

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет механіко-технологічний

УДК 631.36:636.2.084.74

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

Братішко В. В.

(підпис)

(П.І.Б.)

« »

2024р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри механізації
тваринництва

Хмельовський В.С.

(підпис)

(П.І.Б.)

« »

2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

**Дослідження конструкційних та технологічних параметрів
сівалки Sola при посіві кукурудзи**

Спеціальність

«Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи:

Д.т.н. професор

Братішко В.В.

К.т.н. ст. викл

Ачкевич В.І.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

Виконав:

Буряк Сергій Федорович

(підпис)

(П.І.Б. студента)

Київ -2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри механізації тваринництва

Д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(науковий ступінь, вчене
звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

« _____ »

2024р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Буряк Сергій Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність

«Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи

Дослідження конструкційних та технологічних

параметрів сівалки Sola при посіві кукурудзи

затверджена наказом ректора НУБіП України від 7 грудня 2023 № 2223 « С »

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи Техніко-економічна характеристика

господарства, нормативні документи, державні стандарти, стандарти ISO9001, ДСТУ

довідкова література.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Обґрунтування процесу посіву ріпаку, аналіз посівних комплексів
2. Дослідження параметрів, висівних органів посівних машин
3. Визначення охорони праці та економічної ефективності впровадження

Дата видачі завдання

« _____ »

2023 р.

Керівник магістерської роботи

Братішко В.В.

Ачкевич В.І.

Завдання прийняв до

виконання

РЕФЕРАТ

Буряк С. Ф. / Дослідження конструкційних та технологічних параметрів сівалки Sola при посіві кукурудзи /

Магістерська кваліфікаційна робота. Київ: НУБіП України, 2024. 87 с., 18 слайдів презентації.

Список використаних джерел налічує 55 назв.

Кукурудза - одна з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового та технічного використання. Виробництво зерна кукурудзи є важливою складовою всього с/г виробництва України. Ця культура значною мірою визначає як економічний стан тваринництва, а й зернової галузі загалом. У виробництві кукурудзи зацікавлені галузі харчової, переробної, медичної промисловості, а також паливно-енергетичний сектор держави, оскільки зерно цієї культури є високоенергетичною сировиною для промислового виробництва біоетанолу та інших паливних матеріалів.

Сьогодні найбільш підходящими для посіву кукурудзи вважаються просапні сівалки точного висіву, які набувають останнім часом все більшої популярності.

До сучасних посівних машин пред'являються наступні вимоги: забезпечення високої продуктивності, надійність у роботі, зручність в обслуговуванні, висока якість висіву та загортання насіння в ґрунт, малі матеріаломісткість та енергоспоживання.

Підвищення агротехнічних показників якості висіву шляхом подальшого вдосконалення існуючих та створення нових робітників органів для якіснішого виконання технологічного процесу є одним із основних завдань сучасного розвитку сільгосптехніки.

Задачі дослідження:

- Проаналізувати ринок просапних сівалок точного висіву, що використовуються в сільському господарстві.
- Вдосконалити конструкційні параметри сівалки точного висіву.
- Проаналізувати технологічні параметри сівалок точного висіву та провести теоретичні рівномірності висіву, рівномірності розкладання в борозді.

- Визначити економічну ефективність розробленого удосконалення

Об'єктом дослідження – технологічний процес висівання через висівний апарат.

Предмет досліджень - закономірності процесу розкладання насіння в залежності від кута дискового сошника.

Ключові слова: сівалка, дисковий сошник, економічна ефективність .

ВСТУП

Щорічно у світі кукурудзи виробляється більше, ніж будь-яких інших злакових культур.

На загальній площі в 187 млн. га виробляється близько 1 млрд. тонн кукурудзи, при середній урожайності 5,6 т/га.

Більша частина кукурудзи вирощується у США та Китаї, які забезпечують відповідно 35% та 21% світового виробництва кукурудзи. Головними експортерами кукурудзи є США, Аргентина, Бразилія та Україна. У 2017 році ці країни відправили на експорт понад 1,2 млн. тонн кукурудзи. Мексика - друга у світі країна-імпортер, яка закупає кукурудзу у США та Аргентини.

У 2022 році 16 країн Європи на площі близько 391 тис га вирощували кукурудзу для виробництва силосу. Україна та Хорватія є основними виробниками кормової кукурудзи у Європі 6,97 та 1,28 млн т відповідно.

Глобальний ринок кукурудзи за останні роки демонструє досить високі темпи росту основних показників балансу, а обсяги виробництва зерна перевищують понад 1 млрд тонн в рік. У 2020/21 МР за даними FAO-AMIS обсяги виробництва кукурудзи досягли 1148,3 млн тонн, а загальне використання із урахуванням запасів складає близько 1452,5 млн тонн.

Хоча кукурудза є однією з провідних сільськогосподарських культур, дуже незначна частина її споживається безпосередньо людиною. Більша частина споживання кукурудзи відбувається у вигляді її використання у вигляді корму для тварин. Також кукурудза має широкий спектр застосування в хімічній промисловості та фармацевтичному виробництві.

У промисловості кукурудза використовується для виробництва багатьох різноманітних продуктів. Кукурудзяна олія є сировиною для отримання якісних фарб, мила і замінників гуми. З білка зеїн, що міститься в зернах, виготовляють подібні до шерсті штучні волокна. Кукурудзяний крохмаль використовують для апретування тканин та шкіри, підвищення щільності і гладкості паперу. Він також застосовується у виробництві віскозного волокна, лікарських препаратів і декстринового клеїв.

Використовуються також стебло і інші вегетативні частини рослини. З них отримують будівельні і пакувальні матеріали, папір. Качани дають сировину для виробництва пластмас, нейлону та інших синтетичних речовин.

Таким чином, внаслідок універсального характеру її використання попит на зерно кукурудзи залишається стабільно високим, що стимулює збільшувати її виробництво в багатьох країнах світу. Однак лідерами на ринку є декілька країн.

На світовому ринку традиційно провідні позиції у виробництві зерна кукурудзи займають 5 країн – США, Китай, Бразилія, ЄС та Аргентина. При цьому із цієї групи країн основними її постачальниками на ринку є, передусім, США, Бразилія та Аргентина, тоді як Китай та ЄС здебільшого її імпортують.

РОЗДІЛ 1

СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ПОСІВУ ПРОПАШНИХ КУЛЬТУР

1.1. Технології сівби технічних культур

Сівба сільськогосподарських культур – один з найвідповідальніших технологічних процесів. Від її своєчасності та якості проведення значною мірою залежить доля врожаю. Для висівання насіння різних культур застосовують сівалки різних конструкцій.

У структурі посівних площ в Україні просапні культури (кукурудза, соняшник, соя, цукрові буряки та інші) займають близько 30% орних земель, або більше 9 млн. га. Ці с.-г. культури сіють, як правило, у квітні – на початку травня протягом не більше 5-7 днів. Такі стислі терміни робіт потребують використання сучасної високопродуктивної і надійної техніки.

Якість роботи посівних машин повинна повною мірою відповідати агротехнічним вимогам. Основними з них є глибина заробки насіння і норма його висіву, яка повинна забезпечити потрібну густоту рослин.

Так, у Лісостепу і на Поліссі насіння кукурудзи загортають на глибину 4-6 см, на легких ґрунтах і при підсиханні посівного шару – на 5-8 см. На вологих ґрунтах глибину сівби зменшують до 3-4 см. В умовах Західної України під час сівби ранньостиглих холодостійких гібридів у пізніші строки рекомендується сіяти на глибину 2-3 см. У степових районах з дефіцитом вологи у верхньому шарі ґрунту насіння загортають на глибину 6-10 см.

Важливе значення для одержання дружніх, вирівняних сходів має дотримання рівномірної глибини загортання насіння, що забезпечується ретельним вирівнюванням ґрунту і правильним регулюванням сівалки на задану глибину.

Рекомендована густина посіву для умов України коливається в значних межах – 25-80 тис. рослин на 1 га перед збиранням. Для ранньостиглих сортів і гібридів густина рослин може зростати до 85-90 тис/га і більше.

Щоб забезпечити передзбиральну густоту рослин, встановлюють страхові надбавки насіння. У Лісостепу і Поліссі вони можуть становити 30-40%. Вагова норма висіву насіння – 15-25 кг/га. При вирощуванні кукурудзи на силос і зменшенні ширини міжрядь вона може зрости до 30-40 кг/га.

Глибина сівби соняшника в степових районах – 5-6 см, а в лісостепових і поліських – 4-5 см. Наукою і практикою рекомендується така густота рослин на гектарі у період збирання врожаю соняшника: у зоні Степу – 35-45, Лісостепу – 50-60, Полісся – 55-65 тис. Страхова надбавка насіння щодо передзбиральної густоти рослин становить 15-20%. Для насіння соняшника другого класу вона може сягати 40%.

Рекомендована глибина заробки насіння сої при достатній вологості ґрунту 4-5 см, при недостатній – 5-6 см.

Сою сіють з міжряддями 45 чи 70 см з наступним рихленням культиваторами для обробітку відповідно цукрових буряків чи кукурудзи. Норма висіву насіння на богарі для середньостиглих сортів 450-500 тис., середньоранніх – 550-600, ранньостиглих – 700-750 тис/га схожих насінин. На зрошенні густота рослин збільшується на 100-150 тис/га.

Глибина заробки насіння цукрових буряків в умовах достатнього зволоження і на важких, схильних до заплівання ґрунтах, становить 2-3 см, при нестійкому і недостатньому зволоженні – 3-4 см.

За рекомендаціями науково-дослідного інституту цукрових буряків на період збирання густота буряків повинна становити в районах достатнього зволоження 115-120 тис/га, нестійкого – 110-115, недостатнього зволоження – 100-105 тис/га.

1.2. Способи посіву просапних культур та агротехнічні вимоги

Залежно від біологічних особливостей культури, окультуреності ґрунту, забезпечення рослин вологою й цільового використання с.-г. продукції застосовують такі способи рядкової сівби: звичайний рядковий, вузькорядний, перехресний, широкорядний, пунктирний, стрічковий, гніздовий, квадратний, квадратно-гніздовий, борозенний, гребеневий, шаховий.

Для нормального розвитку і росту просапних культур необхідні більша площа живлення рослин, ніж для культур звичайного рядкового і вузькорядного посіву, та міжрядний обробіток ґрунту. Тому просапні культури сіють широкорядним способом (з міжряддями 45 ... 90 см).

Також просапні культури висівають або квадратно-гніздовим, або пунктирним способом.

Спосіб сівби визначає специфіку агротехнічних вимог.

Додаткові агротехнічні вимоги до посіву просапних культур наступні:

Відхилення глибини загортання насіння кукурудзи та соняшнику від заданої не повинно перевищувати ± 1.5 см., цукрових буряків ± 1 см.

Допустимі відхилення: ширини основних міжрядь не більше $\pm 3\%$, ширини стикових міжрядь не більше $\pm 7\%$.

При квадратно-гніздовому посіві в гніздо вноситься певна кількість насінин: 2 ... 3 при посіві кукурудзи і соняшнику, 3 ... 4 при посіві баштанних культур. Розтягнутість окремих гнізд не повинна перевищувати 10 см.

При пунктирному посіві задана кількість насінин на 1 га має бути на 30% більша. Відхилення від розрахункового інтервалу між зернами в рядку не більше $\pm 30\%$. Кількість зерен з зазначеним допустимим відхиленням від загального числа не менше 85%.

Прямолінійність поздовжніх, а для квадратно-гніздового способу і поперечних рядків. Відхилення центрів гнізд від осі поперечних рядків на довжині, що дорівнює трьом суміжним захватам агрегату, не більше $\pm 7\%$.

Ширина захвату посівного агрегата повинна дорівнювати або бути в ціле число разів більшою ширини захвату агрегата для міжрядної обробки посівів.

Відхилення норми висіву насіння: кукурудзи – не більше $\pm 2\%$, соняшнику – не більше $\pm 5\%$, цукрових буряків – не більше $\pm 15\%$. Відхилення норми одночасно внесених добрив не більше $\pm 10\%$.

Для виконання агровимог робоча швидкість посівних агрегатів не повинна перевищувати 2,5 м/с.

1.3. Сівалки для просапних культур

Для сівби просапних культур застосовують універсальні пневматичні і спеціальні сівалки.

Вони поділяються по сорту рослин на кукурудзяні та бурякові, підходять для висіву сої і соняшнику.

Конструктивно, частіше є навісними агрегатами, що закріплюються на рамах. Сучасна просапна сівалка, відповідаючи вимогам ринку, має секційну будову. Тобто, трактор буксирує за собою агрегат, який забезпечує посів відразу в багатьох рядках. За обробіток кожного рядка відповідає окремий механізм, що включає бункер для насіння, систему подачі насіння (наприклад, вакуумну систему), різні пристрої, що підвищують точність занурення в ґрунт і підтримують необхідну дистанцію між точками висіву насіння.

Індивідуальне копіювання рельєфу поля кожною секцією забезпечує рівномірну по глибині заробку насіння в ґрунт.

Завдяки модульності є можливість змінювати кількість рядків просапної сівалки і коригувати відстань між рядками посіву рослин (в межах 40-70 см). Виходить своєрідний конструктор – можна підібрати необхідну кількість рядків посіву для кожного завдання. Зазвичай, ця цифра коливається в межах 6-12 шт. Але в мережі можна знайти і фото сівалки-рекордсмена, шириною в 48 секцій. Щоб використовувати такий агрегат потрібен трактор з двигуном потужністю понад 350 к.с.

Отже, класична просапна сівалка – це механізм, що дозволяє автоматично і з високою швидкістю здійснювати ідеально точний висів насіння. На ринку ці агрегати широко представлені як вітчизняними, так і закордонними виробниками.

Технології вирощування просапних культур постійно розвиваються, а техніка для їхнього забезпечення вдосконалюється. У зв'язку з цим особливої уваги заслуговує чергова новинка від всесвітньовідомого виробника сільськогосподарської техніки компанії LEMKEN – сівалка Azurit 9 для сівби просапних культур. Зазначимо, що з 2018 року ці сівалки вже постачаються на український ринок.



Рис. 1.1. Azurit 9 –просапна сівалка від LEMKEN

Головною особливістю сівалки Azurit 9 є нова система висіву подвійними рядками (DeltaRow), яка дає змогу оптимально розподілити насіння по площі. Цим вона відрізняється від традиційних технологій сівби, згідно з якими насіння висівається в один рядок.

У технології DeltaRow компанія LEMKEN відмовилася від традиційної методики розподілу посівного матеріалу окремими рядами. Замість цього розробники компанії передбачили розподіл насіння у шаховому порядку в два ряди на відстані 12,5 см між ними, що забезпечує збільшення вільної площі для кожної рослини на 70%, завдяки чому рослини отримують більше води і поживних речовин (у порівнянні зі звичайним рядком). Як наслідок, це сприяє підвищенню врожайності до 10% кукурудзи на зерно та до 15% кукурудзи на силос.

Робота сівалки Azurit 9 розпочинається з прибирання післяжнивних залишків і каменів за допомогою двох спеціальних зсувних дисків. Потім сошник для внесення добрив з тиском до 250 кг закладає між рядками борозенку з добривами точно посередині посівного ряду, яку закриває встановлений за ним трапецієподібний ущільнюючий коток. Трапецієподібні кільця також виконують попереднє ущільнення рядів.

Окремі висіваючі агрегати забезпечуються насінням з центрального насінневого бункера об'ємом 600 літрів за допомогою системи Seed on Demand (насіння за потребою), де за допомогою шнекових дозаторів воно потрапляє в пневматичну систему. Два синхронізованих диска, які є різними для кожної культури, розподіляють його для перемінного постачання на два дводискових сошники висівного вузла сівалки Azurit 9, завдяки чому насіння висівається у двох напіврядках не навпроти одне одного, а у шаховому порядку. Диски приводяться в дію окремими електродвигунами. Між сошниками встановлене опорне колесо, яке відповідає за глибину закладки. Після того, як насінина потрапила на ґрунт, її вловлює гумовий ролик та фіксує в необхідному місці. Після сівби обидва напіврядки закриваються V-подібним притискним роликом. Через те, що насіння розділяється між двома дисками, швидкість їх обертання не висока, що не виступає обмежуючим фактором для роботи на великих швидкостях.

Наразі сівалка має максимальну ширину захвату 6 метрів і лише навісне виконання. Мінімальна ширина захвату складає 3 метри, а кількість рядків, залежно від розміру агрегату, варіюється від 4 до 12 з міжряддям від 70 до 88 см. Управління сівалкою здійснюється за допомогою системи ISOBUS.

LEMKEN вже давно відома можливістю комбінування агрегатів, коли за один прохід виконується декілька операцій. Це вдале технологічне та економічне рішення також було інтегровано при розробці нової сівалки. Azurit 9 має чотири можливості комбінування та використання з іншими агрегатами LEMKEN. У якості ємності та дозувального агрегату для добрив може використовуватися фронтальний бак Солітер 23 (1900 л), бункер сівалки Солітер 25 (3000 л), бункер посівного комплексу Компакт-Солітер (5000 л) та причіпний бункер Солітер 12/5800 SW (5800 л).

Сівалка точного висіву KUHN PLANTER 3 – якість, точність, адаптованість до потреб господарств та рівномірність розміщення насіння в ряду

Сівалка PLANTER 3 від KUHN була спроектована таким чином, щоб забезпечити найточніше розміщення кожної насінини з однаковою відстанню між рослинами в рядку.

Висівний апарат адаптований для посіву культур з міжряддям більше 25-ти см (цибуля, ріпак, горох, соняшник, кукурудза). Навіть у модифікації з відкриваючими дисками, Planter 3 характеризується низькою висотою падіння насіння – 10 см від насінневого ложа, що забезпечує кращу рівномірність укладання насіння.



Рис. 1.2. Сівалка PLANTER

Відкриття насінневого ложа забезпечується сошниками, спеціально розробленими, залежно від типу виконуваних робіт. Їх форма, довжина, висота і профіль є результатом численних досліджень і випробувань у реальних різноманітних умовах.

Існує три типи висівних секцій PLANTER 3:

- секція посіву із заднім опорним колесом – це економічне рішення для глибокого посіву з однією опорною точкою;
- секція з маятниковою рамою для посіву буряка; має дві опорні точки спереду та ззаду секції, що забезпечує ідеальне підтримання робочої глибини на оброблюваному ґрунті;
- секція з дисковим вирізом, призначена для посіву при наявності залишків врожаю на рівній поверхні. Глибина посіву в цьому випадку контролюється переднім опорним колесом і заднім колесом ущільнення.

Посівний ряд відкривається двома дисковими сошниками.

Особливості сівалки PLANTER 3:

- точний висів на однакову глибину;
- однакова відстань між насінням завдяки низькому розташуванню висівного диска;
- захист від перевантажень;
- розташування сошників сприяє прискоренню вегетації;
- різні висівні модулі для усіх умов роботи та практично всіх типів насіння (задній каток, балансир, висіваючі диски);
- складна рама;
- внесення добрив з переднього або вбудованого бункера;
- пневматичне внесення мікрогранул;
- усі типи рам сівалки виготовлені зі спеціального сталевого профіля;

Просапні сівалки Horsch Maestro – ідеальна точність дозування і відділення насіння

У 2019 році завод Horsch презентував на виставці Agritechnika нові дозатори для сівалок точного висіву Maestro: AirVac і AirSpeed.

Horsch Maestro система дозування насіння AirVac – через розрідження (вакуум):

- гнучкий до різних культур, фракцій насіння та умов використання;
- простота налаштування, через універсальний скидач насіння;
- висока точність дозування на швидкості посіву в межах 12 км/год;
- не енергомісткий по тиску та електриці.

Horsch Maestro система дозування насіння AirSpeed – через позитивний тиск (вистріл):

- за рахунок універсального скидача, не потребує тонкого налаштування;
- ідеальне розміщення насіння в ряду на швидкості 15 км/год;
- максимальна продуктивність;
- не енергомісткий по електриці.



Рис. 1.3. Horsch Maestro

Разом з новими дозаторами на ринку відповідно з'явилися й нові моделі сівалок Maestro: DV, CV, CX, SV, SX, і RV.

На просторах Західної України аграріям до вподоби переважно три моделі: Maestro SX, Maestro CV і Maestro DV.

Сівалки Maestro SX можуть бути шириною захвату на 16 або 24 рядки і з центральним бункером на насіння (від 2000 до 4000л) і добрива (від 5000 до 7000л).

Сівалки Maestro CV можуть бути шириною захвату на 8 або 12 рядків, причому міжряддя може змінюватися з 70 см у восьмирядковому виконанні на 45см, коли встановлено 12 рядків.

Ця модель відповідно може сіяти не тільки кукурудзу і соняшник, але також цукровий буряк, сою і ріпак з міжряддям 45см.

Флагманом серед восьмирядкових сівалок є універсальний агрегат Maestro DV.

Загалом, Maestro 8 DV – це ідеальна сівалка точного висіву під малопотужні трактори. Завдяки автономній системі техніка може працювати з трактором потужністю від 120 к.с. Конструкція сівалки Maestro DV дає змогу використовувати її у двох конфігураціях.

Великий центральний двосекційний бункер об'ємом 3500 л, який розділений на два відсіки у співвідношенні 60 на 40%, дозволяє застосовувати під час сівби просапних два види добрив, а на сівбі зернових один відсік використовують для насіння, а другий – для добрив. На рамі, де встановлюють бункер, передбачене чотириточкова навіска, за допомогою якої можна агрегувати просапну або зернову шину. Таким чином, для рядкового висіву зернових культур із міжряддям 15 см та шириною захвату 4 – 6 м використовують шину з котком Ring Flex і сошником Turbo Disc. Для 8-рядкового пунктирного висіву – просапну шину Maestro із дозаторами нового покоління AirVac. У цій конфігурації сівалки передбачені індивідуальні ящики для насіння об'ємом 70 л на кожному посівному модулі. Також можливо застосовувати центральний бункер для локального внесення добрив під час сівби.

Maschio Gaspardo CHRONO – нова технологія посіву для вакуумних сівалок точного висіву зі швидкістю 15 км/год

Уваги заслуговує нова високошвидкісна сівалка CHRONO, що значно розширює лінійку обладнання для точного висіву компанії MASCHIO GASPARDO.



Рис. 1.4. Високошвидкісна сівалка CHRONO

Італійська компанія Maschio Gaspardo розробила новий інноваційний високошвидкісний висіваючий апарат CHRONO. Він здатен працювати на швидкостях до 15 км/год без втрати якості та може збільшити продуктивність сівалок більш ніж на 50%.

Якісний і точний посів виключає конкуренцію рослин за світло і вологу, що безпосередньо впливає на рівномірний розвиток і ріст рослин. Постійна глибина посіву для кожного типу ґрунту гарантує рівномірну схожість і повноцінний урожай.

Повністю електричний висіваючий апарат CHRONO оснащений вакуумною системою, яка завжди була візитною карткою сівалок точного висіву GASPARDO. В системі CHRONO удосконалено механізм відсікача насіння.

На виході з дозатора насіння потрапляє в нову пневматичну систему і регульованим потоком повітря доставляється у насінневе ложе, що нівелює ефект биття насіння об стінки насіннепровода. Лічильник насіння вбудований у насіннепровід і контролює рівномірність висіву, в той час як м'яке колесо вловлює і утримує насіння в борозні, а самоочищуючі прикатуючі колеса закривають і ущільнюють борозну.

Висока точність посіву для будь-яких типів насіння. Вакуумна система і система подачі повітря для транспортування насіння функціонують незалежно один від одного і налаштовуються, виходячи з розміру, ваги і форми насіння. Підходить для посіву насіння невеликого розміру, наприклад, ріпаку і буряку, а також насіння неправильної форми, такого як соняшник.

Технічні характеристики Maschio Gaspardo CHRONO:

- сошник: дводисковий;
- глибина посіву, см: 1 – 11;
- міжряддя, см: 45/70/75;
- максимальний тиск на ґрунт, кг: 300;
- кількість рядків, шт: 8/16/18.

Серед переваги цього агрегата можна відзначити:

- удвічі більшу швидкість висіву;
- кращу точність розкладання насіння;
- зменшення терміну посіву та витрат;

- адаптацію до будь-якого типу ґрунту;
- простоту експлуатації (основні параметри посіву можна легко задати з кабіни трактора за допомогою терміналу ISOBUS).

Пневматична розкидна сівалка VENTO від LEHNER користується великим попитом

Машинобудівна німецька компанія LEHNER відзначає, що аграрії країн України та Казахстану все частіше замовляють пневматичну розкидну сівалку VENTO для встановлення на посівних комплексах, що висівають кукурудзу, зернові та інше.

VENTO – це повністю електрична сівалка, що працює незалежно від гідравліки чи кардану трактора. Таким чином можна без проблем за один прохід виконувати кілька агротехнічних операцій – наприклад, висівати кукурудзу пропашною сівалкою і одночасно вносити стартові гранульовані мікродобрива або гранульовані інсектициди тощо. І все це тепер можливо на робочу ширину до 12 метрів!



Рис. 1.5. Пневматична розкидна сівалка VENTO від LEHNER
Раніше електричні сівалки цієї категорії могли працювати лише на 4-6 метрів.

При цьому VENTO можна переносити з однієї просапної сівалки на іншу, монтаж і підключення відбувається швидко, всі основні елементи (шланги, дозатор, каркас) – швидкоз'ємні.

Ринок сільгосптехніки у сегменті посівної техніки представлений переважно машинами для зернового та просапного напрямку (сівалки точного висіву). Серед закордонних виробників машини точного висіву виготовляють компанії Väderstad, Fendt, Horsch, Kinze, Maschio Gaspardo тощо. А хто виготовляє вітчизняні машини?

Вітчизняний сектор виробництва сівалок точного висіву також пропонує просапні сівалки точного висіву.

Elvorti: сівалки Vega і Vesta

Підприємство з Кропивницького з 147-річною історією Elvorti сьогодні пропонує дві серії пневматичних сівалок точного висіву — Vega і Vesta у варіантах на 6, 8 і 16 рядків. Обидві серії відрізняє полегшена конструкція рами.

Серія Vega, розроблена для господарств із зембанком 500-2000 га, призначена для роботи за традиційною і мінімальною технологіями. Зокрема, напівпричіпна 8-рядкова сівалка Vega 8 Profi Mini-Till з дводисковими туковими сошниками зі сталі і міжряддям 70 см має робочу ширину 5,6 м. Машина оснащена бункерами для насіння та добрив сумарним об'ємом 416 л і 720 л відповідно. Безступінчасте регулювання норми висіву насіння здійснюється безпосередньо з кабіни трактора за рахунок використання електродвигунів.

Робоча швидкість — від 2,5 до 9 км/год.

Рекомендована потужність трактора — від 80 до 120 к.с.

Відмінною характеристикою моделі, за словами виробника, є електропривід американської компанії Graham, здатний вимикати секції. Крім того, у комплектації висівний апарат Profi, грудковідвід, V-подібні прикочуючі колеса з регульованим зусиллям прикочування, копіювальні котки і колеса зі спицями, високе розташування висівного апарату, електронна система контролю Helios, 4 комплекти висівних дисків.



1.6. 8-рядкова сівалка Vega

Серія сівалок Vesta, яка комплектується анкерними туковими сошниками, призначена для сівби просапних і баштанних культур з одночасним роздільним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Для цього машина оснащена бункерами для насіння та добрив сумарним об'ємом 288 л і 320 л відповідно. З міжряддям 70 см сівалка має робочу ширину 5,6 м.

Робоча швидкість — від 2,5 до 9 км/год.

Рекомендована потужність трактора — від 80 к.с.

Особливості конструкції включають, як і у випадку машин серії Vega, висівний апарат Profi, а також полозовидний сошник зі змінною п'ятою, низьке розташування висівного апарату, грудковідвід, двоконтурний привід на секцію і ресивер. Також доступні 4 комплекти висівних дисків.



Рис. 1.7. Серія сівалок Vesta

Серед підприємств Кропивницької області, орієнтованих на виробництві посівних машин — компанія «Фаворит», у продуктивній лінійці якої пневматичні просапні сівалки:

серії Venza 6-ти та 8-рядкові (у варіантах з дисковим / анкерним сошником), у т.ч. Venza 8 Pro для технології Mini-Till (2017 р.в.).

серії «Весна» у варіантах від 4 до 12 рядків.

Сівалки серії Venza забезпечують висів каліброваного насіння соняшника, кукурудзи, ріпичи, сої, сорго, а також насіння кормових бобів, квасолі, люпину з одночасним (роздільним від насіння) внесенням гранульованих мінеральних добрив. Об'єм бункерів для насіння/добрива у версії Venza 8 становить 34/160 кг (кількість бункерів — 8/4). Загальний об'єм бункерів для насіння/добрив — 272/640 кг.



Рис. 1.8. Сівалки серії Venza

Опційно доступні два види прикочуючих коліс: V-подібне і звичайне широке. Для висіву міндобрив встановлений анкерний сошник. Перед сошником встановлений грудобій, який регулюється залежно від глибини. Є система контролю висіву. Привід карданний.

Версія Venza-8 Pro оснащена дисковим сошником, об'єм бункерів для насіння/добрив становить 60/160 кг. Машина комплектується опорними котками навколо самих дисків, які роблять борозну. Крім того, встановлено комковідвід, прикочуючий коток, доступний контроль глибини.

Робоча швидкість — 3,6-9 км/год.

Продуктивність — 2-5 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 120 к.с.

Сівалки пневматичні серії «Весна» призначені для точного висіву каліброваного насіння з одночасним, роздільним від насіння, внесенням гранульованих мінеральних добрив і коткуванням ґрунту в рядках. Їх особливістю є двоконтурний привід висівної секції, наявність гребінчастого зкидача зайвого насіння для запобігання двійників. Опційно доступна система контролю висіву.

Робоча швидкість — 3,6-9 км/год.

Продуктивність — 2-5 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 80 к.с.+



Рис. 1.9. Сівалки пневматичні серії «Весна»

Три серії просапних сівалок виготовляє завод «Ремсинтез».

сівалки причіпні серії «Атрія», «Атрія-8» та «Атрія-8 А.Л.»;

сівалки навісні серії СПУ (на 4 (з міжсекційним розміщенням), 6 та 8 рядків);

сівалки причіпні дискові серії «Церера».



Рис. 1.10. сівалки причіпні серії «Атрія»

Модель 8-рядкова СПУ-8 навісного типу з робочою шириною 5,6 м та міжряддям 45/70 см, призначена для висіву каліброваного насіння будь-якої культури з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Машина має об'єм бункерів для насіння/добрив на рівні 192/200 л.

Робоча швидкість — 2,5-9 км/год.

Продуктивність — 1,4-5,1 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 80 к.с.+

Універсальна сівалка «Атрія-8» призначена для роботи в міжрядді 70 см за традиційною, нульовою та мінімальною технологіями. Машина оснащена висівним пристроєм Precision Planting VSet 2, який забезпечує якісний висів соняшника та кукурудзи на швидкості до 10 км/год. Крім того, конструкція секції на базі Horsch Maestro, а турбо-диски встановлені виробництва Bellota. Глибина сівби регулюється в межах від 15 до 90 мм з кроком 6 мм.

Робоча швидкість — до 10 км/год.

Продуктивність — 4-5,6 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 110 к.с.+

Виробництвом просапних сівалок точного висіву займається компанія «Велес-Агро ЛТД». Продуктова лінійка наразі складається з таких машин:

просапні сівалки точного висіву серії SPM, що представлена

асортиментом з трьох моделей SPM 6, SPM 8 та SPM 16;

універсальний посівний комплекс STS MAGIA для смугового обробітку.



1.11. Універсальний посівний комплекс «Велес-Агро ЛТД» STS MAGIA

Зокрема, сівалки серії SPM призначені для пунктирного висіву каліброваного та некаліброваного насіння кукурудзи, соняшника, сої з одночасним внесенням сухих добрив і мікродобрив. Машина обладнана висівним апаратом з вакуумною системою дозування насіння від Precision Planting, дводисковим сошником з подвійними колесами-копірами, V-подібними прикочуючими колесами з регульованим зусиллям прикочування та системою контролю висіву. Для роботи за технологією No-Till сівалка комплектується хвилястими турбо-дисками для підготування ґрунту та очищення насінневого ложа від пожнивних залишків. Для агрегування виробник рекомендує використовувати трактори тягового класу 2.0.

1.4. Робочі органи просапних сівалок

На сьогоднішній день посів є одним з найактуальніших завдань, саме тому широко затребувана універсальна посівна техніка, яка повинна забезпечити рівномірний розподіл числа рослин на одиницю площі для створення однакових умов розвитку.

Поява вчасних і дружних сходів, нормальний розвиток і перезимівля рослин, формування високого врожаю значною мірою залежать від глибини загортання насіння – одного з основних показників якості сівби озимої пшениці, вона значною мірою визначає будову майбутнього проростка і тип рослини. Розміщення насіння на однаковій глибині забезпечить дружний і рівновеликий розвиток рослин, дозволить зменшити міжвидову конкуренцію і дозволить значно підвищити врожай. Слід приділити увагу ще такому важливому моменту як контакт насіння з ґрунтом, бо чим щільніше насіння прилягає до ґрунту, тим швидше воно вбирає в себе вологу, набухає, проростає. На формування дружних сходів культур і їхнього росту та розвитку у подальшому впливає ґрунтова волога, тому така важлива увага приділяється сівалкам, а саме їх робочим органам – сошникам.

Існує безліч тонкощів і факторів, які ми повинні не упустити при посіві, тому для підвищення якісних показників посіву ми повинні ретельно підібрати тип і параметри робочих органів (сошників) для конкретної ґрунтово-кліматичної зони. Саме від конструкції сошника залежить рівномірний розподіл насіння за площею живлення, а також рівномірне їх закладання на однакову глибину.

Переваги і недоліки всіх видів сошників, які використовуються на сучасних сівалках.

Виробники сільськогосподарських машин пропонують сьогодні цілий ряд сошників різних видів: однодисковий; дводисковий; долотовидний; анкерний та ін.. На сьогоднішній день близько 85% всіх посівних агрегатів виробники сільгоспмашин поставляють з одно- або дводисковими сошниками, бо анкерні сошники виходять з моди, а долото видні використовуються тільки за певних умов.

Будь-який сошник повинен:

- очищувати посівне ложе від органічних залишків;
- укладати насіння у посівний горизонт;
- підтримувати постійну глибину посіву;
- мати хороше самоочищення;
- прикривати насіння достатньою кількістю вологого ґрунту;
- швидко пристосовуватись до змінних ґрунтових умов;
- мати захист від каменів;
- мати значний термін використання (ресурс) і низькі експлуатаційні витрати на обслуговування.

на обслуговування.

На рис. 1. 12 показано в яке насіннєве ложе потрапить зернина, в залежності від типу сошника

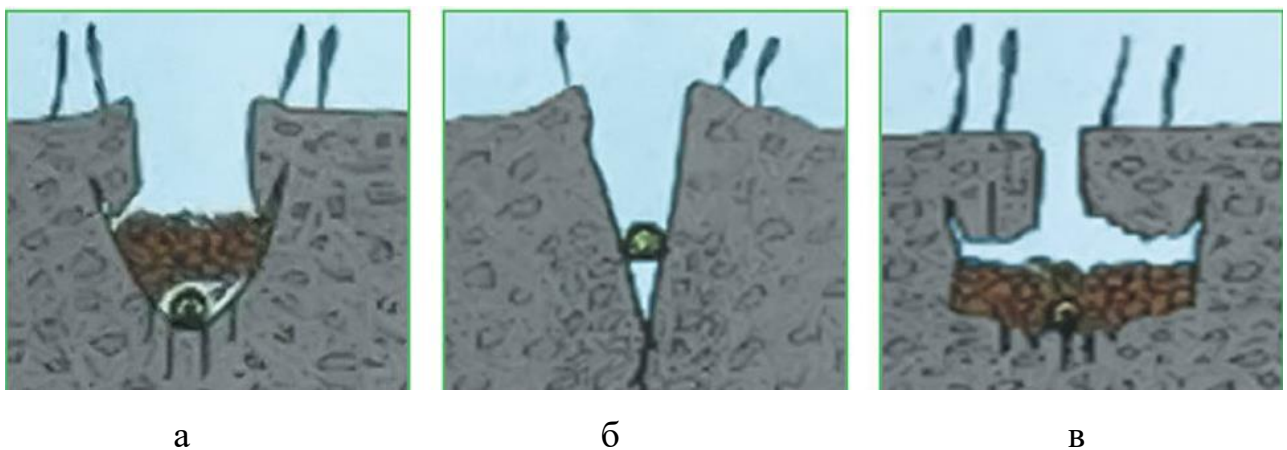


Рис. 1.12 Типи борозди при різних типах сошників

а - U-подібна борозна (анкерний тип сошника), б - V-подібна борозна (тип сошника – двійний диск), в - T-подібна борозна (дисково-анкерний тип сошника).

Однодисковий сошник (рис. 2) працює за принципом дискової борони. Він обертається у ґрунті під кутом від 3 до 7 градусів до напрямку руху. Це дозволяє під час руху відхиляти пожнивні залишки і верхній шар ґрунту трохи у бік. За диском слідує маленький борозник, який утворює посівне ложе. Потім у цю борозну лягає насіння.



Рис. 1.13. Однодискові сошники

Опуклі диски вимагають менше місця, відкидають менше ґрунту, а також дозволяють працювати з вузкими міжряддями та характеризуються більшою зносостійкістю і плавною роботою. З універсальними сівалками можуть розвивати швидкість до 20 км/год. Перевагами одно дискових сошників є добра придатність для посіву по мульчі, вони вимагають мінімального технічного обслуговування і мають просту конструкцію. Ефективно працює по великій кількості поживних решток завдяки більшому діаметру розрізу диска і кута входження в ґрунт. Мінімально зрушує ґрунтовий шар. Конструкція сошника дозволяє однаково ефективно працювати при традиційній технології, мінімальній і нульовій.

До недоліків – виникнення ефекту подвійного ряду (ряди наближаються один до одного).

У дводискових сошників (рис. 3) розташовані поряд два диски, які утворюють V-подібне насінневе ложе. До канавки, що утворилася, вноситься насіння. У дводискового сошника чистоту дисків підтримують скребки. Сошники тонші, їх прохідність зростає.

Для повторення контуру поля сошник здійснює рух по дузі за допомогою балансирного важеля і переміщується безпосередньо з роликом. Тому глибина висіву насіння витримується не зовсім точно.

Позитивною стороною дводискових сошників є хороша придатність для посіву по мульчі, висока якість укладання насіння, центрований рух сошників. Сівалки з дисковими сошниками дають можливість вийти зі складної ситуації у випадку нестачі вологи, оскільки дозволяють розмістити насіння значно глибше (4-10 см) у вологоємкому шарі ґрунту.



Рис. 1.14. Дводисковий сошник

Негативною – є більш складна конструкція порівняно з однодисковим [1].

Проблема дискових сошників загострюється за присутності на полі потужної маси побічної продукції попередника. Долотовидні сошники спускають навіть сухий, твердий ґрунт і справляються з товстими мульчуючими шарами. Окрім посіву, не проводиться ніякого іншого обробітку ґрунту.

Сошник виконаний подібно до лапи культиватора і працює на встановленій глибині. Конструкція дозволяє використовувати високі робочі швидкості і є гарною альтернативою для великих площ. Перевагами долото видних сошників є хороша придатність для посіву по мульчі, висока продуктивність, можливість прямого посіву, проста конструкція машини. Завдяки невеликим розмірам він легко проникає в ґрунт, не реагує на наявність рослинних решток на поверхні поля, а підвіска з копіюючими колесами регулюється на оптимальну глибину загортання насіння.

Недоліки: при використанні машин з рамною конструкцією поверхня поля має бути добре вирівняна.

Анкерні сошники є класичними – розрізають ґрунт і формують при цьому посівне ложе. Перевагами анкерних сошників є проста вигідна конструкція, можливість використання для стрічкового посіву. Недоліком – посів по мульчі можливий тільки обмежено.



Рис. 1.15. Анкерні сошники

1.5. Обґрунтування теми дослідження

Чимало факторів виникає при посіві, які в свою чергу значно впливають на якість сівби. Існуючі моделі сошників мають ряд переваг, але недоліки також є. Тому, наше завдання постає в тому, щоб виявити і максимально виправити їх.

Фактори, які впливають на якість посіву:

1) поверхня поля не може бути ідеально рівною, тому робочі органи сівалок мають точно копіювати рельєф для забезпечення рівномірного висіву насіння;

2) для отримання дружніх сходів, потрібно, щоб насіння висівалося на однаковій відстані одне від одного. Для цього необхідно зменшити діаметр насінневого тукопроводу, щоб зернинки не рухалися в ньому хаотично, поки долетять до сошника;

3) не кожна сівалка може створити умови для рівного розміщення насінини в ґрунті. Бо при падінні насінини в ґрунт, існує певна відстань між сошником і полем. Тому зерно може впасти не точно по центру рядка, а «відскочити» і опинитися на декілька міліметрів збоку рядка, тобто відбувається «галопування». Особливо це важливо для такої культури як буряк. Проблема полягає в тому, що починаючи від міжрядного обробітку та закінчуючи збиранням є велика ймовірність пошкодження коренеплодів, і, як результат, розвиток слабкої рослини або взагалі її загибель. При виникненні «галопування» при посіві насіння пшениці майбутні паростки будуть проростати нерівномірно в зв'язку з нерівномірністю глибини посіву та не завжди з точним потраплянням посівного матеріалу в насінневе ложе, що в свою чергу призведе до конкурування рослин на ранніх етапах розвитку. Це буде супроводжуватися тим, що ми отримаємо менші колоски пшениці, а в кінцевому рахунку – і значно гірший урожай;

4) для швидшого проростання рослин, потрібно, щоб робочі органи сівалки забезпечили вертикальне зміщення насінини в ґрунті. Тобто, зернина повинна висіватися в рядки «зародком вгору», це пришвидшить її сходи на 2 дні;

5) сімба в оптимальні строки дуже впливає на врожай пшениці. Поле після збирання урожаю повинно бути в найкоротші строки оброблене і підготовлене для сівби, бажано в той самий день. Це пояснюється тим, що стерня, яка залишається після збирання пшениці негативно впливає на вологість ґрунту, тобто вся волога випаровується через скошене стебло (трубочки);

6) при виборі сошника, потрібно враховувати конкретні ґрунтово-кліматичні умови, структуру та питомий опір ґрунту

2.4. Визначення параметрів сошника

Загальними положеннями технологічного процесу, що виконується дводисковим сошником з робочими органами інших типів є те, що він як і всі інші, є робочим органом одночасно взаємодіє з ґрунтовим середовищем і посівний матеріал.

Дводисковий сошник, моделюючи процес взаємодії його з ґрунтом, як двогранний клин. У процесі взаємодії його з ґрунтовим середовищем він відчуває в основному ті ж сили, що та інші сошники.

Незважаючи на низку згаданих загальних положень, він має й особливості. Диски цього сошника здійснюють складний плоско-паралельний рух. При визначенні виду руху цього сошника ми дозволили собі нехтувати нахилом дисків у двох площинах і наявністю кута атаки. Ці припущення були прийняті на підставі небагатьох зазначених параметрів, що не внесе істотних змін до технологічного процесу та оціночні показники цього робочого органу.

Перша частина процесу – це взаємодія сектора по ходу руху до вертикального діаметра. Друга частина – від нижньої половини вертикального діаметра до поверхні поля. Умовне поділ на дві частини процесу викликано тим, що в першому квадранті відбувається занурення диска в ґрунт за рахунок поступальної швидкості та обертання диска. Точки диска другого квадранта починають виходити з ґрунту, і їхня швидкість спрямована вгору і уперед.

Результатом цього дослідження є уточнення особливостей технологічного процесу дводискового сошника, визначення основних його параметрів та їх вплив на роботу даного органу. Дослідження сошників проводяться в Україні та за кордоном. Треба звернути увагу, якщо раніше вдосконалювали сошники з метою покращення якості посіву за рівномірністю розподілу насіння за площею та глибиною, то останні десятиліття роботи спрямовані на створення оптимальних умов для проростання насіння розвитку культурних рослин.

Загальними положеннями технологічного процесу, що виконується дводисковим сошником з робочими органами інших типів є те, що він як і всі інші, є робочим органом одночасно взаємодіє з ґрунтовим середовищем і посівним матеріалом, моделюючи процес взаємодії його з ґрунтом, як двогранний клин. ґрунтовим середовищем він відчуває в основному ті ж сили, що й інші сошники.

Особливості. Це сошник кочення і при його роботі має місце опір ґрунту у вигляді тертя кочення той час як усі наральникові (анкерні, кілеподібні, полозовидні, лапові) зазнають тертя ковзання. Диски цього сошника здійснюють складний плоско-паралельний рух.

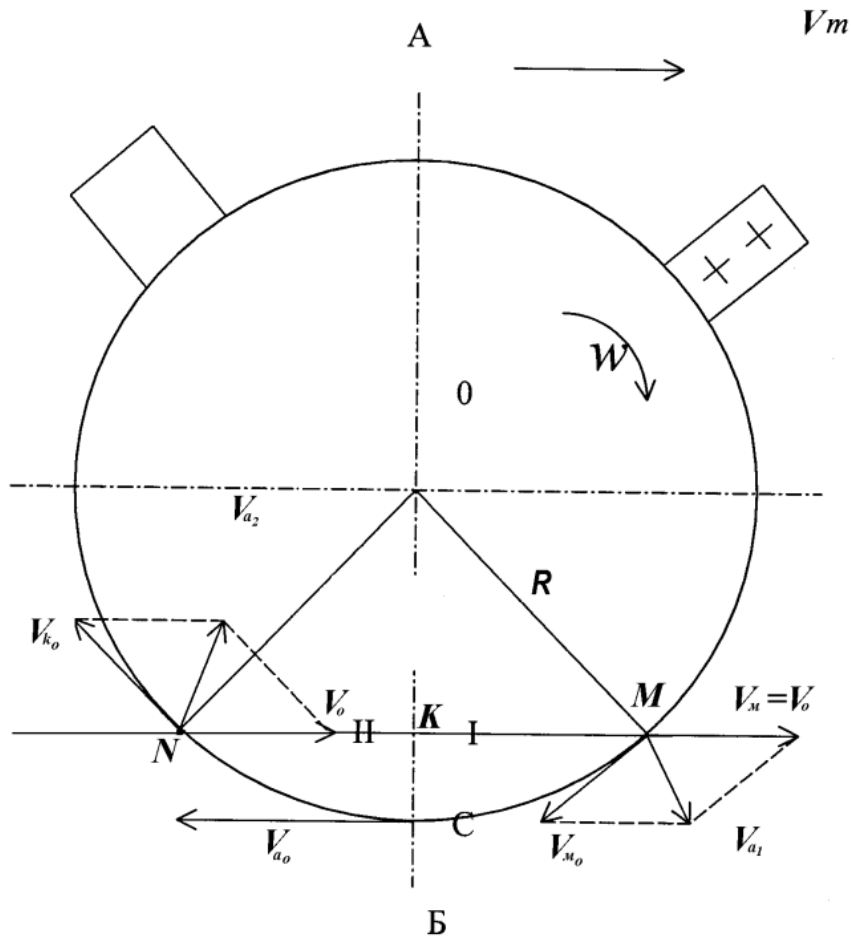
Рухи цього сошника ми дозволили собі не брати нахилом дисків у двох площинах і наявністю кута атаки. цієї взаємодії сошника з ґрунтом, ми вирішили розглядати взаємодія сектора диска, зануреного в ґрунтове середовище, що складається з двох частин. Перша частина процесу – це взаємодія сектора по ходу руху до вертикального діаметра (1-й квадрант). Друга частина – від нижньої половини вертикального діаметра до поверхні поля. рахунок поступальної швидкості та обертання диска, починаючи від точки Г вниз починаючи від точки С, процес протікає в другій частини. Абсолютна швидкість точки С спрямована горизонтально назад. Точки диска другого квадранта починають виходити з ґрунту і їх швидкість спрямована вгору і вперед.

При вході в ґрунт частини диска першого квадранта ґрунтові частинки, що контактують з цією частиною диска, захоплюються вниз і в напрямку руху сівалки. Ґрунтові частинки, які не контактують з диском, відчують на собі переважний вплив його поступальної швидкості. Вони ущільнюються та виштовхуються сошником вгору.

У другому квадранті частина диска виходить із ґрунту, захоплює ґрунтові частинки, що контактують з ним, і частина насіння і викидає їх вгору, до денної поверхні, утворюючи по обидва боки сошника ґрунтові пагорби. Диски цього сошника по осьовій площині сходяться не по лінії, а в точці. Це є причиною одного із суттєвих недоліків роботи цих сошників. Рухаючись у ґрунті кожен диск формує борозну. У простір між дисками прокидається ґрунт, який не торкаються дисками і залишається у вигляді осьового гребеня між дисками. Цей гребінь поділяє дві борозни, які утворені дисками. Наявність цього гребеня є однією з причин нерівномірного розподілу насіння в пухкий непідготовлений ґрунтовий шар.

Сили, що виникають у процесі цієї взаємодії сошника з ґрунтом, відмінні за величиною і напрямку від тих, що діють на наральні сошники. Це пояснюється тим, що коефіцієнт тертя кочення не постійна величина, а залежить від матеріалу контактуючих тіл і швидкості їхнього переміщення. Він змінюється в залежності від знаходження точки контакту ґрунтової частинки на диск і впливає на діючі сили.

У процесі занурення диска в ґрунт збільшується його опір. У цьому випадку кінематичний параметр зменшуватиметься. У міру руху сошника, ґрунт з боків обсипається в борозну. Як показали досліди, насіння закладається на меншу глибину ніж задана. Виникає необхідність за сошником встановлювати додаткові органи, що заробляють.



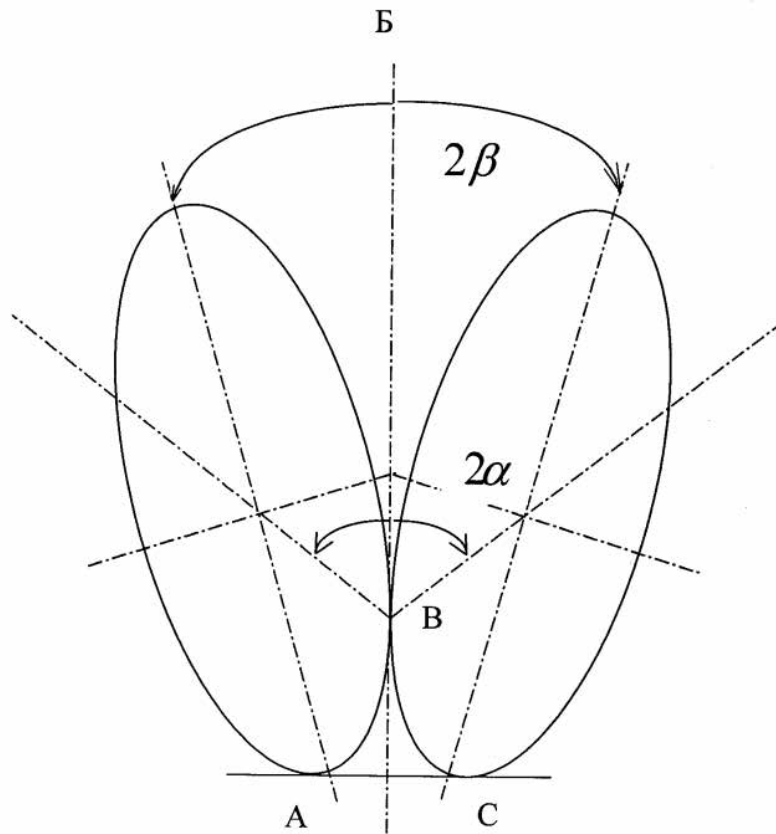


Рис. 1. Схема дводискового сошника: а – про дольно-вертикальна проекція; б – поперечно вертикальна проекція

Обсипання ґрунту в дисковому сошнику також істотно відрізняється від цього процесу у наральникових сошників. На нього негативно впливає напрямок обертання дисків у другому квадранті, що погіршує рівномірність розподілу насіння та знижує їхню польову схожість. У літературі немає достатніх обґрунтувань основних параметрів дискового сошника. І це при тому, що цей робочий орган ось уже близько 100 років займає гідне місце серед основних робітників органів зернових сівалок. Основними параметрами дводискових сошників є діаметри дисків, положення їх точки сходження, кут сходження дисків, кут атаки, кут нахилу дисків до вертикалі, відстань між кромками дисків у найнижчому їх положенні та максимальна відстань між ними на рівні поверхні поля, площа поперечного перерізу каналу для насіння, конструктивні та настановні параметри напрямника для насіння.

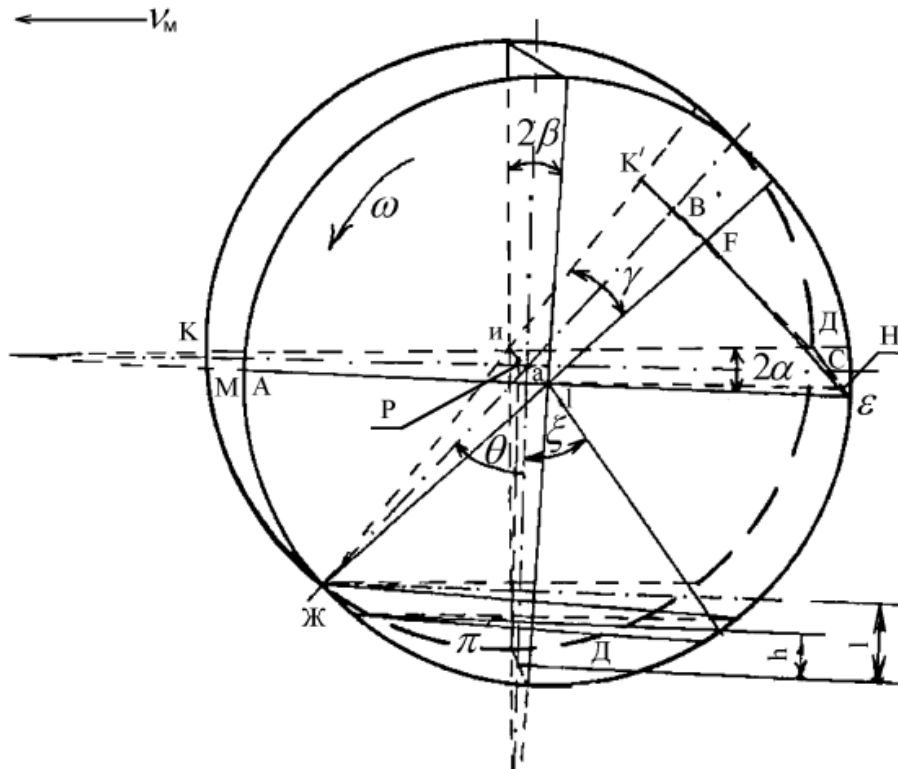


Схема дводискового сошника

Діаметр диска вибирається з умов сівби на максимальну глибину зернових культур при вільному проходженні між сошниками залишків культурних рослин, бур'янів, грудок, з урахуванням наявності на поверхні поля борозен і гребенів, з урахуванням коливань сошників.

За агрономогами зернові культури висівають на глибину до 8 см. Якщо цей шар ґрунту сухий, то глибину загортання насіння збільшують.

Радіус диска визначають за виразом:

$$R = \left(h_{max} + h_x + d_k + \frac{1}{2} d_f \right) \cos \beta$$

де: h_{max} - максимальна глибина загортання насіння (по агрономогам дорівнює 80 мм),

h_x - висота бічного ґрунтового валика (за результатами наших досліджень знаходиться в межах до 30 мм),

d_k - діаметр грудок ґрунту (за агрономогами не повинен бути більше 20 мм),

d_f – діаметр фланця підшипникового вузла (вибирається з умов розмірних характеристик підшипників і дорівнює 60 мм),

$\cos\beta$ – кут нахилу дисків до вертикалі, дорівнює 3°

Збільшення діаметра диска веде до зростання площі сегмента диска, яка взаємодіє ґрунтом, а, отже, і до збільшення опору пересуванню його в ґрунті.

Якщо зменшити діаметр диска, то при незмінній швидкості сошника збільшується кутова швидкість диска.

З точки зору технологічної та енергетичної оцінки сошника мінімально допустимий діаметр дисків повинен бути в межах 330–340 мм.

Висота точки сходження дисків істотно впливає на технологічний процес. Ця точка за висотою повинна знаходитися на рівні поверхні поля при максимальній глибині сівби.

Цей параметр визначається виразом:

$$l = R (1 - \cos \theta)$$

де: $\cos \theta$ – кут між радіусом диска, який проходить через точку сходження дисків та нижнім вертикальним радіусом, знаходиться в межах 50 – 60° . Тобто точка сходження дисків має бути не вищою 10 см від нижньої точки кромки дисків.

Кут сходження дисків γ впливає на деформацію, щільність ґрунту та його відкидання, а також на опір сошників та проходження насіння між дисками. Він вибирається для дводискових однорядних сошників у межах 10 – 11 , а для дворядних – 22 – 23° .

Кут атаки на технологічний процес має така сама дія, як і кут γ . Кут нахилу дисків до вертикалі впливає на ущільнення стінок борозни, на заглиблення сошників. Його абсолютне значення вибирається з урахуванням конструктивних параметрів елементів сошника.

Співвідношення названих кутів визначаються за виразом:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \sin \theta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \cos \theta$$

Мінімальна відстань між кромками дисків на рівні поверхні поля обумовлює ширину верхньої частини ґрунтового гребеня, який залишається після проходу сошника.

Цей параметр визначається за такою формулою:

$$b_2 = 4R \left(\sin^2 \frac{\theta + \xi}{2} \sin \frac{\gamma}{2} - \sin \alpha \sin \xi \right)$$

Форма та розміри борозни, що відкривається дводисковим сошником, у загальному випадку визначаються діаметром дисків, кутом взаємного їх нахилу, розташуванням точки сходження кромки і глибиною ходу (рис. 7.2).

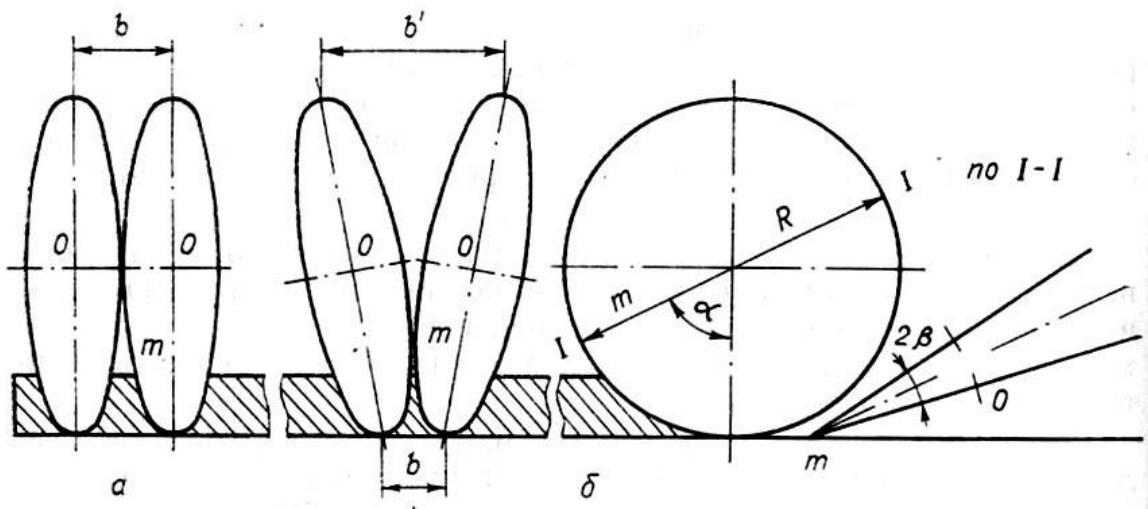


Рис. Визначення розміру борозни, що створюється дводисковим сошником

Функціональна залежність між зазначеними параметрами може бути виражена рівнянням:

$$b = 2R(1 - \cos\alpha)\sin\beta$$

де b - ширина борозни по нижніх кромках дисків; R - радіус диска; α - кут нахилу радіуса, на якому розташована точка сходження кромки дисків; β - Кут між дисками в площині, що проходить через точку сходження і центр дисків

З формули видно, що при сталих розмірах дисків і кута β ширина борозни (без урахування обсіпання ґрунту) залежить від розташування точки m сходження дисків, що визначається кутом α .

Максимальній ширині борозни буде відповідати значення $\alpha = 1,57$ рад. е. коли точка m розташовуватиметься на радіусі, що лежить у горизонтальній площині, що збігається з центрами дисків (див. рис. 7.2а).

Після проходу такого сошника в центрі борозни залишається горбок (гребінь) ґрунту, який не дозволяє рівномірно загорнути насіння по всій ширині розкритої борозни. Тому в смуговому дводисковому сошнику для вирівнювання цього гребеня застосовується спеціальний робочий орган (полозок), функції якого входять також і ущільнення дна борозни.

Спостереження за роботою дводискового смугового сошника показало, що процес природного обсіпання ґрунту з боків борозни починається з моменту відділення ґрунтових частинок від кромки дисків і закінчується на деякій відстані від них. Ці відстані визначаються глибиною ходу сошника та швидкістю його руху.

У площині сошника заповнення канавок, утворених дисками при звичайних і підвищених швидкостях руху агрегату, відбувається в основному не за рахунок ґрунту, що природно обсіпався з горбка, а під впливом полозка, що руйнує ґрунтовий гребінь. Отже, форма і розміри борозни в зоні підсошникової (в зоні подачі насіння) залежать, головним чином, від положення полозка по висоті і глибини ходу сошника. Визначимо оптимальну висоту розташування полозка, за якої забезпечується плоске дно борозни.

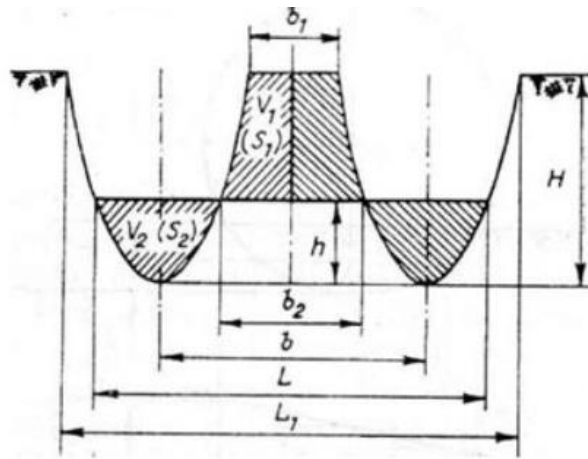


Рис. Визначення розмірів борозди створеною дводисковим сошником

З рис. 7.3 видно, що умовою отримання плоского дна є рівність обсягів ґрунту V_1 і V_2 або, що те саме, перерізів S_1 і S_2 , пропорційних цим обсягам

Перетин S_1 у першому наближенні може бути визначений як площа трапеції, основою якої є $1/2$ ширини верхньої частини гребеня (b_1) та $1/2$ його ширини (b_2) на рівні постановки полозка.

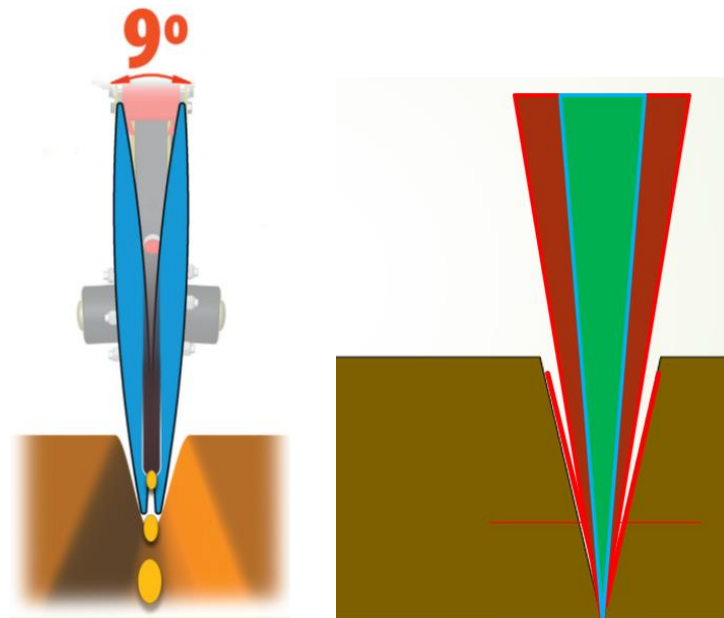


Рис. Кут нахилу дисків сошників до площини борозни
Борозна на 60% вужча, порівняно з 14° .

4. Економічна ефективність проекту

Для розрахунку техніко-економічної ефективності була прийнята методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій, а також рекомендації інших авторів.

Визначались наступні основні вартісні натуральні показники, що враховують виробництво і експлуатацію серійної та експериментальної сівалки: економія експлуатаційних витрат, економія витрат праці, річна економія, окупність додаткових витрат, рентабельність вирощування кукурудзи, металоємність процесу та інше.

Розрахунки техніко-економічної ефективності виконувались на основі матеріалів виробничих випробувань, проведених на полях ТОВ «МЕНА» Ніжинського району Чернігівської області.

Технологічна оцінка машин приведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

Техніко-експлуатаційна характеристика посівних агрегатів

Показники	Варіант	
	Базовий	Новий
1. Марка:трактора сівалки	MT3-89.2 SOLA	MT3-89.2 SOLA
2. Маса: трактора MT3-89.2 , кг сівалки, кг	3147 1125	3147 1065
3. Ширина захвату посівного агрегату, м	5,6	5,6
4. Робоча швидкість, м/с	1,94	2,91
5. Кількість робітників: трактористів сівальників	1 1	1 1
6. Змінна продуктивність, га/змін	21,9	32,85
7. Годинна продуктивність, га/год	3,12	4,69
8. Річне завантаження, год: трактора MT3-89.2 сівалки SOLA	1800 50	1800 50
9. Річний виробіток посівних агрегатів, га	156,0	234,5

Експериментальна сівалка була виготовлена на базі серійної кукурудзяної сівалки SOLA. Якість виконання сівби експериментальною сівалкою, обладнаною швидкісним висівним апаратом, значно вища показників серійної кукурудзяної сівалки SOLA. Перевірка ефективності агрегатів виконувалась на

ділянках з довжиною гону в середньому 1000 м і загальною площею до 100 гектарів.

Експлуатаційні витрати експериментальної і серійної кукурудзяної сівалок визначались порівнянням затрат на виконання сівби кукурудзи. Були складені технологічні карти на вирощування кукурудзи сорту

«Дніпропетровська 247МВ» із застосуванням серійної кукурудзяної сівалки SOLA і експериментальної, яка була обладнана швидкісним відцентровим висівним апаратом.

Розраховані дані продуктивності посівного агрегату, що записані в таблиці 6.2, визначалися за формулою [5, 20, 28, 32. 36]

$$W = 0,36 \cdot V \cdot T \cdot B \cdot r, \quad (6.1)$$

де W - змінна продуктивність, га/зміну;

V - робоча швидкість посівного агрегату, м/с;

T - тривалість часу зміни, год;

B - ширина захвату агрегату, м;

r - коефіцієнт використання часу зміни.

Змінна продуктивність експериментального кукурудзяного посівного агрегату склала

$$W = 0,36 \cdot 5,6 \cdot 2,91 \cdot 7 \cdot 0,8 = 32,85 \text{ га/зміну.}$$

Для серійного кукурудзяного посівного агрегату змінна продуктивність визначалась аналогічно.

Вихідні данні для розрахунку виробничих витрат подані в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3.

Вихідні техніко-економічні данні

Показники	Варіант	
	Базовий	Новий
Балансова вартість, грн.: трактора МТЗ 89.2 сівалки SOLA	113160 75000	113160 75000
Годинна ставка оплати з надбавками і нарахуваннями (середня по зонах), грн. трактористу на сівбі цукрових кукурудзи сівальнику	100,0 85,0	100,0 85,0
Норма амортизаційних відрахувань, %: тракторів сівалок і зчіпок	17,5 14,2	17,5 14,2
Норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, %: тракторів кукурудзяних сівалок	8 18	8 18
Розхід палива при сівбі кукурудзи, кг/год	9,1	10,3

Розрахунок амортизаційних відрахувань, відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування виконувалось окремо для трактора і кукурудзяної сівалки. Амортизаційні відрахування (на реновацію і капітальний ремонт) трактора і сівалки визначалися за формулою [5, 20]

$$A = \frac{B}{100 A_3} \quad (6.2)$$

де А - відрахування на амортизацію, грн.;

В - балансова вартість, грн.;

A₃ - річне завантаження, год.

Сума амортизаційних відрахувань по базовому посівному агрегату склала

$$A_6 = \frac{113160 \cdot 17,5}{100 \cdot 1800} + \frac{75000 \cdot 14,2}{100 \cdot 50} = 224 \text{ грн/год}$$

$$A_6 = \frac{224}{3.12} = 77,79 \text{ грн/га}$$

Визначення відрахувань на амортизацію по експериментальному посівному агрегату проводилось аналогічно. Результати визначення амортизаційних відрахувань приведені в таблиці 6.4.

Розрахунок відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування трактора і сівалки проводилось за формулою [20, 32]

$$R = \frac{a'}{100A'}, \quad (6.3)$$

де R - відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн.;

a' - норми відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, %.

Тоді відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування по новому посівному агрегату будуть рівні:

- на годину роботи

$$R_{\text{н}} = \frac{111608}{100 \cdot 1800} + \frac{75000 \cdot 18}{100 \cdot 50} = 2,5 \text{ грн./год.};$$

- на 1 га посівів

$$R'_n = 25,6 = 5,6 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування по базовому посівному агрегаті вираховувалось аналогічно, значення їх представлені в таблиці 6.4.

Прямі виробничі витрати на експлуатацію посівних агрегатів, що змінювались в залежності від застосованої сівалки, визначались за формулою [20, 32]

$$U = Z + A + C_r + x$$

де U - прямі виробничі витрати з експлуатації агрегатів, грн.;

Z - заробітна плата робочих, які обслуговують агрегат, грн/га;

A' - сума амортизаційних відрахувань (на реновацію і капітальний ремонт), грн/га;

R' - відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

C - витрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га;

X - витрати на зберігання машин, грн./га.

$$x = \frac{0,078}{W_r};$$

$$x_o = \frac{0,078}{.12} = 0,025 \text{ грн./га;}$$

$$x_n = \frac{0,078}{4,6} = 0,01 \text{ грн./га.}$$

Для серійного кукурудзяного посівного агрегату прямі виробничі витрати з його експлуатації становитимуть

$$U_o = 8,47 + 77,79 + 91,06 + 20,41 + 0,025 = 197,76 \text{ грн./га.}$$

Розрахунок прямих виробничих витрат експериментальної кукурудзяної сівалки посівного агрегату виконується аналогічно. Результати розрахунків поміщені в таблиці 6.4.

Питомі капіталовкладення відповідно при використанні серійної і експериментальної сівалок визначались по балансовій вартості придбання машин (відповідно існуючих каталогів на нову техніку та річним звітам господарства).

Питомі капіталовкладення визначались за формулою [20, 32].

$$K = \frac{\Sigma K}{Az}, \quad (6.5)$$

де K - питомі капітальні вкладення, грн.;

ΣK - загальна сума капітальних вкладень, грн.

При використанні серійної сівалки питомі капітальні вкладення на один гектар посівів базовим агрегатом склали

$$K_6 = \left(\frac{113160}{1800} + \frac{75000}{50} \right) \cdot \frac{1}{3,12} = 500,12 \text{ грн/га}$$

Аналогічно визначались питомі капітальні вкладення на гектар посівів кукурудзи експериментальним посівним агрегатом (табл. 6.4).

Таблиця 6.4.

Визначення питомих виробничих витрат і капітальних вкладень, грн./га

Показники	Варіант	
	Базовий	Новий
Амортизаційні відрахування	77,79	47,76
Відрахування на поточний ремонт і ТО	91,06	58,64
Заробітна плата:		
- трактористів	4,58	3,05
- сівальників	3,89	2,59
Вартість палива	20,41	15,47
Витрати на зберігання машини	0,025	0,017
Прямі виробничі витрати з експлуатації посівних агрегатів, всього	197,76	127,53
Питомі капітальні вкладення	500,12	328,20

Річний госпрозрахунковий економічний ефект визначався виходячи з економії прямих виробничих витрат

$$E_x = (U_b - U_n) \cdot A_n, \quad (6.6)$$

де E_x - річний госпрозрахунковий економічний ефект, грн.;

U_b - прямі виробничі витрати з експлуатації базового посівного агрегатів, грн./га;

U_n - прямі виробничі витрати з експлуатації експериментального посівного агрегатів, грн./га;

A_n - річний виробіток експериментального посівного агрегату, га.

Госпрозрахунковий річний економічний ефект склав

$$E_x = (197,76 - 127,53) \cdot 234,5 = 16469 \text{ грн.}$$

Річний народногосподарський економічний ефект в сфері експлуатації, тобто від впровадження сівалки, обладнаної експериментальним висівним апаратом для висіву насіння кукурудзи, в сільськогосподарське виробництво, вираховується за формулою

$$E_n = [(U_{\bar{o}} + \epsilon_n \cdot K_{\bar{o}}) - (U_n + \epsilon_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (6.7)$$

де E_n - річний народногосподарський економічний ефект, грн.;

ϵ_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, рівний 0,15.

Кількісне значення символів поміщене в таблиці 5.4.

Підставляємо значення у формулу (5.7) і отримуємо

$$E_n = [(197,76 + 0,15 \cdot 500,12) - (127,53 + 0,15 \cdot 328,20)] \cdot 234,5 = 22516,2 \text{ грн.}$$

Затрати праці на одиницю виконуваної роботи вираховувались за формулою [20, 32]

$$m = \frac{Z_m}{W_e}, \quad (6.8)$$

де Z_m - затрати праці, год./га;

- кількість людей, які обслуговують агрегат, чол.;

W_e - виробіток за час експлуатаційної години, га.

Затрати праці на одиницю виконуваної роботи базовим посівним агрегатом склали

$$m = \frac{2}{3,12} = 0,6 \text{ год./га}$$

Аналогічно вираховувались затрати праці нового експериментального посівного агрегату.

$$m = \frac{2}{4,69} = 0,3 \text{ год./га.}$$

Результати розрахунків приведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5.

Техніко-економічна ефективність проекту

Показники	Варіанти	
	Базовий	Експериментальний
Затрати праці, год./га	0,64	0,43
Енергоємність процесу сівби, кВт-год/га	14,14	9,41
Металоємність процесу, кг/га.	7,77	5,18
Рівень рентабельності вирощування кукурудзи, %	-	117

Енергоємність визначалась за формулою [20, 32]

$$E = \frac{N_{ен}}{W_r}, \quad (6.9)$$

де E - енергоємність процесу посіву, кВт-год./га;

$N_{ен}$ - номінальна потужність трактора, кВт;

W_r - годинна продуктивність трактора, га/год.

Енергоємність процесу сівби кукурудзи базовим посівним агрегатом складала

$$E = \frac{44,13}{3,12} = 1,1 \text{ кВт-год./га}$$

Визначення енергоємності сівби новим експериментальним посівним агрегатом проводилось аналогічно, результати записані в таблиці 6.5.

Визначення металоємності проводилось за формулою [20, 32]

$$M = \frac{G_m + \frac{G_m \cdot A'_3}{A_3}}{A_n}, \quad (6.10)$$

де G_m - маса агрегатованої машини, кг;

G_m - маса трактора, кг;

A'_3 - завантаження трактора на сівбі кукурудзи, год;

A_3 - річне завантаження трактора, год;

A_n - річний виробіток посівних агрегатів, га.

Металоємність процесу сівби:

- базовим посівним агрегатом

$$M = \frac{1125 + \frac{3147 \cdot 50}{100}}{156.0} = \dots \text{ кг/га.},$$

- експериментальним посівним агрегатом

$$M = \frac{1125 + \frac{3147 \cdot 50}{100}}{234.0} = 5.1 \text{ кг/га.}$$

Результати розрахунків представлені в таблиці 6.5.

Рівень рентабельності вирощування кукурудзи в новому варіанті визначався як співвідношення прибутку Π до повної собівартості C [20, 32]

$$Y_n = \frac{\Pi \cdot 100}{C} \tag{6.11}$$

$$Y_n = \frac{1131 \cdot 100}{970} = 11 \%$$

Цей показник порівнювався з рівнем рентабельності у базовому варіанті, який визначався таким же способом. Значення рівня рентабельності записані в таблиці 6.5.

Як видно з таблиці, затрати на виготовлення експериментального швидкісного висівного апарата не перевищують затрат на виготовлення серійного висівного апарата. Але варто відмітити, що під час сівби кукурудзи сівалкою, яка обладнана експериментальним швидкісним висівним апаратом, зменшуються затрати на вирощування кукурудзи і підвищується урожайність. Додатковий чистий дохід, отриманий при цьому, дає значний економічний ефект.

За всіма основними показниками експериментальна сівалка більш економічно ефективна, ніж серійна кукурудзяна сівалка УПС-8. При використанні експериментальної сівалки забезпечується зниження експлуатаційних затрат на гектар посівів на 35,51 %, затрат праці на 32,81 %. Річний народногосподарський економічний ефект від використання однієї експериментальної сівалки УПС-8Е рівний 22516,2 грн. в порівнянні з використанням серійної кукурудзяної сівалки УПС-8.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене дослідження робочого процесу відцентрового висівного апарата дозволило зробити наступні основні висновки і пропозиції:

1. Конструкція відцентрового висівного апарата має принципову новизну, що підтверджено авторськими свідоцтвами та патентами на винаходи. В цьому апараті насіння подається до внутрішньої порожнини диска, де з допомогою лопатевої крильчатки забезпечується ковзання його з регулюємою швидкістю по внутрішній комірчастій поверхні висівного диска; в комірці диска насіння западає не тільки під дією сили тяжіння, як у серійних апаратів, але й під дією відцентрової сили.

2. Теоретичний аналіз робочого процесу дозволив визначити основні параметри швидкісного висівного апарата: переміщення x насіння по лопаті в залежності від кута α повороту лопаті W її обертання; часу t западання насіння в комірку і довжину l комірки диска у верхньому положенні; довжина L висівного вікна корпусу апарата і довжину L_c щок сошника.

3. При дослідженні роботи відцентрового висівного апарата встановлено, що із зменшенням кута α нахилу робочої грані клинового виштовхувала до нуля розподіл насіння кукурудзи покращується; від зазору a між кінцем лопаті крильчатки і внутрішньою поверхнею диска і від різниці швидкостей ΔV обертання диска і крильчатки коефіцієнт варіації v інтервалів між насінинами залежить криволінійно; при цьому є мінімум величини v при $x^2(\alpha) = 0$; $x_n(\Delta V) = 0$; розподіл насіння практично не залежить від висоти H розміщення апарата над стрічкою приймального транспортера.

4. Порівняльні лабораторні дослідження швидкісного висівного апарата для кукурудзи і апарата серійної кукурудзяної сівалки УПС-8 показали, що поздовжня рівномірність розподілу насіння швидкісним експериментальним висівним апаратом із збільшенням швидкості обертання диска покращується, в той же час в апараті сівалки УПС-8 вона погіршується: коефіцієнт варіації v інтервалів більше на 10-15%, ніж в експериментального висівного апарата.

5. Порівняльні польові дослідження швидкісного експериментального апарата для висіву кукурудзи і серійного апарата сівалки УПС-8 показали, що із збільшенням швидкості руху експериментального посівного агрегату поздовжня рівномірність розподілу сходів покращується: коефіцієнт варіації v в експериментального агрегату при цьому на 35% менше, ніж у серійного.

6. Швидкісний відцентровий однозерновий висівний апарат з оптимальними параметрами був встановлений на експериментальній кукурудзяній сівалці, якою була проведена сімба кукурудзи на зерно на площі два гектари. Ця сімба показала, що при висіві кукурудзи сівалкою, яка була обладнана швидкісним висівним апаратом, урожай зерна кукурудзи збільшився на 15,9% (на контролі урожай зерна кукурудзи становив 46,8 ц/га).

7. В результаті проведення досліджень розроблені і впровадженні стенд для дослідження швидкісних висівних апаратів і лабораторні установки, які можуть бути використані в науково-дослідних інститутах, машино-випробувальних станціях і конструкторських бюро з метою прискорення і більш якісного проведення лабораторних досліджень, а також з удосконалення конструкцій висівних апаратів і посівних секцій.

8. Швидкісний відцентровий однозерновий висівний апарат насіння просапних культур забезпечує більш рівномірний розподіл насіння кукурудзи і цукрових буряків вздовж рядка, при впровадженні його у виробництво затрати праці на один гектар посівів будуть зменшені; річний економічний ефект від зниження експлуатаційних витрат складає 22516,2 грн.; вартість додатково отриманого з одного гектара зерна кукурудзи становить 1131 гривня, рентабельність вирощування кукурудзи підвищиться на 17%; а додаткові капіталовкладення окупуються за один сезон.

Охорона праці

Посівний агрегат складається з трактора та сівалки. До роботи на посівному агрегаті допускаються особи, яким виповнилося 18 років, що пройшли інструктаж з охорони праці під час експлуатації посівних агрегатів [40]. Перед початком роботи працівник повинен отримати завдання від керівництва на виконання робіт. Перевірити наявність і справність засобів індивідуального захисту, надіти спецодяг і спецвзуття, привести все в порядок. Провести огляд посівного агрегату і переконатися в справності і надійності кріплення всіх частин і елементів. При виявленні пошкоджень елементів посівного агрегату усунути їх. Перевірити наявність протипожежних засобів, аптечки. Встановити послідовність виконання операцій. Провести запуск енергетичної машини (трактора) посівного агрегату. Вразі виявлення несправності обладнання, інших порушень вимог охорони праці повідомити своєму безпосередньому керівнику і приступити до роботи тільки після їх усунення.

Під час виконання роботи посівним агрегатом оператор повинен стежити за роботою посівного агрегату, періодично проводити його візуальний огляд з метою виявлення пошкоджень механізмів, захисних пристроїв. Посів сільськогосподарських культур здійснюється на швидкості встановленій згідно агро вимог для даної культури. Після проходження першої смуги проводимо перевірку глибини та інтервал висіву. При необхідності проводимо регулювання сошників. Змінюючи напрямок руху (поворот, розворот) переводимо посівний агрегат в транспортне положення. Періодично проводимо контроль наявності посівного матеріалу та туків, вразі відсутності системи автоматичного контролю наявності насінневого матеріалу та добрив. В випадку виявлення поломки обладнання посівного агрегату, інших порушень вимог охорони праці, які не можуть бути усунені власними силами повідомляємо про це керівництву. Виконання роботи можливе тільки після усунення загрози чи несправності.

Після закінчення роботи посівний агрегат переводимо в транспортне положення.

Виконуємо очистку його поверхні та огляд елементів і вузлів на наявність пошкоджень. Встановлюємо сівалку на надійні опори на майданчику машинного двору в сухе, добре провітрюване місце. Засоби індивідуального захисту ретельно миються та здаються на зберігання. Обов'язково приймаємо душ. При роботі з посівним агрегатом забороняється: передавати обладнання стороннім особам, експлуатувати пристрій без захисних пристосувань, працювати з обладнанням без використання засобів індивідуального захисту, наближати ноги або руки до рухомих частин, при недостатньому освітленні робочого місця та підходів до нього, працювати з обладнанням під впливом наркотиків, алкоголю, ліків.

1. Світове виробництво кукурудзи. Режим доступу: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/maize/key-facts/world-production/>
2. Кукурудза у світі. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/21184-kukurudza-u-sviti.html>
3. Як обрати ефективну сівалку для просапних культур: коротко про головне. Режим доступу: <https://agroelita.info/yak-obraty-efektyvnu-sivalku-dlya-prosapnyh-kultur-kоротко-pro-holovne/>
4. Зернові сівалки: огляд сучасних моделей. Режим доступу: <https://agroelita.info/zernovi-sivalky-ohliad-suchasnykh-modeley/>
5. Огляд висівних апаратів просапних сівалок. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/oglyad-visivnih-aparativ-prosapnih-sivalok>
6. Kozachenko A P 2004 State, soil-ecological assessment and processes of rehabilitation and use of agricultural lands of the Chelyabinsk region based on adaptive landscape system of agriculture (Monograph. Chelyabinsk) p 380
7. Zyalov V S, Dobrovolsky I P, Khlyzov N T, Rakhimov I R and Barkhatov V 2018 Soil fertility management in the Chelyabinsk region (Monograph. Chelyabinsk) p 193
8. Baker C J, Saxton K E and Ritchie W R 1996 No-Tillage Seeding, Science and Practice, CAB int'l Publishing (Wallingford, Oxon, UK)
9. Gassen D N and Gassen F R 1996 Plantio direto Passo Fundo (Aldeia Sul) p 207
10. Zaitsev A M, Solodun V I and Gorbunova M S 2020 Comparative evaluation of seeding spring wheat methods when using different types of coulters IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 421 (6) 062017
11. Barr J B, Desbiolles J M A, Fielke J M and Ucgul M 2019 Soil and Tillage Research 194 104337
12. Rogovskii I L, Titova L L, Trokhaniak V I, Rosamaha Y O, Blesnyuk O V and Ohiienko A V 2019 INMATEH - Agricultural Engineering 58 (2) pp 137-146
13. Nemtinov K, Eruslanov A and Nemtinova Y 2018 Rationale construction of individual elements of technological complex MATEC Web of Conferences 224

02036 DAICRA 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 699
(2021) 012013 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/699/1/012013 8

14. Kukharets S, Golub G, Biletskii V and Medvedskiy O 2018 Research in Agricultural Engineering 64 (4) pp 195-201
15. Kühling I, Redozubov D, Broll G and Trautz D 2017 Soil and Tillage Research 170 pp 43-52
16. Rakhimov I R, Khamitov Ya Yu and Fetisov E O 2020 Bulletin of the Bashkir SAU 2 (54) pp 110-119
17. Handbook of the designer of agricultural machines 1967 (Under the editorship of M.I. Kletskin, in four volumes. Volume 1 publishing house "Mashinostroenie" M.) p 721
18. Rakhimov R S and Rakhimov I R 2019 Determination of the metal content of tillage machines and sowing machines Materials of the conference of the SUrSAU
19. Лабурдов О.П. Агротехнические аспекты функционирования сошников зернотуковых сеялок: тез. докл. 44-й науч.-практ. конф. проф.-препод. сост., ГСХИ, апрель, 2020. Гродно, 2020. 137 с.
20. Гайдуков В.А. Повышение качества посева зерновых культур сошниковой группой с распределением и прикатыванием семян по ленте: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Горки: БГСХА, 1998. –20 с.
21. Погоньшев В.А. Повышение износостойкости восстановленных узлов трения сельскохозяйственных машин фрикционным нанесением пленок пластичных металлов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Калинин, 1990. 24 с.
22. Погоньшев В.А. Повышение износо- и фреттингостойкости деталей машин модифицированием поверхностей: автореф. дис. ... д-ра техн. наук.. Брянск, 2000. 40 с.
23. Погоньшев В.А., Логунов В.В. Повышение износостойкости шеек коленчатого вала путем нанесения пленок пластичных металлов // Упрочняющие технологии и покрытия. 2013. № 6 (102). С. 47-48.

24. Способ гашения колебаний: пат. 2126916. Рос. Федерация / Погоньшев В.А., Харченко В.С., Матанцева В.А., Романеев Н.А., Хохлов А.Г.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия, Брянский государственный технический университет; заявл. 31.05.96; опубл. 27.02.1999; Бюл. № 6
25. Обзор и сравнительная оценка существующих конструкций сошников / В.И. Самусенко, В.М. Кузюр, Л.С. Киселева, В.И. Коцуба, А.Е. Улахович // Инновации и технологический прорыв в АПК: сборник науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 229-235.
26. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В.И. Коцуба, К.Л. Пузевич, В.В. Пузевич, В.М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин с/х назначения: сб. науч. тр. Брянск: Брянский ГАУ, 2020. С. 107-113.
27. Материально-техническое обеспечение и инновационное развитие АПК Брянской области / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев и др. // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. тр. XII междунар. науч.-практ. конф., 25-26 марта 2021 г. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. С. 388-400.
28. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев и др. // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
29. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. 1 (17). С. 30-32.
30. Гаврильченко О. 2005. Обоснование параметров и разработка конструкции культиваторных лап с криволинейным лезвием.: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Гаврильченко О. – Киев. – Главаха. – 20 (Украина).
31. Горячкин В. 1965. Собрание сочинений / В. Горячкин. – Т. 3. – М.: Колос. – 384.
32. Коваль С. 2008. Тенденции развития конструкций зерновых сеялок. Научнотехнический журнал «Техника АПК». № 5. –12–19.

- 33.Кваша Ю. 2005. Пропашные сеялки ОАО «Красная звезда» – уверенный взгляд в будущее. Научно-технический журнал «Техника в АПК». № 6. – 9–11.
- 34.Любушко Н., Гламаздина Л., Зайцев И. 1985. Совершенствование двухдискового сошника для равномерной заделки семян // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – № 8. – 33–35.
- 35.Морозов И. 1979. Анализ работы сошников. // Совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин. Сб. научн. тр. – М
- 36.Морозов И. 1984. Посевные и посадочные машины.: Проблемная лекция. – М. – 75.
- 37.Морозов И. 1997. Новые направления совершенствования процесса бороздообразования. Сб. научн. тр. ХГТУСХ, – Харьков. – 186–187
- 38.Морозов И. 1997. Повышение эксплуатационной надежности зерновых сеялок за счет нового процесса движения семян в сошнике. Сб. научн. тр. ХГТУСХ. Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин. – Харьков.
- 39.Морозов И. 2003. Развитие и совершенствование состояния конструкций сошников зерновых сеялок. – Дослідницьке. – 114–117.
- 40.Морозов И. 2011. Научное обоснование процесса взаимодействия рабочих органов сеялок с почвой / И.В. Морозов, В.Г. Власенко, Н.Г. Доценко // Научно-производственный журнал «Техника и технологии АПК» № 10 (октябрь). – Киев. – 18–21.
- 41.Морозов И. 2012. Особенность технологического процесса выполняемого двухдисковым сошником и роль в нем основных параметров / И. Морозов // Вестник ХНТУСХ им. П. Василенка. Вып. 124, Том 1. – Харьков. –206–211.
- 42.Морозов И. 2013. Обоснование параметров процесса высева семян сеялкой / И.В. Морозов, Д.А. Ящук // Вестник ХНТУСХ им. П. Василенка. Вып. 135 «Механизация сельскохозяйственного производства». – Харьков. – 379–383.

43. Морозов И. 2014. Обоснование модели формирования почвенного посевного слоя для семян / И. Морозов, В. Морозов / Вестник ХНТУСХ им. П. Василенка. Вып. 148 «Механизация сельскохозяйственного производства». – Харьков. – С. 102–105.
44. Морозов И., Бобрусь И., Сысолин П. и др. 1975. Исследование процесса бороздообразования рабочими органами посевных машин // Сб. научн. тр. МИИСП. Том КсИИ, вып. 1, Част' ИИ. – М. – 18–24.
45. Морозов И. 2003. Технические и технологические основы усовершенствования конструкции сошников зерновых сеялок. Диссертация на получение научной степени доктора технических наук. Тернополь. – 400. (Украина).
46. Шмат С. 2009. Усовершенствование сошника прямого посева зерновых культур. Научнотехнический журнал «Техника АПК». № 6. –12–18 (Украина).
47. Сысолин П. 2003. Обеспечение оптимальных норм посева зерновых культур за счет повышения качества загробания семян / техникотехнологические аспекты развития и испытаний новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины: Зб. научн. тр. – Дослідницьке. – Вып. 6 (20). Книга 1. – 68–72. (Украина).
48. Сысолин П., Бойко А. 2006. Новые сошники для качественного посева зерновых культур. Научно-технический журнал «Техника АПК». № 6. – 6–8. (Украина).