

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

УДК 631.3

ЛІСОВЕЦЬ ПАВЛО СЕРГІЙОВИЧ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МОДЕРНІЗАЦІЯ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ П. С. Лісовець

Керівник роботи
д. т. н., проф. Грабар І. Г.

Житомир-2025

АНОТАЦІЯ

Лісовець Павло Сергійович. Модернізація сівалки точного висіву. – кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності процесу сівби просапних культур шляхом конструктивного вдосконалення пневматичної сівалки УПС-8. У роботі розглянуто сучасні агротехнічні вимоги до посівних машин, проведено аналіз недоліків базової комплектації сівалки, зокрема низької ефективності роботи полозовидних сошників в умовах наявності рослинних решток.

Окрему увагу приділено обґрунтуванню доцільності модернізації сошникової групи шляхом заміни штатного полозовидного сошника на дводисковий. Досліджено теоретичні аспекти взаємодії дискових робочих органів із ґрунтом та визначено раціональні параметри кута входження дисків для забезпечення стабільної глибини загортання.

У підсумковій частині роботи узагальнено результати розрахунків щодо покращення якісних показників сівби модернізованим агрегатом. Окремо проаналізовано вплив запропонованих змін на зниження тягового опору сівалки та можливість її використання в технологіях мінімального обробітку ґрунту.

Практична значущість дослідження полягає у розробці інженерних рішень для удосконалення сівалки УПС-8, що дозволяє суттєво підвищити якість формування насінневого ложа та рівномірність сходів.

Робота містить список використаних джерел, які стали теоретичною та методичною основою для проведення дослідження.

Ключові слова: сівалка УПС-8, дводисковий сошник, модернізація, якість сівби, просапні культури.

ABSTRACT

Lisovets Pavlo Serhiyovych. Modernization of a precision seeder. – Qualifying paper as a manuscript.

Master's thesis for the degree of Master in specialty 208 – Agroengineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The qualifying paper is devoted to improving the efficiency of the sowing process for row crops through the design improvement of the pneumatic seeder UPS-8. The thesis examines modern agrotechnical requirements for seeding machines and analyzes the shortcomings of the seeder's basic configuration, particularly the low efficiency of runner-type coulters in the presence of crop residues.

Particular attention is paid to justifying the feasibility of modernizing the coulters group by replacing the standard runner-type coulter with a double-disc one. Theoretical aspects of the interaction between the disc working components and the soil were investigated, and rational parameters for the discs' entry angle were determined to ensure stable seed placement depth.

The final part of the paper summarizes the calculation results regarding the improvement of sowing quality indicators using the modernized unit. The impact of the proposed changes on reducing the seeder's traction resistance and the possibility of its use in minimum tillage technologies is analyzed separately.

The practical significance of the research lies in the development of engineering solutions for retrofitting the UPS-8 seeder, which significantly improves the quality of seedbed formation and seedling emergence uniformity.

The paper includes a list of references that served as the theoretical and methodological basis for the research.

Keywords: UPS-8 seeder, double-disc coulter, modernization, sowing quality, row crops.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ І АНАЛІЗ ПАТЕНТНОГО ФОНДУ	7
1.1.Огляд сівалок точного висіву та їх конструкцій.....	7
1.2.Дослідження патентів	13
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ УПС-8	18
2.1.Агротехнічні вимоги до сівби просапних культур в умовах сучасного землеробства	18
2.2. Аналіз конструкції та технологічного процесу базової сівалки УПС-8....	19
2.3.Технологічна оцінка недоліків полозовидного сошника.....	23
2.4.Обґрунтування модернізації та запропоноване удосконалення УПС-8.....	24
Висновки до розділу 2	27
РОЗДІЛ 3. МОДЕРНІЗАЦІЯ СОШНИКОВОГО ВУЗЛА СІВАЛКИ	28
3.1.Детальний опис удосконаленої конструкції.....	28
3.2.Принцип дії дводискового сошника.....	30
3.3. Розрахунки параметрів дводискового сошника та розрахунки на міцність	30
3.4. Аналіз ефективності впровадження удосконаленого сошникового вузла	38
Висновки до розділу 3	41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Актуальність теми. Точний висів просапних культур є фундаментом для отримання високих врожаїв, а його якість безпосередньо залежить від конструкції сошникової групи. Однією з найбільш відповідальних технологічних операцій у рослинництві є сівба, якість виконання якої закладає основу майбутнього врожаю. Від точності дозування насіння, рівномірності його розподілу по площі живлення та стабільності глибини загортання безпосередньо залежить польова схожість і динаміка розвитку рослин.

Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарського машинобудування спрямовані на створення високопродуктивних посівних комплексів, адаптованих до різних технологій ґрунтообробітку. Проте значна частина технічного парку вітчизняних аграріїв складається з машин попередніх поколінь, які, маючи надійну базу, морально застаріли у вузлах контакту з ґрунтом. В умовах зростання вартості нової техніки, економічно доцільним та інженерно обґрунтованим шляхом є модернізація наявних агрегатів. Удосконалення їх конструкції дозволяє з мінімальними капіталовкладеннями отримати агротехнічні показники, співмірні із сучасними зразками, що робить даний напрямок досліджень важливим та своєчасним.

Метою роботи є: підвищення якісних показників сівби просапних культур шляхом модернізації посівної секції сівалки УПС-8, що полягає у заміні полозовидного сошника на дводисковий.

Задачі, які потрібно вирішити для досягнення поставленої мети:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій сошників для сівалок точного висіву та виявити недоліки роботи базового сошника УПС-8.

2. Обґрунтувати конструкцію дводискового сошника та розрахувати його основні параметри.
3. Дослідити вплив параметрів нового сошника на якісні показники сівби.
4. Розробити рекомендації щодо переобладнання сівалки.

Об'єкт дослідження – технологічний процес сівби просапних культур пневматичними сівалками.

Предмет дослідження – закономірності впливу конструктивних параметрів сошникової групи на якість виконання сівби.

Методи виконання роботи. Робота ґрунтується на системному підході до аналізу технологічних процесів. Теоретичні дослідження виконано з використанням основ механіки та математичного моделювання взаємодії робочих органів сівалок з ґрунтом.

Перелік публікацій автора за темою роботи:

1. Лісовець П. С. Розробка раціональної конструкції сошника сівалки точного висіву. Науковий альманах «Crosspoint». Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2025. С. 227-228.
2. Лісовець П. С. Оцінка систем копіювання рельєфу посівних секцій сівалок точного висіву. Науковий альманах «Crosspoint». Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2025. С. 235-236.
3. Лісовець П. С. Оцінка технічного рівня полозовидного та дводискового сошників сівалок точного висіву. Науковий альманах «Crosspoint». Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2025. С. 238-239.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел з 19 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 45 сторінок комп'ютерного тексту, 17 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ І АНАЛІЗ ПАТЕНТНОГО ФОНДУ

1.1.Огляд сівалок точного висіву та їх конструкцій

Забезпечення високої врожайності просапних культур безпосередньо залежить від дотримання агротехнічних вимог до сівби: рівномірного розподілу насіння в рядку та стабільності глибини його загортання. Ключову роль у цьому технологічному процесі відіграють сівалки точного висіву, конструкція яких постійно еволюціонує у напрямку підвищення робочих швидкостей та адаптації до різних технологій ґрунтообробки.

Тому, для подальшого дослідження розглянемо деякі сівалки точного висіву.

Exaline GR (рис. 1.1) — це сучасна українська пневматична сівалка точного висіву просапних культур, розроблена підприємством *Agrokalina*. Вона призначена для посіву кукурудзи, соняшнику, сої, ріпаку та інших культур із дотриманням заданої норми й рівномірного розміщення насіння у рядку. Висів здійснюється вакуумною системою дозування з використанням змінних висівних дисків, що дозволяє зменшити кількість пропусків і двійників.



Рис. 1.1. Сівалка «Exaline GR»

За конструкцією сівалка оснащена дисково-анкерними сошниками, копіювальними колесами та системою закриття борозни з регульованим тиском. Передбачена можливість одночасного внесення мінеральних добрив через окремий сошник, що покращує стартові умови розвитку рослин і зменшує кількість технологічних проходів по полю. Глибина загортання насіння та притискне зусилля регулюються, що забезпечує адаптацію до різних ґрунтово-кліматичних умов[1].

Exaline GR розрахована на робочу швидкість до 10–12 км/год і агрегується з тракторами потужністю від близько 100 к.с., що робить її придатною для середніх і великих господарств[1].

VEGA 8 PROFI(рис. 1.2) — українська пневматична сівалка точного висіву просапних культур, розроблена для умов класичного та мінімального обробітку ґрунту. Призначена для висіву кукурудзи, соняшнику, сої та інших культур з міжряддям 70 см. Висів здійснюється вакуумним апаратом із використанням змінних висівних дисків, що забезпечує стабільну норму висіву при робочих швидкостях до 8–10 км/год[4].



Рис. 1.2. Сівалка «VEGA 8 PROFI»[4]

Сівалка оснащена дводисковими сошниками, копіювальними колесами та V-подібною системою закриття борозни. Передбачене одночасне внесення мінеральних добрив окремими тукопроводами. VEGA 8 PROFI вирізняється відносно простою конструкцією, ремонтпридатністю та адаптацією до агрегування з тракторами від 80–90 к.с., що робить її практичним рішенням для середніх господарств[4].

AMAZONE Precea-TCC(рис. 1.3) — високотехнологічна європейська сівалка точного висіву, розрахована на великі господарства та високу продуктивність. Ключова особливість — система Central Seed Supply, при якій насіння подається з центрального бункера до рядкових секцій пневмотранспортуванням. Це зменшує простой на заправку та забезпечує стабільний висів[1].



Рис. 1.3. Сівалка «AMAZONE Precea-TCC»

Сівалка здатна працювати на швидкостях до 15 км/год без суттєвої втрати точності. Оснащується електроприводами висівних апаратів, автоматичним відключенням секцій, системами контролю глибини та притискного зусилля[1].

Kinze 3505 (рис. 1.4)— універсальна 6- або 8-рядна сівалка точного висіву для просапних культур, розрахована на малі та середні господарства. Вона оснащена міцною жорсткою рамою з поворотною віссю, що забезпечує зручне транспортування та маневреність на невеликих полях. Вакуумна система висіву гарантує рівномірне розміщення насіння кукурудзи, сої, соняшнику та інших культур при робочих швидкостях до 12–13 км/год[10].



Рис. 1.4. Сівалка «Kinze 3505»

Сівалка може комплектуватися сучасними опціями — електроприводом висівних апаратів, автоматичним контролем глибини загортання, системами точного землеробства та внесенням сухих або рідких добрив. Завдяки поєднанню надійної механічної бази та можливості модернізації, Kinze 3505 вважається практичним і довговічним рішенням для інтенсивної експлуатації[10].

Узагальнюючи огляд сучасних сівалок точного висіву, можна виділити ряд характерних недоліків та експлуатаційних обмежень:

- Більшість сучасних пневматичних агрегатів вимагають агрегатування з тракторами потужністю від 80–100 к.с., що може бути проблематичним для господарств із парком менш потужної техніки.
- Використання жорстких рам у деяких моделях забезпечує надійність, але може знижувати ефективність копіювання рельєфу на нерівних полях порівняно з гнучкими конструкціями.
- Впровадження електронних систем дозування, електроприводів та централізованої подачі насіння, хоч і підвищує продуктивність, значно

ускладнює технічне обслуговування та потребує високої кваліфікації персоналу.

- Використання комбінованих дисково-анкерних сошників замість класичних дводискових може створювати додатковий тяговий опір під час роботи.
- Високопродуктивні комплекси часто є економічно недоцільними для малих площ, тоді як моделі для середніх господарств не забезпечують необхідної продуктивності для великих агрохолдингів.

Перевагами використання дводискових сошників у сучасних сівалках є:

1. Адаптація до Mini-Till та No-Till: дводискові сошники дозволяють працювати в умовах мінімального обробітку ґрунту. Вони краще розрізають рослинні рештки порівняно з анкерними аналогами, які схильні до забивання.
2. Підвищення робочої швидкості: Сівалки з дисковими робочими органами демонструють стабільну роботу на швидкостях 10–15 км/год. Дводисковий сошник має менший опір ґрунту і кращу обтічність, що дозволяє зберігати якість укладання насіння на високій швидкості.
3. Стабільність глибини загортання: Конструкція дводискового сошника у поєднанні з копіювальними колесами забезпечує чітке дотримання агротехнічних вимог щодо глибини, що є критичним для рівномірності сходів.
4. Формування якісного насіннєвого ложа: V-подібна система закриття борозни, характерна для дводискових сошників, забезпечує оптимальний контакт насіння з ґрунтом, що покращує умови проростання.

1.2.Дослідження патентів

У ході дослідження патентної документації було обрано для ґрунтового розгляду нижченаведені патенти.

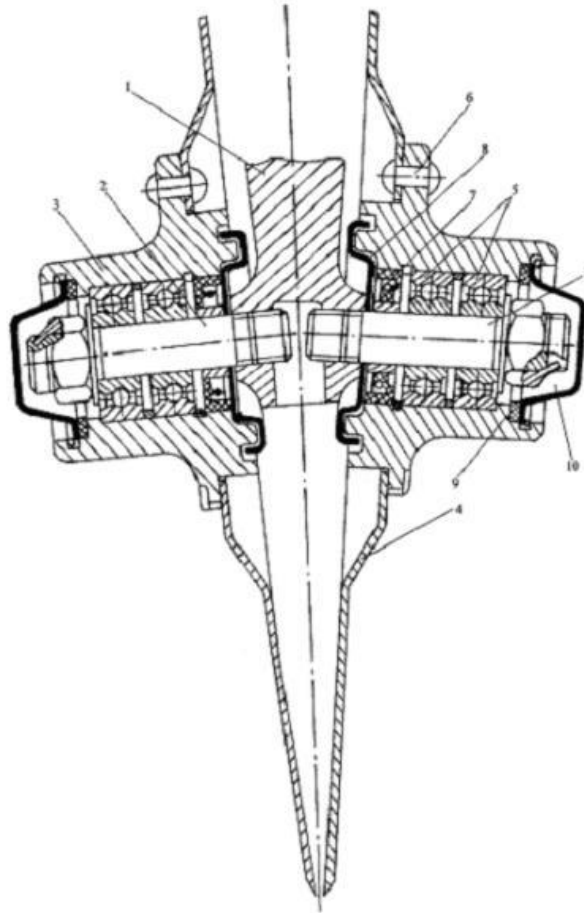


Рис. 1.6.Патент № 16754 «Дводисковий сошник»[8]

Опис технічного рішення

У розглянутому патенті(Рис. 1.6) пропонується конструкція дводискового сошника, спрямована на вирішення проблеми низької надійності підшипникових вузлів та деформації дисків під час роботи на важких ґрунтах[8].

Головною конструктивною відмінністю запропонованого сошника є зміна геометрії дисків та схеми їх базування. На відміну від класичних плоских дисків, у даній розробці диски в центральній зоні виконані у формі зрізаного конуса. Кріплення дисків до корпусу сошника здійснюється через маточини, кожна з

яких базується не на одному (як у штатних аналогах), а на двох шарикопідшипниках[8].

Принцип роботи

Робочий процес здійснюється аналогічно класичному дводисковому сошнику: диски під кутом прорізають ґрунт, формуючи насіннєве ложе. Насіння та добрива подаються в борозну через напрямник, розташований у міждисковому просторі. Герметизація підшипникового вузла забезпечується системою ущільнень: з внутрішнього боку — манжетою та пиловловлювачем, із зовнішнього — прокладкою та захисним ковпачком[8].

Переваги конструкції

1. Підвищена жорсткість диска: Форма зрізаного конуса в центральній частині відіграє роль ребра жорсткості. Це запобігає вигинанню диска («тарілчастій» деформації) при наїзді на перешкоди або роботі на твердому ґрунті, що гарантує стабільність геометричних параметрів сошника.
2. Довговічність вузла обертання: Встановлення двох підшипників на кожен диск розподіляє радіальне та осьове навантаження значно ефективніше, ніж однопідшипникова схема. Це усуває люфт (розхитування) диска, який є головною причиною заклинювання сошників та нерівномірності ширини борозни.
3. Покращений волого- та пилозахист: Наявність пиловловлювача та манжети є критично важливою для роботи в абразивному середовищі ґрунту, що збільшує міжсервісний інтервал.

Недоліки та критичний аналіз

1. Складність та вартість: Використання чотирьох підшипників на один сошник подвоює витрати на комплектуючі та збільшує металомісткість вузла.

2. Ремонтопридатність: Кріплення дисків до маточини за допомогою заклепок ускладнює їх заміну в польових умовах порівняно з болтовим з'єднанням. Для заміни зношеного диска доведеться зрізати заклепки.
3. Габарити вузла: Розміщення двох підшипників може збільшити ширину маточини, що потенційно впливає на кут розходження дисків і, як наслідок, на ширину борозни, що потребує перевірки на відповідність агротехнічним вимогам для просапних культур.

Висновок

Дане технічне рішення є актуальним для модернізації сівалки УПС-8. Ідея використання двох підшипників є доцільною для підвищення ресурсу, проте форму диска варто розглядати крізь призму технологічності виготовлення.

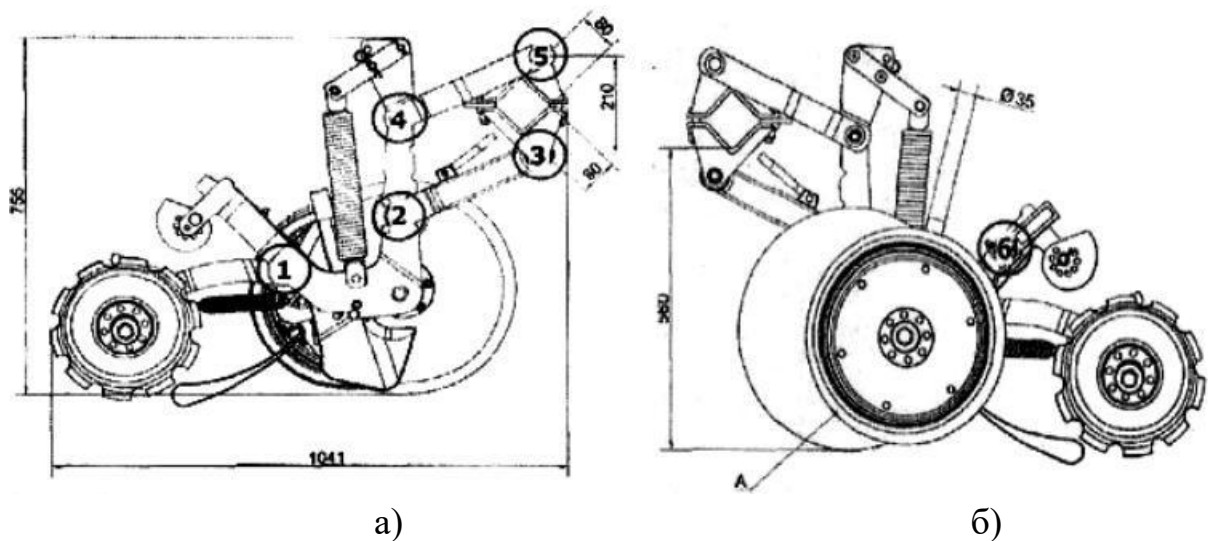


Рис. 1.7. Патент №94776 «Посівний комплекс»[14]

Об'єкт дослідження(рис. 1.7): Вузли тертя та рухомі з'єднання універсального дисково-анкерного сошника посівного комплексу[14].

Суть технічного рішення

Автори патенту пропонують вирішити проблему високої трудомісткості технічного обслуговування та прискореного зносу шарнірних з'єднань, які працюють в умовах підвищеної запиленості та агресивного середовища[14].

Інновація полягає у відмові від класичних металевих втулок, що потребують регулярного змащування, на користь використання самозмащувальних полімерних композиційних матеріалів[14].

Модернізації піддаються наступні вузли[14]:

1. Втулки нижніх важелів паралелограмної підвіски.
2. Втулки системи безпеки сошника.
3. Осі важелів прикочувальних коліс.
4. Втулки напрямних маркерів.

Інженерний аналіз ефективності

- Експлуатаційна автономність: Це головна перевага. У класичних сівалках на кожную секцію припадає 4-8 точок змащування. Використання полімерів усуває необхідність щозмінного шприцювання солідолом, що значно економить час механізатора під час посівної кампанії.
- Хімічна стійкість: Полімерні композити, на відміну від сталі чи бронзи, не піддаються корозії при контакті з мінеральними добривами та вологою. Це критично важливо для вузлів сошника, які працюють безпосередньо в зоні внесення туків.
- Демпфування вібрацій: Композитні матеріали мають кращі показники гасіння вібрацій, ніж метал, що може зменшити втому металу в місцях кріплення сошника до рами.
- Ремонтопридатність: Заміна зношеної полімерної втулки є дешевшою і простішою операцією, ніж відновлення розбитого металевого отвору важеля.

Критичні зауваження та ризики

- **Механічна міцність:** Полімерні втулки мають меншу несучу здатність порівняно з загартованою сталлю. У вузлах із високими ударними навантаженнями полімер може деформуватися або тріснути.
- **Температурний режим:** Властивості полімерів можуть змінюватися залежно від температури, що вимагає ретельного підбору марки композиту.
- **Абразивне зношування:** Хоча матеріал самозмащувальний, потрапляння піску у зазор між втулкою та віссю може призвести до швидкого стирання полімеру, якщо не передбачено якісних пильовиків.

Висновок: Даний патент є яскравим прикладом сучасного тренду в сільгоспмашинобудуванні — переходу до необслуговуваних вузлів.

Висновки до розділу 1

1.Огляд сівалок підтвердив необхідність переходу до дводискових сошників. Таке рішення дозволяє підвищити робочу швидкість до 10–12 км/год та адаптувати агрегати до технологій Mini-Till із забезпеченням стабільної глибини загортання на різних типах ґрунтів.

2.Дослідження патентів довело доцільність встановлення двох підшипників на маточину диска для усунення люфтів та підвищення жорсткості вузла. Також підтверджено ефективність використання самозмащувальних композитів у шарнірах, що вирішує проблему корозії та суттєво зменшує трудомісткість технічного обслуговування.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ УПС-8

2.1. Агротехнічні вимоги до сівби просапних культур в умовах сучасного землеробства

Сучасне виробництво основних просапних культур України (кукурудзи, соняшнику, сої) базується на суворому дотриманні технологічних регламентів. Етап сівби є найбільш критичним, оскільки помилки, допущені в цей період (нерівномірність сходів, пропуски, двійники), неможливо виправити у подальшому вегетаційному періоді ніякими засобами хімізації чи догляду[6].

Головна мета сівби – створення ідеальних умов для старту рослини. Для цього посівна секція сівалки повинна забезпечити виконання трьох фундаментальних умов[5]:

1. Точне розміщення насіння у просторі(рівномірний інтервал у рядку).
2. Стабільна глибина загортання(розміщення насіння на вологому ущільненому ложі).
3. Якісний контакт «насіння-ґрунт»(забезпечення капілярного підтоку води).

Особливої актуальності набувають вимоги до роботи сівалок в умовах зміни клімату та переходу аграріїв на ресурсозберігаючі технології (Mini-till, Strip-till). Наявність пожнивних решток на поверхні ґрунту, дефіцит води у посівному шарі та необхідність проведення сівби в стислі агротехнічні терміни (що вимагає підвищення робочих швидкостей) ставлять перед конструкторами нові виклики[6].

Узагальнені агротехнічні вимоги до сівби просапних культур, якими керуються при модернізації, наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Агротехнічні вимоги до якості сівби просапних культур

Параметр якості	Нормативне значення	Вплив на врожайність при відхиленні
Глибина загортання	4-8 см (залежно від вологи)	Критичний. Різноглибинність посіву призводить до нерівномірних сходів. Відставання у рості на 1 листок знижує потенціал рослини на 10-15%.
Відхилення від заданої глибини	$\pm 1,0$ см	Якщо > 1 см, сходи з'являються з інтервалом у 2-4 дні, що створює внутрішньовидову конкуренцію.
Контакт насіння з ґрунтом	Щільне ложе знизу, пухкий ґрунт зверху	Поганий контакт (повітряні камери) блокує надходження вологи, насіння пліснявіє або не сходить.
Пошкодження насіння	Не більше 1,5%	Зниження густоти стояння рослин.
Наявність рослинних решток у ложі	Не допускається	Ефект «заминання соломи» ізолює насіння від вологи.

Аналіз цих вимог показує, що головним виконавчим органом, який відповідає за їх дотримання, є сошникові група. Саме від її конструкції залежить, чи ляже насіння на тверде дно, чи буде воно "висіти" в сухій соломі.

2.2. Аналіз конструкції та технологічного процесу базової сівалки УПС-8

Сівалка пневматична УПС-8(Рис. 2.1)призначена для обробітку невеликих площ і може працювати на всіх типах ґрунтів, за винятком гірської місцевості з нахилом рельєфу понад 8° [1].

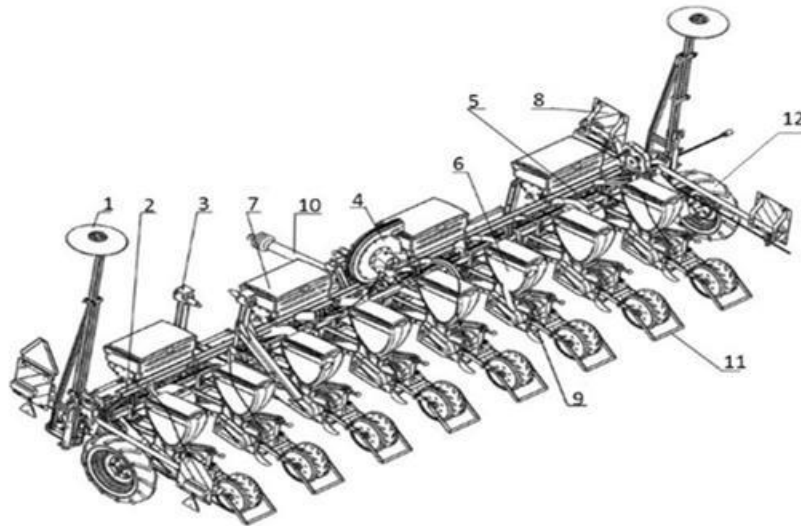


Рис.2.1. Сівалка УПС-8[1]

1 - маркер; 2 - рама; 3 – пристрій транспортний; 4 - вентилятор; 5 - механізм передач; 6 - секція; 7 - туковисівна система; 8 - рефлектор задній; 9 - система контролю висіву; 10 - вал карданний телескопічний з захисним кожухом; 11 - шлейф; 12 - опорно-приводне колесо.

УПС-8 виконує точний висів із густотою від 2 до 43 насінин на погонний метр. Застосування пневматичних апаратів дозволяє в 10 разів зменшити пошкодження насіння різних культур порівняно з механічними аналогами[4].

Для гарантованого однозернового посіву використовується гребінчастий скидач «двійників». Щоб уникнути зависання посівного матеріалу, бункер обладнано ворушилкою, а висівний диск — мішалкою. Конструкція також передбачає розвантажувальні дверцята для швидкого очищення зернової камери. Внесення мінеральних добрив відбувається через додаткові тукові сошники: це дозволяє розміщувати їх збоку від рядка на безпечній відстані, запобігаючи негативному впливу добрив на насіння[3].

Високу надійність агрегату забезпечує двоконтурний механізм редуктора із прямим приводом від шестигранних валів, змонтованих на підшипниках. Завдяки розміщенню опорно-привідних коліс на одній лінії із сошниками забезпечується синхронне копіювання рельєфу поля рамою та секцією. Робоче

розрідження у вакуумній системі створює вентилятор, що працює від ВВП трактора через пасову передачу, яку захищає від передчасного зносу встановлена обгінна муфта[3].

Принцип роботи висівної секції(Рис. 2.2) базується на обертанні диска з отворами (діаметр яких менший за розмір зерна) всередині сошника. Під дією розрідження, створеного вентилятором, до отворів прилипає по одній насінині. При подальшому обертанні диска кожна насінина, минаючи скидач, потрапляє у повітряний потік і «вистрілюється» в ґрунт[11].

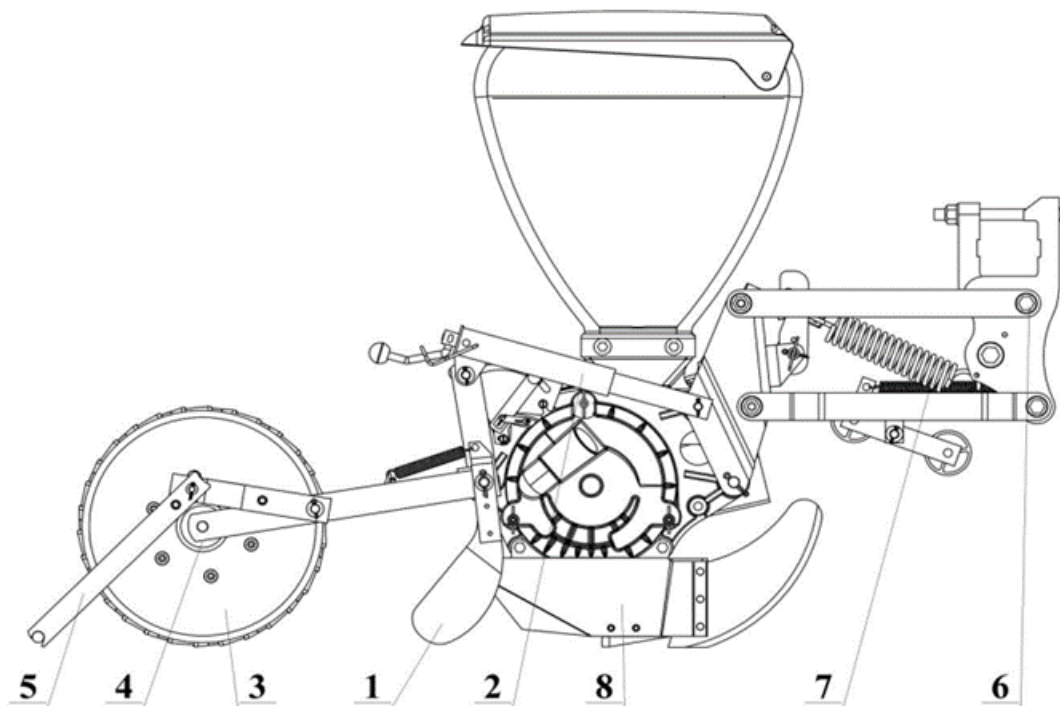


Рис.2.2.Посівна секція сівалки УПС-8

1 – загортач; 2 – регулювальний гвинт; 3 – ковзанка; 4 – підшипник;

5 – шлейф; 6 – підшипник; 7 – пружина; 8 – сошник.

Сівалка універсальна пневматична навісна УПС-8(рис. 2.3) є базовою машиною для багатьох господарств України. Вона призначена для висіву каліброваного та некаліброваного насіння з одночасним внесенням мінеральних добрив[13].



Рис. 2.3. Сівалка пневматична УПС-8

Технологічний процес роботи секції базової комплектації відбувається за класичною схемою[13]:

1. Створення вакууму в камері висівного апарату від вентилятора.
2. Присмоктування насіння до отворів висівного диска.
3. Відсікання зайвого насіння (двійників) скидачем.
4. Скидання насіння у сошник у нижній точці.
5. Утворення посівної борозенки сошником.
6. Укладання насіння на дно борозни.
7. Загортання борозни загортачами та ущільнення прикочуючим колесом.

Основним об'єктом нашого аналізу є полозовидний сошник. Конструктивно він являє собою зварну деталь, що має клиноподібну передню частину (наральник) для розсування ґрунту, щік для утримання стінок борозни від осипання та п'ятки для ущільнення дна[10].

Таблиця 2.2. Технічна характеристика сівалки УПС-8 (базова)

Показник	Значення
Тип машини	Навісна
Ширина захвату, м	5,6
Кількість рядків, шт	8
Міжряддя, см	70
Тип сошника	Полозовидний з тупим кутом входження
Робоча швидкість, км/год	3,6...9
Продуктивність, га/год	2...5
Маса, кг	1270

2.3. Технологічна оцінка недоліків полозовидного сошника

Незважаючи на простоту та низьку вартість, полозовидний сошник має низку суттєвих конструктивних вад, які обмежують ефективність використання сівалки в сучасних умовах. Проведемо детальний аналіз фізики взаємодії такого сошника з ґрунтом[8].

1. Проблема роботи з рослинними рештками. Найголовнішим недоліком є нездатність полозовидного сошника працювати на полях з мінімальним обробітком ґрунту. Сошник має тупий кут входження в ґрунт. При зустрічі зі стеблами кукурудзи або соняшнику він не перерізає їх, а згрібає перед собою. Утворюється вал із рослинних решток та ґрунту перед стійкою сошника. Це явище діє як "подушка", яка створює підйомну силу. В результаті сошник "вимілюється" – самовільно піднімається із заданої глибини. *Наслідок:* Насіння лежить на поверхні або на глибині 1-2 см замість 5-6 см. Польова схожість різко падає[8].

2. Високий тяговий опір. Взаємодія полоза з ґрунтом відбувається за принципом тертя ковзання. Площа контакту щік та п'ятки з ґрунтом досить велика. Це створює значний опір руху, особливо на вологих та важких ґрунтах. *Наслідок:*

Підвищена витрата палива трактора та неможливість працювати на високих швидкостях[9].

3. Формування U-подібного ложа та "фонтанування" ґрунту. Геометрія полозовидного сошника формує борозну з широким U-подібним дном. При роботі на швидкості понад 6-7 км/год сошник починає викидати ґрунт в сторони[9].

- Насіння, падаючи з висоти, може відбитися від дна і закотитися в сторону або зафіксуватися на стінці борозни, а не на дні.
- Широку борозну важко закрити загортачами, особливо якщо ґрунт вологий. Загортачі можуть просто "прорізати" поруч дві смуги, залишивши насіння відкритим.

4. Налипання вологого ґрунту. На вологих чорноземах ґрунт налипає на внутрішні та зовнішні поверхні щік сошника. Це змінює його геометрію, робить борозну рваною, порушує процес падіння насіння[10].

2.4.Обґрунтування модернізації та запропоноване удосконалення УПС-8

Основною метою модернізації є підвищення якості виконання технологічного процесу сівби шляхом оптимізації конструкції сошникової групи.

Розглянемо системи копіювання поверхні сівалок з полозовидним та дисковим сошником.

Розміщення точки контролю глибини та місця падіння насіння на одній лінії забезпечує синхронне копіювання рельєфу, що гарантує високу точність закладання насіння(рис. 2.4(а))[7].

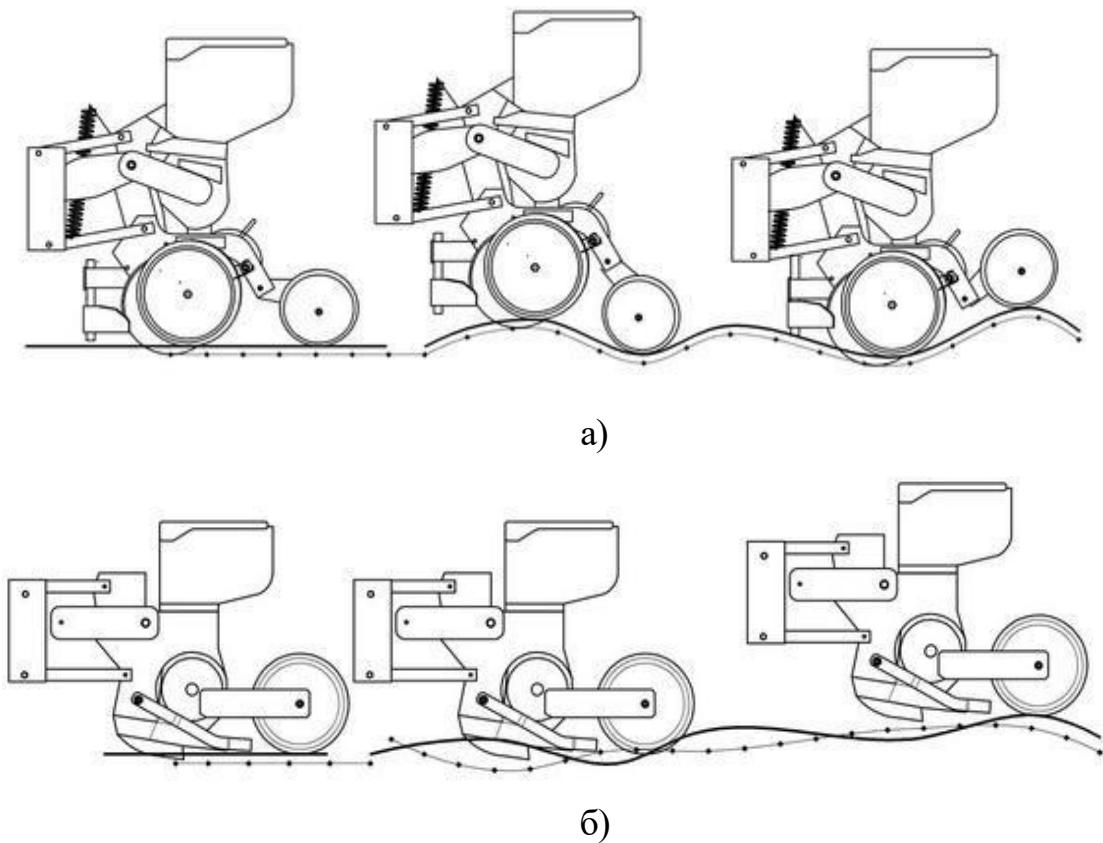


Рис.2.4.Схема копіювання нерівного поля секцією сошника: а) дискового; б) полозовидного[7]

Будь-яке інше взаємне розташування цих вузлів (рис. 2.4(б)) на нерівностях може привести до порушення загортання насіння і, як наслідок, до нерівномірних сходів[7].

Для усунення зазначених недоліків та адаптації сівалки УПС-8 до технологій Mini-till пропонується заміна базового сошника на вдосконалений дводисковий.

Дводисковий сошник (Рис. 2.5) конструктивно складається з двох плоских дисків, встановлених під гострим кутом один до одного (кут атаки), які сходяться в передній нижній точці, утворюючи точку контакту (ріжучу кромку)[12].

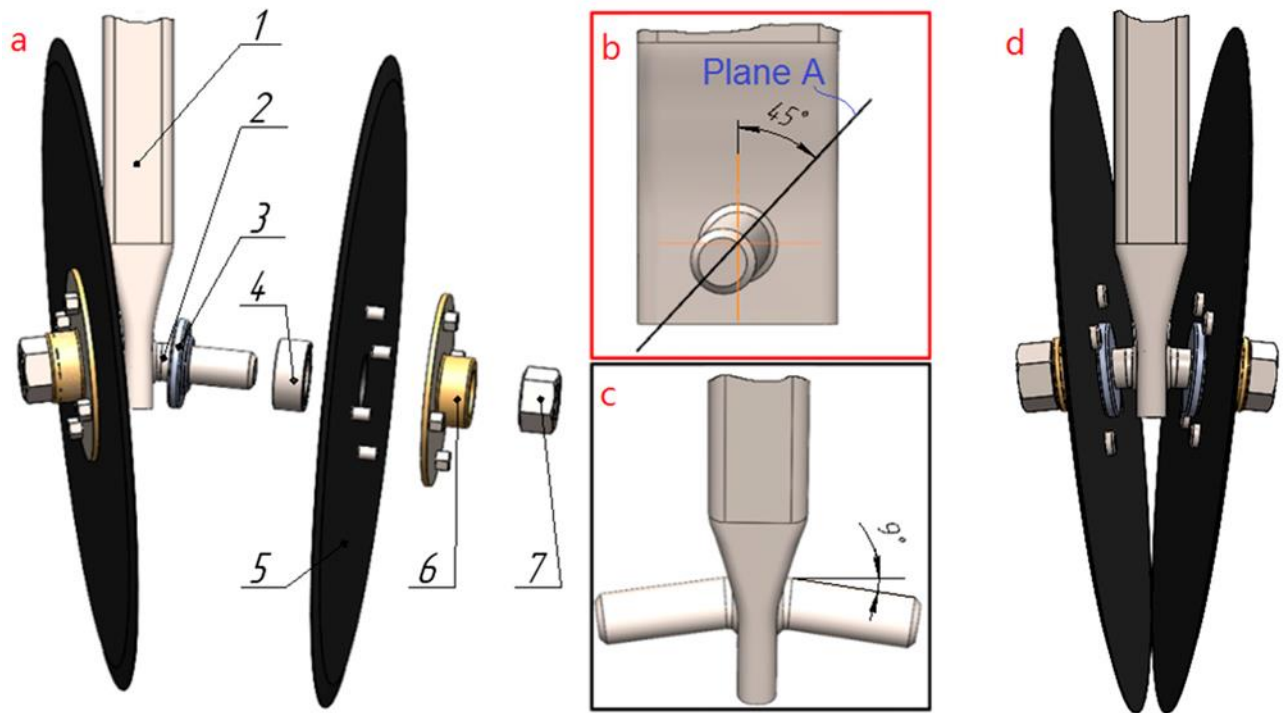


Рис. 2.5. Дводисковий сошник

Переваги модернізації[12]:

1. Принцип "Дискового ножа" (Різання замість розсування). Диски обертаються під час руху. Вектор швидкості ріжучої кромки направлений вниз, що забезпечує активне перерізання пожнивних решток. Це дозволяє сіяти безпосередньо по стерні без ризику забивання. Диск притискає соломі до ґрунту і розрізає її, формуючи чисту канавку.
2. V-подібне насіннєве ложе. Дводисковий сошник формує вузьку клиновидну борозну (V-подібну). Це ідеальна форма для точного висіву. Насінина, потрапляючи в такий клин, під дією сили тяжіння неминуче скочується в саму нижню, найвужчу точку. *Результат:* Абсолютна фіксація насіння на дні, відсутність розкидання в сторони, ідеальна витримка глибини.
3. Зниження опору. Заміна тертя ковзання (полоз) на тертя кочення (диск) значно знижує тяговий опір. Це дозволяє:
 - Зменшити навантаження на трактор.

- Підвищити робочу швидкість посіву з 7-8 км/год до 10-12 км/год без втрати якості закладання насіння.
4. Самоочищення. За рахунок обертання та встановлення чистиків, диски ефективно самоочищаються від налиплого ґрунту, що дозволяє працювати при вищій вологості ґрунту, ніж при використанні анкерних сошників.

Висновки до розділу 2

1. Проведено аналіз агротехнічних вимог до сівби просапних культур, який показав, що критичними факторами врожайності є рівномірність глибини загортання (± 1 см) та щільний контакт насіння з вологим шаром ґрунту.
2. Встановлено, що базова конструкція сівалки УПС-8 з полозовидними сошниками погано забезпечує рівномірність глибини загортання насіння, особливо при наявності пожнивних решток.
3. Обґрунтовано, що перехід на дводискову систему сошників вирішує ключові проблеми сівби. Завдяки ефекту розрізання ґрунту та формування V-подібного ложа забезпечується точне закладання насіння та можливість роботи за технологіями мінімального обробітку.

РОЗДІЛ 3. МОДЕРНІЗАЦІЯ СОШНИКОВОГО ВУЗЛА СІВАЛКИ

3.1. Детальний опис удосконаленої конструкції

На рамі агрегату змонтовано два опорно-приводних пневматичних колеса, від яких через редуктор передається крутний момент на робочі органи: зернові та чотири тукові висівні апарати. Також конструкція включає два маркери, пристрій для автозчеплення та відцентровий вентилятор, що приводиться в дію від валу відбору потужності (ВВП) трактора. У задній частині рами через підвіску шарнірно закріплено вісім посівних секцій[2].

Посівна секція сівалки(рис. 3.1) складається з корпусу з ємністю для насіння, всередині якого розміщено пневматичний дозувальний пристрій, а також сошника, прикочувального катка та шлейфа. Внутрішній простір корпусу розділений на дві робочі камери диском із розміщеними по колу наскрізними отворами.

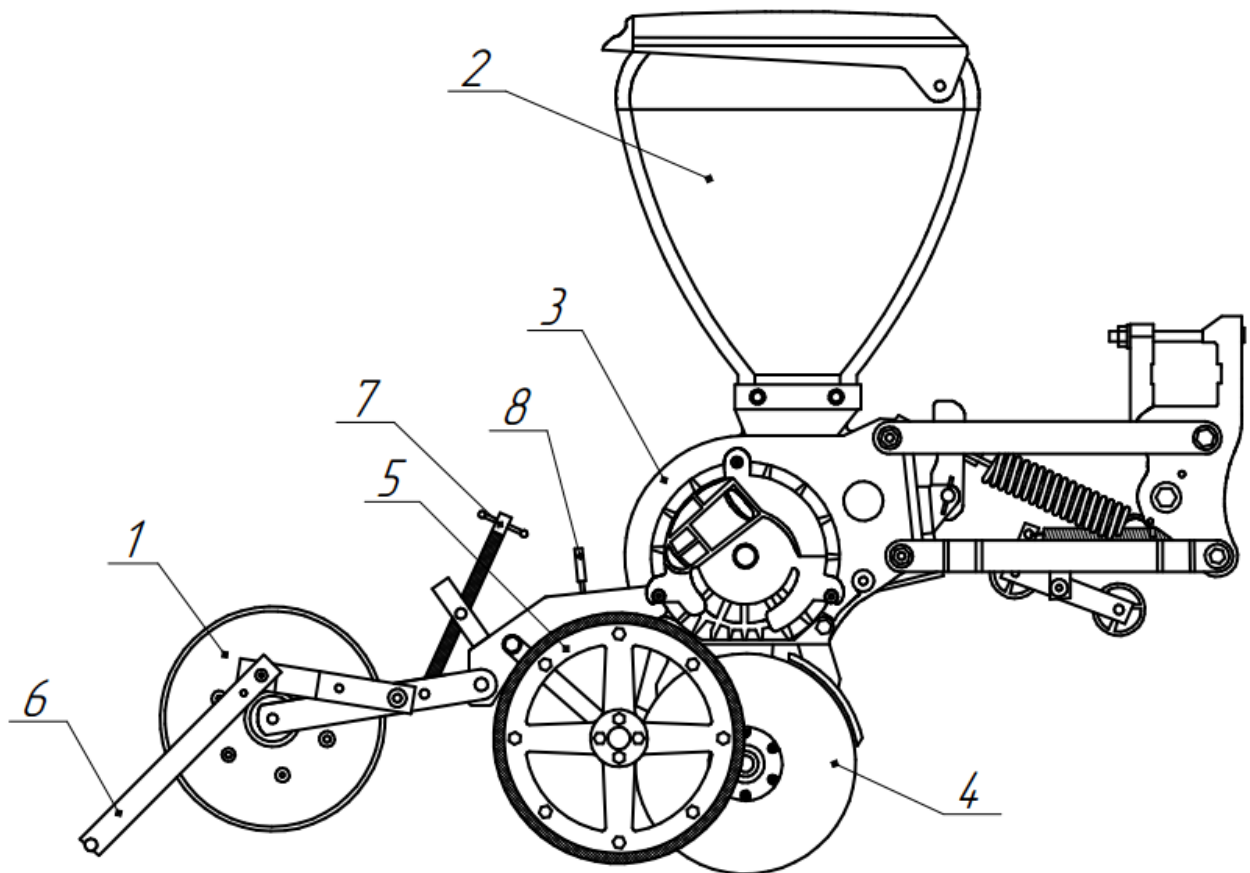


Рис. 3.1.Схема посівної частини модернізованої сівалки

1-каток, 2-бункер, 3-висівний апарат, 4-дводисковий сошник,
5-опорне колесо, 6-шлейф, 7- регулювальний гвинт,
8-важіль регулювання глибини сівби

З одного боку диска розташована камера розрідження, з якої вентилятор через систему каналів відкачує повітря, а з протилежного боку знаходиться забірний пристрій із посівним матеріалом. Під час обертання диска насіння притягується до його отворів завдяки вакууму, що створюється вентилятором у підковоподібній камері. У процесі подальшого обертання кожна насінина транспортується до скидача, де, потрапляючи в спрямований повітряний потік, примусово направляється через канал між дисками сошника в ґрунт. Посівне ложе формується дводисковим сошником, диски якого розсувають ґрунт, утворюючи V-подібну борозну.

На корпусі висівного апарату встановлено додатковий П-подібний корпус, на якому закріплено механізм регулювання глибини (шток та важіль з копіювальним колесом), а також повідок для кріплення прикочувального колеса, регулювальний гвинт і шлейф.

Для налаштування вильоту маркера необхідно послабити фіксуючі болти на скобі та висунути штангу на потрібну довжину. Щоб змінити кут атаки диска маркера, слід послабити болт кріплення біля диска і розвернути диск на необхідний кут.

Налаштування висівної системи

Спочатку підбирається висівний диск відповідно до агротехнічних вимог культури, після чого, згідно з таблицею норм висіву, встановлюється необхідне передавальне відношення зірочок на редукторі. Регулювання тиску секції на ґрунт виконується шляхом зміни натягу пружини за допомогою гайки.

Глибина загортання насіння налаштовується штоковим механізмом: щоб розблокувати фіксатор, необхідно потягнути ручку на себе, стискаючи

внутрішню пружину і виводячи шліци із зачеплення з отворами корпусу. Після цього важіль переводиться у потрібне положення і відпускається для фіксації шліців у відповідних пазах. На кінці штока передбачено обмежувач, який слугує упором для важеля копіювального колеса, запобігаючи його підніманню вище заданого рівня.

Налаштування прикочувального колеса здійснюється за допомогою гвинтового механізму. Норму внесення мінеральних добрив туковим апаратом регулюється підбором передавального відношення шестерень. Продуктивність вентилятора та рівень розрідження в пневмосистемі коригуються зміною натягу приводного паса.

3.2. Принцип дії дводискового сошника

При русі сівалки диски, встановлені під кутом один до одного (кут атаки), обертаються за рахунок зчеплення з ґрунтом. Вони діють як двогранний клин, розрізаючи ґрунт і формуючи щільне насінневе ложе V-подібної форми.

Сошник дводисковий складається з корпусу, до якого кріпляться диски, та розміщеного між ними насіннєпроводу для подачі насіння і туків. Для точного укладання насіння на дно борозни та запобігання його вилітання у міждисківому просторі встановлено напрямник насіння. Закриття борозни ґрунтом відбувається за рахунок самоосипання стінок та роботи загортачів (прикочуючих коліс).

3.3. Розрахунки параметрів дводискового сошника та розрахунки на міцність

Якщо кут входження сошника у ґрунт α гострий (рис.3.2.а), то рух частинки вгору сошником можливий, коли[5]

$$N_T \geq F \quad (3.1)$$

тобто має виконуватися умова

$$N \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \geq N \times \tan \varphi \quad (3.2)$$

або

$$\frac{\pi}{2} - \alpha \geq \varphi \Rightarrow \alpha \leq \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (3.3)$$

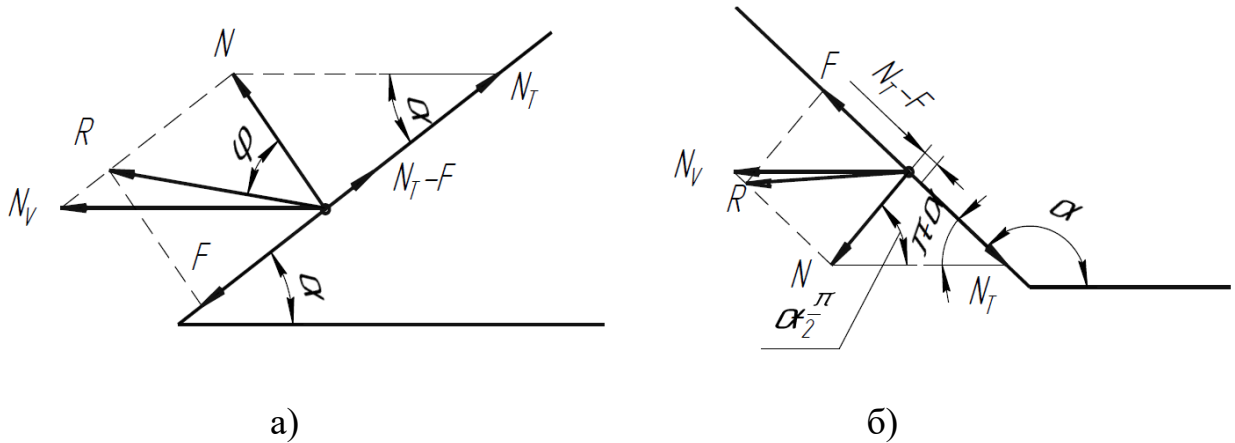


Рис. 3.2.Схема дії сошника на ґрунт: а - з гострим кутом входження; б - з тупим кутом входження[5]

Якщо кут α входження тупий, то одержуємо наступну умову[5]

$$N \times \tan(\alpha - \pi/2) \geq N \times \tan \varphi \quad (3.4)$$

або

$$\alpha - \frac{\pi}{2} \geq \varphi \Rightarrow \alpha \geq \varphi + \pi/2 \quad (3.5)$$

У іншому випадку переміщення ґрунту по поверхні сошника стає можливим за умови (3.5). Аналіз цього виразу свідчить, що підйом частинок ґрунту вгору створює зусилля, яке намагається виштовхнути сошник із землі, що є небажаним для стабільної роботи. Отже, оптимальним буде значення кута α , яке буде визначатись межами[5]

$$\frac{\pi}{2} - \varphi \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} + \varphi \quad (3.6)$$

Для умов роботи на чорноземах, враховуючи величину кута тертя по металу, було встановлено[5]

$$59^{\circ} \geq \alpha \geq 121^{\circ} \quad (3.7)$$

Визначальними факторами для форми та розмірів насінневого ложа є як кут між дисками, так і висота точки змикання їхніх кромek. Нехай, точка M стику дисків знаходиться на висоті, яка визначається кутом α , нахилу радіуса $OM=r$ до вертикалі (рис.3.3). Якщо позначити кут розтину дисків сошника через ψ , та переріз дисків $A-A$ сумістити з горизонтальною площиною, то відстань BC буде половиною ширини борозенки, яку утворює сошник. З $DBMC$ можна записати, що[5]

$$BC = MB \times \sin \psi/2 \quad (3.8)$$

$$MB = MO - BO \quad (3.9)$$

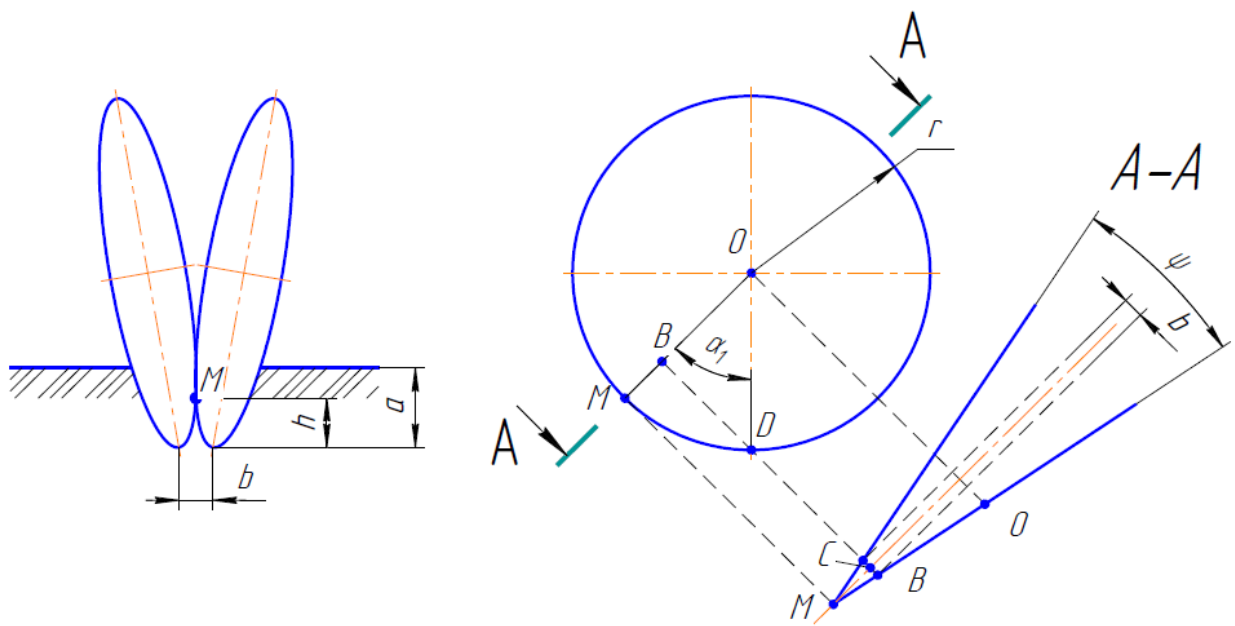


Рис. 3.3.Дводисковий сошник[5]

З ОВС отримаємо

$$BO = MO \times \sin \alpha_2 \Rightarrow MB = r \times (1 - \cos \alpha_2) \quad (3.10)$$

Із (3.8) (3.10) та з урахуванням того, що подвоєна віддаль ВС рівна ширині борозенки b , яка утворюється сошником, отримаємо

$$BO = CO \times \cos \alpha_2 \Rightarrow MB = r \times (1 - \cos \alpha_2) \quad (3.11)$$

$$b = 2 \times BC = 2 \times r \times (1 - \cos \alpha_2) \times \sin \psi / 2 \quad (3.12)$$

Коли точка дотику М піднята надто високо, тобто $\alpha > \pi/4$, то кожен з дисків працює окремо, проводячи самостійну борозенку, що аналогічно недопустимо. Із виразу для визначення b можна знайти кут розтину дисків ψ . Оскільки висота точки дотику дисків над опорною площиною становить[5]

$$h = r \times (1 - \cos \alpha_2) \quad (3.13)$$

то

$$\sin \psi / 2 = \frac{b}{2 \times h} \quad (3.14)$$

Оскільки дисковий ніж є симетричним робочим органом, то дія елементарних сил опору на ґрунти може бути зведена до однієї рівнодіючої R , прикладеної приблизно в середині робочої дуги леза ножа АВ (рис.3.4) і яка проходить через вісь його обертання. Складова R_x цієї сили являє собою тяговий опір ножа і створює момент, що сприяє обертанню диска. Інша складова R_z прагне виштовхнути ніж із ґрунту і створити момент, що перешкоджає обертанню диска. При зміні питомого опору ґрунту від 40 до 80 кПа сила R_x стандартного диска загального призначення змінюється від 0,7 до 2,2 кН. При цьому $R_z = 1,2 R_x$ [5]

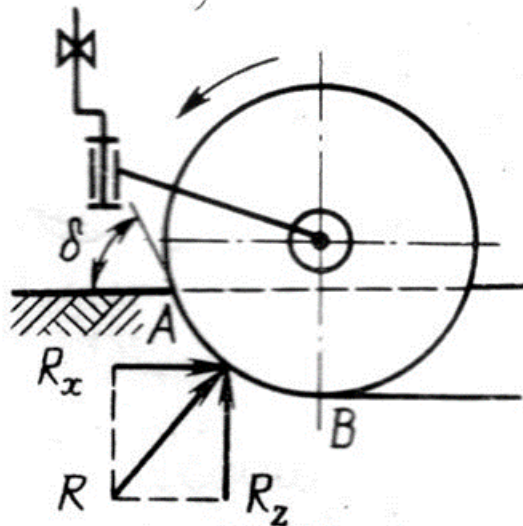


Рис. 3.4.Схема сил, що діють на плоский диск при роботі[5]

Для того щоб ніж перерізував стебла, розташовані на поверхні поля, а не протягував їх, необхідно, щоб кут защемлення δ був менше $\varphi_1 + \varphi_2$, де φ_1 — кут тертя стебла об лезо; а φ_2 — кут тертя стебла об ґрунт. Якщо диск ножа забивається стеблами рослин, необхідно зменшити глибину його ходу або поставити ніж більшого діаметра. Застосування вирізних ножів виключає таке явище і зменшує силу R_x на 18 – 25%. Досліди показали, що R_x залежить від показника кінематичного режиму леза ножа[5]:

$$\lambda = \frac{\omega r}{V_M} \quad (3.15)$$

де: ω - кутова швидкість,

r - радіус диска,

V_M - швидкість руху машини.

Чим більше λ , тим менше R_x . При збільшенні λ від 0 до 1 значення R_x зменшується в 2,5 раза. Чисельні значення λ залежать від конструкції дискового ножа і стану ґрунту: $\lambda = 1,02 \dots 1,098$ для ножів з рівним лезом; $1,08 \dots 1,31$ – для рифлених; $1,045 \dots 1,165$ – для вирізних дисків. Установка дискових ножів перед кожним сошником не тільки знижує тяговий опір на 3,8 – 6,5%, але й значно

поліпшує процес формування борозенки, загортання насіння і стійкість ходу сошників[5].

Розрахунок рівноваги дискового сошника

За поступального руху дискового сошника в ґрунті на нього діють певні сили (рис.3.5): G – сила тяжіння диска з повідцем; G_1 – сила пружини 2; R – рівнодіюча сил опору ґрунту; P – сила тяги[5].

Сила тяги P у свою чергу розкладається на дві складові: P_1 – вертикальна складова і P_2 – горизонтальна складова. Умова рівноваги у векторному виразі запишеться так[5]:

$$G + G_1 + R + P = 0 \quad (3.15)$$

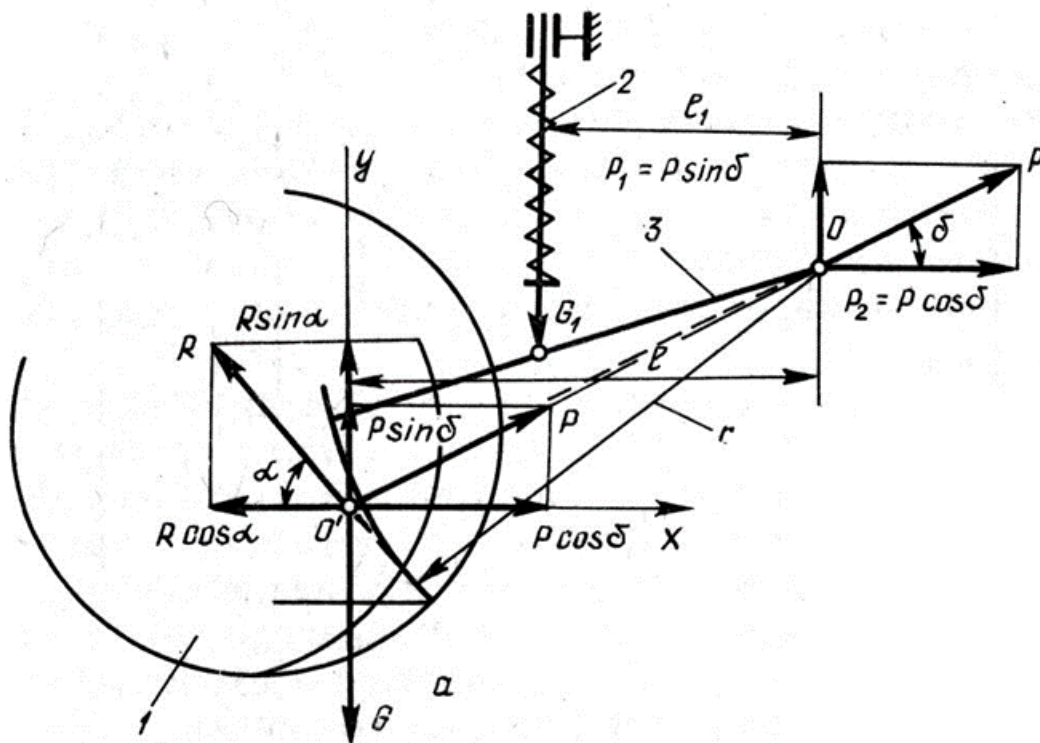


Рис. 3.5.Схема сил, що діють на дисковий сошник: 1 - сошник; 2 - пружина;

3 – повідок[5]

Завдяки геометричній симетрії диска можна вважати, що система діючих на нього сил знаходиться в одній площині[5].

Проектуючи всі сили на осі X і Y , одержимо рівняння рівноваги[5]:

$$P \sin \delta = G + G_1 - R \sin \alpha \quad (3.16)$$

де: α - кут між горизонталлю і напрямком сили R ,

δ - кут нахилу сили тяги до горизонту.

Дотримання цієї умови рівноваги забезпечує стабільність ходу сошника, виключаючи виникнення вертикальних коливань.

Для моментів сил відносно точки O_3 маємо співвідношення[5]:

$$G l + G_1 l_1 = R r \quad (3.17)$$

де: l , l_1 , r – плечі сил G , G_1 і R .

Рівнодіюча сил опору ґрунту може бути визначена з виразу[5]:

$$R = \sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2} \quad (3.18)$$

а напрямок цієї сили[5]:

$$\tan \alpha = \frac{G + G_1 - P \sin \delta}{P \cos \delta} \quad (3.19)$$

Отже, умови рівноваги сошника в робочому процесі визначаються насамперед напрямком та величиною сили опору ґрунту R . Оскільки ця сила має динамічний характер і постійно змінюється, ланка «сошник-повідок» здійснює безперервні коливання відносно шарніра підвіски.

Висота точки дотику сошників[5]

$$h = r \times (1 - \cos \alpha_2) = 175 \times (1 - \cos 14^\circ) = 115 \text{ мм} \quad (3.20)$$

Показник кінематичного режиму леза сошника[5]

$$\lambda = \frac{\omega r}{V_M} = \frac{16,5 \times 0,175}{2,77} = 1,04 \quad (3.21)$$

Вихідні дані для тягового розрахунку дискового сошника:

$$P=80 \text{ Н}; G=150 \text{ Н}; G_1=40 \text{ Н}; \delta=100^\circ$$

Рівнодіючу сил опору ґрунту визначимо з виразу (3.18)

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2} = \\ &= \sqrt{80^2 \cos^2 10^\circ + (150 + 40 - 80 \times \sin 10^\circ)^2} = 245 \text{ Н} \end{aligned} \quad (3.22)$$

Рівнодіюча сил опору ґрунту, що прикладена до сошника в деякій точці O_1 , положення якої залежить від глибини ходу диска і діє під кутом α до горизонту[5]:

$$\tan \alpha = \frac{G+G_1-P \sin \delta}{P \cos \delta} = \frac{150+40-80 \sin 10^\circ}{80 \cos 10^\circ} = 3,47 \quad (3.23)$$

Розрахунки на міцність

Додаткове вертикальне навантаження від заміни сошника

Різниця мас:

$$\Delta m = m_d - m_n = 18 - 6 = 12 \text{ кг} \quad (3.24)$$

Додаткова вертикальна сила:

$$\Delta F_v = \Delta m \cdot g = 12 \cdot 9.81 \approx 117.7 \text{ Н} \quad (3.25)$$

Ця сила є постійним додатковим навантаженням, яке сприймають кріплення, підвіска та П-подібний корпус(далі «адаптер»).

Згинальний момент на «адаптері»(від вертикальної складової)

Згинальний момент:

$$M_a = \Delta F_v \cdot l_v = 117.7 \cdot 0.25 \approx 29.4 \text{ Н/м} \quad (3.26)$$

Горизонтальні сили від ґрунту та момент на валу дисків

Сумарна горизонтальна сила від двох дисків:

$$F_{гр} = 2 \cdot F_{гр1} = 2 \cdot 450 = 900 \text{ Н} \quad (3.27)$$

Момент на валу

$$M_B = F_{гр} \cdot a = 900 \cdot 0.12 = 108 \text{ Н/м} \quad (3.28)$$

Для різних ґрунтів $F_{гр1}$ може варіюватися в межах $\approx 300\text{--}1200 \text{ Н}$;

Оцінка діаметра вала по згину

Для круглого вала секційний модуль:

$$W = \pi \cdot d^3 / 32 \quad (3.29)$$

Умова міцності при згині:

$$d \geq \sqrt[3]{(32 \cdot M_B / (\pi \cdot \sigma_{доп}))} \quad (3.30)$$

$$M_B = 108 \text{ Н/м} = 108000 \text{ Н/мм} \quad (3.31)$$

$$\sigma_{доп} = 160 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (3.32)$$

$$d \approx 0.028 \text{ м} \approx 28 \text{ мм} \quad (3.33)$$

Обираємо стандартний діаметр $d = 30 \text{ мм}$ для технологічного запасу

3.4. Аналіз ефективності впровадження удосконаленого сошникового вузла

Підсумовуючи, наведемо порівняльну характеристику базового та модернізованого варіантів у таблицях 3.1, 3.2 та 3.3

Таблиця 3.1

Показники	Варіант	
	Базовий	Модернізований
1. Марка: трактора сівалки	ЮМЗ-6АКМ УПС-8	ЮМЗ-6АКМ УПС-8М

2. Маса:		
трактора ЮМЗ-6АКМ, кг сівалки, кг	3147	3147
	1125	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/зміну	21,9	32,85
7. Годинна продуктивність, га/год	3,12	4,69
8. Річне завантаження, год:		
трактора ЮМЗ-6АКМ сівалки УПС-8	1800	1800
	50	50
9. Річний виробіток посівних агрегатів, га	156,0	234,5

Таблиця 3.2.Порівняльна характеристика базового та модернізованого сошника

Параметр порівняння	Базовий (Полозовидний)	Модернізований (Дводисковий)	Ефект від модернізації
Механіка взаємодії з ґрунтом	Розсування (клин)	Прорізання (диск)	Збереження структури ґрунту
Робота по стерні	Низька (забивається)	Висока (перерізає)	Можливість сівби по Mini-till

Форма насіннєвого ложа	U-подібна (широка)	V-подібна (клиновидна)	Точна фіксація насіння по глибині
Стабільність глибини (нерівність поля)	Залежить від рельєфу	Висока (копіює рельєф)	Підвищення дружності сходів
Максимальна якісна швидкість	8 км/год	12 км/год	Зростання продуктивності на 30-40%

Таблиця 3.3

Показники	Варіанти	
	Базовий	Модернізований
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

Це наочно демонструє доцільність пропонованих змін та підтверджує, що модернізація сівалки УПС-8 шляхом встановлення дводискових сошників є технічно обґрунтованим рішенням і перетворює сівалку на агрегат, здатний працювати за інтенсивними та ресурсозберігаючими технологіями, забезпечуючи при цьому високу якість сівби.

Висновки до розділу 3

1. Розроблено оновлену схему посівної секції, в якій базовий робочий орган замінено на дводисковий сошник із пневматичною системою дозування. Ключовим елементом модернізації стало впровадження спеціального П-подібного корпусу, що дозволило інтегрувати механізм регулювання глибини, прикочувальне колесо та шлейф у єдиний компактний вузол, забезпечуючи зручність налаштування та стабільність роботи.

2. Детально описано процес формування насінневого ложа: встановлені під кутом диски діють як двогранний клин, розрізаючи ґрунт і створюючи чітку V-подібну борозну з ущільненим дном. Використання напрямника насіння у міждисковому просторі гарантує точну фіксацію зерна на дні борозни, запобігаючи його зміщенню та забезпечуючи рівномірність сходів.

3. Аналітичним шляхом визначено оптимальні геометричні та силові характеристики вузла. Встановлено, що для стабільного ходу сошника без виглиблення кут входження дисків у ґрунт (для чорноземів) повинен знаходитись у межах 59° ... 121° . Також визначено умови рівноваги системи під дією сил тяжіння та опору ґрунту, що дозволило підтвердити здатність модернізованого сошника витримувати задану глибину сівби на підвищених швидкостях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської роботи було проведено комплексне дослідження сівалок точного висіву, здійснено оцінку технологічних характеристик сівалки УПС-8 та розроблено технічно обґрунтовану модернізацію її робочого органу – сошника. Отримані результати дозволили сформулювати такі узагальнюючі висновки:

1.Огляд сівалок підтвердив необхідність переходу до дводискових сошників. Таке рішення дозволяє підвищити робочу швидкість до 10–12 км/год та адаптувати агрегати до технологій Mini-Till із забезпеченням стабільної глибини загортання на різних типах ґрунтів.

2.Дослідження патентів довело доцільність встановлення двох підшипників на маточину диска для усунення люфтів та підвищення жорсткості вузла. Також підтверджено ефективність використання самозмащувальних композитів у шарнірах, що вирішує проблему корозії та суттєво зменшує трудомісткість технічного обслуговування.

3.Проведено аналіз агротехнічних вимог до сівби просапних культур, який показав, що критичними факторами врожайності є рівномірність глибини загортання (± 1 см) та щільний контакт насіння з вологим шаром ґрунту.

4.Встановлено, що базова конструкція сівалки УПС-8 з полозовидними сошниками погано забезпечує рівномірність глибини загортання насіння, особливо при наявності пожнивних решток. Основні недоліки: забивання сошників, високий тяговий опір та розкидання ґрунту на швидкості.

5.Обґрунтовано, що перехід на дводискову систему сошників вирішує ключові проблеми сівби. Завдяки ефекту розрізання ґрунту та формування V-подібного ложа забезпечується точне закладання насіння та можливість роботи за технологіями мінімального обробітку.

6.Розроблено оновлену схему посівної секції, в якій базовий робочий орган замінено на дводисковий сошник. Ключовим елементом модернізації стало

впровадження спеціального П-подібного корпусу, що дозволило інтегрувати механізм регулювання глибини, прикочувальне колесо та шлейф у єдиний компактний вузол, забезпечуючи зручність налаштування та стабільність роботи.

8. Детально описано процес формування насінневого ложа: встановлені під кутом диски діють як двогранний клин, розрізаючи ґрунт і створюючи чітку V-подібну борозну з ущільненим дном. Використання напрямника насіння у міждисковому просторі гарантує точну фіксацію зерна на дні борозни, запобігаючи його зміщенню та забезпечуючи рівномірність сходів.

9. Аналітичним шляхом визначено оптимальні геометричні та силові характеристики вузла. Встановлено, що для стабільного ходу сошника без виглиблення кут входження дисків у ґрунт (для чорноземів) повинен знаходитись у межах $59^{\circ} \dots 121^{\circ}$. Також визначено умови рівноваги системи під дією сил тяжіння та опору ґрунту, що дозволило підтвердити здатність модернізованого сошника витримувати задану глибину сівби на підвищених швидкостях.

Узагальнюючи результати дослідження, модернізація робочого органу сівалки УПС-8 шляхом заміни полозовидного сошника на дводисковий є технічно доцільним та ефективним рішенням. Запропоновані конструкційні зміни забезпечують підвищення якості посіву, адаптивність до різних ґрунтових умов, зменшення енергетичних витрат та підвищення продуктивності роботи сівалки у технологіях з мінімальним або нульовим обробітком ґрунту.

Отримані результати можуть бути використані при подальшому вдосконаленні сівалок точного висіву та створенні нових моделей робочих органів для високопродуктивних посівних комплексів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтюк, Д. Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб. / Д. Г. Войтюк, С. С. Яцун, М. Я. Довжик ; за ред. Д. Г. Войтюка. – Суми : Унів. кн., 2008. – 543 с.
2. [Електронний ресурс].-Доступно за адресою:
<https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/3/3.3.htm>
3. [Електронний ресурс].-Доступно за адресою:
<https://www.agronom.com.ua/klasyfikatsiya-soshnykiv-yihni-perevagy-i-nedoliky/>
4. Гевко, Р. Б. Машини сільськогосподарського виробництва : навч. посіб. для студ. вузів / Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко, І. І. Павх ; М-во освіти і науки України, Терноп. акад. нар. госп-ва. – Тернопіль, 2002. – 251 с.
5. Цизь І. Є. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2016. – 172 с.
6. [Електронний ресурс].-Доступно за адресою:
<https://ep3.nuwm.edu.ua/6284/1/02-01-378.pdf>
7. [Електронний ресурс].-Доступно за адресою:
<https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/5397.pdf>
8. Данильченко М.Г., Гладич Б. Б., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61с.

9. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
- 10.Хайліс Г.А. Основи теорії і розрахунку сільськогосподарських машин: Навч. Посібник. – Київ: вид-во УСГА, 1992.
- 11.Кобець, А. С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин : навч. посіб. / А. С. Кобець ; ред. А. С. Кошик. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 1999.
- 12.Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар. – Ніжин: Аспект-Поліграф. 2005. – 192 с.
- 13.Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські./ А.Ф. Головчук. - Київ.- Грамота.- 2005.- 571 с.
- 14.Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва: Методи і результати / В.І. Пастухов. – Харків: Ранок НТ, 2003. – 100 с.
- 15.Войтюк, Д. Г. Сільськогосподарські машини : підруч. для студ. вузів / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк. – 2-е вид. – К. : Каравела, 2008. – 551, [1] с.
- 16.Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364с.
- 17.Комаристов, В. Ю. Сільськогосподарські машини : підруч. для с.-г. техн. / В. Ю. Комаристов, М. Ф. Дунай. – К. : Вищ. шк., 1996. – 496 с.
- 18.Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль: ТДПУ, 2004.- 199с.
- 19.Саблук П.Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 402 с.