

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Лісовий Іван Олександрович

УДК 631.331

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКА
ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ**

Спеціальність 05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук

Кіровоград – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Свірень Микола Олександрович**, Кіровоградський національний технічний університет, завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України **Кушнар'ов Артур Сергійович**, Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Л. Погорілого, головний науковий співробітник;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **Гайденко Олег Миколайович**, Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства степової зони НААН України, завідувач лабораторії маркетингу, економічного аналізу та захисту інтелектуальної власності.

Захист відбудеться 5 грудня 2013 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 23.073.01 у Кіровоградському національному технічному університеті за адресою: 25006, м. Кіровоград, проспект Університетський, 8.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Кіровоградського національного технічного університету за адресою: 25006, м. Кіровоград, проспект Університетський, 8.

Автореферат розісланий «1» листопада 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

С.М. Лещенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з основних технологічних операцій в рослинництві є сівба з попередньою традиційною підготовкою поля шляхом основного обробітку ґрунту. Така технологія досить енерговитратна і вона поступово приводить до деградації ґрунтів.

У світовій практиці все більшого поширення набуває сівба без попереднього обробітку та підготовки ґрунту. 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.

Отже, обґрунтування конструкції та параметрів сошника для прямої сівби з необхідною якістю виконання технологічного процесу є сьогодні актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження, що склали основу дисертаційної роботи, виконувалися згідно з планом науково-дослідної тематики КНТУ 2005 – 2013 рр. відповідно до держбюджетної угоди з Міністерством освіти і науки України «Обґрунтування параметрів робочих органів очистки комбінованого сошника для прямої сівби» № ДРН 0110U002137.

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

Задачі досліджень:

- проаналізувати умови експлуатації і виявити конструктивні особливості елементів сошників для проведення прямої сівби;
- провести пошук перспективного рішення та встановити основні конструктивні параметри запропонованого сошника для прорізання борозни крізь рослинні рештки і направлення їх на поверхню поля;
- визначити якісні та енергетичні показники виконання технологічного процесу створення передумов прокладання борозни, зокрема її очистки від рослинних решток при прямій сівбі;
- провести техніко-економічну оцінку впровадження запропонованої конструкції сошника.

Об'єктом дослідження є процес створення борозни при проведенні прямої сівби.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей впливу параметрів сошника на технологічний процес прокладання борозни (зокрема її очистки від рослинних решток) при прямій сівбі.

Методи дослідження. Теоретичні методи дослідження базуються на використанні механіко-математичного моделювання виконуваних процесів, апарату диференціального та інтегрального обчислення, положень теоретичної механіки, аналітичної і диференціальної геометрії. Експериментальні дослідження виконувалися в лабораторних і польових умовах на відповідних,

спеціально створених установках та агрегатах, згідно з розробленими методиками та з дотриманням СОУ 74.3-37-129:2004 і використанням відеозапису. Техніко-економічна оцінка виконувалася згідно з ДСТУ 4397:2005.

Наукова новизна отриманих результатів:

- *набуло подальшого розвитку* вивчення особливостей взаємодії зубчастого елемента з ґрунтом. На основі математичного моделювання цього процесу визначені раціональні значення кута установки зуба, їх необхідна кількість та фази переміщення для забезпечення приводу зубчастого диска-очисника від загального руху агрегату;
- *вперше розроблено* аналітичний (інженерний) метод розрахунку форми ріжучого ножа, що дозволяє реалізувати ковзаюче різання рослинних решток з мінімальними енергетичними витратами без забивань робочого органу;
- отримано *нові закономірності* змін кута установки зуба залежно від заглиблення і радіуса їх обертання;
- установлені *нові закономірності*, особливостей і характеру перерізу стебел різних культур (зокрема пшениці, кукурудзи, соняшника). Зміна моментів різання від кута повороту зубчастого диска-очисника описується кривою з максимумом, що відповідає граничному значенню руйнування стебел.

Практичне значення отриманих результатів полягає у:

- створенні конструкції сошників, які у складі посівної секції забезпечують необхідну якість виконання прямої сівби (технічні рішення захищено патентами України №17212 У від 15.09.2006 р., №17214 У від 15.09.2006 р.);
- покращенні екологічної ситуації (зменшена ерозія ґрунтів та забезпечене підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур);
- розробці рекомендацій по вдосконаленню елементів універсального сошника, що передані до впровадження у виробництво на заводах сільськогосподарського машинобудування ПАТ «Уманьферммаш», м. Умань, ПАТ «Червона зірка», м. Кіровоград та ПАТ «ТОДАК», м. Київ.

Окремі результати теоретичних та експериментальних досліджень дисертації використовуються у навчальному процесі КНТУ.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, що складають наукову новизну, отримані особисто автором. У роботах із співавторами автору належать: у наукових статтях - аналіз факторів, що впливають на розвиток рослин, сутність технології прямого посіву [1]; висвітлення умов ефективного функціонування сошника для прямої сівби як багатоопераційної технічної системи [2]; створення конструкцію зубчастого диска-очисника та виявлення форми ножа [1, 2, 6, 7]; розробка математичної моделі роботи диска-очисника, що підкопує та видаляє рослинні рештки [4]; встановлення залежності впливу кута установки зуба на енергетичні показники руйнування

грунту при різних рівнях заглиблення і радіусах обертання зуба [5]; у патентах - запропонована конструкція зубчастого диска-очисника та місце розміщення ножа [8, 9]; виготовлення і компонування основних елементів пристрою для визначення тягового опору робочих органів ґрунтообробних та посівних машин [10]; у тезах конференцій - дослідження раціональної форми ріжучого елемента та виявлення мінімальних затрат на перерізання рослинних решток і спрямування їх на бокові сторони борозни [12].

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи представлені на міжнародних науково-практичних конференціях: «Проблеми конструювання, виробництва і експлуатації сільськогосподарської техніки» (КНТУ, 2007, 2011 рр.), «Сучасні проблеми сільського господарства» (КНТУ, 2008р.) «Проблеми технічного сервісу сільськогосподарської техніки» (ХНТУСГ м. Харків, 2009 р.), «Інноваційні технології в АПК та лісовому комплексі» (м. Луцьк, 2009 р.), «Сучасні проблеми землеробської механіки» (ВНАУ м. Вінниця, 2012 р.), «Розвиток наукових досліджень 2012» (м. Полтава, 2012 р.), щорічних науково-технічних конференціях викладачів, аспірантів та співробітників КНТУ (2006-2013 рр.). У повному обсязі робота доповідалась та обговорювалася на семінарі кафедри с/г машинобудування КНТУ, 2013 р.

Публікації. Основний зміст і результати дисертаційної роботи викладені в 10 наукових працях, з яких 7 опубліковано у фахових виданнях. Отримано 3 деклараційні патенти України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Роботу викладено на 164 сторінках, з них 146 сторінок основного тексту, на яких розміщено 9 таблиць, 69 ілюстрацій та 5 додатків. Список використаних джерел складається з 149 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Стан питання та задачі досліджень» показано, що існує велика кількість типів сошників для прямої сівби, які використовуються залежно від умов їх експлуатації та виду висівних культур.

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. Белодєдова, І.В. Морозова, М.І. Любушко, А.С. Кушнар'єв, 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. При всіх своїх перевагах і недоліках пряма сівба, як показує світовий досвід, набуває все більшого поширення. Однак для її проведення необхідна підготовка поля у вигляді прокладання смуги, очищеної від рослинних решток.

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.

За результатами аналітичного огляду сформульовані відповідні задачі подальших досліджень.

У другому розділі «Аналітичні дослідження роботи зубчастого диска-очисника з ґрунтом і рослинними рештками при очистці сошника» розглянута функціонально взаємозв'язана робота елементів сошника для прямої сівби.

Згідно з технологією прямої сівби першочергово по полю необхідно прокласти смугу у ґрунті з видаленням і подрібненням рослинних решток. Для цього використовується зубчастий диск-очисник, що становить робочий орган, який не має власного приводу. Оскільки він приводиться в дію за рахунок зчеплення з ґрунтом виступаючими зубами, то в його роботі особлива роль належить узгодженості руху окремих елементів для створення раціональних умов входження зубів у ґрунт, виконанні підкопування коріння, видалення його з ґрунту, підведення під ніж для ефективного перерізання і спрямування відокремлених частин у міжряддя.

Елементом зубчастого диска-очисника, який безпосередньо взаємодіє з рослинними рештками є виступаючий зуб. Його абсолютний рух складається з відносного і переносного. Відносний рух відбувається в результаті обертання зубчастого диска-очисника навколо власної осі, а переносний забезпечується переміщенням сівалки вздовж рядка.

Науковий і практичний інтерес для встановлення параметрів диска-очисника становить розгляд траєкторії руху найбільш віддаленої точки зуба (M) (рис. 1).



Рис. 1 Схема переміщення зубчастого диска-очисника сошника для прямої сівби

При математичному опису та аналізі траєкторії руху вибрано такі системи координат: нерухома $ХОУ$ і рухома $хоу$, що переміщується разом із центром обертання зубчастого диска-очисника. В нерухомій системі координат

переміщення центру (O) (диска) відбувається зі швидкістю сівалки (V_c). У наслідок дії відповідних сил зуб заглиблюється у ґрунт на величину (h).

Враховуючи, що $\varphi = \omega \cdot t$; $\omega = V_c / r$ а $r = R - h$, систему рівнянь, яка описує траєкторію руху крайньої точки зуба, можна записати таким чином:

$$\begin{cases} X_M = V_c \cdot t - R \cdot \sin\left(\frac{V_c}{R-h} \cdot t\right); \\ Y_M = R \cdot \cos\left(\frac{V_c}{R-h} \cdot t\right). \end{cases} \quad (1)$$

При допущеннях не проковзування в русі утворюючого кола по напрямлючій і фіксованому радіусі розташування миттєвого центра обертання отримана траєкторія представляє відому трахоїду. Фактична траєкторія дещо відрізняється від отриманої, що обумовлено зміною положення миттєвого центра обертання при деформації ґрунту передньою стороною зуба. Однак для вирішення поставлених інженерних задач по обґрунтуванню параметрів зубчастого робочого органа прийнята ідеалізація траєкторії буде допустимою.

Важливим при входженні у ґрунт і переміщенні в ньому є правильна орієнтація зубчастого робочого органа. Між вертикальною і горизонтальною складовими швидкості повинні виконуватися певні співвідношення, які б забезпечили переміщення зуба у ґрунті таким чином, щоб його зовнішня сторона не нашттовувалась на передній зріз ґрунту і не створювала додаткового опору. Відповідні значення швидкостей можуть бути отримані шляхом диференціювання рівнянь (1):

$$\begin{cases} V_{xM} = \frac{dX_M}{dt} = V_c - R \cdot \cos\left(\frac{V_c}{R-h} \cdot t\right) \cdot \frac{V_c}{R-h}; \\ V_{yM} = \frac{dY_M}{dt} = -R \cdot \sin\left(\frac{V_c}{R-h} \cdot t\right) \cdot \frac{V_c}{R-h}. \end{cases} \quad (2)$$

У момент заглиблення зуба достатньо, щоб виконувалась умова:

$$V_{xM} \leq 0. \quad (3)$$

Для більш детального аналізу входження і переміщення зуба диска-очисника у ґрунті при видаленні рослинних решток, розглянуто нижню частину траєкторії його руху (рис. 2).

Гранична умова не защемлення при вході в ґрунт виходячи з умови (3) і першого рівняння системи (2), дає:

$$\frac{R-h}{R} = \cos \varphi. \quad (4)$$

Тоді можна записати:

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

Як видно з отриманого рівняння, на граничне значення кута повороту

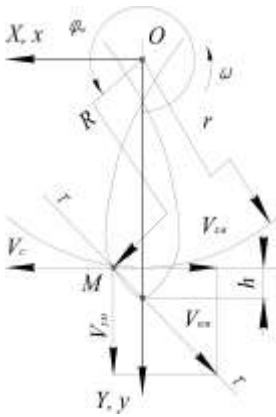


Рис. 2 Траєкторія руху зуба диска-очисника при входженні і переміщенні у ґрунті

розташовувався під деяким кутом установки (γ) (рис. 3.).

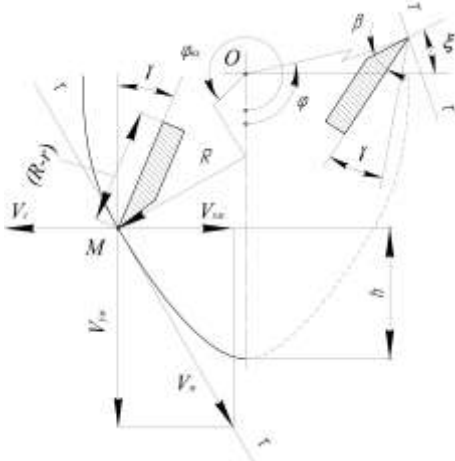


Рис. 3 Схема щодо визначення кута установки зуба диска-очисника

Підставляючи значення складових в умову (6), після перетворень і скорочень маємо:

$$tg\gamma = \frac{1}{-tg\varphi}. \quad (8)$$

З форми траєкторії на ділянці взаємодії зуба з ґрунтом видно, що мінімального значення горизонтальна складова руху зуба набуває в момент вхо-

зуба, після досягнення якого горизонтальна швидкість стає меншою нуля і стає можливим підкопування рослинних решток, впливає рівень заглиблення зуба та радіус його обертання. В подальшому русі зуба диска-очисника після проходження граничного значення кута входження в ґрунт горизонтальна складова швидкості точки (M) буде збільшуватися до досягнення найнижчої точки траєкторії. 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 з обрізом ґрунту, що є важливим фактором для забезпечення необхідних зусиль на привід зубчастого диска.

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

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:

$$V_c \cdot t \leq V_{xm} \cdot t + V_{ym} \cdot t \cdot tg\gamma. \quad (6)$$

Звідки кут установки зуба дорівнює:

$$\gamma \geq \arctg \left(\frac{V_c - V_{xm}}{V_{ym}} \right). \quad (7)$$

Очевидно, що кут установки тим більший, чим менша горизонтальна і вертикальна складові руху зуба і тим більший, чим більша швидкість руху сівалки.

дження у ґрунт. Саме для заглиблення зуба у ґрунт важлива його правильна орієнтація, що забезпечує мінімальну енергоємність даного процесу. Очевидне також і те, що оптимальною за формою передньої поверхні зуба є криволінійна, що відповідає умові (7). Однак враховуючи, що глибина ходу зуба диска-очисника набагато відрізняється від радіуса його обертання, для практичних цілей достатньо виконання умови встановлення зуба під кутом, який відповідає початку входження у ґрунт.

Взаємодія зубчастого робочого органа з ґрунтом відбувається в нижній частині траєкторії його руху. Саме на цій ділянці виконується робота по віддаленню коріння рослинних решток для подальшого формування борозни.

Робота, що виконується зубом на цій ділянці траєкторії, в цілому може бути визначена рівнянням:

$$A = \int_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вих}}} P(\varphi) \cdot dl, \quad (9)$$

де $P(\varphi)$ – зусилля опору переміщення зуба в ґрунті; dl – шлях переміщення зуба по траєкторії його руху; $\varphi_{\text{вих}}$ – кут виходу зуба з ґрунту.

У представленому рівнянні невідомим є закон зміни сили, що діє на зуб від кута його повороту. На основі фізичних міркувань про підкопуючу дію зуба диска-очисника стає очевидно, що вона спочатку збільшується, а потім, досягнувши максимального значення, навпаки, починає зменшуватися.

Для подальшого аналізу достатньо прийняти синусоїдальний закон, який можна записати у вигляді:

$$P = P_{\text{max}} \cdot \cos \varphi, \quad (10)$$

де P_{max} – максимальне зусилля, що діє на зуб.

Величину переміщення на елементарній ділянці dl траєкторії руху зуба диска-очисника в кутовому русі, переходячи до границі диференціалу, представляється таким чином:

$$dl = \sqrt{(X')^2 + (Y')^2} d\varphi. \quad (11)$$

Повертаючись до рівняння (9) і підставляючи значення похідних та функцію зміни зусилля, запишемо:

$$A = \int_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вих}}} P_{\text{max}} R \cdot \cos \varphi \sqrt{\left(\frac{1}{\lambda} + \cos \varphi\right)^2 + (-\sin \varphi)^2} d\varphi, \quad (12)$$

де $\lambda = \omega R / V_c$ – кінематичний параметр.

Аналітичне вирішення отриманого рівняння становить деякі труднощі внаслідок складності підінтегральної функції. Простіше воно може бути вирішене чисельними методами на ЕОМ, при розробці відповідної програми розрахунку. Однак для інженерних цілей допустиме спрощення, яке полягає в аналізі траєкторії руху на робочій ділянці зуба. На цій ділянці спостерігається петлевидна вертикально витягнена форма траєкторії переміщення вздовж осі OY (рис. 3), яка значно перевищує переміщення уздовж осі OX . Це дає можливість спрощення підінтегральної функції, оскільки похідна Y' набуває невеликих значень і квадратом її величини можна знехтувати.

Тоді рішення (12) можна записати:

$$A = P_{\max} \cdot R \int_{\varphi_{\text{ex}}}^{\varphi_{\text{вix}}} \cos \varphi \left(\frac{1}{\lambda} + \cos \varphi \right) d\varphi. \quad (13)$$

Виконуючи математичні перетворення, підставляючи границі інтегрування з урахуванням, що $\varphi_{\text{ex}} = \varphi_{\text{вix}}$ у кінцевому вигляді, отримаємо величину роботи зуба диска-очисника:

$$A = P_{\max} \cdot R \left\{ \frac{V_c}{\omega R} \sqrt{1 - \left(\frac{R-h}{R} \right)^2} + \frac{1}{2} \arccos \left(\frac{R-h}{R} \right) + \frac{1}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{R-h}{R} \right)^2} \cdot \frac{R-h}{R} \right\}. \quad (14)$$

Відповідно, момент опору диска дорівнює:

$$M(\varphi) = \frac{dA(\varphi)}{d\varphi} P_{\max} R \cdot \cos \varphi \left| \int_{\varphi_{\text{ex}}}^{\varphi_{\text{вix}}} \left(\frac{1}{\lambda} + \cos \varphi \right) \right|. \quad (15)$$

У процесі роботи зубчастого диска-очисника одночасно працюють декілька зубів, що знаходяться в різних фазах взаємодії з ґрунтом і рослинними рештками. Мінімальна їх кількість може складати не менше трьох.

Для такого випадку сумісної роботи зубів диска-очисника можна записати умову їх кутового розташування:

$$\varphi_{\text{вix}} - \varphi_{\text{ex}} \geq 2\Delta\varphi, \quad (16)$$

де $\Delta\varphi = 2\pi/N$ – кутовий крок зубів на дискові;

N – кількість зубів на диску.

Підставляючи значення φ_{ex} і $\varphi_{\text{вix}}$, після перетворень отримаємо:

$$N \geq \frac{2\pi}{\arccos \left(\frac{R-h}{R} \right)}. \quad (17)$$

Тоді для системи зубів, що взаємодіють із ґрунтом і рослинними рештками, маємо:

$$M_{\text{зк}} = \sum_{i=1}^N M_i, \quad (18)$$

де $i = 1, 2, 3 \dots N$ порядковий номер зуба.

Підставляючи момент опору для окремого зуба у рівняння (18) для зубчастого диска-очисника, запишемо:

$$M_{\text{зк}} = \sum_{i=1}^N P_{\max} R \cdot \cos \varphi \left| \int_{\varphi_{\text{ex}} + \Delta\varphi(i-1)}^{\varphi_{\text{вix}} + \Delta\varphi(i-1)} \left(\frac{1}{\lambda} + \cos \varphi \right) \right|. \quad (19)$$

Рівняння становить математичну модель роботи диска-очисника, який підкопує і видаляє рослинні рештки, що прокладає смугу для подальшої роботи інших елементів сошника.

Пререрізання рослинних решток – це наступний етап підготовки поля для утворення борозни і проведення сівби. Враховуючи, що рослинні рештки становлять в'язко-пружний матеріал, доцільно процес пререрізання забезпечити таким чином, щоб він протікав із ковзаючою дією ножа.

Відомо, що спосіб різання матеріалів визначається його кутом різання (α). Під кутом різання розуміється кут між вектором швидкості переміщення ріжучого робочого органа і дотичної до лінії, яка описує форму леза. Стосовно ріжучого органа, який розглядається де переміщення пов'язане з обертальним рухом зубів, а ніж закріплений нерухомо відносно сошника, кут різання утворюється вектором швидкості точки поверхні зуба і дотичною до кривої, що описує форму леза ріжучого елемента (ножа).

Таким чином, задача даного дослідження зводиться до пошуку і визначення форми леза, в кожній точці якого, в зоні сектора різання (рис. 4), виконувалась би умова:

$$\operatorname{tg} \alpha \geq f, \quad (20)$$

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

На основі положень диференціальної геометрії та побудов, представлених на рис. 4, рівняння вектора швидкості подається у вигляді:

$$y = -\operatorname{tg} \varphi \cdot x + r_A \cdot \sin \varphi. \quad (21)$$

Якщо форму леза знаходити у вигляді полінома другого ступеня, то рівняння дотичної в довільній точці (А) представляється формулою:

$$Y_0 - r_A \cdot \sin \varphi_A = (2ax + b)(X_0 - r_A \cdot \sin \varphi_A), \quad (22)$$

де X_0 і Y_0 – координати дотичної в точці (А);

a , b – коефіцієнти, що впливають на положення лінії у площині ріжучого елемента.

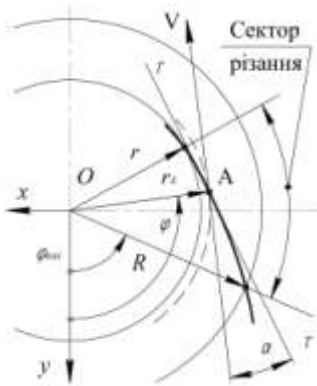


Рис. 4 Схема для обґрунтування форми леза ріжучого елемента сошника для прямої сівби

З урахуванням визначення кута між двома прямими на площині та підстановкою значення складових величин, умова, при якій кут між векторами швидкості (V) і дотичною ($\tau-\tau$) до лінії форми леза буде зберігатись і відповідати ковзаючому різанню, представляється таким чином:

$$f \leq \frac{2ar_A \cdot \sin \varphi_A + b + \operatorname{tg} \varphi_A}{1 + (2ar_A \cdot \sin \varphi_A + b) \cdot \operatorname{tg} \varphi_A}. \quad (23)$$

Значення коефіцієнтів a і b визначається з початкових умов. Так, початок різання може відбуватись після завершення видалення рослинних решток, тобто при $\varphi \geq \varphi_{\text{вих}}$. При цьому $r = R$. За кінець фази різання може бути прийняте положення радіуса повороту, при якому рослинні рештки перестають утримуватись на поверхні зуба.

Це стає можливим, коли:

$$\operatorname{tg} \xi \geq f_1,$$

де ξ – кут нахилу фаски зуба до горизонту (рис. 3);

f_1 – коефіцієнт тертя спокою рослинних решток по матеріалу ріжучого елемента.

З геометричних побудов кут повороту, що відповідає завершенню фази різання, дорівнює:

$$\varphi = \varphi_{к.р.} = \gamma - \beta - \arctg f_1 \quad (24)$$

Цей кут відповідає радіусу точки різання $r=r_0$, тобто сектор різання обмежується кутом повороту $\varphi_{кр} - \varphi_{вих}$ і зміною радіусів $R - r_0$, який доцільно, щоб був рівний глибині ходу зуба h . Таким чином, для початку фази перерізання маємо:

$$f = \frac{2a \cdot R \sin \varphi_{вих} + b + tg \varphi_{вих}}{1 + (2a \cdot R \sin \varphi_{вих} + b) tg \varphi_{вих}} \quad (25)$$

Відповідно для кінця фази різання запишемо:

$$f = \frac{2ar \cdot \sin(\gamma + \beta + \arctg f_1) + b + tg(\gamma + \beta + \arctg f_1)}{1 + (2a_{rA} \cdot \cos(\gamma + \beta + \arctg f_1) + b) \cdot ctg(\gamma + \beta + \arctg f_1)} \quad (26)$$

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:

$$y = a_0 \cdot x^2 + b_0 \cdot x + c_0 \quad (27)$$

Коефіцієнт c_0 визначається з умови, коли $x = 0$. Тоді $y = c_0$, і характеризує зміщення ріжучого елемента уздовж осі (y). Він уточнюється конструкторивно, виходячи із загальної компоновки робочого органу.

У третьому розділі «Програма і методика експериментальних досліджень» представлена програма, загальні методи і власні методики проведення досліджень.

Дослідження по визначенню раціональних значень конструктивних параметрів зубчастого диска-очисника проводяться в лабораторних умовах за допомогою спеціального пристрою, що встановлюється на візок у ґрунтового каналі (рис. 6).

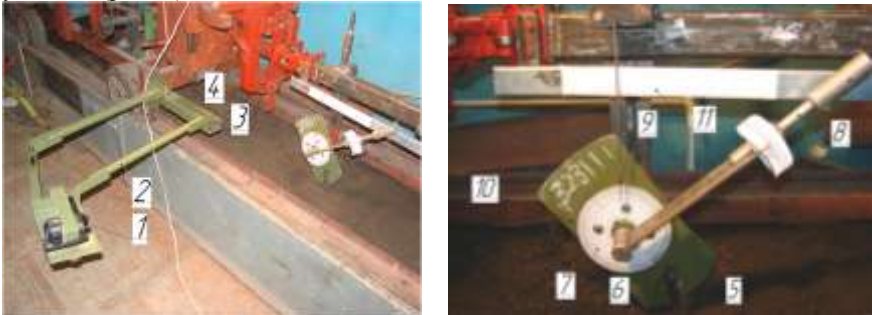


Рис. 6 Установка для дослідження і вибору раціональних параметрів зубчастого диска-очисника:

- 1 - відеокамера SAMSUNG VP-HMX;
- 2 - система позиціонування відеокамери;
- 3 - механізм орієнтації зуба;
- 4 - регулятор заглиблення;
- 5 - зуб;
- 6 - пристрій зміни і фіксації кута установки зуба (γ);
- 7 - шкала кута повороту диска (φ);
- 8 - динамометричний ключ;
- 9 - стрілка для визначення кута повороту (φ) і переміщення;
- 10 - диск;
- 11 - шкала переміщення центра обертання

Експериментальні дослідження виконуються для кутів установки зуба (γ), величини яких попередньо визначені на основі теоретичних досліджень. Зусилля на переміщення робочого органу вимірюються за допомогою спеціально розробленого пристрою, що фіксує величину крутного моменту.

Рівні величин заглиблення зуба у ґрунт вибираються виходячи, з агрономічних вимог, і складають такий ряд: $h_1 = 35$ мм; $h_2 = 50$ мм; $h_3 = 65$ мм.

Виходячи з конструктивної доцільності розробки зубчастого робочого органу, вибираються наступні значення радіусів його обертання $R_1 = 170$ мм; $R_2 = 195$ мм; $R_3 = 220$ мм.

У процесі експерименту фіксується шлях пройдений робочим органом, починаючи від входження зуба у ґрунт і закінчуючи моментом його виходу з ґрунту. Досліди проводяться на різних глибинах входження зуба у ґрунт (h) і різних радіусах розташування зуба (R) при стабільних умовах експерименту: вологість ґрунту, щільність, твердість.

Результати замірів фіксуються відеозаписом, обробка якого дає можливість встановити як початкові значення моменту опору при входженні зуба у ґрунт, так і його зміни при переміщенні, тобто визначаються залежності виду $M=f(\varphi)$. Таким чином встановлюються залежності впливу основних конструктивних параметрів робочого органу (кута установки зуба (γ), радіуса обертання зуба (R), глибини ходу (h)) на енергетичні показники процесу і виявляються їх раціональні значення.

Дослідження проводять у п'ятикратній повторюваності, результати обробляються за допомогою відомих методів математичної статистики.

Контроль параметрів ґрунту здійснюється згідно з існуючими стандартними методиками.

Перевірка працездатності та ефективності роботи ріжучого ножа проводиться на спеціально розробленому стенді, що реалізує захоплення стебел, переміщення їх до ріжучого елемента і руйнування. Зовнішній вигляд стенду представлено на рис. 7.

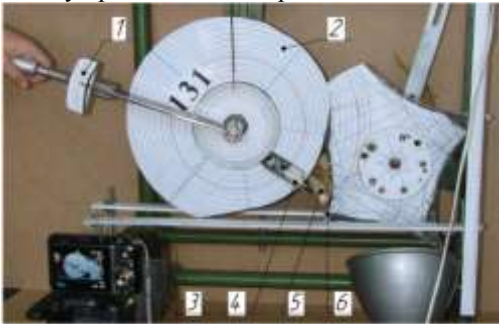


Рис. 7 Стенд для вивчення процесу різання стебел рослинних решток:

- 1 - динамометричний ключ; 2 - диск;
- 3 - відеокамера; 4 - зуб; 5 - рослинні рештки; 6 - ріжучий ніж

На стенді отримуються залежності зміни моменту опору різання від кута повороту диска для різних значень кутів різання (α). Отримані дані стають основою для побудови графічних залежностей змін енергетичних параметрів процесу перерізання стебел від конструктивних параметрів робочого органу. Аналіз залежностей дає змогу вибору раціональних значень кутів різання для стебел рослин різних культур, тобто визначення ефективного способу їх різання з меншими витратами енергії.

Міняючи леза, з кутами різання (20° , 25° , 30° , 35°) визначаються оптимальні їх значення для стебел досліджуваних культур. Якість зрізу оцінюється візуально за станом торцевих поверхонь стебел.

Ефективність виконання технологічного процесу експериментальним органом проводиться спочатку в лабораторних умовах, де виявляється сумісна робота диска-очисника і ножа. Установка для проведення експериментальних досліджень представлена на рис. 8.



Рис. 8 Установка для дослідження якості виконання технологічного процесу прямої сівби експериментальним сошником

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 замінюються 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.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження енергетики і якості формування борозни при прямій сівбі» представлені результати лабораторних і польових досліджень.

У лабораторних умовах за допомогою ґрунтового каналу імітувались реальні навантаження, швидкості переміщення і фізико-механічні властивості ґрунту та наявність рослинних решток.

Дослідженнями встановлені нелінійні залежності зміни витраченої роботи на прокладання смуги у ґрунті від кута установки зуба (рис. 9).

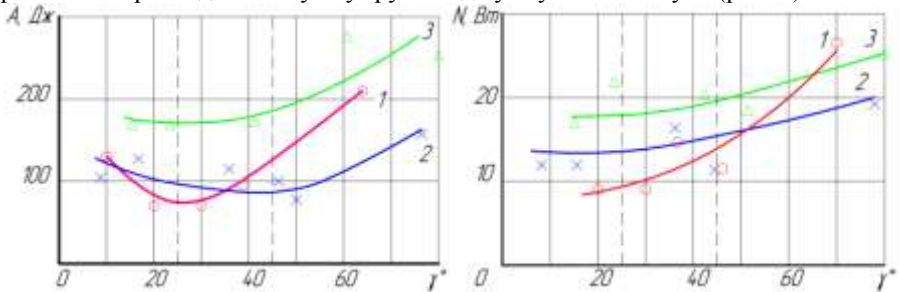


Рис. 9 Вплив кута установки зуба (γ) диска-очисника на величину роботи (A) і потужності (N) розпушування ґрунту при різних рівнях заглиблення:

1 - $h_1 = 35$ мм; 2 - $h_2 = 50$ мм; 3 - $h_3 = 65$ мм, ($R = 170$ мм)

Найменші значення витраченої роботи на розпушення ґрунту знаходяться в межах $\gamma = 25^\circ \dots 45^\circ$. При менших величинах кута установки (γ) величина затраченої роботи збільшується. Особливо це відчутно при заглибленні $h_1 = 35$ мм. При кутах установки більших за оптимальні величина роботи також збільшується, але дещо повільніше. Суттєвий приріст величини роботи спостерігається на глибині $h_3 = 65$ мм. Це відповідає фізичній сутності процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом більшого об'єму.

Важливою енергетичною характеристикою зубчастого диска-очисника може бути потужність, що витрачається на розпушення ґрунту. Вона представляється як питома величина, яка краще характеризує досконалість конструкції робочого органу.

З отриманих залежностей видно, що для всіх значень заглиблення (h) зі збільшенням кута установки зуба потужність зростає, причому інтенсивніше це відбувається для невеликої глибини проникнення зуба у ґрунт ($h_1 = 35$ мм). При заглибленні на більші глибини вплив кута установки на потужність суттєво зменшується.

Збільшення радіуса обертання крайньої точки зуба до $R = 220$ мм не привело до суттєвих змін у характері розподілу величин роботи. Залежності носять екстремальний характер з мінімумами для кожного заглиблення зуба.

Проведені дослідження показують, що кут установки зуба суттєво впливає, як на технологію виконання робіт, так і на енергетичні параметри цього процесу. Згідно з отриманими результатами експериментальних досліджень раціональні значення кута установки зуба з урахуванням різних глибин прорізання смуги знаходяться в межах $\gamma = 25^\circ \dots 45^\circ$.

Доцільним для проектування робочого органу є виявлення впливу радіуса обертання зуба (діаметра робочого органу) на величину роботи, що витрачається ним на розпушення ґрунту при прокладанні смуги. З отриманих графіків (рис. 10) видно, що для всього інтервалу вибраних значень радіусів раціональна величина кута установки зуба знаходиться в межах $\gamma = 17^\circ \dots 38^\circ$.

Причому найменше абсолютне значення роботи, що витрачається зубом на розпушення ґрунту, відповідає радіусу $R_2 = 195$ мм. Більш того, при цьому значенні радіуса, вплив кута установки зуба на роботу, що виконується, носить менш залежний характер, а зона раціональних його значень має найбільш широкий інтервал. Це відкриває можливість для розширення творчих конструкторських рішень сошникових робочих органів сівалок прямої сівби.

Енергетична оцінка роботи ножів, призначених для перерізання стебел тії чи іншої культури, виконана при лабораторних дослідженнях. За результатами відеозапису процесу перерізання стебел рослин визначені нерівномірності зміни моменту опору різання (M) від кута повороту робочого органу (φ) (рис. 11). На початку входження ножа у стебла пшениці в основному спостерігається плавне нарощування моменту опору перерізання. Надалі зі збільшенням кута повороту момент опору суттєво зростає до максимального свого значення (M_{max}), після чого починає зменшуватися. Досягнувши деякої крити-

чної величини (M_p), що відповідає різанню стебла, даний момент зменшується до нульового значення. Представлені залежності графічно відображають динаміку силового навантаження стебел і виявляють величини критичних

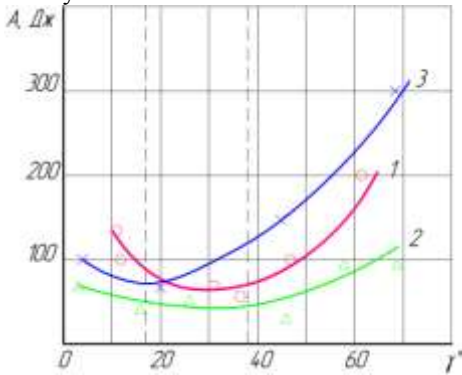


Рис. 10 Вплив кута установки зуба (γ) диска-очисника на величину виконаної роботи (A) по розпушуванню ґрунту при ($h=35\text{мм}$) та різних радіусах обертання зуба: 1 - $R_1 = 170$ мм; 2 - $R_2 = 195$ мм; 3 - $R_3 = 220$ мм

Збільшення означає наближення до рубаючого різання. І, навпаки, зменшення кута різання відповідає зміщенню процесу різання у бік більших значень кута повороту робочого органу (рис. 11).

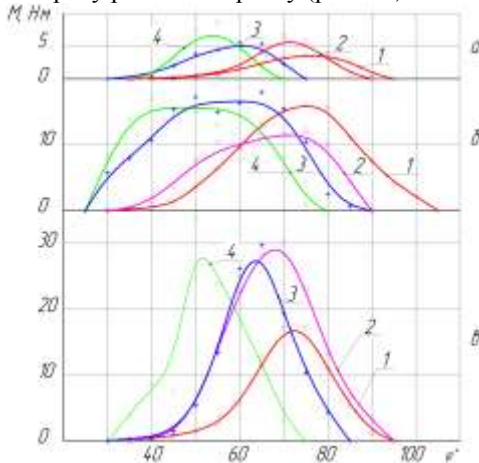


Рис. 11 Залежність зміни моменту опору різанню стебел пшениці (а), кукурудзи (б) і соняшника (в) при кутах різання:

- 1 - $\alpha = 20^\circ$; 2 - $\alpha = 25^\circ$; 3 - $\alpha = 30^\circ$;
4 - $\alpha = 35^\circ$

параметрів моментів опору різанню. Науковий і практичний інтерес при цьому представляє виявлення впливу кута різання (способу різання) рослинних решток пшениці на силові характеристики процесу. Як видно з графіків, збільшення кута різання приводить до зміщення кривої динаміки зростання зусиль в сторону менших кутів повороту робочого органу, тобто перерізання стебел відбувається раніше, ніж при менших кутах різання. Така закономірність природна тому, що при прийнятому визначенні кута різання його збільшення означає наближення до рубаючого різання.

Звертають на себе увагу максимальні значення моментів опору різанню (M_p) для різних кутів (α). Меншим максимальним моментам різання відповідають менші кути різання, а криві динаміки змін моментів стають більш пологими.

Результати замірів величин максимальних моментів опору різання для досліджуваних рослинних решток представлені в таблиці 1.

Порівняльний аналіз величин максимальних моментів показує, що найбільші їх значення відповідають стеблам соняшника. Менший момент опору перерізання спостерігається для стебел кукурудзи і ще менший для невеликих по діаметру стебел пшениці.

Таблиця 1

Значення максимальних моментів перерізання стебел, [Нм]

Кут різання α, \dots°	Рослинні рештки		
	пшениці	кукурудзи	соняшника
20	3,5	16	16,8
25	5,5	11,4	28
30	5	16,3	26,5
35	6,4	15,9	27

3,2 МПа, висота рослинних залишків 0,05 – 0,25 м, маса рослинних решток на 1м² 0,12 – 0,85 кг. Поверхню поля представляла собою звичайний стан після збору врожаю і витримки протягом одного - трьох місяців.

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. 12).

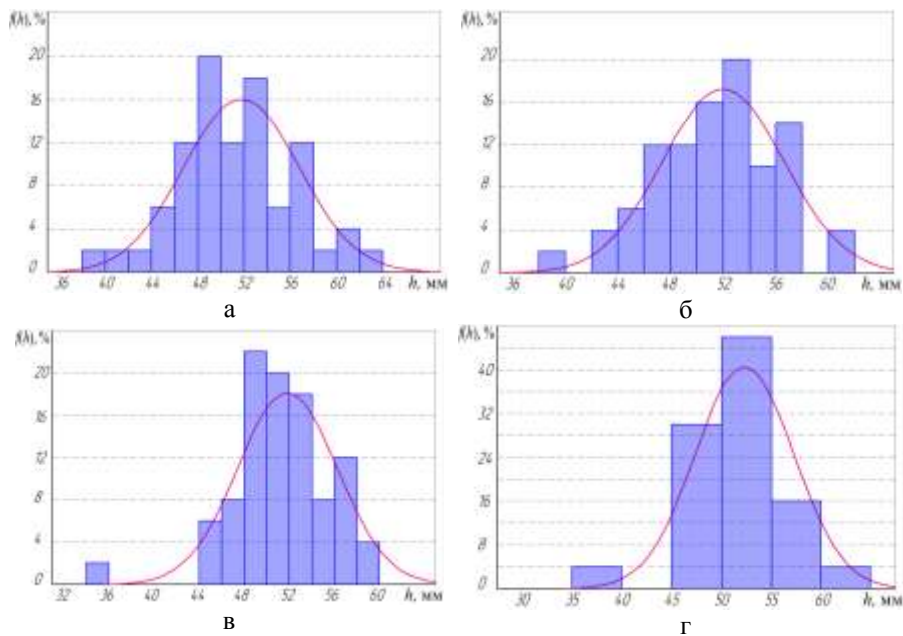


Рис. 12 Розподіл глибини загортання насіння із застосуванням дослідного робочого органу при прямій сівбі по рослинних рештках:
а - кукурудзи; б - соняшника; в - пшениці; г - пірю

Порівняльний аналіз якості роботи дослідного зразка робочого органу з аналогом – закордонною сівалкою Great Plains CPN 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.

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 складає 20 – 35% з них затягуються в борозну 10 – 15%, тих, що неперізані, - 10 – 20%. Це приводить до недостатнього контакту насіння з ґрунтом.

З використанням експериментального зразка робочого органу очистки спостерігається зростання врожайності. Так, середні її значення по роках складають: для озимої пшениці – на 7,94%; для озимого ячменю – 8,28 %, для ярого ячменю – 8,22 % (табл.2).

Таблиця 2

Урожайність при прямій сівбі та з використанням дослідного і серійного зразка (ц/га)

Рік	Хвилястий диск базова сівалка			Експериментальний робочий орган			Приріст урожайності		
	пшениця озима	ячмінь озимий	ячмінь ярий	пшениця озима	ячмінь озимий	ячмінь ярий	пшениця озима	ячмінь озимий	ячмінь ярий
2008	40	31,4	38,3	44,56	35,1	41,4	4,56	3,7994	3,1789
2009	23	29,1	21,1	24,86	31,8	22,8	1,863	2,7354	1,7513
2010	24,5	17,6	17,8	27,3	19,3	19,2	2,842	1,7776	1,4774
2011	35,1	24,5	20,7	39,3	26,8	22,4	4,212	2,352	1,7181
2012	18,9	18,6	22,3	21,13	20,6	24,4	2,2302	2,0274	2,1631

У п'ятому розділі «Техніко-економічна ефективність впровадження результатів досліджень» показано, що збільшення врожайності за рахунок підвищення якості формування борозни забезпечує дохід у розмірі 70992 грн на одну сівалку, річний економічний ефект на одну сівалку складає 67462,8 грн., а термін окупності розробки - 0,25 року при нормативних

6,67 років. Це свідчить про доцільність упровадження і використання запропонованого сошника для прямої сівби.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В останні роки пряма сівба як енергоощадна екологічно безпечна технологія польових робіт у рослинництві набуває все більшого значення і розповсюдження. Однак для її ефективної реалізації необхідне створення нових конструкцій сошників.
2. Ефективна робота зубчастого диска-очисника сошника для прямої сівби потребує узгоджених дій по прокладанню борозни у ґрунті на необхідну глибину, видалення рослинних решток, а також їх перерізання при здійсненні приводу на вказані операції від загального переміщення сівалки.
3. Виявлена нелінійна залежність впливу величини заглиблення зубчастого диска-очисника на кут входу зубів у ґрунт. Збільшення глибини обробітку приводить до зменшення значень кута входу.
4. Загальні енергетичні витрати на зубчастому диску-очиснику представляються сумарним моментом опору його переміщення, що становить математичну модель (19) функціонування даного робочого органу.
5. Розроблений інженерний метод розрахунку форми ріжучого елемента (ножа) дозволяє реалізувати ковзаюче різання рослинних решток з мінімальними енергетичними витратами без забивань робочого органу.
6. Рациональні значення кута установки зубів залежно від заглиблення і радіуса їх обертання знаходяться в інтервалі $\gamma = 25^\circ \dots 45^\circ$.
7. При перерізанні стебел всіх культур (пшениці, кукурудзи, соняшника) зміна моментів різання від кута повороту зубчастого диска-очисника описується кривою з максимумом, що відповідає граничному значенню руйнування стебел. На підставі таких даних встановлюється сектор різання для різних кутів.
8. Використання запропонованого робочого органу очистки стабілізує хід сошника, покращує загортання насіння на задану глибину, в результаті чого підвищується врожайність у середньому на 8%, що доведено експериментально, в реальних умовах експлуатації.
9. Річний економічний ефект від упровадження запропонованого сошника для прямої сівби складає 67462,8 грн на одну сівалку. Термін окупності конструкції становить 0,25 р.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. 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.
2. Бойко А.І. Функціонування сошника прямого посіву як відкритої технічної системи. / А.І. Бойко, І.О. Лісовий, В.В. Тасенко // Механізація с.-г.

- виробництва: Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2008. – Вип. 75; Т. 1. – С. 256–258.
3. 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.
 4. Бойко А.І. Підкопування і видалення поживних 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 Харк. нац. техн. ун-ту сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. –Вип. 77. – С. 299–305.
 5. 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. I. – С. 47–52.
 6. 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.
 7. 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. I. – С. 75–81.

Патенти

8. Пат. 17212 Україна, МПК А01С 7/00. Посівна секція / П.В. Сисолін, М.О.Свірень, І.О. Лісовий, І.П. Сисоліна (Україна); заявник і патентотримач Кіровоград. нац. техн. ун-т. – № U200603187; заявл. 24.03.06; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.
9. Пат. 17214 Україна, МПК А01С 7/00. Сошник. / П.В. Сисолін, М.О. Свірень, І.О. Лісовий, І.П. Сисоліна (Україна); заявник і патентотримач Кіровоград. нац. техн. ун-т. – №200603190; заявл. 24.03.06; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.
10. Пат. 79456 Україна, МПК А01В 59/00 (А01В 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 Кіровоград. нац. техн. ун-т. – № U200603187; заявл. 08.10.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.

Матеріали і тези конференцій

11. Лісовий І.О. Методика дослідження комбінованого сошника для прямої сівби / І.О. Лісовий // Тези доповідей студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів на Всеукр. конф. «Сучасні проблеми сільського господарства» 17 квітня 2008 року. – Кіровоград: КДТУ, 2008.– С. 21.

12. Лісовий І. О. Методика визначення моменту опору різанню рослинних залишків для перевірки ефективної форми ріжучого елемента комбінованого сошника для прямого посіву/ І.О. Лісовий, А.І. Бойко, М.О. Свірень // Матеріали XIII Міжнар. наук. конф. «Сучасні проблеми землеробської механіки» 17-19 жовтня 2012 р.– Вінниця: ВНАУ, 2012.– С. 57–58.
13. Лісовий І.О. Обґрунтування ріжучого елемента сошника для прямого посіву / І.О. Лісовий // «Розвиток наукових досліджень' 2012»: Матеріали восьмої міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 19 – 21 листопада 2012 р. – Полтава: Вид-во «ІнтерГрафіка», 2012. – Т. 11. – С. 61–65.

АНОТАЦІЯ

Лісовий І.О. Обґрунтування параметрів сошника для прямої сівби. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Кіровоградський національний технічний університет. – Кіровоград, 2013.

У роботі проаналізована можливість розширення застосування технології прямої сівби в умовах України. 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 елемента (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), крутий момент опору.

АННОТАЦИЯ

Лисовой И.А. Обоснования параметров сошника для прямого посева. – Рукопис.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Кировоградский национальный технический университет. – Кировоград, 2013.

В работе проанализирована возможность более широкого применения технологии прямого посева в условиях Украины. Установлено пути совершенствования конструкций сошников, факторы влияющих на развитие растения, условия эффективного функционирования сошника для прямого

посева, как многооперационной технической системы. Для ее эффективного внедрения в практику полевых работ предложено использование зубчатого диска-очистителя, который предварительно прокладывает по полю разрыхленную очищенную полосу, предназначенную для дальнейшего прохода сошника и других рабочих органов посевной секции.

Исследованиями установлены основные кинематические параметры эффективной работы диска-очистителя, разработана его математическая модель, с помощью которой определены энергетические показатели и показатели качества выполнения технологического процесса прямого посева.

Выявлены зависимости влияния угла установки зуба, радиуса его врезания, глубины хода в почве и других параметров на основные показатели работы диска-очистителя.

Обоснована рациональная форма режущего элемента (ножа), которая при экспериментальной проверке подтвердила целесообразность применения скользящего резания для разрушения растительных остатков.

Предложенная конструкция сошника с зубчатым диском-очистителем.

Ключевые слова: прямой посев, растительные остатки, зубчатый диск-очиститель, угол установки, глубина хода, нож (режущий элемент), крутящий момент сопротивления.

SUMMARY

Lisoviy I. Justification of coulter settings for direct sowing - Manuscript.

Dissertation for the degree of Ph.D. in specialty 05.05.11 - machinery and mechanization of agricultural production. - Kirovohrad National Technical University. - Kirovohrad, 2013.

This paper analyzes the possibility of extending the application of direct sowing in Ukraine. For its effective implementation we proposed the use of 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, through 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.

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

Підписано до друку 29.10.2013. Формат 60x84 1/16.
Умов. друк. арк. 0,9. Зам. №408/2013. Тираж 100 прим.

© РВЛ КНТУ, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8.
Тел. (0522) 390-541, 559-245, 390-551.