

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“_____” _____ 2026 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Удосконалення конструкції дводискових сошників зернової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-24М-1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

_____ Дем'яненко Віктор Олегович

«_____» _____ 2026 р.

Керівник роботи

професор, докт. техн. наук

_____ Василь САЛО

«_____» _____ 2026 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Катерина ВАСИЛЬКОВСЬКА

«_____» _____ 2026 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОНП «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Демяненко Віктор Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Удосконалення конструкції дводискових сошників зернової сівалки
2. Керівник роботи (проекту)
Сало Василь Михайлович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 1.05.2026
4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту) Підвищення якісного показника рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині
5. Перелік ілюстративного матеріалу 1. Еволюція посівних систем зернових сівалок А1; 2. Наукова частина – 2А1; 3. Сівалка з удосконаленою конструкцією сошників – А1; 4. Удосконалена конструкція сошника – А1, 5. Утримувач насіння- А3

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1 - 6	Сало В.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан досліджуваного питання та вибір напрямку досліджень	23.02 – 02.03.26	
2	Ознайомлення з технічним забезпеченням процесів сівби зернових культур	03.03 – 15.03.26	
3	Виконання наукової частини	16.03 – 30.03.26	
4	Практична реалізація результатів досліджень	31.03 – 10.04.26	
5	Розробка заходів з охорони праці	11.04. – 15.04.26	
	Оформлення пояснювальної записки	16.04 – 20.04.26	
6	Оформлення ілюстративної частини роботи	21.04. – 01.05.26	

Дата видачі завдання

« 23 » 02 2026 р.

Підпис керівника

_____ Сало В.М. _____
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 23 » 02 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Демяненко В.О. _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

В роботі представлено аналіз поширених конструкцій сошників зернових сівалок та обґрунтована необхідність удосконалення конструкції діодискового сошника зернових сівалок марки СЗ. Описана методика та технічне забезпечення польових експериментальних досліджень залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині від робочої швидкості посівного агрегату та установчої глибини ходу для серійного дводискового сошника. Та аналогічного сошника обладнаного стабілізуючим елементом. Встановлена можливість підвищення якості висіву експериментальним сошником порівняно з серійним в середньому на 5%.

Передбачається, що використання запропонованої конструкції сошника на серійних сівалках забезпечить підвищення якості процесу сівби, продуктивності машини, сприятиме кращому проростанню рослин та підвищенню врожайності вирощуваних культур.

Ключові слова: якість сівби, сівалка, сошник, рівномірність загортання насіння по глибині.

Annotation

It is in-process presented analysis of widespread constructions of сошників of grain-growing сівалок and reasonable necessity of improvement of construction of діодискового сошника of grain-growing сівалок of brand of СЗ. Described methodology and hardware of the field experimental researches of dependence of index of evenness of inwrapping of seed on a depth from working speed of sowing aggregate and constituent depth of motion for serial дводискового сошника. But analogical сошника equipped by an antihunt element. Set possibility of upgrading of sowing experimental сошником comparatively with serial on the average on 5% Передбачається, that the use of the offered construction of сошника on serial сівалках will provide the increase

of чкості process of sowing, productivity of machine, will assist the best germination of plants and increase of the productivity of the grown cultures.

Keywords: quality of sowing, сівалка, сошник, evenness of inwrapping of seed for

Зміст пояснювальної записки

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
	Вступ	7
2	Стан досліджуваного питання та вибір напрямку досліджень	9
2.1	2.1. Загальна інформація про процеси сівби зернових культур	9
2.2	2.2. Аналіз поширених типів сошників для сівби зернових культур	13
2.3.	2.3. Особливості конструкції машини, що модернізується.	27
2.4.	2.4. Агротехнічні вимоги до роботи зернових сівалок	29
3	Наукова частина.	31
	Встановлення доцільності обладнання дискових сошників зернових сівалок конструкційними елементами для підвищення рівномірності загортання насіння по глибині	
3.1.	3.1. Загальна інформація про забезпечення якісного показника рівномірності загортання насіння по глибині	31
3.2	3.2. Програма експериментальних досліджень	37
3.3	3.3. Технічне забезпечення польових експериментальних досліджень.	37
3.4.	3.4. Результати досліджень	39
4	4. Практична реалізація результатів досліджень.	41
4.1.	4.1. Зміст удосконалення конструкції зернової сівалки	41
4.2.	4.2. Технологічні розрахунки	42
4.2.1.	4.2.1. Розрахунок параметрів сошника.	42
4.2.2.	4.2.2. Взаємне розташування сошників на сівалці	44
5.	5. Охорона праці.	46
5.1	5.1. Заходи щодо забезпечення безпечних та гігієнічних умов праці на посівному агрегаті з сівалкою	46
	Висновки	48
	Список використаної літератури	50
	Додатки	53

Вступ

З огляду на наявні екологічні проблеми, питання охорони довкілля та необхідність збереження родючості ґрунтів, одним із пріоритетних напрямів подальшого розвитку сільського господарства є впровадження протиерозійних технологій обробітку ґрунту, зокрема No-till, Mini-till, безвідвального обробітку, стерньового посіву, а також зменшення питомого тиску машинно-тракторних агрегатів на ґрунт тощо [1,2]. Водночас у ряді регіонів ґрунтово-кліматичні умови не забезпечують ефективного застосування зазначених технологій, що зумовлює необхідність попередньої підготовки ґрунту перед сівбою.

Під час виконання операцій з обробітку ґрунту, особливо за мінімальних і безвідвальних технологій, виникає потреба у додатковому розпушуванні верхнього шару ґрунтових агрегатів до стану, придатного для здійснення сівби серійними рядовими сівалками. Забезпечення таких умов вимагає істотних змін як у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, так і в удосконаленні існуючих та створенні нових посівних машин, здатних якісно виконувати процес сівби без доведення поверхневого шару ґрунту до параметрів, передбачених агротехнічними вимогами. Це, у свою чергу, дає змогу зменшити обсяги операцій з підготовки ґрунту під сівбу при використанні серійних сівалок.

У процесі вирішення завдань технічного переоснащення сільського господарства здійснюється розроблення нових машин, спрямованих на забезпечення комплексної механізації всіх галузей аграрного виробництва. При цьому основна увага приділяється збільшенню робочої ширини захвату, підвищенню робочих швидкостей, а також впровадженню автоматизованих систем керування технологічними процесами і контролю якості їх виконання.

За сучасних умов у галузях виробництва сільськогосподарської продукції істотно зростають вимоги до якості виконання технологічних операцій

посівними та садильними машинами, оскільки від ефективності їх роботи значною мірою залежать схожість насіння, трудомісткість подальшого догляду за посівами та, зрештою, обсяги отриманої продукції.

У зв'язку з цим у даній магістерській кваліфікаційній роботі здійснено спробу удосконалення конструкції рядової сівалки СЗ-5,4 шляхом модернізації посівної секції з дисковими сошниками з метою покращення одного з основних показників якості технологічного процесу — рівномірності загортання насіння за глибиною.

Запропонована конструкція модернізованої сівалки призначена для сівби по ґрунтах із середнім ступенем підготовки. Для забезпечення ефективного виконання посівних робіт за таких умов пропонується застосування посівної секції, двохдисковий сошник якої містить додатковий конструктивний елемент — утримувач насіння.

Передбачається, що заміна стандартних дискових сошників на удосконалені сприятиме підвищенню якості виконання технологічного процесу, особливо на ґрунтах з недостатньою попередньою підготовкою, забезпечить кращі умови загортання насіння під час сівби та, як наслідок, підвищить ефективність вирощування зернових культур.

2. СТАН ДОСЛІДЖУВАНОГО ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна інформація про процеси сівби зернових культур

Протягом останніх 15–20 років у технологіях вирощування сільськогосподарських культур відбулися суттєві, фактично революційні зміни. Їх ключовими напрямками стали біологізація технологічних процесів, скорочення витрат енергетичних ресурсів і трудових затрат на виконання агротехнологічних операцій, а також підвищення рівня екологічної безпеки аграрного виробництва [3].

У сільському господарстві всі технологічні операції — від основного обробітку ґрунту до збирання врожаю — є надзвичайно відповідальними. Проте саме сівба вважається найбільш критичним етапом, оскільки від якості її виконання значною мірою залежить рівень майбутнього врожаю. З урахуванням обмежених агротехнічних строків виправлення помилок або пересівів призводять до значних втрат очікуваної продукції, що практично унеможливорює корекцію процесу. Саме тому до посівних машин традиційно висуваються підвищені агротехнічні вимоги, насамперед щодо забезпечення високої якості сівби [4,5].

Зростання чисельності населення, підвищення рівня життя в країнах, що розвиваються, дефіцит і висока вартість енергоресурсів, скорочення площ орних земель та зміни клімату формують перед світовим аграрним сектором складне завдання. Воно полягає не лише у необхідності протягом найближчих років істотно наростити обсяги виробництва сільськогосподарської продукції за рахунок підвищення врожайності, а й у збереженні родючості ґрунтів, скороченні витрат енергії, праці та матеріальних ресурсів у розрахунку на одиницю виробленої продукції. Провідна роль у впровадженні енергоресурсозберігаючих технологій,

здатних комплексно вирішувати зазначені проблеми, належить сільськогосподарським машинам [6].

Основним завданням машинних комплексів для енергозберігаючих технологій є забезпечення зростання врожайності культур без погіршення стану ґрунтів. Це досягається шляхом зменшення інтенсивності та глибини обробітку, а також формування на поверхні поля постійного мульчуючого шару з рослинних решток. Актуальність зазначених питань зумовила помітний прогрес у розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки, передусім ґрунтообробних і посівних машин.

Водночас у більшості аграрних підприємств України технологія сівби зернових культур залишається переважно традиційною і включає оранку полицевими плугами, культивацію та сівбу. Проте оранка із застосуванням полицевих плугів є найбільш енергоємною операцією в системі польових робіт. Крім того, вона сприяє надмірному ущільненню ґрунту та зменшенню вмісту гумусу, що, у свою чергу, прискорює процеси деградації ґрунтового покриву [2].

У зв'язку з цим було розроблено низку технологій вирощування сільськогосподарських культур із використанням безполицевого обробітку ґрунту, які забезпечують збереження та підвищення його природної родючості. До таких технологій належать стерньовий та прямий посів зернових культур. Водночас їх застосування не повинно зводитися до спрощених рішень, зокрема передпосівного обробітку дисковими боронами з подальшою сівбою зернотуковими сівалками з дисковими сошниками, використання стерньових сівалок із передпосівним обробітком або без нього, а також прямого посіву із застосуванням імпорتنих сівалок.

Такий стихійний і некомплексний підхід до землекористування призводить до поступового виснаження ґрунтів, аж до повної втрати їх природної родючості, що становить загрозу деградації українських чорноземів [7]. У зв'язку з цим постає питання вибору таких технологій, які б забезпечували зростання обсягів виробництва основних

сільськогосподарських культур без порушення сучасних екологічних стандартів охорони навколишнього природного середовища. Альтернативою інтенсивним технологіям у цьому контексті виступають мінімальний і нульовий обробіток ґрунту. Основою цих технологій є скорочення кількості та глибини обробітку, регулювання поверхневого стоку дощових і талих вод, а також підвищення стійкості поверхні поля до дефляційних процесів шляхом збереження ґрунтової структури та частини стерньових решток.

За результатами досліджень зарубіжних науковців [3], використання мінімального або нульового обробітку ґрунту забезпечує скорочення сукупних виробничих витрат у середньому на 12% порівняно з традиційними технологіями. Узагальнення даних багаторічних експериментальних досліджень свідчить, що впровадження зазначених технологій дає змогу підвищити рівень прибутковості на 10–36% відносно класичних систем землеробства.

Згідно зі статистичними даними, загальна площа ріллі у світі становить близько 1 млрд 317 млн га. Активне впровадження нових систем землеробства, переважно при вирощуванні зернових культур, розпочалося з 1982 року. За цей період їх сумарна площа досягла 95,5 млн га, що відповідає приблизно 6,8% світового фонду орних земель. У глобальному масштабі близько 90% посівних площ зернових і зернобобових культур обробляються без застосування оранки.

У країнах Європи безполіцеві технології наразі поширені меншою мірою, проте спостерігається стійка тенденція до їх послідовного впровадження. Щороку площі земель, на яких застосовуються ґрунтозахисні технології, збільшуються приблизно на 1 млн га. До цього процесу активно долучається й Україна. Найбільші обсяги використання технологій мінімального та нульового обробітку зосереджені у США, Канаді, Австралії, Аргентині, Бразилії та Парагваї, на які припадає близько 95% світових площ. Частка європейських країн становить лише 2,5–3%.

Значний інтерес фахівців викликають сучасні технології сівби сільськогосподарських культур, що дозволяють істотно скоротити витрати на обробіток ґрунту та виконання посівних операцій. Для їх реалізації дедалі частіше на ринку з'являється більш продуктивна й технічно досконала сільськогосподарська техніка.

Однією зі складових технологій мінімального та нульового обробітку ґрунту є прямий посів по необробленій поверхні поля зі збереженням стерні та рівномірно розподіленої соломи. Наявність стерні сприяє затриманню снігового покриву та накопиченню вологи, а подрібнена солома зменшує втрати вологи внаслідок випаровування. Водночас слід зазначити, що прямий посів зернових культур в умовах України не є універсальним рішенням, а розглядається як одна з можливих технологій, ефективність якої визначається природно-кліматичними умовами, системою землеробства та структурою сівозмін.

За таких обставин актуальним стає завдання створення та організації серійного виробництва машин для сівби сільськогосподарських культур, ключовою ланкою яких є сучасна сівалка. Принциповою вимогою до таких машин є забезпечення високої якості сівби за різного ступеня підготовки поля, у тому числі за наявності рослинних решток у верхньому шарі ґрунту.

Виконання зазначених вимог значною мірою залежить від робочих органів загортання насіння — посівних секцій і сошників, конструктивні особливості яких визначають не лише можливість здійснення процесу сівби, але й рівень її якості.

До основних функцій сошників належать: формування відкритої посівної борозенки шляхом розрізання та розсування верхнього шару ґрунту на задану глибину з утворенням необхідного профілю і щільності її дна; підтримання борозенки відкритою протягом часу, достатнього для укладання насіння; а також загортання насіння ґрунтом після його розміщення.

Одним із найважливіших показників роботи сошника є форма посівної борозенки, яка забезпечує формування сприятливої мікроструктури ґрунту та

безпосередньо впливає на процес проростання насіння. Геометричні параметри борозенки визначаються переважно кутом входження сошника в ґрунт і параметрами клина, сформованого робочою частиною сошника. Сошники з тупим кутом входження зміщують ґрунт зверху вниз і сприяють ущільненню дна борозенки; з гострим кутом — переміщують ґрунт знизу вгору, розпушуючи її дно; з прямим кутом — розсовують ґрунт у боки.

Сошники, що застосовуються для сівби, повинні відповідати таким основним вимогам:

- очищувати посівну борозенку від рослинних решток, укладати насіння у вологий шар ґрунту та забезпечувати його надійне прикриття з формуванням щільного контакту з ґрунтом;
- мати властивість самоочищення і бути оснащеними захисними пристроями від перешкод (грудок, каміння тощо) для стабільної роботи;
- підтримувати постійну оптимальну глибину загортання насіння;
- забезпечувати швидке регулювання притискного зусилля залежно від ґрунтових умов;
- гарантувати високу якість сівби при робочих швидкостях до 20 км/год;
- характеризуватися тривалим ресурсом експлуатації та низькими витратами на технічне обслуговування.

2.2. Аналіз поширених типів сошників для сівби зернових культур

Розглянемо основні переваги та недоліки найбільш поширених типів сошників і посівних секцій, які застосовуються на сівалках для висіву зернових культур.

Найбільш розповсюдженою групою зазначених робочих органів, що характеризуються тупим кутом входження в ґрунт, є дискові сошники та

посівні секції, в конструкції яких основним робочим елементом виступає диск.

Однодисккові сошники поділяються на конструкції з горизонтальним (рис. 2.1) та вертикальним (рис. 2.2) розташуванням дисків.

Дисківий сошник із вертикальною віссю обертання складається зі стійки-насіннепроводу, закріпленої на рамі та змонтованої з можливістю обертання на підшипнику. Стька має внутрішній канал для подавання насіння і мінеральних добрив. На ній установлений ріжучий диск з центральним отвором, який суміщений із каналом стійки та забезпечує проходження посівного матеріалу і туків до посівної борозенки.

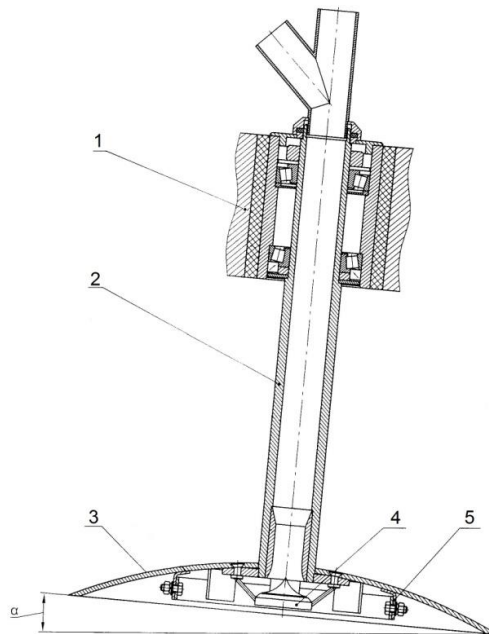


Рис. 2.1. Однодисківий сошник з горизонтальним розташуванням диска: 1 – підшипниковий вузол кріплення сошника до рами; 2 – стійка-насіннепровід; 3 – диск; 4 – розсіювач насіння; 5 – обмежувач ширини розсіювання насіння

На нижній стороні диска встановлено конусоподібний елемент для розподілу насіння. У поєднанні з каналом стійки він утворює кільцевий зазор, через який насіння переміщується між конічною поверхнею розсіювача та торцевою частиною стійки. Окрім цього, дисківий сошник оснащений додатковими розподільними елементами, що закріплені на нижній площині диска по колу навколо розсіювача насіння. Таке

конструктивне рішення забезпечує рівномірний розподіл насіння або насіння разом із мінеральними добривами по всій ширині оброблюваної смуги.

Однодискові сошники з вертикальним розміщенням диска (рис. 2.2) функціонують за принципом роботи дискової борони. Вони відзначаються кращою здатністю до заглиблення в ґрунт, оскільки один диск має меншу площу контакту з поверхнею. Це сприяє ефективнішому розрізанню рослинних решток, якіснішому формуванню посівної борозенки та створенню сприятливих умов для розміщення насіння в ґрунті [3].



Рис. 2.2. Однодисковий сошник

Під час роботи однодисковий сошник встановлюється в ґрунті під кутом 3–7° відносно напрямку руху агрегату. Таке розташування забезпечує зміщення пожнивних решток і верхнього шару ґрунту вбік у процесі руху. З метою підвищення ефективності розрізання поверхневого шару ґрунту окремі виробники посівної техніки застосовують зубчасті або опуклі диски (рис. 2.3) [8].

Перевагами опуклих дисків є компактність конструкції, зменшення обсягів викидання ґрунту та можливість здійснення сівби з меншими міжряддями.



Рис. 2.3 – Дводисковий сошник сівалки GREAT PLAINS з випуклими дисками

Найбільш універсальними та широко застосовуваними для висіву зернових культур вважаються дводискові сошники (рис. 2.4)

Їх використовують на зернових, зернотрав'яних та овочевих сівалках. Такі сошники здатні забезпечити середню якість сівби, як після проведення передпосівного, так і за наявності рослинних решток при нульовому та мінімальному обробітках.

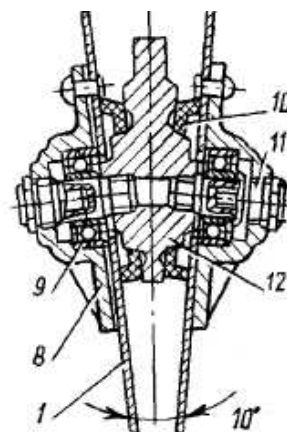
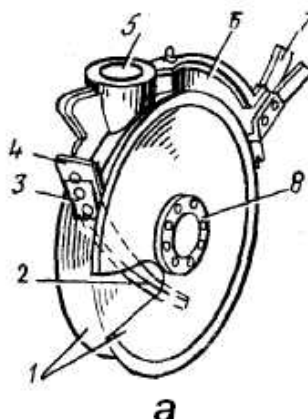


Рис. 2.4. Загальний вигляд та схема дводискового сошника: 1 – диск;
2 – напрямник насіння; 3 – прижим; 4 – чистик; 5 – раструб (труба);
6 – гребень; 7 – повідок; 8 – маточина; 9 – шарикоподшипник;
10 – гумовий ущільнювач; 11 – болт; 12 – корпус

Сошники являють собою литу конструкцію, оснащену двома плоскими загостреними дисками, які сходяться в передній частині та в плані формують двогранний клин. Диски, обертаючись і виконуючи роль бокових поверхонь цього клина, у результаті взаємодії з ґрунтом відсовують його в сторони, утворюючи посівну боріздку.

Дводискові сошники можуть монтуватися як на радіальній, так і на паралелограмній підвісці. Використання паралелограмної підвіски забезпечує точніше копіювання мікрорельєфу поверхні поля, проте призводить до збільшення маси та ускладнення конструкції сівалки.

Окремої уваги заслуговує оригінальне конструкційне рішення кріплення сошника, застосоване в сівалках фірми JOHN DEERE (рис. 2.5), де поводок виконаний у вигляді коробчастої конструкції з розміщеною всередині притискною пружиною [9].

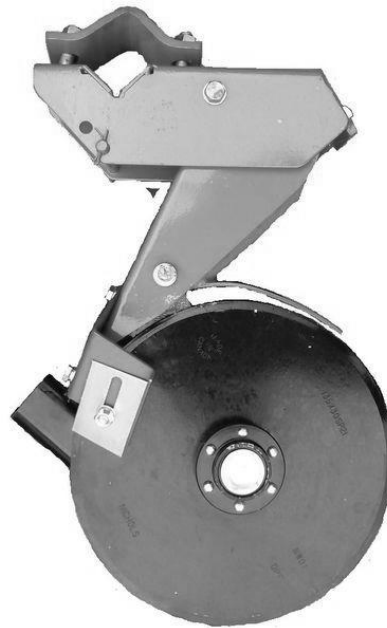


Рис.2.5. Дводисковий сошник сівалки JOHN DEERE

Зазвичай регулювання глибини загортання насіння здійснюється груповим способом, а за потреби — індивідуально шляхом зміни притискного зусилля пружини кожного окремого сошника.

Подібно до попереднього типу, зазначені сошники не забезпечують достатнього копіювання рельєфу поверхні поля та стабільного руху на

заданій глибині, що негативно впливає на рівномірність загортання насіння. У зв'язку з цим окремі виробники додатково оснащують такі посівні секції індивідуальними опорно-прикочувальними колесами (рис. 2.6) [10].

Діаметр дисків становить 38 см, їх товщина — 4 мм, при цьому ріжуча крайка має наплавлення шириною 6 мм. У конструкції застосовано підшипники з потрійним ущільненням. Заднє прикочувальне колесо обладнане Т-подібною ручкою з 18 положеннями для регулювання глибини висіву. Диски сошників встановлені зі взаємним зміщенням 1,27 см, що покращує їх заглиблення в ґрунт. Притискні пружини створюють зусилля до 182 кг, що забезпечує можливість виконання прямої сівби після більшості попередників, за винятком кукурудзи.

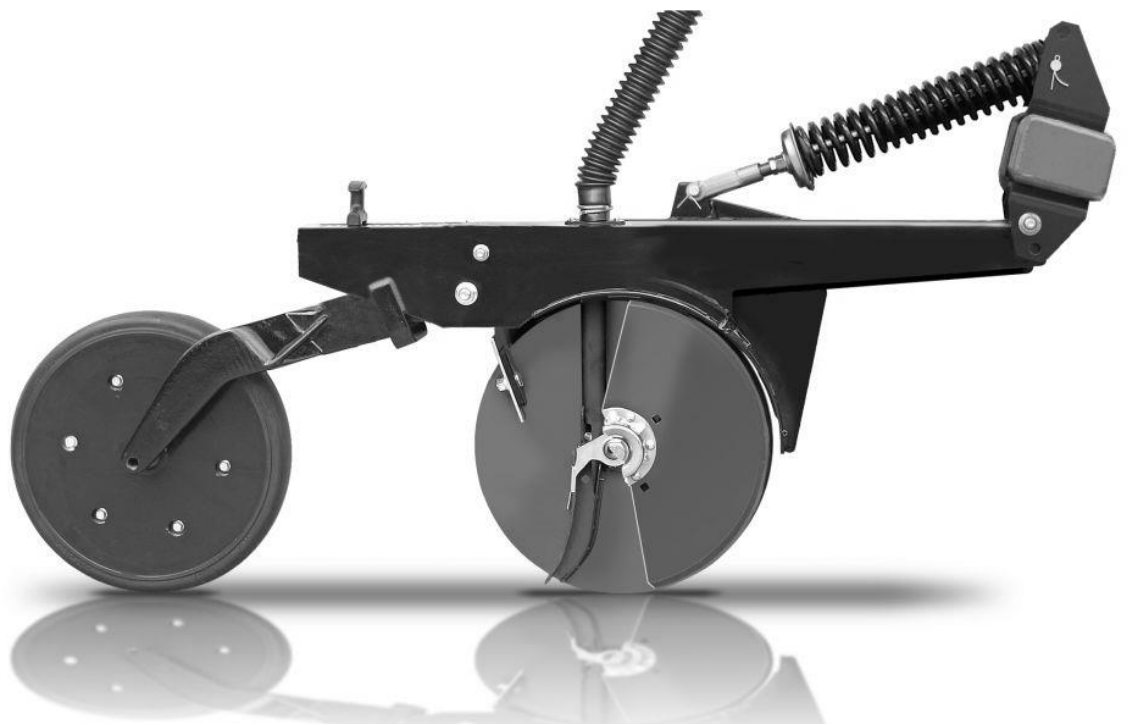


Рис.2.6. Сошник сівалки 3s3000 фірми компанії Грейт Плейнз

До даної групи робочих органів відносяться посівні секції зернових сівалок ДОНЭЙР-МТ. (рис. 2.7)

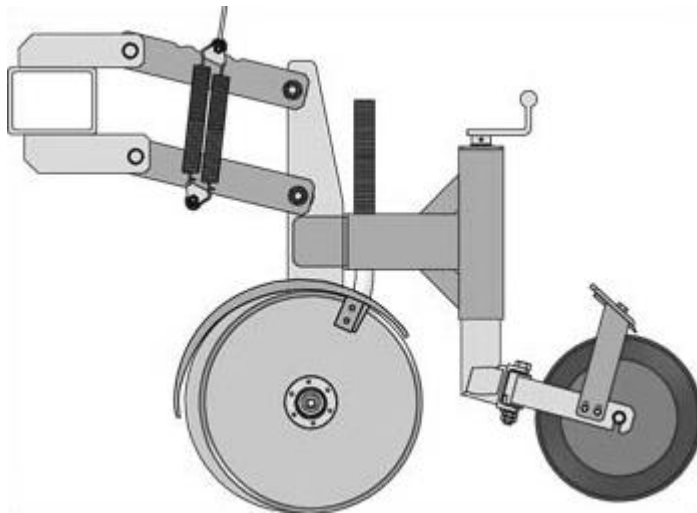


Рис. 2.7. Секція сівалки «ДОНЭЙР-МТ»

Посівні секції оснащуються важкими дводисковими сошниками з діаметром дисків 400 мм та товщиною 4 мм, які встановлені на паралелограмній підвісці. Пружини підвіски створюють притискне зусилля в межах 60...110 кг. Взаємне зміщення дисків відносно один одного сприяє ефективнішому розрізанню рослинних решток і забезпечує самоочищення робочих органів. Диски виготовляються з борвмісної зносостійкої сталі. Маточини дисків є необслуговуваними, оснащені дворядними шарикопідшипниками та мають надійний захист від пилу і бруду.

Регулювання глибини загортання насіння в межах 2–8 см здійснюється за допомогою прикочувального колеса з регульовальним та гвинтовим механізмами, яке одночасно забезпечує притискання ґрунту для кращого контакту насіння з ґрунтом і дружного проростання сходів. Конструкція дозволяє виконувати сівбу з міжряддям 19 та 17,5 см.

У посівних секціях такого типу кожний сошник має можливість індивідуального налаштування на задану глибину сівби, а наявність опорного колеса забезпечує високу стабільність ходу сівалки та, відповідно, підвищену якість виконання посівних робіт.

Сучасні тенденції розвитку сошників цього типу спрямовані на збільшення діаметра дисків, що забезпечує підвищення їх зносостійкості та плавність роботи. Такі конструкції дозволяють здійснювати сівбу зі

швидкістю до 20 км/год. Посівні секції з подібними сошниками рекомендуються для широкого спектра технологій сівби зернових культур, а за умови забезпечення достатнього притискного зусилля можуть ефективно застосовуватися і для прямого посіву.

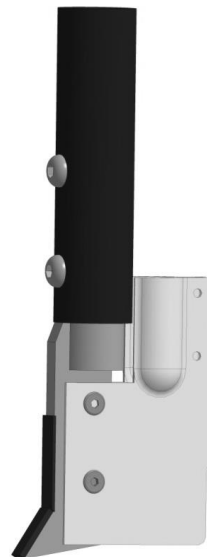
Основним недоліком дискових сошників є значна металомісткість сівалок, якими вони комплектуються, що може досягати 1000 кг на метр робочої ширини. Це зумовлено необхідністю прикладання значних зусиль для заглиблення дисків у ґрунт.

Певною мірою цього недоліку позбавлені сошники з гострим або прямим кутом входження в ґрунт. До найбільш поширених представників цієї групи належать трубчасті, анкерні, лапові та інші типи сошників. Вони можуть виконувати технологічний процес як самостійно, так і у поєднанні з копіювальними або прикочувальними котками.

Найпростішими за конструкційним виконанням серед цієї групи є сошники, якими оснащуються сівалки типу СЗС-2,1 та СКП-2,1 (рис. 2.8) [12]. Вони мають Г-подібну або пряму стійку, у нижній передній частині якої жорстко закріплене гостре долото, а позаду розміщений пластинчастий насіннєпровід.



Модель А- 04



Модель А- 05

Рис. 2.8. Сошники сівалок СЗС-2,1, СКП-2,1

Досить схожими за конструкцією сошниками обладнуються сівалки СТС-2,1 (рис.2.9) [13].



Рис. 2.9. Загальний вигляд сошників сівалки СТС-2,1

Сошники сівалок типу СТС мають порожнисті стійки, які одночасно виконують функцію насіннепроводів. У нижній передній частині цих стійок встановлюються долота або наральники. Сівалки, оснащені такими сошниками, призначені для прямої сівби з міжряддями шириною 19 або 21 см, що не повною мірою забезпечує оптимальну та рівномірну площу живлення рослин. Разом із тим, ці сошники характеризуються добрим заглибленням у ґрунт, а стабільність їх ходу та задана глибина забезпечуються за рахунок натискних штанг з пружинами або зусиль, які передаються від штоків гідроциліндрів через систему важелів.

Формування більш рівномірної площі живлення для зернових культур досягається при використанні лапових сошників у технології смугового посіву (рис. 2.10) [14]. Робочими органами такої конструкції комплектуються посівні комплекси Concept 2000 Morris, а також сівалка вітчизняного виробництва «Сиріус».

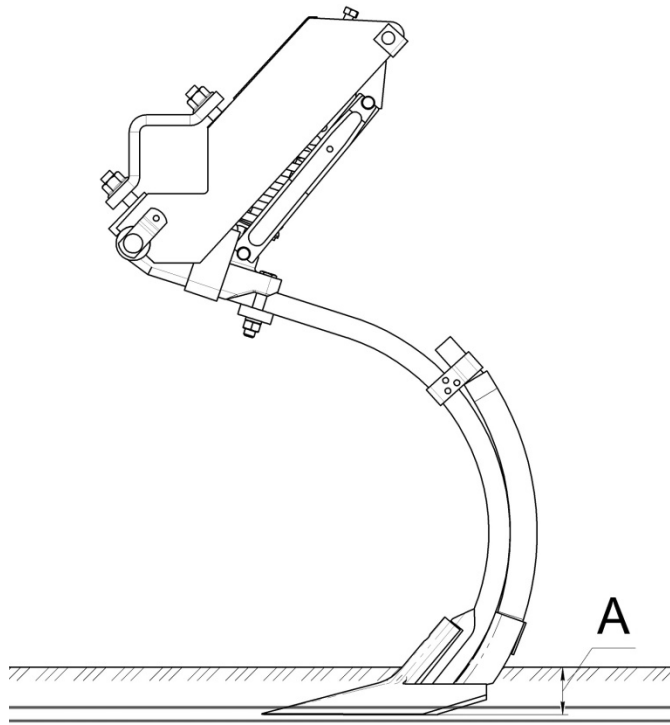


Рис. 2.10. Стандартний сошник посівного комплексу Concept 2000 Morris

Конструкційно сошник складається з кронштейна, оснащеного пружинним запобіжником, до якого шарнірно приєднана С-подібна стійка. У нижній передній частині на тримачі встановлена стрілчаста лапа, тоді як з тильного боку стійки розміщено насіннепровід із розподільчим пристроєм. Сошники з малим кутом входження в ґрунт потребують незначних зусиль для заглиблення, проте не здатні забезпечити стабільне дотримання заданої глибини загортання насіння.

Більш результативними в цьому аспекті є сошники, конструкція яких передбачає наявність утримуючих елементів, зокрема копіювальних або прикочуючих котків (рис. 2.11) [15].

Фірма Class пропонує до використання сошники в яких копіювальні елементи розташовуються як попереду так і позаду стійки в нижній частині якої закріплюються анкер чи лапа.

Сошники індивідуального копіювання Class характеризуються точним дотриманням глибини загортання насіння в ґрунт завдяки паралелограмній конструкції копіювальних важелів і опорного колеса, розташованого перед сошником.

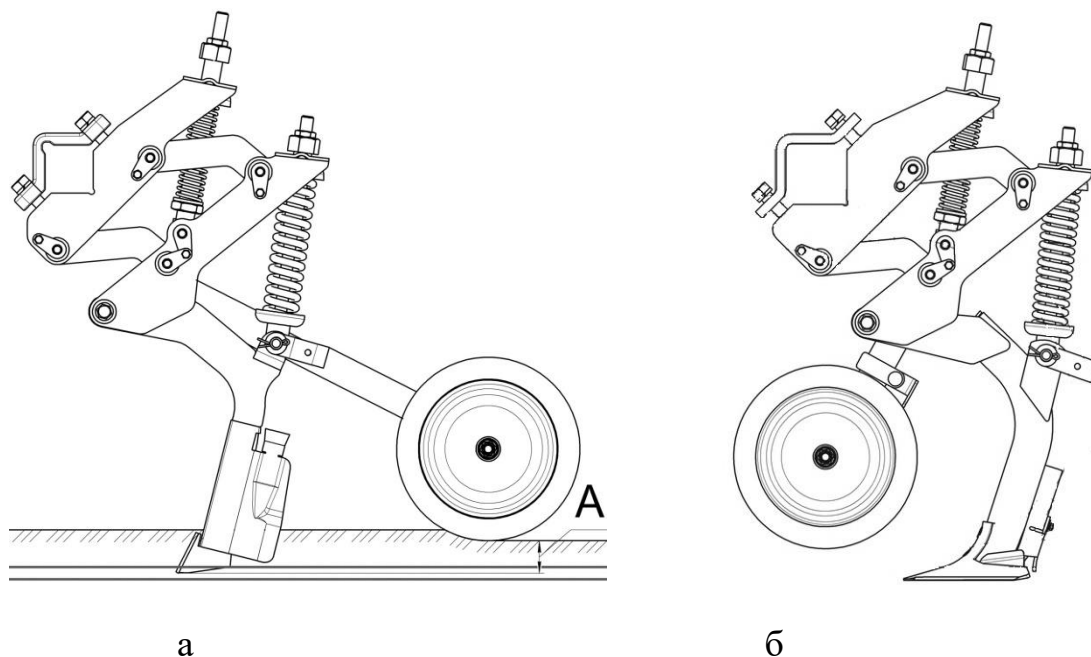


Рис. 2.11. Сошники для прямої сівби з індивідуальним копіюванням фірми Claas: а — модель A-Class; б — модель L-Class

Шарнірне з'єднання між кронштейном кріплення робочого органу до рами машини і сошником – підпружинені. Завдяки цьому можна регулювати тиск на сошник, що покращує рівномірність загортання насіння в ґрунт на необхідну глибину. В разі наїзжання на перешкоду, запобіжна пружина гарантує відхилення сошника, що забезпечить цілісність конструкції. Глибина загортання насіння налагоджується в діапазоні від 3 до 8 см.

Для виконання сівби сільськогосподарських культур можуть використовуватися сошники сівалок Seed Hawk (рис.2.12) [16]

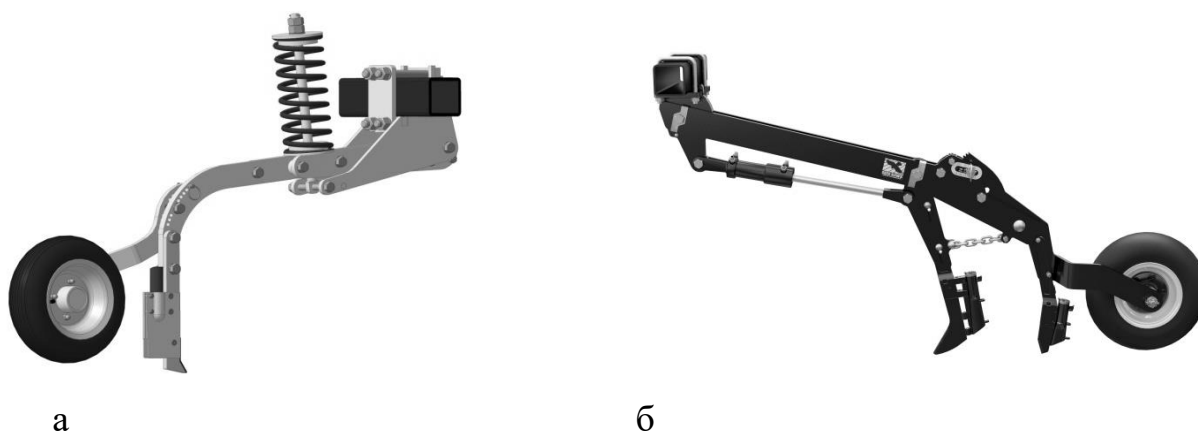


Рис. 2.12. Сошники сівалок фірми АПК ИНТЕХ: а – з одним долотовидним сошником ; та сівалки Seed Hawk: б – з двома долотовидними сошниками

Оригінальна посилена стійка сошника з індивідуальною системою кріплення має можливість відхилятися на величину до 40 см, що забезпечує ефективне копіювання мікрорельєфу поверхні поля. Оптимальна довжина стійки та незначна відстань між сошниками і прикочуючим колесом сприяють високій точності загортання насіння за глибиною. Прикочуюче колесо, встановлене позаду насіннєвого і тукового сошників, виконує функції закриття борозни та ущільнення ґрунту в рядку, покращуючи контакт насіння з ґрунтом. Водночас за умов значної кількості рослинних решток на поверхні поля робота сошника може ускладнюватися або ставати неефективною.

З метою мінімізації зазначеного недоліку, на особливу увагу, на нашу думку, заслуговує конструктивне рішення сівалок фірми **Amazone** (Німеччина), оснащених сошниками типу Primera DMS (рис. 2.13) [17]. Така конструкція дозволяє виконувати посів зі швидкістю до 16 км/год. Паралелограмна підвіска сошника забезпечує стабільне дотримання заданої глибини розміщення насіння незалежно від зміни швидкості руху агрегату та нерівностей рельєфу поля.

Разом із тим, при притискному зусиллі сошника лише 52 кг і загальній масі сівалки 5500 кг за ширини захвату 6 м питома металоємність становить 916 кг, що лише незначно менше порівняно з машинами аналогічного призначення, обладнаними дисковими сошниками. Конфігурація стійки сошника сприяє частковому підніманню рослинних решток із борозни, сформованої наральником. Водночас довгі стебла рослин можуть накопичуватися навколо стійки, а їхні кінці потрапляють під зубчасті прикочуючі котки, що призводить до стягування решток зі стійки, однак ефективність такого процесу є нестабільною.

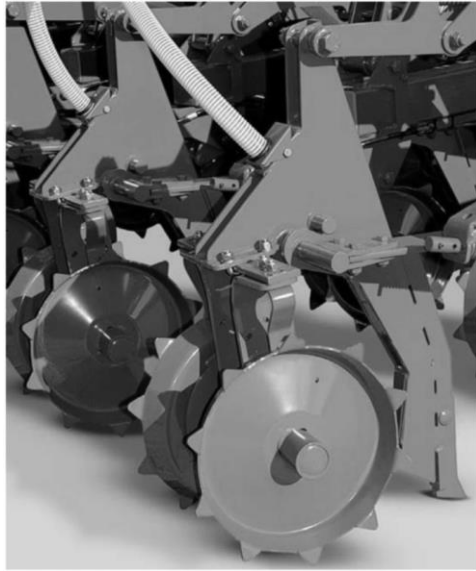


Рис. 2.13. Посівна секція з сошником Primera DMS фірми Amazone (Німеччина)

З метою підвищення загортання посівного матеріалу по глибині науковці і виробники сільськогосподарських машин розпочали обладнувати посівні системи додатковими робочими елементами, які покращують рівномірність загортання насіння по глибині. Так, фірма John Deere на своєму посівному комплексі John Deere 1890 в будові посівних секцій (рис. 2.14) [18] вирішила дану задачу встановленням на виході з напрямника насіння еластичної продовгуватої пластини, яка притискається, разом з насінням, до дна борізки покритим гумою котком. Зусилля притискання можна регулювати.

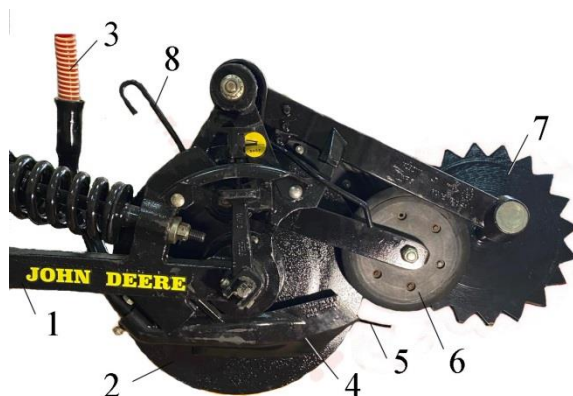


Рис. 2.14. Посівні секція посівного комплексу John Deere 1890

1 – радіальна підвіска; 2 – диск; 3 – туконасіннєспроводи; 4 – напрямники насіння; 5 – стабілізуюча пластина; 6 – утримуючий пластину коточок;
7 – прикочуючі котки; 8 – пружина з важелем

Подібним чином вирішують дану задачу і виробники посівного комплексу Orion-9,6 ПАТ ELVORTI. [19] На вирішення даної задачі також спрямована конструкція полозкового сошника (рис. 2.15) [20].

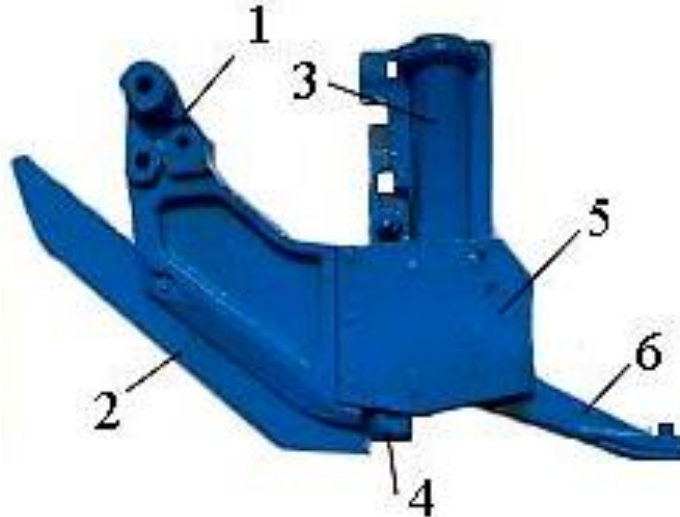


Рис. 2.15. Полозковий сошник:

1 – корпус; 2 – полоз; 3 – лійка; 4 – ущільнююча п'ятка; 5 – щоки сошника;
6 – утримуюча п'ятка

Полозковий сошник також має тупий кут входження в ґрунт. З метою покращення якості загортання насіння по глибині в його конструкції передбачена утримуюча п'ятка 6. Задача даного конструкційного елемента - утримання насіння на мінімальній відстані від дна боріздки до повного загортання вологими шарами ґрунту. Ефективність роботи даного сошника доведена експериментальними дослідженнями, але її конструкційні параметри потребують удосконалення та обґрунтування.

На основі проведеного аналізу можна зробити попередній висновок, що сошники з гострим кутом входження в ґрунт, незалежно від наявності копіювальних або прикочуючих котків, характеризуються меншими енерговитратами та нижчою металоємністю, чинять менший негативний

вплив на структуру ґрунту, але характеризуються низькою надійністю виконання технологічного процесу. Їх істотним недоліком є схильність до накопичення рослинних решток на стійках, що ускладнює перебіг технологічного процесу сівби.

Сошники 3 тупим кутом входження в ґрунт, особливо дискові, характеризуються високою надійністю виконання технологічного процесу, але мають досить низький показник якості сівби.

У зв'язку з цим розв'язання задачі підвищення рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині дисковими сошниками є актуальним і потребує подальших досліджень і технічних рішень.

2.3. Особливості конструкції машини, що модернізується.

Зернотукова сівалка є напівпричіпною, гідрофікованою машиною, оснащеною системою автоматичного контролю та сигналізації процесу висіву насіння і роботи сошників. Вона призначена для рядового висіву зернових і зернобобових культур із одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив та прикочуванням ґрунту. Сівалка рекомендована до застосування в посушливих районах, схильних до проявів вітрової ерозії.

Конструктивно сівалка (рис. 2.16) складається з таких основних складальних одиниць: сошників 6, рами з причіпним пристроєм, інструментального ящика, механізму піднімання й опускання сошників 7, насіннєпроводів, зернотукового ящика 2, уніфікованої системи контролю, коробки зміни передач 3, маркерів 4, опорно-привідних коліс 5. У неробочому стані та під час зберігання машина спирається на підставки 8.

На сошниковому брусі рами за допомогою радіальних повідків закріплені сошники (рис.2.17). Для підвищення рівномірності ходу дискового сошника по глибині до його корпусу прикріплений механізм регулювання глибини з прикочуючим котком.

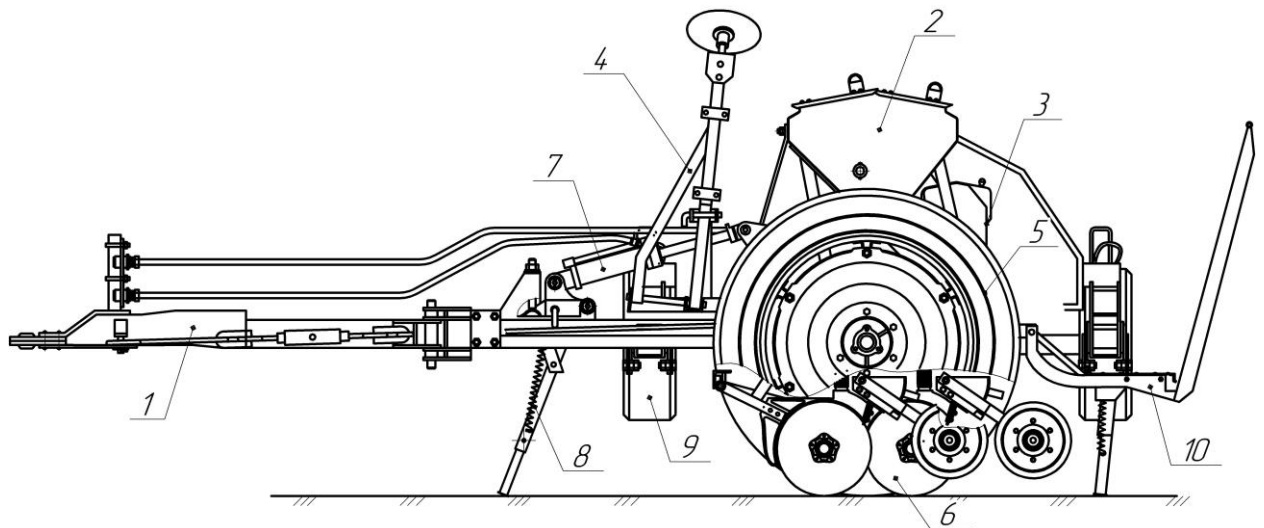


Рис. 2.16. Сівалка СЗ-5,4

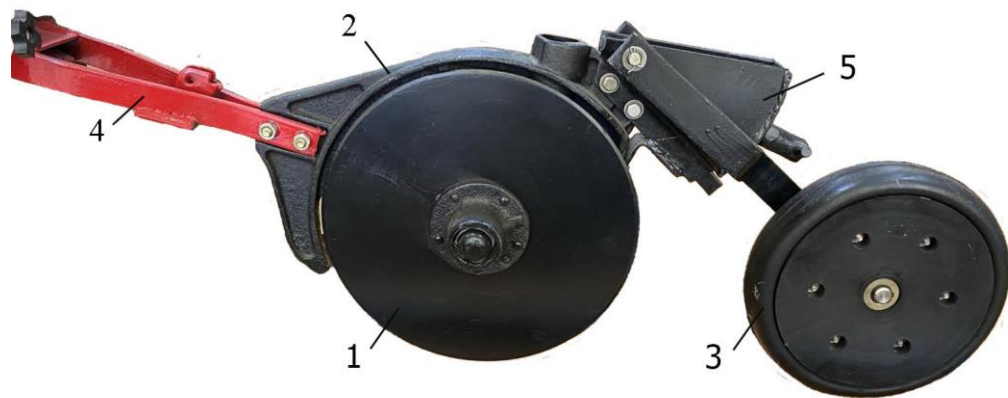


Рис.2.17. Сошник з прикочуючим котком: 1 – диски; 2 – корпус;
3 – прикочуючий коток; 4 – поводок; 5 – механізм регулювання

У верхній частині рами встановлено зернотуковий ящик, до дна якого з боку зернового відділення приєднані зернові висівні апарати катушково-жолобчатого типу, а з боку тукового — катушково-штифтові апарати для внесення мінеральних добрив.

Для забезпечення стабільності руху сівалки та дотримання ширини стикових міжрядь при роботі у складі багатосівалкового шеренгового агрегату окремі сівалки з'єднуються між собою шарнірною ланкою. Під час

руху агрегату в робочому положенні котушки зернових і тукових висівних апаратів, обертаючись, захоплюють насіння та добрива і подають їх у лійки насіннєпроводів. Далі матеріал транспортується до сошників, які здійснюють укладання насіння і добрив у ґрунт. Загортання відбувається за рахунок природного осипання ґрунту зі стінок утвореної борозни і ущільнюється прикочуючими котками.

2.4. Агротехнічні вимоги до роботи зернових сівалок

Технологічний процес сівби включає такі основні операції [1]:

1. подачу насіння з насіннєвого ящика до сошників;
2. формування борозни, укладання в неї насіння та загортання його вологим ґрунтом на задану й однакову глибину.

Відповідно до цього до сівалки СЗ-5,4 висуваються такі агротехнічні вимоги:

1. Розподіл насіння по площі посіву повинен бути рівномірним.
2. Висівні апарати мають забезпечувати рівномірний висів насіння, при цьому середня нерівномірність між окремими апаратами не повинна перевищувати 3%.
3. Кількість насіння в кожному рядку повинна бути однаковою та відповідати встановленій нормі. Допустиме відхилення загальної норми висіву — не більше 3%. У процесі сівби насіння не повинно пошкоджуватися у висівних апаратах, сошниках та інших механізмах сівалки.
4. Сошники мають формувати борозну з незначно ущільненим дном однакової глибини. Насіння повинно вкладатися на ущільнене дно та загортатися вологим шаром ґрунту. Для сівалки СЗ-5,4 допустимі відхилення від заданої глибини загортання насіння при глибині посіву 4–8 см становлять відповідно 0,7–1,0 см.

Для покращення якісних показників роботи розглянутих сошників зернової сівалки СЗ-5,4 пропонується обладнати їх додатковим утримуючим насіння на заданій глибині елементом, але будова даного елемента потребує обґрунтування його конструкційних параметрів та перевірки працездатності. З цією метою необхідно організувати і виконати польові експериментальні дослідження.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

Встановлення доцільності обладнання дискових сошників зернових сівалок конструкційними елементами для підвищення рівномірності загортання насіння по глибині

3.1. Загальна інформація про забезпечення якісного показника рівномірності загортання насіння по глибині

Рівномірність загортання насіння по глибині — один із ключових факторів, що визначає якість сівби, рівномірність схожості та подальший розвиток рослин. Нерівномірне загортання може призводити до різниці в умовах індивідуального проростання, що знижує врожайність і ускладнює догляд за посівами. У сучасному рослинництві важливе значення має впровадження технологічних рішень, що забезпечують сталу глибину загортання насіння незалежно від умов ґрунту.

Розглянемо основні шляхи підвищення рівномірності загортання насіння по глибині, механізми впливу на процес сівби та практичні рекомендації для застосування у сільськогосподарському виробництві.

Рівномірне загортання насіння по глибині впливає на:— швидкість і рівень проростання; однорідність посівів; стійкість до стресових факторів (посуха, холод); ефективність використання вологи та поживних речовин. Різна глибина загортання ускладнює рівномірний розвиток рослин і може викликати появу агроморфологічних відмінностей між ними. За даними досліджень, оптимальна глибина загортання для багатьох культур забезпечує найвищу схожість і продуктивність за умови рівномірного розподілу насіння у шарі ґрунту [21].

На якість загортання насіння по глибині впливають різні чинники, основними з яких є:

- Механічні властивості ґрунту. Ґрунт різної структури чинить різний опір заглибленню сошників. Глинисті, ущільнені або кам'яністі шари створюють нерівномірну глибину загортання у порівнянні з легкими супіщаними ґрунтами.

- Технічний стан сівалки. Неякісні загортаючі системи, зношені чи неправильно відрегульовані, призводять до коливань глибини закладення насіння. Важливою є конструкція пристроїв для загортання — їх притискання до ґрунту, регулювання глибини, точність роботи висівних секцій.

- Швидкість руху агрегата. Чим вища швидкість руху сівалки, тим більша ймовірність відхилення фактичної глибини загортання насіння від заданої. Найоптимальніше використовувати рекомендовані виробниками швидкості експлуатації техніки.

На даний час можна говорити про різні шляхи підвищення рівномірності загортання насіння по глибині. До основних із них можна віднести:

- Використання сучасних висівних систем з контролем заглиблення. Сучасні сівалки оснащуються системами автоматичного контролю та корекції заглиблення насіння. Це можуть бути гідравлічні або електронні регулятори тиску на сошник. Такі системи дозволяють підтримувати задану глибину ходу сошників незалежно від нерівностей поля і частково покращувати якісний показник сівби [22] .

- Регулювання тиску притискних коліс. Притискні колеса забезпечують контакт насіння з ґрунтом після його внесення. Недостатній тиск ускладнює загортання, надмірний може викликати ущільнення ґрунту, що також впливає на перерозподіл насіння. Правильне налаштування тиску сприяє стабільному положенню насіння на оптимальній глибині.

- Застосування систем автоматичного вирівнювання рельєфу. Сучасні агрегати можуть бути оснащені системами, що аналізують рельєф поля в реальному часі й коригують висоту сошників за допомогою датчиків. Це

дозволяє уникнути їх локальних коливань по глибині, які виникають через нерівності поля.

- Оптимальна швидкість руху техніки. Експлуатація сівалок на рекомендованій виробником швидкості зменшує механічні коливання та дозволяє загортаючим системам працювати стабільно. Занадто висока швидкість призводить до стрибків та вібрацій, що безпосередньо впливають на глибину загортання [23].

- Технічне обслуговування висівного обладнання. Перевірка стану висівних дисків, шестерень, ланцюгів та направляючих — обов'язкова умова правильної роботи сівалки. Зношені деталі збільшують похибки у подачі насіння та глибині загортання.

- Практичне застосування в агровиробництві названих шляхів покращення. Дослідження польових умов показують, що застосування сівалок з автоматичним контролем заглиблення разом із системою вирівнювання рельєфу дозволяє забезпечити рівномірність загортання насіння у межах ± 5 мм від заданої глибини. Це покращує загальні результати по всій площі посіву та зменшує витрати на повторні обробки [24].

Запровадження розумного землеробства (smart farming) із GPS-контролем та датчиками ґрунтових параметрів додатково підвищує якість робіт завдяки точному врахуванню змін структурних властивостей ґрунту в реальному часі.

На особливу увагу заслуговує Обладнання сошників додатковими елементами для утримання насіння на заданій глибині до засипання вологим ґрунтом. Після виходу насіння із сошника воно короткочасно перебуває у відкритій борозні до моменту засипання ґрунтом. У цей період під дією вібрацій агрегату, нерівностей поля або надмірної швидкості руху можливе зміщення насіння по вертикалі та горизонталі. Це знижує точність дотримання заданої глибини загортання, навіть за правильно налаштованого сошника. З цієї причини в сучасних сівалках застосовують додаткові функціональні елементи, основне призначення яких — фіксація насіння на дні борозни до моменту його остаточного загортання вологим ґрунтом.

Дані елементи можуть мати різну будову і конструкційні особливості. Розглянемо деякі з них.

Насіннєпритискні ролики. Насіннєпритискні ролики встановлюються безпосередньо за сошником і контактують із насінням одразу після його укладання в борозну. Вони виконують такі функції:

- притискають насіння до дна борозни;
- запобігають його відскоку;
- стабілізують положення насіння по глибині.

Ролики можуть мати гумове або полімерне покриття, що зменшує травмування насіння та забезпечує м'який контакт із ґрунтом.

Притискні ложкоподібні елементи. У деяких конструкціях застосовують ложкоподібні або V-подібні притискні елементи, які спрямовують насіння в центральну частину борозни та утримують його в заданому положенні. Такі елементи особливо ефективні при роботі на легких або надмірно розпушених ґрунтах.

Направляючі та стабілізуючі елементи подачі насіння (Подовжені насіннєпроводи)

Подовжені та стабілізовані насіннєпроводи зменшують швидкість падіння насіння та виключають його хаотичний рух у борозні. Завдяки цьому насіння рівномірно вкладається на дно без підскакування.

Амортизуючі вставки в насіннєпроводах. Амортизуючі гумові або поліуретанові вставки поглинають кінетичну енергію насіння, знижуючи ймовірність його зміщення після контакту з ґрунтом. Це особливо важливо за підвищених швидкостей сівби.

Обмежувачі глибини та стабілізатори борозни. Опорні колеса біля сошника. Опорні або копіювальні колеса, встановлені безпосередньо біля сошника, не лише задають глибину його ходу, а й стабілізують дно борозни. Завдяки цьому насіння вкладається на вирівняну поверхню без локальних заглиблень або підвищень.

Формувачі дна борозни. Формувачі дна борозни, ущільнюючі пятаки (іноді у вигляді клиноподібних елементів) ущільнюють нижній шар ґрунту, створюючи щільну, вологу основу для насіння. Це запобігає його осіданню після засипання ґрунтом і забезпечує стабільну глибину залягання.

Системи локального прикочування. Перед засипанням насіння основною масою ґрунту застосовують локальні прикочувальні елементи, які частково ущільнюють ґрунт над насінням. Вони фіксують насіння в заданому положенні, сприяють контакту з вологим ґрунтом, зменшують вплив вібрацій на положення насіння. Такі системи є особливо ефективними в умовах мінімального та нульового обробітку ґрунту.

Комплексне використання притискних, направляючих та стабілізуючих елементів сошника дозволяє:— зменшити коливання глибини загортання; підвищити однорідність сходів; забезпечити рівномірний контакт насіння з вологим ґрунтом; покращити початковий розвиток рослин.

Практика показує, що застосування таких конструктивних рішень дозволяє знизити відхилення глибини загортання до $\pm 3\text{--}5$ мм, що є критично важливим для дрібнонасінних та чутливих до глибини сівби культур.

На підставі розглянутої інформації, а також результатів відомих досліджень можна припустити, що одним із надійніших шляхів підвищення рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині залягання залишається обладнання сошників чи поосівних секцій додатковими утримуючими конструкційними елементами, які почали з'являтися на загортаючих системах серійних машин, але на даний час не знаходять широкого застосування. Причин даного явища може бути багато, серед яких і ускладнення конструкції самого сошника, питання його надійності, вартість та ін, але основною причиною, на наш погляд, залишається відсутність чіткого обґрунтування раціональних конструкційних параметрів даних елементів, які до того ж можуть суттєво відрізнятися за будовою при використанні у складі різних типів сошників.

Для отримання даної інформації необхідно провести досить трудомісткі та ємкі аналітичні та експериментальні дослідження.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи дводискових сошників з прикочуючими котками зернових сівалок СЗ-5,4, шляхом обладнання їх стабілізуючим конструкційним елементом для загортання посівного матеріалу на задану глибину у межах допустимого горизонту.

Об'єктом дослідження є процес стабілізації переміщення посівного матеріалу після контакту з дном утвореної сошником борізки, за умови використання у його складі стабілізуючого елемента.

Предмет досліджень – залежність якісного показника загортання насіння по глибині від технологічних та експлуатаційних параметрів процесу сівби.

Задачі досліджень:

- розробити методику експериментального визначення параметру оптимізації – рівномірності загортання насіння ячменю по глибині дводисковим сошником обладнаним стабілізуючим елементом;
- розробити та виготовити конструкцію стабілізуючого елемента адаптованого до роботи з дводисковим сошником;
- провести експериментальні польові дослідження процесу сівби ячменю з використанням дводискового сошника обладнаного стабілізуючим елементом
- провести статистичний обробіток і аналіз результатів досліджень;
- встановлення залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині від робочої швидкості сівалки та заданої глибини сівби.
- запропонувати практичні рекомендації по удосконаленню конструкції дводискового сошника зернових сівалок шляхом обладнання його запропонованою конструкцією стабілізуючого елемента.

Наукова новизна. Підтверджена доцільність обладнання дводискового сошника зернових сівалок стабілізуючим елементом, отримані залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині від робочої швидкості сівалки за заданої глибини сівки насіння.

3.2. Програма експериментальних досліджень

Програма експериментальних досліджень передбачала встановлення залежності параметра оптимізації Y_1 – рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині залягання, яке характеризується загально-прийнятим значенням коефіцієнту варіації розподілу значень глибини від робочої швидкості X_1 та заданої глибини сівки насіння X_2 (табл.3.1) [25].

Таблиця.3.1

Вихідні дані до проведення польових експериментальних досліджень

№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіюван ня
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Робоча швидкість сівалки (V, м/с).	x_1	3,4	1,4	0,4
2	Задана глибина ходу сошника (h, мм)	x_2	120	40	20

3.3. Технічне забезпечення польових експериментальних досліджень.

Польові експериментальні дослідження проводили з використанням спеціально розробленого на кафедрі сільськогосподарського машинобудування посівного модуля, до складу якого входили: рама (рис.3.1). ; яка спирається на два опорно-приводні колеса, бункер для насіння механізм приводу висівних апаратів, механізм транспортного положення. До

переднього бруса рами можуть бути прикріплені різні робочі органи. В нашому випадку це дводискові сошники прикочуючим котком, один з яких обладнаний стабілізуючим елементом. (рис.3.2).



Рис.3.1. Загальний вигляд посівного модуля.

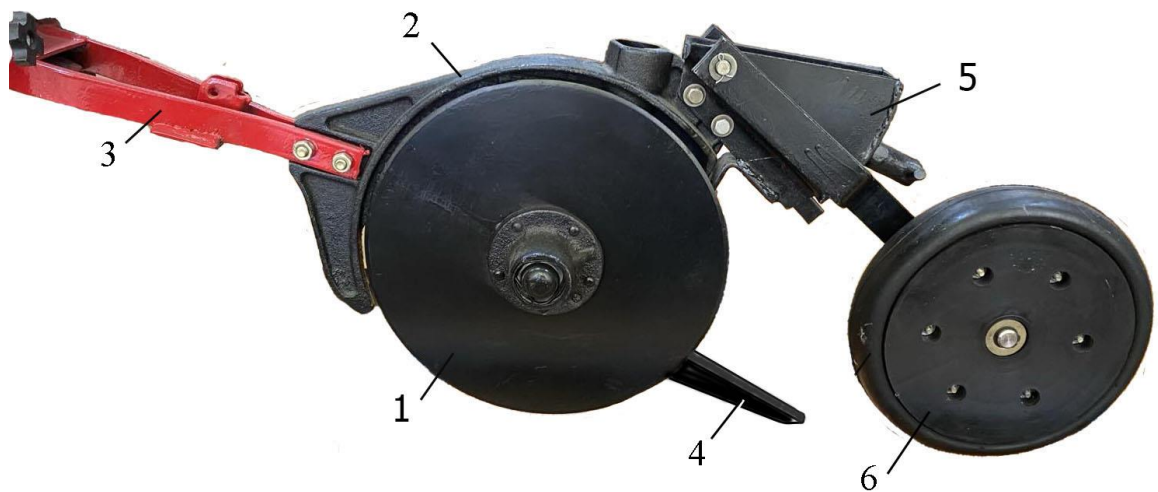


Рис.3.2.Дводисковий сошник обладнаний стабілізуючим елементом:

1 – диски; 2 – корпус; 3 – поводок; 4 – стабілізуючий елемент; 5 – механізм регулювання глибини; 6 – прикочуючий коток.

При проведенні експерименту висівали ячмінь. Досліди проводили на ділянці дослідного поля кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету, 17 та 18 вересня 2025 року. Частина поля була розмічена залікові ділянки довжиною 10 м та розгінні довжиною 5 м. Згідно з планом експерименту, задану глибину висіву виставляли за допомогою механізму регулювання 5 (рис.3.2). Робочу швидкість змінювали перемиканням передач засобу агрегування, в якості якого використовувати малогабаритний трактор Т-012. Середнє реальне значення робочої швидкості встановлювали завдяки замірам часу за який посівний комплекс проходив залікову ділянку довжиною у 10м. Фактичну глибину залягання насіння по глибині визначали після появи сходів за етильованою частиною паростків. Середня кількість значень показника становила приблизно 100. Паростки для заміру намагалися відбирати через кожні 10 см. Результати замірів записували у журнал. Обробку даних виконували з використанням програмного забезпечення STATISTIKA.

3.4. Результати досліджень

На основі середніх значень показника рівномірності загортання насіння отримані рівняння регресії (3.1; 3.2), які описують залежність якісного показника від робочої швидкості та заданої глибини загортання насіння, а також графічне відображення даних залежностей у вигляді поверхонь відгуку та ліній рівних зрізів (рис.3.3; 3.4).

$$\rho, \% = 32,3443 - 7,9786 * h_0 + 0,1383 * v + 2,2379 * h_0^2 - 0,002 * h_0 v - 0,0016 * v^2 \quad (3.1)$$

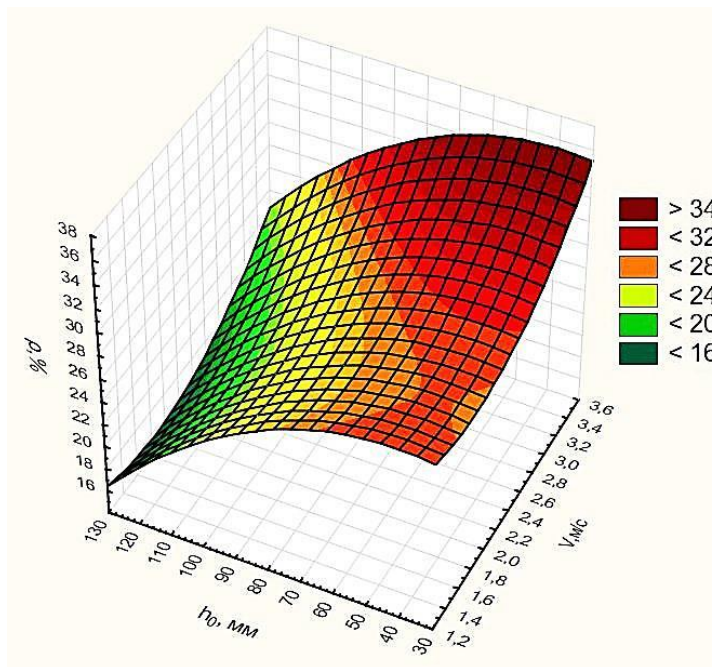


Рис. 3.3. Залежність показника рівномірності загортання насіння по глибині $\rho, \%$ від установчої глибини ходу сошника h_0 та робочої швидкості посівного модуля V , м/с. за результатами роботи дводискового сошника з прикочуючим котком. Середнє значення $\rho = 26,18\%$

$$\rho \%, = 11,968 + 3,5271 * h_0 + 0,109 * v + 0,3705 * h_0^2 - 0,017 * h_0 v - 0,0007 * v^2 \quad (3.2)$$

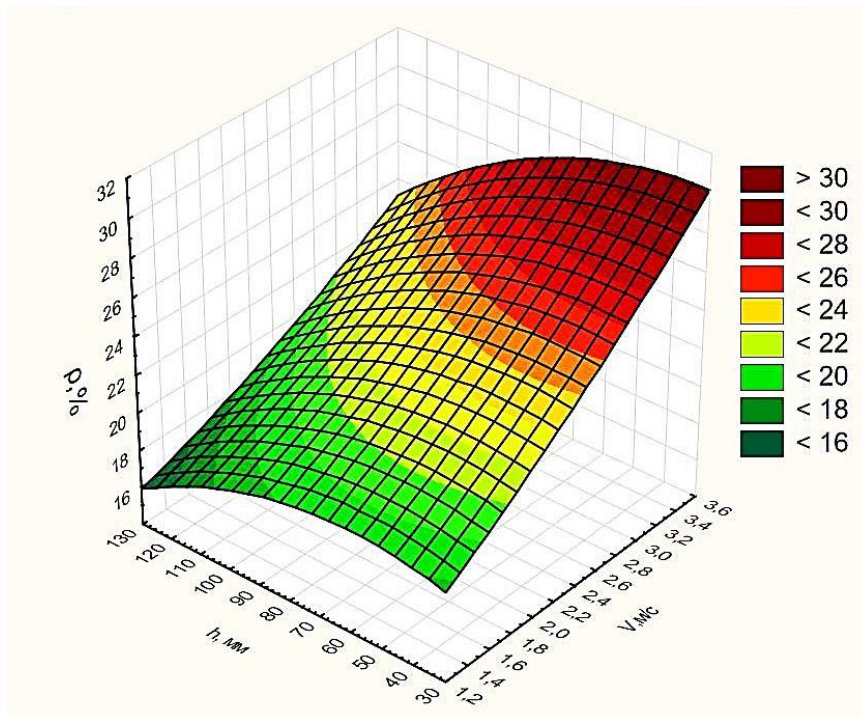


Рис. 3.3. Залежність показника рівномірності загортання насіння по глибині ρ , % від установчої глибини ходу сошника h_0 та робочої швидкості посівного модуля V , м/с. за результатами роботи дводискового сошника, обладнаного стабілізуючим елементом, з прикочуючим котком. Середнє значення $\rho = 26,18\%$. Середнє значення $\rho = 22,84\%$

Аналіз отриманих результатів підтверджує доцільність обладнання сошників стабілізуючими елементами.

Представлені впливові фактори протилежно впливають на зміну показника рівномірності загортання насіння по глибині.

Робоча швидкість має більший вплив в обох варіантах роботи загортаючих робочих органів і має практично лінійний характер. Зі збільшенням робочої швидкості якість загортання насіння погіршується. Зі збільшенням заданої глибини ходу сошників показник рівномірності загортання покращується і при нульових рівнях впливових факторів значення ρ змінюється від 28 до 16% для сошника без стабілізуючого елемента та з 20 до 16% для сошника обладнаного стабілізуючим елементом. Це свідчить про те, що використання стабілізуючого елемента є найбільш ефективним на малих глибинах сівби, що є важливим

показником при вирощуванні сільськогосподарських культур, біологічна глибина сівби яких знаходиться в межах до 7 см.

4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Зміст удосконалення конструкції зернової сівалки

На підставі висновків зроблених за результатами експериментальних досліджень пропонується обладнати будову дводискового сошника зернової сівалки стабілізуючим елементом (рис.4.1) (креслення в ілюстраційних матеріалах). Для реалізації запропонованої конструкції модернізованого сошника бажано внести зміни у конструкцію насіннепроводу а також прикріпити до корпусу серійного сошника кронштейн для приєднання стабілізуючого елемента.

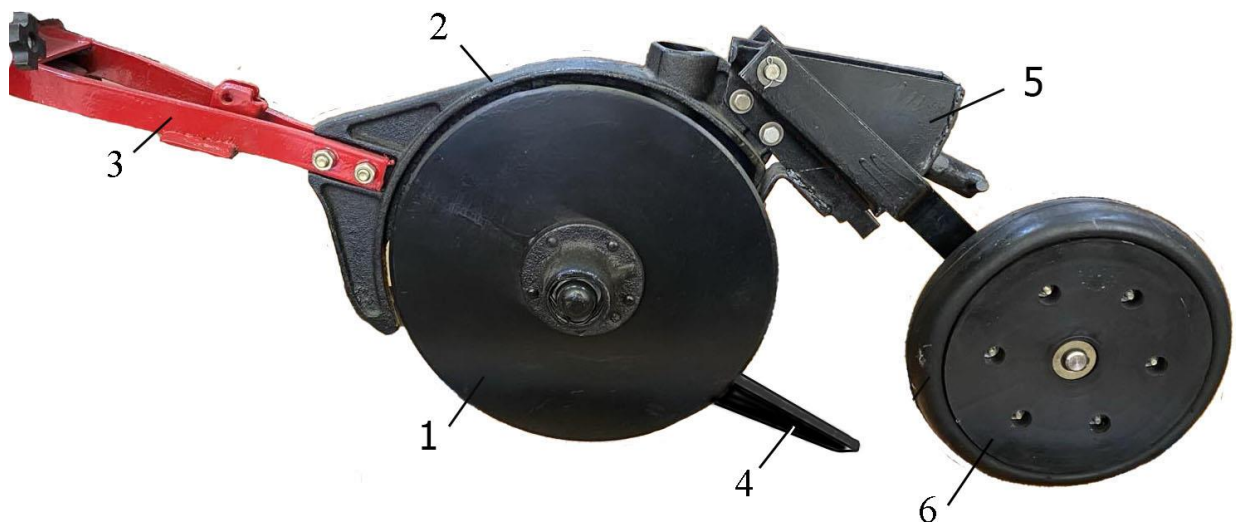


Рис. 4.1. Удосконалена конструкція дводискового сошника зі стабілізуючим елементом:

1 – Диски; 2 – корпус сошника; 3 – поводок; 4 – стабілізуючий елемент; 5 – механізм регулювання глибини; 6 – прикочуючий коток.

Стабілізуючий елемент має просту коритоподібну конструкцію, довжина якої попередньо обґрунтована науковцями кафедри сільськогосподарського машинобудування і становить 175 мм. Це максимальне значення довжини даного елемента, який можна використовувати для сівби насіння практично всіх видів зернових і зернобобових культур.

4.2. Технологічні розрахунки

4.2.1. Розрахунок параметрів сошника.

Рівномірність розміщення насіння в ґрунті значною мірою визначається конструктивними особливостями сошника та значеннями його основних параметрів. До ключових параметрів сошника належать геометрична форма і габаритні розміри елемента, що формує борозну, відстань між щоками, а також форма й розміри обрізів щік сошника [26, 27].

Найвищі показники поздовжньої рівномірності висіву та мінімальну ширину рядка забезпечують кілеподібні сошники, які характеризуються тупим кутом входження в ґрунт. Анкерні сошники з гострим кутом входження демонструють дещо гірші результати, що зумовлено впливом рослинних решток у зоні їх роботи. Використання додаткового диска для розрізання рослинних решток розширює можливості ефективного застосування сошників цього типу. Найменш сприятливі показники поздовжньої рівномірності та найбільше бокове розкидання насіння характерні для дискових сошників.

У конструкції полозоподібних сошників щоки виконують надзвичайно важливу функцію. Вони являють собою дві опорні поверхні, розташовані одна навпроти одної, які запобігають обсипанню стінок борозни. У просторі під сошником, обмеженому щоками, обсипаний ґрунт формує похилу поверхню, уклін якої орієнтований у напрямку носка сошника та відповідає куту природного укосу ґрунту.

Під час проєктування сошника необхідно забезпечити, щоб відстань L від заданого обрізу щік до задньої кромки наральника перевищувала глибину L_0 осипання ґрунту в середину сошника за умов малих робочих швидкостей посівного агрегату (рис. 4.2).

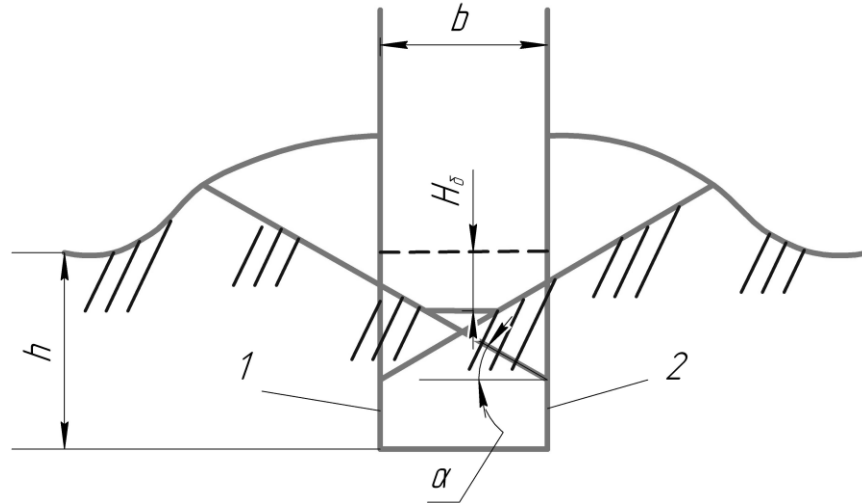


Рис. 4.2. Схема осипання ґрунту між щоками сошника.

Визначимо довжину осипання L_0 ґрунту [27].

$$L_o = (h - ac^n) / \operatorname{tg} \alpha + 0,5c \quad (4.1)$$

де h – глибина ходу сошника, мм;

c – відстань між щоками сошника;

a та n – експериментальні коефіцієнти;

α – кут природного відкосу ґрунту

$$L_o = (90 - 7,245 \cdot 30^{0,367}) / \operatorname{tg} 35^\circ + 0,5 \cdot 30 = 4,07 \text{ см.}$$

Форма нижнього обрізу щік і наральника сошника істотно впливає на якість загортання насіння ґрунтом. За умови виконання нижнього заднього обрізу у вигляді затвірної поверхні конуса осипання, тобто з нахилом під кутом, що відповідає природному куту укосу ґрунту, створюються сприятливі умови для загортання насіння більш вологими нижніми шарами ґрунту. У

такому випадку спочатку відбувається осипання нижніх, більш зволжених шарів, після чого борозна засипається верхніми шарами ґрунту, які до цього утримувалися верхніми обрізами щік сошника.

4.2.2. Взаємне розташування сошників на сівалці

У процесі руху сошника в розпушеному шарі ґрунту перед ним формується ґрунтовий горб, який поширюється на певну відстань у напрямку руху агрегату та в поперечному напрямі (рис. 4.3) [27]. Відстань між сусідніми сошниками a_s повинна перевищувати ширину ґрунтового горба b_x , тобто має виконуватися умова $a_s > b_x$ (рис. 4.3).

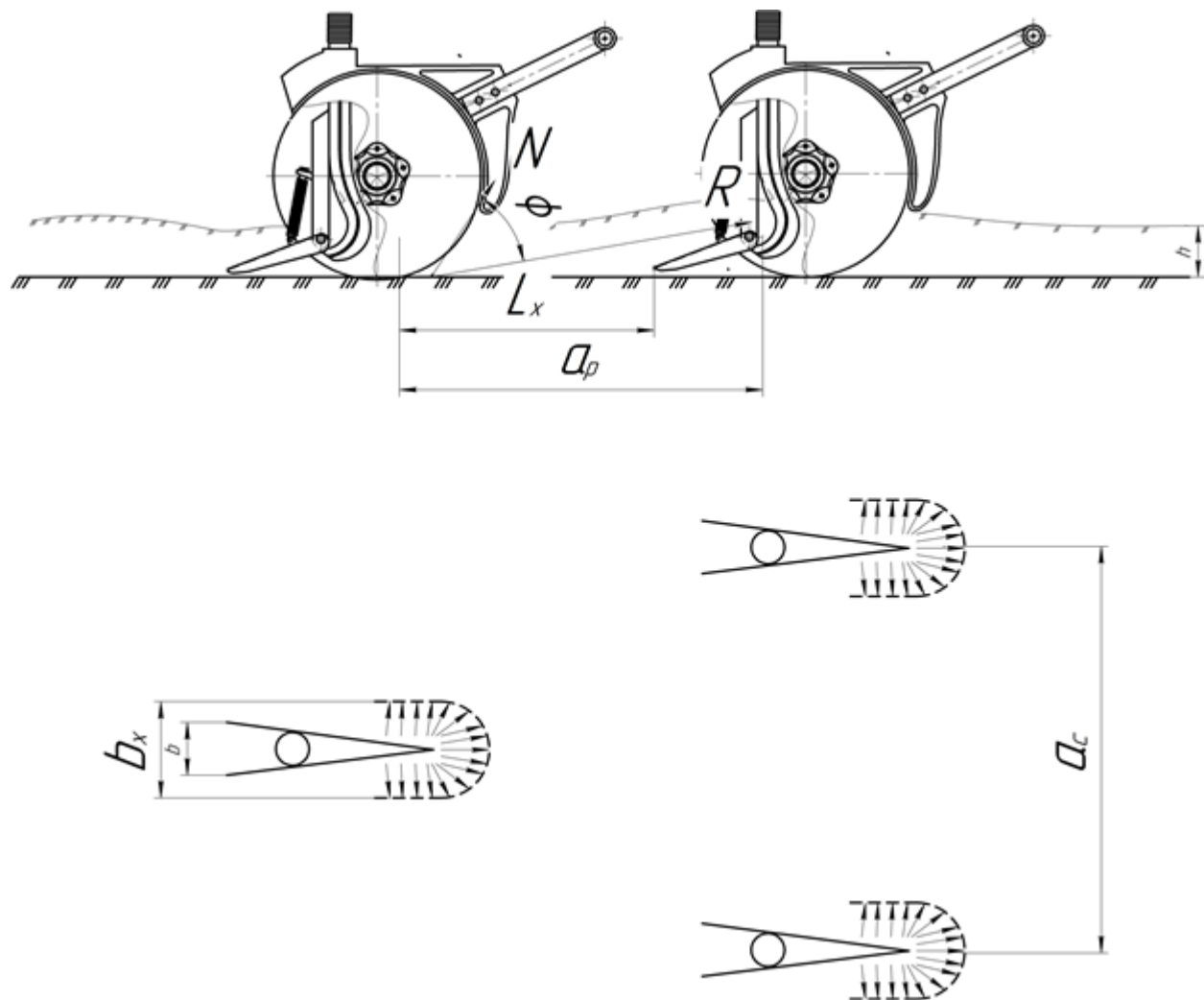


Рис.4.3 Схема взаємного розташування сошників.

Крім того, відстань між заднім і переднім рядами сошників має бути більшою за протяжність зони деформації ґрунту в поздовжньому напрямі, тобто $a_r > L_x$. За недотримання зазначених умов ґрунтові горби, що утворюються перед сошниками, змикаються між собою, формуючи суцільний вал, що негативно впливає на роботу посівного агрегату.

Величину зон деформації ґрунту в поздовжньому напрямі визначають за виразом:

$$L_x = (h / \operatorname{tg} \varphi + 0.5b) \cdot \sin\left(\frac{\eta}{2} + \varphi\right) \quad (4.2)$$

де b – відстань між дисками сошника, мм;

η -- кут розхилу щік сошника, град;

φ -- кут тертя ґрунту, град;

$$L_x = (90 / \operatorname{tg} 35 + 0.5 \cdot 20) \cdot \sin\left(\frac{0}{2} + 35\right) = 58.4 \text{ мм}$$

Величину зони деформації ґрунту у поперечному напрямі розраховуємо за формулою:

$$b_x = (2h / \operatorname{tg} 35 + 20) \cdot \cos(\eta/2 + \varphi) \quad (4.3)$$

$$b_x = (180 / \operatorname{tg} 35 + 20) \cdot \cos\left(\frac{180}{2} + 35\right) = 83.7 \text{ мм}$$

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Заходи щодо забезпечення безпечних та гігієнічних умов праці на посівному агрегаті з сівалкою

Під час виконання більшості сільськогосподарських операцій у повітрі робочої зони можливе накопичення шкідливих речовин. Зокрема, у зоні перебування механізатора можуть міститися пил, відпрацьовані гази двигуна, а також пари й аерозолі хімічних засобів захисту рослин. Основні заходи, спрямовані на зменшення запиленості повітря робочої зони, включають:

- застосування технічних засобів, що забезпечують зниження концентрації пилу;
- використання засобів індивідуального захисту органів дихання;
- проведення профілактичних медичних заходів для обслуговуючого персоналу.

Зниження негативного впливу шуму та вібрації на працівників досягається шляхом заміни високошумних технологічних процесів на менш шумні, застосування демпфувальних елементів для металевих деталей, що взаємодіють ударним способом, балансуванням обертових вузлів і механізмів, своєчасним виконанням технічного обслуговування та планово-попереджувальних ремонтів, а також підресорюванням рам машин і кабін тракторів.

Захист тракториста від пилу, що надходить у кабінку під час сівби, забезпечується роботою вентиляційної системи, яка створює в кабіні надлишковий тиск на рівні 20–50 МПа відносно атмосферного.

Відповідно до чинних санітарних норм зменшення дії шуму та вібрації здійснюється шляхом використання спеціальних шумо- та вібропоглинаючих засобів, зокрема:

- ізоляції кабіни та облицювання її внутрішніх поверхонь звукопоглинаючими матеріалами.
- Сидіння тракториста розміщене поблизу центра мас трактора та обладнане амортизуючим механізмом, що забезпечує зниження рівня вібраційних навантажень, які передаються на оператора.
- Двигун і кабіна трактора, а також вентилятор, встановлений на сівалці, змонтовані на гумових опорах, що обмежує передачу вібрації від джерел її виникнення до робочого місця. Для запобігання проникненню прямих сонячних променів у кабіну трактора передбачено використання захисних щитків.

З метою захисту персоналу від шкідливого впливу отрутохімікатів рекомендується виконувати заправку сівалки протруєним насінням механізованим способом за швидкості вітру не більше 3 м/с. У разі неможливості дотримання зазначених умов працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, зокрема захисними окулярами, респіраторами або протипиловими масками [28,29].

Кольорове оформлення сівалки виконано з урахуванням вимог безпеки експлуатації, а саме:

- основний колір машини контрастує з фоном середовища, у якому вона працює (фоном поля);
- зовнішні поверхні, що постійно перебувають у полі зору оператора, пофарбовані матеріалами з матовою текстурою.

На сівалці нанесені відповідні попереджувальні та заборонні написи, які інформують обслуговуючий персонал про можливі аварійні ситуації у разі порушення правил експлуатації.

Рівні вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках на сидінні та робочому майданчику оператора відповідають вимогам чинних технічних

регламентів. Робоче місце оператора захищене від потрапляння ґрунту з-під коліс і робочих органів машини та відповідає вимогам санітарних правил СП 4282-2007.

Висновки

Проведений аналіз поширених конструкцій сошників різних типів щодо можливої ефективності їх використання на посівних машинах для сівби зернових культур, а також еволюція їх удосконалення з метою підвищення якісних показників виконання технологічного процесу дозволив встановити наступне:

- тривалий час спроби підвищення якісного показника загортання посівного матеріалу у ґрунт на задану глибину зводилися до покращення рівномірності ходу по глибині самих сошників;
- слід визнати, що рівномірність ходу сошника по глибині і рівномірність розподілу насіння по глибині є різними процесами;
- найбільш прийнятним шляхом підвищення рівномірності загортання насіння по глибині може бути обладнання сошників додатковими стабілізуючими елементами, призначеними утримувати посівний матеріал на заданій глибині до повного засипання борізки вологим ґрунтом.

Достовірність представлених припущень підтверджена польовими експериментальними дослідженнями, при яких порівнювали якість виконання технологічного процесу серійним сошником сівалки СЗ-5,4 з аналогічним сошником обладнаним стабілізуючим елементом. За результатами досліджень встановлено, що експериментальний сошник забезпечував кращий показник рівномірності загортання насіння по глибині в середньому на 5%.

Також отримані залежності даного показника якості від робочої швидкості сівалки та установчої глибини ходу сошника.

Зі збільшенням глибини ходу сошника показник якості покращувався, а зі збільшенням робочої швидкості погіршувався.

Експериментальний сошник забезпечував значно кращий показник якості при роботі на малих глибинах, до 7см, що співпадає з рекомендованими глибинами сівби більшості зернових культур.

На підставі проведених досліджень розроблена конструкція удосконаленого сошника, креслення стабілізуючого елемента та загального вигляду удосконаленої конструкції сівалки.

Передбачається, що використання в конструкціях сошників зернових сівалок стабілізуючих елементів призване забезпечити підвищення якості процесів сівби, їх продуктивність і сприяти підвищенню врожаю зернових культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1991. –213 с.
2. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Наукова думка./ Під заг. ред. М.К. Шикули. - К.: Оранта. 1988. - 680 с.
3. Сало В.М., Лузан О.Р. Вибір напрямів вдосконалення сошників сівалок прямого посіву зернових культур// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, Кіровоградський національний технічний університет, 2010, вип. 40, част.
4. Пивовар В.С. Ефективність використання вітчизняної посівної техніки для прямого посіву сільськогосподарських культур
http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/Pav/2009_15/15-11.pdf
5. Сисолін П.В. Звичайні підходи по створенню універсальних вітчизняних сівалок для сівби зернових культур. – Кіровоград, 2008. – С. 82. 2. С.
6. Коваль С.М. Тенденції розвитку конструкцій зернових сівалок // Техніка АПК. – 2008. – № 5 – С. 12. 3.
7. Тенденції розвитку сівалок для прямої сівби зернових культур. Сало В.М., Лузан П.Г., Лузан О.Р. Матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» ЖНАЕУ, Житомир, 29-30 березня 2017р
8. Стерньова механічна зернова сівалка Great Plains 3S-3000F / 3S-4000F. [Електронний ресурс]: - Сайт ООО с ИИ «Новофарм». Режим доступу: https://novo-arm.com.ua/ru/catalog/seeder/great_plains_3s_3000f_3s_4000f/ (дата звернення 11.11.16). – Назва з екрана.
9. Новий сошник туковий до сівалки JOHN DEERE. [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://autoline.ua/-/prodazh/uzhivani/soshniki/do-sivalki/JOHN-DEERE---15011315412325120800> (дата звернення 09.11.16). – Назва з екрана.

10. Сеялки с усиленным сошником Great Plains HD. [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://www.amacoint.com/agriculture/planters/gp-min-tillage/hd/> (дата звернення 09.11.16). – Назва з екрана.
11. Зернові сівалки «ДОНЭЙР-МТ»:- [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.agrohim mash.ru/Catalog/TechMain_Sev_Donair-MT.html (дата звернення 09.11.16). – Назва з екрана.
12. Сівалки СЗС-2,1. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://apc-intech.ucoz.ru/as-05-soshnik2.jpg> (дата звернення 09.11.16). – Назва з екрана.
13. Сошник сівалки СТС-2,1. [Електронний ресурс]: Сайт ТД "АгроСнаб – Полтава. Режим доступу:
"http://u.agrosnab.agronationale.com.ua/goods/soshnik_sivalki_sts-21_sks_01_08_000-10338.html. (дата звернення 11.11.16). – Назва з екрана.
14. Сошники Class для ПК Concept 2000 Morris. [Електронний ресурс]: »:- Режим доступу: <http://agrocaravan.ru/soshniki-class-dlya-pk-concept-2000-morris>. (дата звернення 09.11.16). – Назва з екрана.
15. Особливості конструкції сошників Class. [Електронний ресурс]: Сайт Сошники індивідуального копіювання Class: Режим доступу: <http://agrocaravan.ru/soshniki-individualnogo-kopirovaniya-class>
16. Seed Hawk . Зерновая сеялка для посева по нулевой и мульчирующей технологиям [Електронний ресурс]: Сайт «Seed Hawk - Vaderstad»:- Режим доступу: <http://www.vaderstad.com/ru/products/seyalki/seed-hawk>. (дата звернення 10.11.16). – Назва з екрана.
17. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
18. Посівний комплекс пневматичний з добривами John Deere 1890 + Бункер 1910, 2011 р.в. <https://tehnika.com.ua/product/posivnij-kompleks-pnevmatichnij-z-dobrivami-john-deere-1890--bunker-1910.html>
19. ELVORTI, КАТАЛОГ ПРОДУКЦІЇ.
https://elvorti.com/upload/ua_KATALOG_2020.pdf

20. Пат. 57787 Україна, А01С7/20. Полозковий сошник / Сисолін П.В. Сало В.М., Ляшенко А.С., Бойченко С.Ф., Мартиненко С. В.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – №99126642; заявл. 07.12.1999; опубл. 15.07.2003, Бюл. №7.
21. Біологія та технологія вирощування культурних рослин : навч. посіб. / за ред. І. І. Петренка. — К. : Агропром, 2020. — 432 с.
22. Технології точного землеробства : монографія / Л. М. Ковальчук, Т. В. Іваненко. — Х. : Техно-Агро, 2021. — 276 с.
23. Аграрні машини і обладнання : підручник / В. О. Сергієнко, М. І. Литвин. — К. : УАА, 2019. — 368 с.
24. Марченко В. П. Сучасні підходи до підвищення якості сівби в умовах змін клімату // Журнал «Агронаука України». — 2022. — №4. — С. 45–56.
25. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016 р. 204 с.
26. Проектування сільськогосподарських машин. Навчально-методичний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. – Кам'янець-подільський: ФОП Сисин О.В., 2010. – 640 с. ISBN 978-611-539-016-8
27. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини, /Теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва/ За ред М.І. Черновола – К. Урожай, 2000.
28. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський.- К.: "Урожай", 1991. – 186 с.
29. Лесенко Г.В. Профілактика травматизму в сільськогосподарському виробництві / Г.В. Лесенко, І.І. Скороходю - К.: "Урожай", 1973. – 240 с.