослідного робочого органу співставляються з еталонним зразком, після чого робляться висновки стосовно його працездатності та ефективності роботи.

Шляхом обробки даних виміру глибин загортання насінин, отриманих на залікових ділянках поля, виявлені показники основних статистичних характеристик розподілу випадкової величини. На підставі цього побудовано відповідні гістограми (рис. 7).

Порівняльний аналіз якості роботи дослідного зразка робочого органу з аналогом – закордонною сівалкою Great Plains CPH 2000 (США), що обладнана прорізаючим хвилястим (гофрованим) диском, показав дещо кращі результати у дослідного зразка. Кількісна оцінка якості виконання прямої сівби при всіх інших однакових факторах впливу на розвиток рослин (кліматичні умови, підготовка посівного матеріалу, внесення добрив тощо) проводилася в міру та з урахуванням одночасності їх проростання й урожайності. Виявлено, що встановлення диска-очисника з ножем привело до формування більш підготовленої смуги для подальшого проходу сошника. Завдяки цьому рослинні рештки не вдавлюються у ґрунт, а піднімаються на поверхню поля і перерізаються ножем та направляються на бокові сторони борозни.

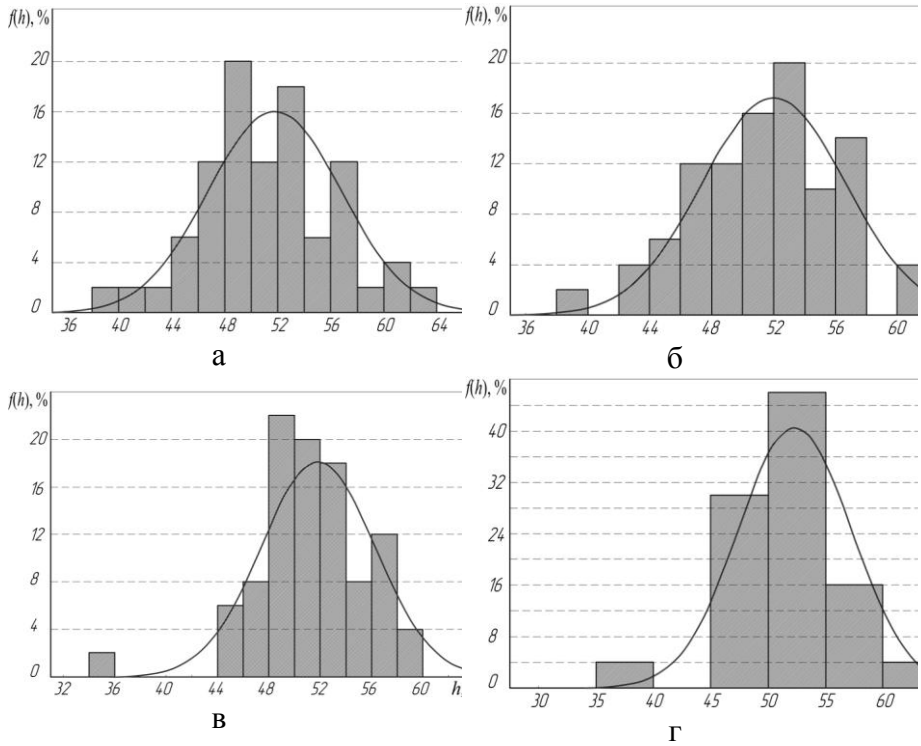

Рисунок 7 – Розподіл глибини загортання насіння із застосуванням дослідного робочого органу при прямій сівбі по рослинних рештках:

а - кукурудзи; б - соняшника; в - пшениці; г - пирію

У результаті проведених випробувань з'ясовано, що проростання насіння, при використанні сівалки з експериментальними робочими органами, відбулося на 2 – 3 дні раніше, ніж з серійним.

При роботі гофрованого диска відсоток рослинних решток, які знаходяться на шляху сошника 20-35% з них затягуються в борозну 10–15%, тих, що непорізані, - 10–20%. Це приводить до недостатнього контакту насіння з ґрунтом.

Висновки. Загальні енергетичні витрати на зубчастому диску-очиснику представляються сумарним моментом опору його переміщення, що становить математичну модель (11) функціонування даного робочого органу.

Проведені дослідження нових робочих органів показали, що в результаті підвищення якості очистки борозни від рослинних решток, збільшується врожайність в середньому на 8%.

Річний економічний ефект від упровадження запропонованого сошника для прямої сівби складає 67462,8 грн на одну сівалку. Термін окупності конструкції становить 0,25 р. (станом на осінь 2013р.)

Розроблені рекомендацій по удосконаленню елементів сошника, передані до впровадження у виробництво на заводах сільськогосподарського машинобудування ПАТ «Уманьферммаш» м.Умань, ПАТ "Червона зірка" м. Кіровоград та ПАТ «ТОДАК» м.Київ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Международные конференции по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода No-Till [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http: //www.nt-ca.org.ua.

2. GASSEN, D.N.; GASSEN, ER. Plantio direto Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 c.

3. Сисолін П.В. Пряма сівба. Задачі і напрямки розвитку сошників для прямої сівби. / П.В. Сисолін, М.О. Свірень, І.О. Лісовий. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград : КНТУ, 2007. – Вип. 37. – С. 94–98.

4. Технология и посев / С.Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи .– США, 2002 .– 263 с.

5. Мордухович А.И. Прямой посев: достоинства, проблемы / А. И. Мордухович // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – №6. – С. 17–20.

6. Друзяк В.Г. Зміна властивостей чорноземів південних районів при застосуванні ґрунтозахисного обробітку ґрунту / В.Г. Друзяк, Л.А. Щетінікова, В.М. Кириленко // Науково-методичні проблеми покращення довкілля Одеського регіону: Матеріали регіон. наук.-практ. конф., 15-16 черв. 2006 р., м. Одеса. – Одеса: ІНВАЦ, 2006. – С. 71–82.

7. Лообб Д. Система растениеводства по технологии No-Till / Д. Лообб // Агробизнес–Украина. – 2007.–№1. – С. 26–28.

8. Харпаньяк Д. Потенциальные преимущества методов прямого посева с нарушениям поверхностного слоя / Д. Харпаньяк // Агробизнес–Украина. – 2007.– №1. – С. 28–29.

9. Рожанський О. Доцільність повернення соломи в грунт та чинники, що впливають на ефективність цього заходу / О. Рожанський, О. Боднар // Техніка і технології АПК .– 2011.–№8(23).– С. 27–30.

10. Сисолін П.В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої, технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні. – Кіровоград, 2009. – 128 с.

11. Корчма М.М. Обґрунтування технологічних параметрів подрібнювача рослинних залишків грубостеблових культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М.М. Корчма. – Глеваха, 2004. – 20 с.

12. Бойко А.І. Функціонування сошника прямого посіву як відкритої технічної системи. / А.І. Бойко, І.О. Лісовий, В.В. Тасенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2008. – Вип. 75; Т. 1. – С. 256–258.

13. Пат. 17212 Україна, МПК A01C 7/00. Посівна секція / П.В. Сисолін, М.О. Свірень, І.О. Лісовий, І.П. Сисоліна (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – № U200603187; заявл. 24.03.06; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.

14. Пат. 17214 Україна, МПК A01C 7/00. Сошник. / П.В. Сисолін, М. О. Свірень, І.О. Лісовий, І.П. Сисоліна (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – №200603190; заявл. 24.03.06; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.

15. Лісовий І.О. Аналіз кінематики руху і обґрунтування конструктивних параметрів зубчастого диска-очисника для прямого посіву. / І.О. Лісовий // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград : КНТУ, 2008. – Вип. 38. – С. 191 – 198.

16. Бойко А.І. Підкопування і видалення пожнивних решток з ґрунту зубчастим диском-очисником при прямому посіві. / А.І. Бойко, М.О. Свірень, І.О. Лісовий. // Технічний сервіс АПК технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. –Вип. 77. – С. 299–305.

17. Бойко А.І. Дослідження енергетичних показників і встановлення раціональних параметрів зубчатого робочого органу сошника прямого посіву / А.І. Бойко, М.О. Свірень, І.О. Лісовий // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград : КНТУ, 2011. – Вип. 41; Ч. І. – С. 47–52.

18. Бойко А. І. Перерізання рослинних решток з обґрунтуванням форми ріжучого елемента. /А. І. Бойко, М.О. Свірень, І.О. Лісовий // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк, 2009. – Вип.18. – С. 22–32.

19. Лісовий І.О. Енергетика процесу перерізання рослинних решток комбінованим сошником для прямого посіву / І.О. Лісовий, А.І. Бойко, М.О. Свірень, В.А. Пашинський // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 42; Ч. І. – С. 75–81.

20. Лісовий І.О. Методика визначення моменту опору різанню рослинних залишків для перевірки ефективної форми ріжучого елементу комбінованого сошника для прямого посіву / І.О. Лісовий, А.І. Бойко, М.О. Свірень // Матеріали XIII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» 17-19 жовтня 2012 р. – Вінниця: ВНАУ, 2012. – С. 57–58.

21. Лісовий І.О. Обґрунтування ріжучого елементу сошника для прямого посіву / І.О. Лісовий // «Розвиток наукових досліджень' 2012»: Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції, м. Полтава, 19-21 листопада 2012 р. – Полтава: Вид-во «ІнтерГрафіка», 2012. – Т. 11. – С. 61–65.

22. Пат. 79456 Україна, МПК A01B 59/00 (A01B 63/00). Пристрій для визначення тягового опору робочих органів ґрунтообробних та посівних машин / В.М. Сало, П.Г. Лузан, С.Н. Лещенко, І.О. Лісовий, О.Р. Лузан (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – № U200603187; заявл. 08.10.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.

BIBLIOGRAPHY

1. International conferences on self-restoring cultivation on the basis of systematic approach No-Till [Electronic Resource]. – Access: http: //www.nt-ca.org.ua.

2. Gassen, D.N.; Gassen, ER. Plantio direto Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. – 207 s.

3. Sysolin P. V. Direct Sowing. The Tasks and Directions of Development of Coulters for Direct Sowing. / P. V. Sysolin, M. O. Sviren, I. O. Lisovyy. // Design, Production and Exploitatin of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection. – Kirovohrad: KNTU, 2007. – Issue 37. – S. 94–98.

4. Technology and Sowing / S.J. Baker, K. E. Saxton, V. R. Richie. – USA, 2002. – 263 s.

5. Mordukhovich A. I. Direct sowing: advantages and problems / A. I. Mordukhovich // Mechanization and Electrification of Agriculture. – 1987. – №6. – S. 17–20.

6. Druziak V. H. Change of Soil Properties of the Southern Area While Application of Soil-Protecting Tillage / V. H. Druzyak, L. A. Schetinikova, V. M. Kyrylenko // Scientific and Methodological Problems of the Improvement of the Environment of Odessa Region: Materials of Regional Scientific and Practical Conference, June 15-16, 2006., Odessa. – Odessa: INVAC, 2006. – S. 71–82.

7. Loobb D. System of Plants by the Technology No-Till / D. Loobb // Agribusiness – Ukraine. – 2007. –№1. – S. 26–28.

8. Kharpaniak D. Potential Advantages of Methods of Direct Sowing with the Change of Surface Level / D. Kharpaniak // Agribusiness–Ukraine. – 2007.– №1. – S. 28–29.

9. Rozhans'kii O. The Effectiveness of Putting the Straw Back to Soil and the Factors that Influence the Efficiency of this Process / O. Rozhanskii, O. Bondar // Machines and Technologies in Agriculture. – 2011.–№8(23).– S. 27–30.

10. Sysolin P. V. Design Elaborations of the New National Universal Machines for Regular, Mulch, Ecological Technologies of Growing of Agricultural Cultures in Ukraine. – Kirovohrad, 2009. – 128 s.

11. Korchma M. M. Substantiating of Technological Parameters of the Pulverizer of Plant Residues of Rough-stem Plants: abstract for dissertation for a degree of a candidate of technical

sciences: specialty 05.05.11 «Machines and Appliances of Mechanization of Agricultural Production» / M. M. Korchma. – Hlevakha, 2004. – 20 s.

12. Boiko A. I. The Functioning of a Coulter for Direct Sowing as an Open Technical System. / A. I. Boiko, I. O. Lisovyy, V. V. Tasenko // Mechanization of Agricultural Production: Visnyk of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko. – Kharkiv, 2008. – Issue 75; Vol. 1. – S. 256–258.

13. Patent 17212 Ukraine, MPK A01C 7/00. Sowing Section / P. V. Sysolin, M. O. Sviren, I. O. LisovyI, I. P. Sysolina (Ukraine); Declarant and Patent Holder is Kirovohrad National Technical University. – № U200603187; application 24.03.06; published 15.09.06, Bulletin № 9.

14. Patent 17214 Ukraine, MPK A01C 7/00. Coulter. / P. V. Sysolin, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi, I. P. Sysolina (Ukraine); Declarant and Patent Holder is Kirovohrad National Technical University. – №200603190; application 24.03.06; published 15.09.06, Bulletin № 9.

15. Lisovyi I. O. Analysis of Kinematics of Motion and Reasoning the Construction Parameters of a Cog Dick-cleaner for Direct Sowing. / I. O. Lisovyy // Design, Production and Exploitatin of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection. – Kirovohrad: KNTU, 2008. – Issue 38. – S. 191 – 198.

16. Boiko A. I. Undermining and Extraction of Residues from the Soil after Harvest by a Cog Disk-cleaner for Direct Sowing. / A. I. Boiko, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi. // Technical Service of Agricultural and Industrial Complex Technology in Agricultural Machine Building: Visnyk of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko. – Kharkiv, 2009. – Issue 77. – S. 299–305.

17. Boiko A. I. Research of Energy Performance and Setting of Rational Parameters of a Cog Working Part of a Coulter for Direct Sowing / A. I. Boiko, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi // Design, Production and Exploitatin of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection. – Kirovohrad: KNTU, 2011. – Issue 41; Part I. – S. 47–52.

18. Boiko A. I. Cutting Plant Residues with Reasoning the Form of a Cutting Element. /A. I. Boiko, M. O. Sviren, I. O. Lisovyy //Agricultural Machines: Collection of Scientific Works. – Lutsk, 2009. – Issue 18. – S. 22–32.

19. Lisovyi I. O. Energy of the Process of Cutting Plant Residues by a Combined Coulter for Direct Sowing / I. O. Lisovyi, A. I. Boiko, M. O. Sviren, V. A. Pashynskyy // Design, Production and Exploitatin of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection. – Kirovohrad: KNTU, 2012. – Issue 42; Part I. – S. 75–81.

20. Lisovyi I. O. Methodology of Determining the Moment of Cutting Resistance of Plant Residues for Testing the Effectiveness of the Form of Cutting Element of a Combined Coulter for Direct Sowing / I. O. Lisovyi, A. I. Boiko, M. O. Sviren // Materials of XIII International Scientific Conference «Modern Problems of Cultivating Machines» October 17-19, 2012. – Vinnytsya: VNAU, 2012. – S. 57–58.

21. Lisovyi I.O. Reasoning of Cutting Element of a Coulter for Direct Sowing / I. O. Lisovyi // "Development of Scientific Research" 2012: Materials of the 8th international scientific and practical conference, Poltava, November 19-21, 2012. – Poltava: Publishing House «InterGraphics», 2012. – Vol. 11. – S. 61–65.

22. Patent 79456 Ukraine, MPK A01B 59/00 (A01B 63/00). Appliance for Determining the Traction Resistance of Working Parts of Tillage and Sowing Machines / V. M. Salo, P. H. Luzan, S. N. Leschenko, I. O. Lisovyy, O. R. Luzan (Ukraine); Declarant and Patent Holder is Kirovohrad National Technical University. – № U200603187; application 08.10.2012; published 25.04.2013, Bulletin № 8.

DIRECT SOWING AND COULTER PARAMETERS SUBSTANTIATING

Lisovyi I.O., Boiko A.I., Sviren M.O., Pushka O.S.

Summary

The factors that influence the development of plants, the essence of technology and the world's designs of coulters for direct sowing have been considered in the article. The possibility of the expanding application of the technology of direct sowing in the conditions of Ukraine has been analysed. For its realization we suggested application of a cog disk-cleaner, which pre-cleans the lane, making it loose for further sowing.

The study established the basic kinematic parameters for the effective operation of disk-cleaner and developed its mathematical model, by means of which we detected energy performance indicators and quality of the process of direct sowing.

The rational form of cutting element (blade) was grounded which was experimentally proved the feasibility of using a sliding cutting plant residues.

The design of a combined coulter with a cog disk-cleaner was suggested.

Key words: direct sowing, plant residues, cog disk cleaner, installation angle, depth motion, cutting blade (cutting element), torque resistance.