

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра агроінженерії і системотехніки імені Михайла САМОКИША

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ТЕМУ:
**„ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ
ЗАГОРТАЧІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ”**

Виконав:

здобувач освітнього ступеня „Магістр”
освітньо-професійної програми
„Агроінженерія” спеціальності 208
„Агроінженерія” денної форми навчання
Олександр КОВАЛЬ

Керівник:

професор, Заслужений
працівник освіти
України
Анатолій РУДЬ

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____

«___» грудня 2025 р.

Допускається до захисту:

„___” грудня 2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми
„Агроінженерія” спеціальності
208 „Агроінженерія”, доцент

Василь ДУГАНЕЦЬ

ЗМІСТ

	Стор.
ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	5
АНОТАЦІЯ.....	7
РЕФЕРАТ.....	8
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	13
1.1. Огляд і аналіз технологій вирощування сільськогосподарських культур.	13
1.2. Огляд і аналіз способів сівби сільськогосподарських культур	14
1.3. Класифікація посівних машин	17
1.4. Аналіз існуючих конструкцій сівалкових сошників	18
1.5. Огляд і аналіз конструктивних особливостей сівалок	27
Висновки до першого розділу.....	35
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГОРТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	37
2.1. Загальні відомості	37
2.2. Функціонування посівних машин	38
2.3. Розрахунок параметрів комбінованого дискового сошника	40
2.4. Визначення силових характеристик дискового сошника	43
2.5. Визначення амплітуди коливань дискового сошника	47
2.6. Дослідження руху насіння в міждисковому просторі сошника.....	51
Висновки до другого розділу.....	55
3. ОБЛАДНАННЯ, ПРИЛАДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.....	57
3.1. Обладнання і прилади для дослідження дискових робочих органів.....	57

	Стор.
3.2. Дослідження дискових сошників в ґрунтовому каналі	60
3.3. Методика обробки дослідних даних	62
Висновки до третього розділу	64
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБАРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.....	65
4.1. Загальні відомості	65
4.2. Результати дослідження сошникового вузла	66
4.3. Дослідження висіву насіння зернових культур	71
Висновки до четвертого розділу.....	74
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ СОШНИКІВ.....	76
5.1. Загальні відомості	76
5.2. Визначення сумарного економічного ефекту застосування експериментальних сошників.....	76
5.3. Результати розрахунку економічного ефекту застосування експериментальних сошників	77
Висновки до п'ятого розділу.....	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82
ДОДАТКИ	87

ПЕРЕЛІК ПРЕЗЕНТАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ:

1. Актуальність теми.
2. Мета кваліфікаційної роботи.
3. Класифікація дискових сошників.
4. Огляд конструкцій дискових сошників.
5. Теоретичні дослідження дискових сошників.
6. Силові параметри дискового сошника.
7. Рух насіння в міждисковому просторі сошника.
8. Стенд для дослідження дискових сошників.
9. Грунтовий канал для дослідження дискових сошників.
10. Результати дослідження експериментального дискового сошника.
11. Результати випробувань експериментального дискового сошника.
12. Економічна оцінка застосування експериментальних сошників.
13. Загальні висновки і пропозиції.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра агроінженерії і системотехніки імені Михайла САМОКИША
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри,
професор Анатолій РУДЬ
„4”квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

КОВАЛЮ
Олександрю Миколайовичу

Тема роботи: «ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ
ЗАГОРТАЧІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ»

Керівник роботи: професор, Заслужений працівник освіти України
Анатолій РУДЬ

Затверджено наказом по Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» від «4»квітня 2025 року №355с.

Строк подання закінченої кваліфікаційної роботи 2 грудня 2025 року.

Вихідні дані до роботи:

1. Матеріали дипломного проекту освітнього ступеня „Бакалавр”.
2. Науково-технічна література за темою досліджень.
3. Результати дослідження та випробування дискових робочих органів зернової сівалки.

Зміст пояснювальної записки:

Вступ

1. Огляд і аналіз науково-технічної літератури.
2. Теоретичні дослідження загортання технологічного матеріалу дисковими робочими органами.
3. Обладнання, прилади і методика дослідження дискових робочих органів.
4. Результати лабораторних досліджень дискових робочих органів.
5. Економічна оцінка застосування експериментальних сошників.

Загальні висновки і пропозиції.

Список використаних джерел.

Додатки

Перелік презентаційного матеріалу

1. Актуальність теми.
2. Мета кваліфікаційної роботи.
3. Класифікація дискових сошників.
4. Огляд конструкцій дискових сошників.
5. Теоретичні дослідження дискових сошників.
6. Силові параметри дискового сошника.
7. Рух насіння в міждисковому просторі сошника.
8. Стенд для дослідження дискових сошників.
9. Грунтовий канал для дослідження дискових сошників.
10. Результати дослідження експериментального дискового сошника.
11. Результати випробувань експериментального дискового сошника.
12. Економічна оцінка застосування експериментальних сошників.
13. Загальні висновки і пропозиції.

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль та захист прав інтелектуальної власності	Корчак М. М., доцент	04.04.2025	04.04.2025

Дата видачі завдання 4 квітня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділів кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Підпис керівника
	Вступ	11.04.2025	
1	Огляд і аналіз науково-технічної літератури.	02.05.2025	
2	Теоретичні дослідження загортання технологічного матеріалу дисковими робочими органами.	21.05.2025	
3	Обладнання, прилади і методика дослідження дискових робочих органів.	05.06.2025	
4	Результати лабораторних досліджень дискових робочих органів.	27.08.2025	
5	Економічна оцінка застосування експериментальних сошників	25.09.2025	
	Загальні висновки і пропозиції	07.10.2025	
	Список використаних джерел	12.11.2025	
	Додатки	27.11.2025	

Здобувач вищої освіти

Олександр КОВАЛЬ

Керівник, кваліфікаційної роботи, професор, Заслужений працівник освіти України

Анатолій РУДЬ

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі здобувача вищої освіти Ковалю Олександра Миколайовича досліджено і обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри дискових загортачів технологічного матеріалу (дискових сошників зернових сівалок) з метою покращення їх експлуатаційних та якісних показників. Зроблена економічна оцінка дипломної роботи.

THE SUMMARY

The qualification work of the higher education applicant Koval Oleksandr Nikolaevich, the structural and technological parameters of disk wrappers of technological material (disk openers of grain seeders) were investigated and substantiated in order to improve their operational and quality indicators. An economic assessment of the diploma thesis was made.

Коваль О. М. Дослідження і обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів дискових загортачів технологічного матеріалу. (Кваліфікаційна робота. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Кам'янець-Подільський, 2025. 84 с., 13 аркушів презентаційного матеріалу формату А1).

У кваліфікаційній роботі зроблено огляд і аналіз науково-технічної літератури з розвитку способів сівби зернових культур, історії розвитку сошників та їх класифікація, досліджень існуючих конструкцій дискових сошників. Виконано теоретичне дослідження заробки технологічного матеріалу дисковими сошниками, а також їх відбивання та розсіювання на дні борозни. Обґрунтована конструктивна схема дискового робочого органа. Розроблена програма і методика експериментальних досліджень дискових сошників на лабораторній розробці. Запропонована оригінальна методика обробки дослідних даних та отримані результати досліджень сошників та їх вплив на якість загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив). Розрахована техніко-економічна ефективність використання комбінованої сівалки з експериментальними дисковими сошниками. Написані загальні висновки і рекомендації виробництву. Складено список використаних джерел та оформлені додатки.

Ключові слова: дисковий робочий орган, сошник, міждисковий простір, сівалка, насіння, мінеральні добрива, норма висіву, варіаційна крива, продуктивність, витрати праці.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ,
СИМВОЛІВ, ПОЗНАЧЕНЬ**

Скорочення	Розшифровка скорочень
КРМ	Кваліфікаційна робота магістра
ЕК	Екзаменаційна комісія
МТА	Машинно-тракторний агрегат
β_{\max}	Максимальний кут відхилення
$\Delta_{\text{агр}}$	Величина агротехнічного допуску
AA_1	Довжина
r	Радіус диска, мм
R_c	Реакція ґрунту на входження диска, Н
γ	Кут відхилення реакції ґрунту, град
σ	Питомий опір ґрунту, Н
b	Товщина диска, мм
h	Максимальна глибина ходу диска, мм
N	Зусилля вдавлювання, Н
P_c	Тяговий опір, Н
L	Довжина леза, мм
K	Коефіцієнт розміщення зубців
F_y	Амплітуда коливань
B	Ширина пружних пластин, мм
M	Маса сошника, кг
ТЕП	Техніко-економічні показники

ВСТУП

Актуальність теми. Розробка економічно вихідних і екологічно перспективних засобів механізації вимагає вдосконалення технології висіву зернових культур, розробки і обґрунтування параметрів робочих органів посівних машин, що забезпечують виконання технологічного процесу відповідно до сучасних агротехнічних вимог ґрунтозахисної технології вирощування сільськогосподарських культур [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Для висіву зернових культур в лісостеповій зоні України переважно застосовують зернові сівалки СЗ-3,6А і зерно-трав'яні сівалки СЗТ-3,6 з робочими органами для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

Аналіз результатів використання сівалок системи СЗ показав, що одним з основних їх недоліків нерівномірне загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на задану, згідно з агротехнічними вимогами, глибину, що погіршує умови розвитку рослин, сприяє зменшенню врожайності та погіршенню якості продукції рослинництва.

Тому напрям досліджень, в задачу яких входить розробка і обґрунтування схеми та параметрів дискового сошника, що дають змогу більш рівномірного розділяти і загортати технологічний матеріал (насіння і мінерального добрива) по глибині, є актуальним.

Мета роботи – підвищення якості загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) дисковим сошником на задану глибину згідно агротехнічних вимог.

Наукова гіпотеза. Рівномірне загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) дисковими сошниками на задану глибину створює передумови для поліпшення режиму живлення рослин, тим самим створюються сприятливі умови для отримання більш високого урожаю сільськогосподарських культур.

Об'єктом досліджень є процес загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) дисковими сошниками зерновою сівалкою, робочі органи якої виконанні у вигляді дисків з ребрами.

Предмет досліджень – закономірності процесу взаємодії технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив), який висіваються з елементами системи “сошник – ґрунт”.

Наукова новизна роботи полягає в обґрунтуванні схеми та параметрів дискового сошника, встановлені закономірностей взаємодії технологічного матеріалу з робочою поверхнею дисків, розробці алгоритму визначення кінцевих координат насіння в міждисковому просторі методом моделювання з подальшим обчисленням характеристики розподілу з використанням спеціального розробленого програмного забезпечення для персональних комп'ютерів. На підставі проведених розрахунків розроблена схема та обґрунтовані параметри дискового сошника, визначений вплив основних його конструктивних параметрів на якісні показники загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) і врожайність сільськогосподарських культур.

На захист виносяться:

- результати теоретичних та експериментальних досліджень дискового сошника для загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив);
- конструкція і раціональні параметри дискового сошника для загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

Практична значущість полягає в розробці наукової основи схеми дискового сошника для загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив). На підставі результатів досліджень розроблена методика розрахунку параметрів дискового сошника, обладнаного ребордами, обґрунтуванні його параметрів за рахунок чого буде забезпечено якісне загорання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив). Результати проведених досліджень можуть бути використані у конструкторськими бюро, науково – дослідними установами під час проектування нових посівних машин з

дисковими сошниками, що забезпечують загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на задану згідно агротехнічних вимог, глибину.

Апробація роботи. Результат досліджень доповідались, обговорювалися і дістали схвалення на Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та молодих науковців “Перші наукові кроки - 2025”, яка проводиться на інженерно-технічному факультеті Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» та на засіданні кафедри агроінженерії і системотехніки імені Михайла Самокиша.

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ НАУКОВО – ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Огляд і аналіз технології вирощування сільськогосподарських культур

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур на перше місце винесено питання підвищення продуктивності праці та ефективного використання засобів механізації технологічних процесів рослинництва. Однак варто зауважити про те, що традиційні агротехнологічні прийоми вирощування зернових культур, такі як оранка ґрунту на зяб, обробіток пару, передпосівний обробіток, сівба виконувались і продовжують виконуватись на недостатньо високому агротехнічному рівні. Таким чином, ми отримали зменшення приросту врожайності, варіаційність її протягом останніх років. Тому проблема розробки і удосконалення робочих органів машин для сучасних технологій землеробства з метою підвищення якості виконання технологічних операцій є досить актуальною [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Умови вирощування зернових культур та роботи сільськогосподарських машин змінюються в дуже широкому діапазоні. Змінюються фізико – механічні властивості ґрунту, кількість поживних рештків попередників, бур'яни, природно – кліматичні умови тощо [6, 7, 28, 43, 44].

Народногосподарське завдання зводиться до необхідності виконання агротехнічних заходів і робіт під час вирощування зернових культур на достатньо високому рівні з метою забезпечення оптимальних умов розвитку культурних рослин у всіх можливих умовах вирощування.

Оранка полицевими плугами з одночасною заробкою поживних рештків та вирощування сільськогосподарських культур за традиційними технологіями привели до руйнування структури ґрунту, розпилення його і, як наслідок, втрати родючих властивостей. Екологічної катастрофи вдалося запобігти завдяки розробці та впровадженню заощаджуючих технологій землеробства, які увібрали в себе світовий та відчизняний досвід рільництва.

Найбільш розповсюдженою серед усіх технологій вирощування сільськогосподарських культур є традиційна технологія. Застосування цієї традиційної технології в умовах ринкової економіки приводить до суттєвого

зростання собівартості виробництва зерна. З метою зменшення витрат проводяться заходи щодо скорочення переліку виконуваних технологічних операцій.

Для стабільного виробництва продовольчого зерна сортової пшениці пропонується двохспільна або трьохспільна сівозміна зернових парів. Технологія вирощування зернових культур при трьохпільній сівозміні або “Мінімальна технологія” дає можливість виключити щорічний осінній обробіток ґрунту, снігозатримання, закриття вологи та передпосівний обробіток ґрунтів [6, 7].

Збільшується тенденція переходу сільськогосподарських підприємств на мінімальну та нульову технології обробітку ґрунту, наукові основи яких були започатковані багатьма вченими–дослідниками. Технологія вирощування зернових культур з нульовим обробітком ґрунту може бути впроваджена за умови визначення типу ґрунтів, які придатні для даних умов використання та стійкі до ущільнення, підбору сільськогосподарських культур для вирощування, оцінки економічних та екологічних наслідків.

Під час впровадження ґрунтозахистного землеробства слід пам’ятати, що принципове значення тут вирішує пар, який є основною ланкою сівозміни. Це дає змогу накопичувати вологу в ґрунті та ефективно боротися із бур’янами. Крім цього на пару ґрунт протягом року відкритий для доступу вологи та повітря, що забезпечує процес мінералізації органічних сполук [6, 7].

Друга запропонована наукова концепція безпарового землеробства за якої можливе постійне (без зміни) вирощування ярої пшениці. Дана технологія забезпечує максимальний вихід зерна з одного гектара ріллі, заощаджує на виконанні шести – семи обробітках ґрунту. Поряд з цим запропонована технологія вирощування зернових культур вимагає високої культури землеробства.

1.2. Огляд і аналіз способів сівби сільськогосподарських культур

Сівба надзвичайно важлива технологічна операція при вирощуванні сільськогосподарських культур. Головним завданням під час сівби є оптиміальний розподіл у ґрунті на заданій глибині насіння з метою створення сприятливих умов

С м у г о в и й спосіб сівби (рис.1.1, з) передбачає розподіл насіння в ґрунт у вигляді смуги 100... 140 мм завширшки. Між смугами можуть бути незасіяні проміжки. Цим способом висівають насіння зернових культур по стерньових фонах, насіння деяких овочевих та інших культур. Відстань між центрами смуг для зернових культур становить 22,8 см. Використання смугового способу сівби покращує рівномірність розподілу насіння по площі живлення але при цьому на незасіяних смугах проростають і вегетують бур'яни так як міжсмуговий обробіток не проводиться.

Р о з к и д н и й спосіб сівби (рис.1.1, і) полягає у розсіюванні насіння технічними засобами по поверхні поля. Заробляють насіння в ґрунт зубовими боронами. Рівномірність розподілу насіння по площі та глибині загортання невисока. Цим способом висівають насіння трав на луках і пасовищах, рис у чеках тощо. Перевагою є можливість сівби у вологий ґрунт, що сприяє покращенню схожості висіяного насіння.

Г е к с а г а л ь н и й (безрядковий) спосіб сівби (рис.1.1, к) або підґрунтово – розкидний. Цей спосіб забезпечує рівномірний розподіл насіння в ґрунті. Площа живлення на одну рослину у формі круга чи правильного шестикутника, що сприяє ідеальному розвитку рослин.

За профілем денної поверхні поля розрізняють такі види сівби: на рівній гладенькій поверхні поля, по стерньових фонах. Той чи інший спосіб застосовують залежно від ґрунтово – кліматичних умов і особливостей сільськогосподарської культури. [6, 7].

С і в б у н а р і в н і й п о в е р х н і поля (рис.1.1, л) доцільно проводити в зонах нормального або недостатнього зволоження.

С і в б у п о с т е р н і (рис.1.1, п) проводять здебільшого у посушливих зонах в умовах вітрової ерозії, стерня захищає ґрунт від видування вологи вітром.

1.3. Класифікація посівних машин

Посівні машини класифікують за такими основними ознаками: призначенням (видом сільськогосподарської культури), способом сівби і садіння, розміщенням (компонуванням) складальних одиниць та способом агрегування з трактором [6, 7, 22, 23, 24].

Посівні машини поділяють на дві основні групи: універсальні та спеціальні сівалки. Універсальні сівалки призначені для сівби насіння багатьох сільськогосподарських культур (зернових колосових, зернобобових, круп'яних, прядильних тощо). Спеціальними сівалками висівають насіння однієї або двох – трьох культур, подібних за розмірами і нормами висіву.

За призначенням сівалки поділяють на зернові (зернотукові), зернотрав'яні, кукурудзяні, бурякові, овочеві, рисові, льонові, бавовникові та інші.

За способом агрегування з трактором сівалки поділяють на причіпні та начіпні. Начіпні сівалки значно легші від причіпних і компактніші. Посівний агрегат з начіпною сівалкою набагато маневреніший, ніж причіпний.

1.4. Аналіз існуючих конструкцій сівалкових сошників

Сошник – важливий робочий орган сівалки, призначений для утворення в ґрунті борозни і укладання на її дно насіння та добрив і часткового присипання їх вологим шаром ґрунту (рис.1.2, 1.3) [6, 7, 22, 23, 24, 28].

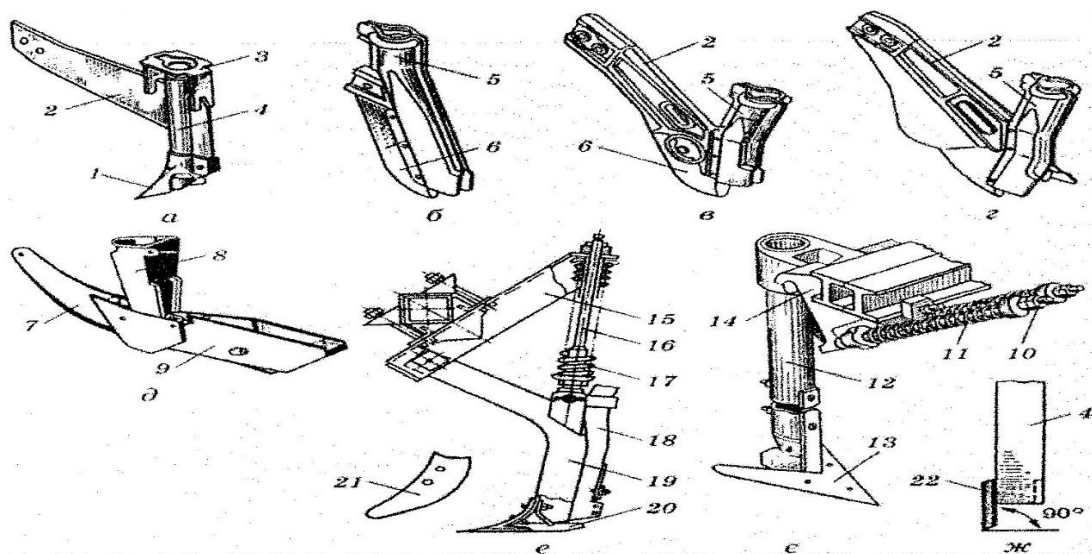


Рисунок - 1.2. Сошники наральникові:

а – анкерний; б – кілеподібний сівалки СЗТ-3,6А; в – кілеподібний СЗ-3,6А-03;
 г – кілеподібний льонової сівалки СЗЛ-3,6; д – полотоподібний комбінований;
 е і є – лапові сошники стерньових сівалок; ж – трубчастий; 1 – наральник;
 2 і 15 – кронштейни; 3 – скоба; 4 – трубка; 5 і 8 – лійки; 6 – кілеподібний
 наральник; 7 – полоз; 9 – п'ятка; 10 – болт; 11 і 17 – пружини; 12 і 19 – стовби;
 13 і 20 – лапи; 14 – корпус; 16 – тяга; 18 – насіннепровід; 21 і 22 – носки.

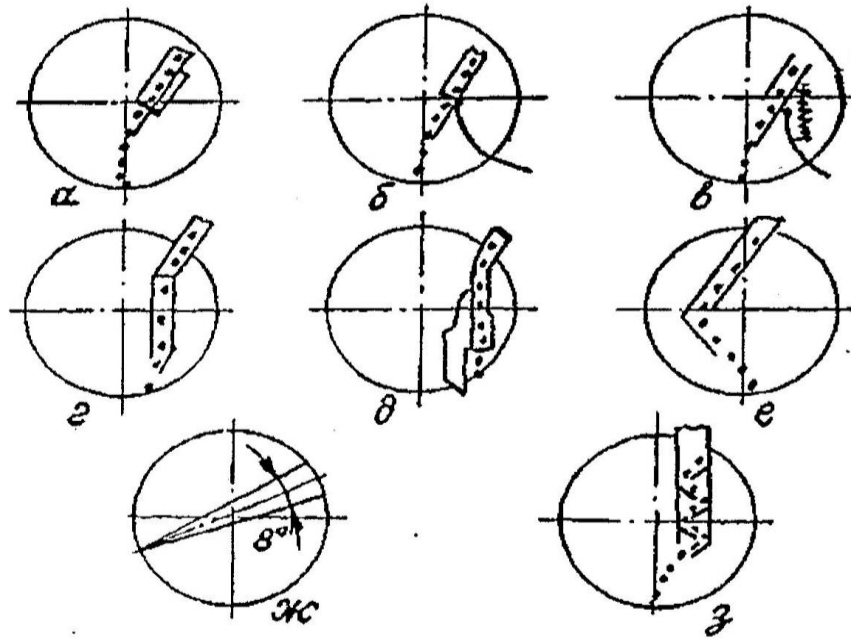


Рисунок - 1.5. Схема дискових сошників:

а – стандартний; б – з пружиним відбивачем; в – з литим підпружиненим відбивачем; г – з каналом для насіння; д – з кілем; е – з передньою подачею; ж – з кутом сходження дисків θ° ; з – з вирівнювачем потоку насіння.

Особливої уваги заслуговують наральникові і дискові сошники: комбіновані наральникові та дискові; універсальні наральникові та дискові; лапові; наральникові для підсіву зріджених сходів, з комбінованими наральниками.

Універсальний наральників сошник (рис.1.6) призначений для загортання насіння зернових культур [6, 7, 28].

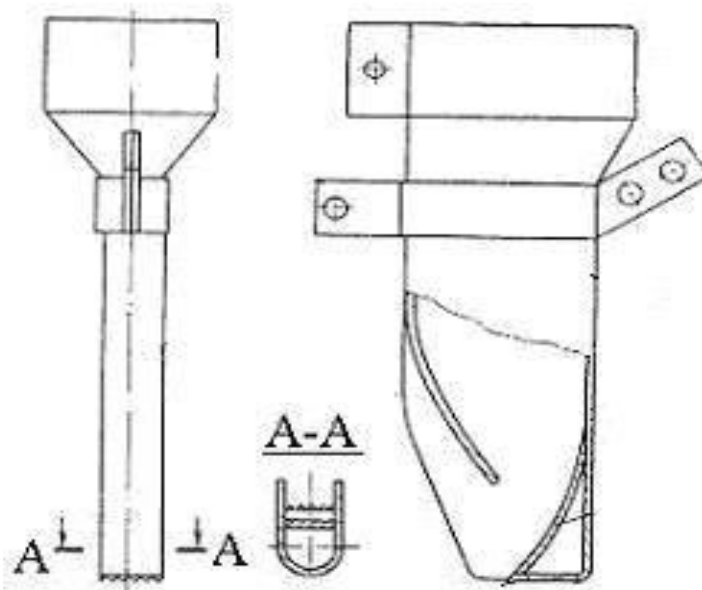


Рисунок - 1.6. Універсальний наральників сошник.

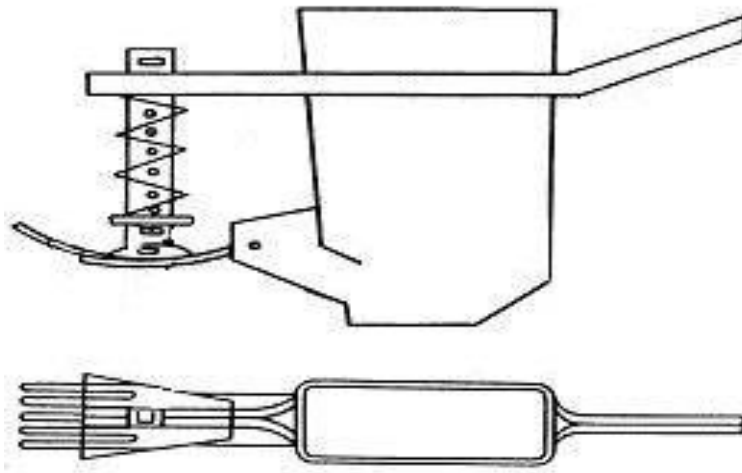


Рисунок - 1.11. Наральниковий сошник з ущільнювачем-сепаратором.

Сошник, крім напрямника і відбивача насіння, обладнаний ущільнювачем-сепаратором шару ґрунту над насінням.

Завдяки цим технічним рішенням, цей сошник краще розміщує насіння у ґрунті, ущільнює ґрунт над насінням і сепарує поверхневий шар ґрунту таким чином, що на поверхні розміщуються більш крупні частинки ґрунту, які протидіють вітровій ерозії.

Універсальний наральниковий сошник (а. с. № 1806513 А.1) (рис.1.12) призначений для висіву всіх зернових культур в усіх кліматичних зонах України.

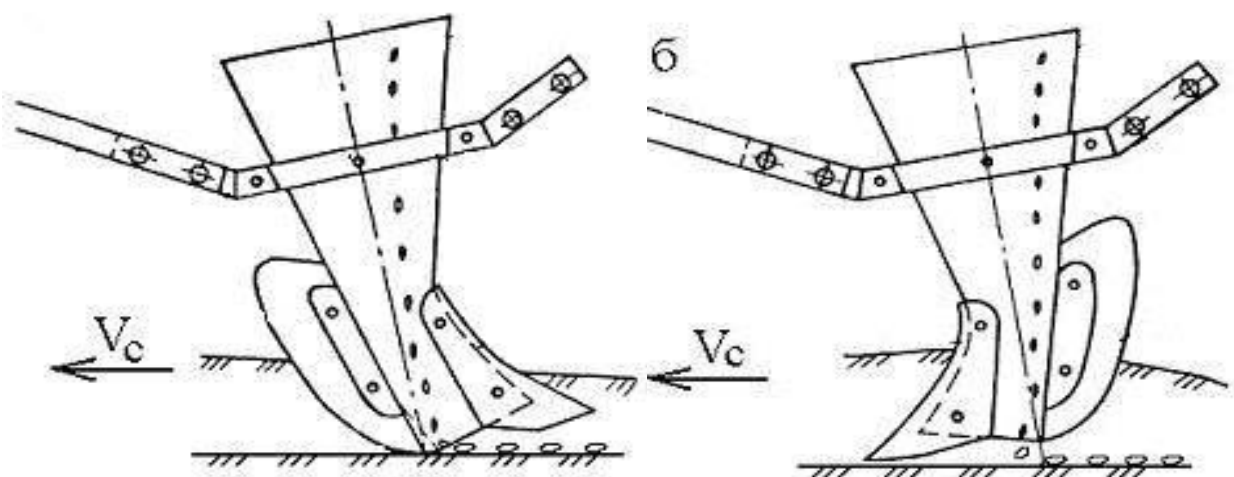


Рисунок - 1.12. Універсальний наральників сошник.

З метою універсалізації сошника для роботи на різних типах ґрунтів, сошник обладнаний з одного боку – наральником з тупим кутом входження у ґрунт, а з протилежного боку наральником з гострим кутом входження у ґрунт.

– на ерозійно-небезпечних ґрунтах варто застосовувати дискові і наральникові сошники з ущільнювачами-сепараторами поверхневого шару ґунту, що забезпечив підвищену рівномірність розподілу насіння як по площі, так і глибині.

1.5. Огляд і аналіз конструктивних особливостей сівалок

Дослідженнями зменшення витрат при обробітку ґрунту (геометрія робочого органу, режими різання, фрикційні властивості поверхні робочого органу, властивості ґрунтового середовища, жорсткість пружного кріплення, параметри активації робочого органу) займалися П.М. Василенко, Д.Г. Войтюк, В.П. Горячкін, В.П. Горобей, В.А. Желіговський, М.І. Кленін, М.М. Летошнєв, В.І. Мельник, І.М. Панов, Г.Н. Сінеоков, В.О. Белодедов, А.В. Рудь, Ю.Ф. Павельчук та інші [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44].

В землеробській механіці широко використовуються динамічні моделі типу статистичних А.Б. Лур'є, П.Ю. Семенова та інших в тому числі на сівалках Клейна В.Ф., Ключєва А.І. та інших, вібраційних процесів І.І. Артоболевського, О.В. Верняєва та інші [28].

Розроблені і використовувані в Україні та за кордоном методики обґрунтування параметрів загортальних робочих органів для сівби в попередньо підготовлений ґрунт не можуть бути застосовані для сівби за енергощадними технологіями обробітку ґрунту в силу специфіки його геометричних і конструктивних особливостей та фізико-механічних властивостей ґрунту. Тому необхідне проведення комплексних досліджень сівалок з різними типами загортаючих робочих органів [6, 7, 28].

До зернових сівалок з дисковими загортаючими робочими органами (сошниками) належать зернотукові, зернотрав'яні, льонові, рисові, соєві та інші. Серед зернотукових рядкових сівалок найпоширеніші СЗ-3,6А, СЗ-5,4, СЗ-10,8 та їх модифікації [6, 7, 28].

Зернотукова сівалка СЗ-3,6А (рис. 1.13) складається із рами зварної конструкції, яка в передній частині має причіпний пристрій 2 і спирається на

два опорно-приводних колеса 1, двох зернотукових ящиків 6, до яких у нижній частині прикріплено 24 насінневисівних апарати 5, а до задньої стінки ящика – 24 висівних апарати для мінеральних добрив 7, гумових гофрованих насіннепроводів 9, дискових сошників 10, загортачів 11, механізму приводу висівних апаратів, механізму піднімання сошників з гідроциліндром 4.

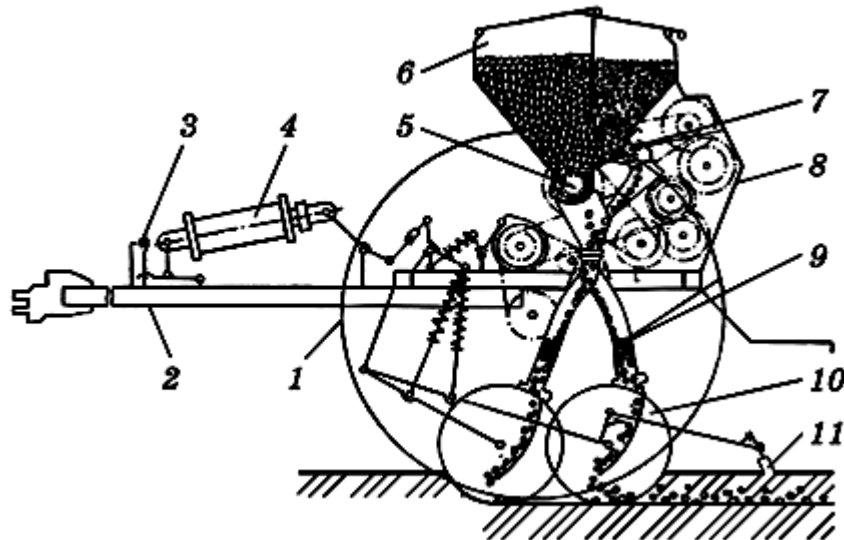


Рисунок - 1.13. Зернотукова сівалка СЗ-3,6А:

1 – опорно-приводне колесо; 2 – причіпний пристрій; 3 – регулятор глибини ходу сошників; 4 – гідроциліндр; 5 – насінневисівний апарат; 6 – зернотуковий ящик; 7 – туковисівний апарат; 8 – редуктор; 9 – насіннепровід; 10 – сошник; 11 – загортач.

Дискові сошники розміщені у два ряди і приєднані до переднього, сошникового бруса рами шарнірно за допомогою повідців. До сошників шарнірно прикріплені загортачі пальцевого типу.

Насіння і мінеральні добрива, що засипані у відповідні відділення зернотукового ящика 6 (рис. 1.13) самопливом надходять до висівних апаратів. Під час руху сівалки від опорно-приводних коліс 1 за допомогою механізму передач приводяться в обертний рух насінневисівні 5 і туковисівні 7 апарати. Котушки насінневисівних апаратів жолобками захоплюють порції насіння і подають його у насіннепроводи 9. Із тукового відділення ящика добрива штифтовими котушками туковисівних апаратів 7 подаються на лотки, по яких вони також потрапляють у насіннепроводи. Потім насіння разом із мінеральними добривами надходить у розтруби сошників і по їхніх напрямних

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12



Рисунок - 1.16. Начіпна зернотрав'яна сівалка «Клен-4,5П» в транспортному положенні.

Для висіву насіння на сівалці встановлені вібраційні висівні апарати з електронним управлінням і контролем.

Для сівби овочевих культур застосовують переважно сівалки з пневмомеханічними і механічними висівними апаратами.

Сівалка овочева СО-4,2 (рис. 1.17) начіпна, призначена для широкорядного і стрічкового способів сівби насіння овочевих культур на рівній, гребеневій і грядковій поверхнях поля з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Сівалка забезпечує сівбу з міжряддями 45, 60, 70, 90 і 8+62, 20+90, 50+90, 40+100, 32+32+76, 5+27+50+27+50+71 см.

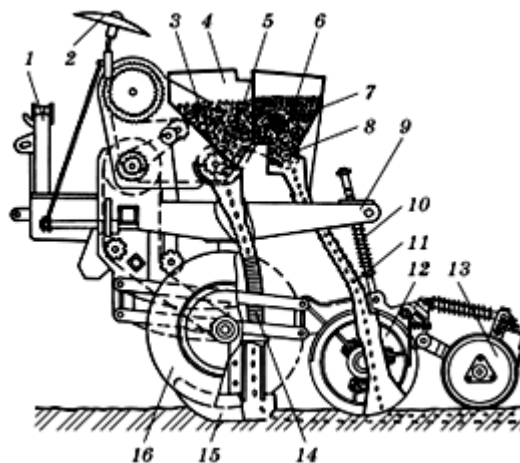


Рисунок - 1.17. Функціональна схема овочевої сівалки СО-4,2:

- 1 – замок автозчіпки; 2 – маркер; 3 – туковисівний апарат; 4 – тукове відділення ящика; 5 – шнек; 6 – насіннєве відділення ящика; 7 – ворушилка;
 8 – насіннєвисівний апарат; 9 – рама; 10 – штанга; 11 – насіннєпровід;
 12 – сошник; 13 – коток; 14 – тукопровід; 15 – туковий сошник; 16 – колесо.

Кожний зернотуковий ящик має два відділення: переднє – для мінеральних добрив, а заднє – для насіння. У туковому відділенні є шнек для подавання добрив до катушково-штифтових висівних апаратів. У середині насіннєвого відділення ящика встановлено ворушилку для рівномірного подавання насіння до катушкових висівних апаратів. Катушки висівних апаратів мають різновеликі ребра і збільшену кількість жолобків.

Кількість висіву насіння регулюють робочою довжиною катушок і частотою їх обертання. Глибину загортання насіння 20, 30 і 40 мм регулюють заміною реборд на дисках сошників. Дозу внесення мінеральних добрив змінюють частотою обертання катушок туковисівних апаратів і заслінками, а глибину ходу тукових сошників – стисканням пружин штанг.

Сівалка СУПО-6А (рис. 1.18) призначена для сівби овочевих культур (огірків, томатів, перцю, баклажанів, кабачків тощо) пунктирним, гніздовим і рядковим способами на рівній поверхні поля та на грядках.

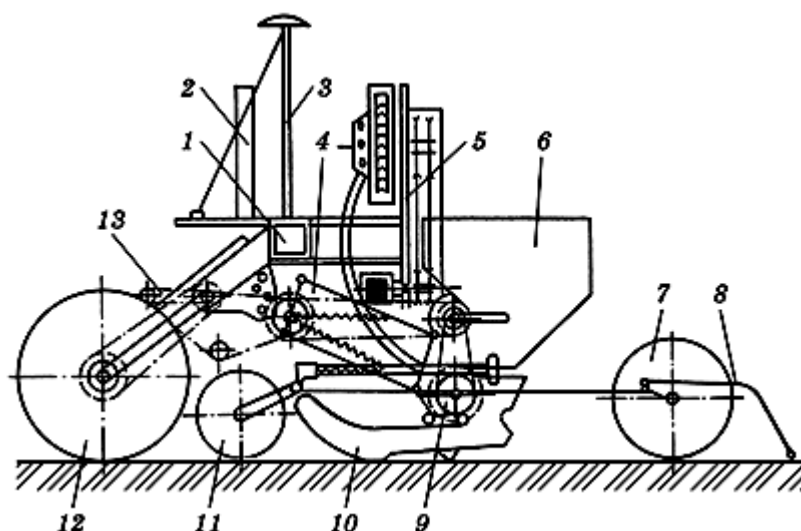


Рисунок - 1.18. Схема овочевої сівалки СУПО-6А:

- 1 – рама; 2 – замок автозчіпки; 3 – маркер; 4 – підвіска; 5 – вентилятор;
 6 – бункер; 7 і 11 – прикочувальні колеса; 8 – шлейф; 9 – висівний апарат;
 10 – сошник; 12 – опорно-приводне колесо; 13 – механізм приводу.

Кількість висіяного насіння регулюють зміною частоти обертання дисків і заміною дисків з різною кількістю отворів. Кількість насінин, які висіваються у гніздо, регулюють важелем вилки скидача, а глибину ходу сошника – гвинтовим механізмом його підвіски. Профіль канавки борозни регулюють поворотом п'ятки

До одержаного цілого числа m' додають одиницю, а залишок k відкидають. Це число $m = m' + 1$ – визначає кількість сошників. Якщо кількість сошників непарна, то перший сошник розміщують посередині бруса, потім вліво і вправо на ширину міжряддя. За парної кількості їх від середини бруса позначають половину міжряддя в обидва боки і встановлюють сошники, а потім від них на ширину міжряддя вліво і вправо інші і так далі.

Висновки до першого розділу

За результатами огляду та аналізу науково-технічної літератури можна зробити такі висновки:

1. Рівномірне загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на задану глибину забезпечить оптимальні умови для росту і розвитку рослин і, зрештою, сприятиме зростанню врожайності зернових культур.

2. Результати дослідження багатьох сівальщиків-науковців і досвід виробників свідчить про те, що загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на задану глибину підвищує урожай зернових культур порівняно з тими посівами де технологічний матеріал зароблявся з відхиленням від заданої глибини.

3. Існуючі дискові сошники поки що незадовільно заробляють технологічний матеріал (насіння і мінеральні добрива) по глибині і не пристосовані для роздільного розподілу в ґрунті насіння і добрив.

4. Розробки, запропоновані дослідниками-сівальщиками в конструкції дискових сошників, сприяють якості загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) але не в тих межах, що мають бути за вимогами агротехніки.

5. Науковцями-дослідниками поки що не до кінця вивчений, як теоретично, так і експериментально, процес загортання в ґрунт технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

6. Переважна більшість запропонованих комбінованих сошників для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) з ґрунтовим прошарком між ними не пройшли господарські випробування.

7. На сьогоднішній день не існує перевірена конструкція універсального дискового комбінованого сошника, здатного забезпечити роздільне і досить якісне загортання в ґрунт технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

На підставі вищевикладеного нами визначені задачі досліджень:

а). Теоретично і експериментально вивчити процеси руху посівного матеріалу між дисками сошника, а також укладання його на дно борозни.

б). Обґрунтувати конструкцію дискового сошника, здатного виконувати як вузькорядний комбінований, з ґрунтовим прошарком між насінням і мінеральними добривами, так і звичайний рядковий, якісний посів.

в). На підставі теоретичних та експериментальних досліджень визначити параметри експериментального дискового сошника.

г). Визначити якісні показники серійних та експериментальних дискових сошників в лабораторних умовах.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГОРТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

2.1. Загальні відомості

У технології вирощування сільськогосподарських культур реалізація операції посівних робіт на всіх етапах тісно пов'язані з ймовірністю знаходження в допустимих межах умов роботи і технологічних режимів роботи сівалки. Для знаходження і математичного моделювання сівалка розглянута як підсистема, найбільш важливими елементами якої, в аспекті проблеми, що розглядається, є привід висівного апарату, висівний апарат і дисковий сошник для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив). У відповідності з технологічним процесом висіву насіння ці елементи взаємодіють послідовно, а варіанти функціонування кожного з них розглянуті паралельно. Розроблена модель функціонування системи посівів створює передумови визначення технологічних допусків якості роботи сівалки в умовах її нормального функціонування. Структурна схема взаємозв'язків основних складових елементів в організаційно-технічній системі посівів, побудована на основних ідеях методології системного аналізу [8, 10, 28].

Фізичні властивості насіння сільськогосподарської культури і стадія досліду є визначальними для організаційно-технічної системи. Система посівів сільськогосподарських культур включає знаряддя праці – сівалку і об'єкт дії – поле, яке засівається.

Завданням сівалок передбачається забезпечення умов для виконання вимог, насамперед, агротехнічних, експлуатаційних, пов'язаних з типом сівалок для сівби насіння без проміжків і з проміжками, висівним апаратом автономного і центрального розподілення насіння, характером його приводу і конструктивними особливостями висівного робочого органу. Головними елементами об'єкту дії – поля є прийнятий регламентований типаж для виконання посівів без проміжків і з проміжками, процесу роботи з полями різних розмірів, шириною міжрядь, шириною колії, поля зі змінними фізико-механічними властивостями ґрунту [8, 10, 28].

2.2. Функціонування посівних машин

Основними показниками, що характеризують ефективність системи процесів посівів сільськогосподарських культур, є агротехнічні показники якості, продуктивність, енергозбереження і скорочення витрат.

Для вивчення властивостей окремих елементів параметрів і умов сівби, систему можна вважати розімкнутою. Таким чином, можна розглянути властивості елемента шляхом встановлення залежності між параметрами на вході та вихідними параметрами. Розглянемо функціонування сівалки у вигляді однієї підсистеми (рис. 2.1) [8, 10, 28].

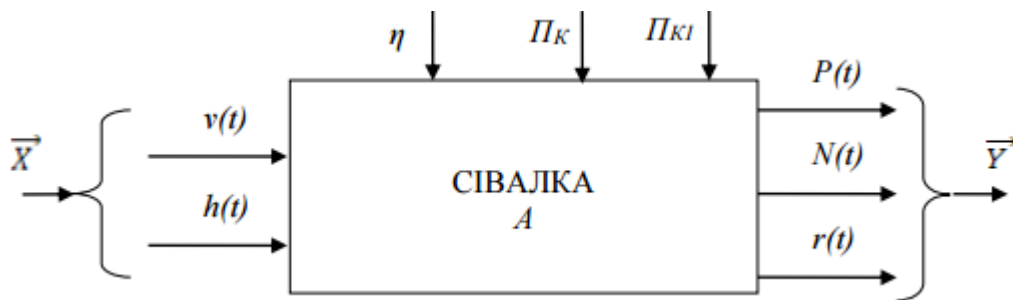


Рисунок - 2.1. Функціонування сівалки у вигляді підсистеми:

A – оператор перетворення, \vec{x} – вектор-функція умов роботи сівалки.

На вході діє вектор-функція \vec{x} режимів роботи сівалки, складовими якої є швидкість руху $v(t)$, і глибина висіву насіння $h(t)$. Вихідні параметри представлені вектором-функцією \vec{y} показників роботи сівалки: тяговий опір $P(t)$, норма висіву $N(t)$, польова схожість насіння $r(t)$. Враховані передаточне відношення приводу висівного апарату η , конструктивно-технологічні Π_k і кінематичні параметри Π_{k1} сівалки. Для оцінки якості роботи сівалки схема її моделі доповнена вектором $\vec{y} = \{P, N, r\}$, який регламентує її роботу. Для знаходження причинно-наслідкових зв'язків сівалка розглянута як підсистема, найбільш важливими елементами якої, в аспекті проблем, що розглядаються, є привід висівного апарату, висівний апарат і робочий орган для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив). Для більш детального аналізу в роботі розглянуто функціонування сівалки у вигляді трьох підсистем, кожна з яких має по одному виходу $P(t)$, $N(t)$, $r(t)$ і два входи $v(t)$, $h(t)$ (рис. 2.2). Функціонування системи створює передумови

Отже, багатовимірна регресійна модель технологічного процесу роботи сівалки з двома вхідними і трьома вихідними змінними представлена у вигляді системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} m_{\frac{P}{v}} &= a_{vP} + b_{vP} \cdot v \\ m_{\frac{N}{v}} &= a_{vN} + b_{vN} \cdot v \\ m_{\frac{r}{v}} &= a_{vr} + b_{vr} \cdot v \\ m_{\frac{P}{h}} &= a_{hP} + b_{hP} \cdot h \\ m_{\frac{N}{h}} &= a_{hN} + b_{hN} \cdot h \\ m_{\frac{r}{h}} &= a_{hr} + b_{hr} \cdot h \end{aligned} \right\}, \quad (2.3)$$

де $m_{P/v}$, $m_{N/v}$, $m_{r/v}$, $m_{P/h}$, $m_{N/h}$, $m_{r/h}$ – залежності умовних математичних очікувань реалізації випадкового вхідного процесу від значень реалізації випадкового вихідного процесу;

a_{vP} , a_{vN} , a_{vr} , a_{hP} , a_{hN} , a_{hr} , b_{vP} , b_{vN} , b_{vr} , b_{hP} , b_{hN} , b_{hr} – відповідні коефіцієнти лінійної регресії математичної моделі.

Коефіцієнти регресійних рівнянь визначаються експериментальним шляхом з математичною обробкою на персональному компютері. Отримана регресійна модель створює передумови для оптимізації конструктивних параметрів сівалок і технологічних параметрів процесу висіву насіння сільськогосподарських культур. Один із основних висівних робочих органів є комбінований дводисковий сошник. Проведені дослідження оптимізації конструкції робочого органу, обладнаного кілеподібним ущільнювачем, шарнірно прикріпленим між дисками до корпусу сошника, що забезпечує підвищення рівномірності глибини загортання насіння, виключає винесення насіння з ґрунтом у верхню частину борозни, підвищуючи стабільність глибини загортання насіння.

2.3. Розрахунок параметрів комбінованого дискового сошника

Для визначення параметрів комбінованого дводисково сошника його конструкція розглянемо як рівноважну систему, розрахункова схема наведена на рисунку 2.3 [8, 10].

2.4. Визначення силових характеристик дискового сошника

Визначення силових характеристик при заглибленні дискового ножа в ґрунт, у відповідності до агротехнологічних вимог, виконана за приведеною схемою (рис. 2.5) [8, 10, 28].

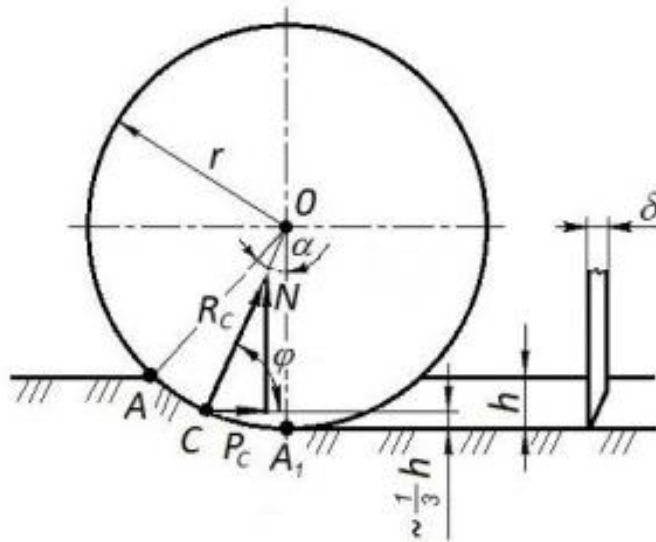


Рисунок - 2.5. Схема для визначення основних силових характеристик дискового сошника.

$$N = R_c \sin \varphi , \quad (2.7)$$

$$R_c = \sigma \delta \overline{AA_1} , \quad (2.8)$$

$$P_c = R_c \cos \varphi . \quad (2.9)$$

де $\overline{AA_1}$ – довжина дуги кола диска, навантаженої опором ґрунту;

r – радіус диска;

R_c – реакція ґрунту на входження диска;

φ – кут відхилення реакції ґрунту;

σ – питомий опір ґрунту;

δ – товщина диска;

h – максимальна глибина ходу;

N – зусилля вдавлювання;

P_c – тяговий опір.

Положення точки C визначено з допущенням того, що опір диску, по мірі його заглиблення в ґрунт, змінюється по лінійному закону від 0 до максимального значення. Приймаємо максимальну глибину входження диска діаметром 0,35 м і

зубців на дузі врізання зусилля P зменшується. Особливо значним є зниження при збільшенні кількості зубців від одного до чотирьох, після чого збільшення числа зубців на загальне зусилля значного впливу не має. Тому в зубчатому диску можна обмежитись кількістю зубців на довжині дуги врізання не меншою чотирьох. Встановлено, що зі збільшенням кількості зубців на ріжучому лезі від 4 до 10 значення коефіцієнта розстановки K змінюється в незначних межах від 0,23 до 0,24 [8, 9, 10, 28].

Отже, оптимальною величиною коефіцієнта розстановки можна вважати $K = 0,22 \dots 0,24$. Виходячи з обґрунтованого коефіцієнта $K = 0,24$ розстановки зубців та з врахуванням ширини зубця і довжини дуги врізання зубчастого диска, вирази-вши довжину дуги через кількість зубців N , за умови, що ≥ 4 , отримаємо вираз для кроку розстановки зубців

$$S = \frac{R}{4} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right). \quad (2.13)$$

З врахуванням формули (2.13), кількість зубців на диску визначаємо за виразом

$$N = \frac{2\pi R}{0,25R \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)} = \frac{8\pi}{\arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)}. \quad (2.14)$$

Розрахунок за формулою (2.14) показує, що при глибині ходу $h = 0,08$ м диска радіусом $R = 0,17$ м кількість зубців повинна бути не меншою $N = 24$ [8, 9, 10].

Для обґрунтування висоти зубця h_3 розглянемо його вдавлювання в ґрунт під дією сили P_3 (рис. 2.7). Із рішення рівняння плоскої контактної задачі з врахуванням того, що сила P_3 розподіляється на дві складові: P_1 – силу різання частиною a зубця і P_2 – силу різання нахиленою частиною зубця, де t – товщина зубця; h_3 – висота зубця; ν – деформаційний показник ґрунту, отримаємо вираз для визначення висоти зубця

$$h_3 = \frac{\pi \nu P_3}{t(a + 1)} \quad (2.15)$$

Розрахунок за формулою (2.15) показує, що при $\nu = 2 \cdot 10^{-7}$ м²/Н, $a = 0,01$ м, $t = 0,003$ м і $P_3 = 150$ Н отримаємо $h_3 = 0,021$ м [8, 9, 10].

Розглянемо відповідну схему для розрахунку силових параметрів. Сили ваги основних конструкційних елементів сошникового вузла позначені на схемі (рис. 2.8): G_{Π} – вага повідка; G_{δ} – вага зубчастого диска; $G_{л}$ – вага лонжерона; G_a – вага анкера-насіenneпровода; G_k – вага котка. Маси зазначених конструкційних елементів позначені: m_{Π} , m_{δ} , $m_{л}$, m_a , m_k . Сили натягу першої та другої пружин: $F_{\Pi 1}$ та $F_{\Pi 2}$, відповідно.

Нехай профіль шляху (нерівності поверхні ґрунту) і відповідно опорні реакції, які діють з боку ґрунту на зуби зубчастого диска при русі сошникового вузла по нерівностях, змінюється за синусоїдальним законом [8, 10]

$$R_i(t) = R_0 + H \sin\left(\frac{2\pi Vt}{L}\right), \quad i = 1, 2, 3, 4, \dots, \quad (2.18)$$

де R_0 – реакція з боку ґрунту при русі сошникового вузла по ідеально рівному ґрунті, H ; $H \sin\left(\frac{2\pi Vt}{L}\right)$ – збурювальна компонента реакції ґрунту, яка виникає за рахунок нерівностей поверхні поля; H – амплітуда цього збурення, H .

Також з боку ґрунту на анкерний насіннепровід діє реакція R_a , а при коченні котка по розпушеному ґрунті виникає нормальна реакція N_k з боку ґрунту на коток, а також сила тертя кочення F_k .

Рівняння руху сошникового вузла у векторній формі приймає вид

$$M\bar{a} = \bar{F}_{\Pi 1} + \bar{F}_{\Pi 2} + \bar{G}_{\Pi} + \bar{G}_{\delta} + \bar{G}_{л} + \bar{G}_a + \bar{G}_k + \bar{R}_1 + \bar{R}_2 + \bar{R}_3 + \bar{R}_4 + \bar{R}_a + \bar{N}_k + \bar{F}_k + \bar{F}_{\delta}, \quad (2.19)$$

де M – маса сошникового вузла, кг;

a – прискорення руху сошникового вузла, m/c^2 .

Підставивши в рівняння (2.19) вирази для діючих сил та спроектувавши його на вісі декартових координат, отримуємо наступну систему диференціальних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} M\ddot{x} = & -R_1 \left[\sin(\beta - \varepsilon) + \sin\left(\beta - \varepsilon + \frac{2\pi}{z}\right) + \sin\left(\beta - \varepsilon + \frac{4\pi}{z}\right) - \right. \\ & \left. - \sin\left(\beta - \varepsilon + \frac{6\pi}{z}\right) \right] - R_a \cos\gamma - F_{\delta} - F_k, \\ M\ddot{y} = & -F_{\Pi 1} - F_{\Pi 2} - G_{\Pi} - G_{\delta} - G_{л} - G_a - G_k + R_1 \left[\cos(\beta - \varepsilon) + \right. \\ & \left. + \cos\left(\beta - \varepsilon + \frac{2\pi}{z}\right) + \cos\left(\beta - \varepsilon + \frac{4\pi}{z}\right) + \cos\left(\beta - \varepsilon + \frac{6\pi}{z}\right) \right] - \\ & - R_a \sin\gamma + N_k. \end{aligned} \right\} \quad (2.20)$$

Отже, отримані вирази для визначення амплітуди (2.21), частоти вільних коливань (2.23) та амплітуди змушених коливань (2.22) лонжерона сошникового вузла в залежності від його основних конструкційних параметрів і режимів роботи при рівномірному переміщенні по нерівностях поверхні ґрунту, під час технологічного процесу сівби різних сільськогосподарських культур.

У зазначені вирази входять кількість зубців зубчастого розрізаючого диска, жорсткість пружин та швидкість поступального руху. За результатами числових розрахунків на ПК за допомогою програми MathCAD побудована графічна залежність амплітуди коливань сошникового вузла з зубчастим диском на двопружинній підвісі (із натискною пружиною – $C_{п1}$ і пружиною вібратора – $C_{п2}$) від швидкості руху (рис. 2.9) [8, 9, 10, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40].

Як видно із графіків (рис. 2.9), отримані резонансні величини амплітуди, коли частота збурень сошникового вузла співпадає з власною частотою при швидкостях від 0,5 м/с до 1,0 м/с, при подальшому збільшенні швидкості посівного агрегату від 1,2 м/с до 4 м/с спостерігаються стабільні показники його амплітуди [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 39].

2.6. Дослідження руху насіння в міждисковому просторі сошника

Більша частина насіння, відбиваючись від різних частин направлявача, рухається на дно борозни по різних траєкторіях, які перетинаються з дисками сошника. В результаті цього відбуваються удари насіння до дисків, що обертаються, а в результаті насіння виноситься на поверхню поля і не попадає на дно борозни.

Про те, що диски, які обертаються, змінюють класичну траєкторію падіння насіння і відкидають його назад відмічають багато дослідників. Однак, ними не зроблена спроба розглянути поведінку насіння між дисками, що обертаються,

визначати найбільш бажане місце подачі насіння, знайти дійсні траєкторії його руху при різних конструктивних параметрах сошника і кінематичних параметрах як сошника, так і насіння.

Розглянемо рух частинки (насінини) в міждисковому просторі сошника, яка рухається з постійною швидкістю V_q (рис. 2.10) [28].

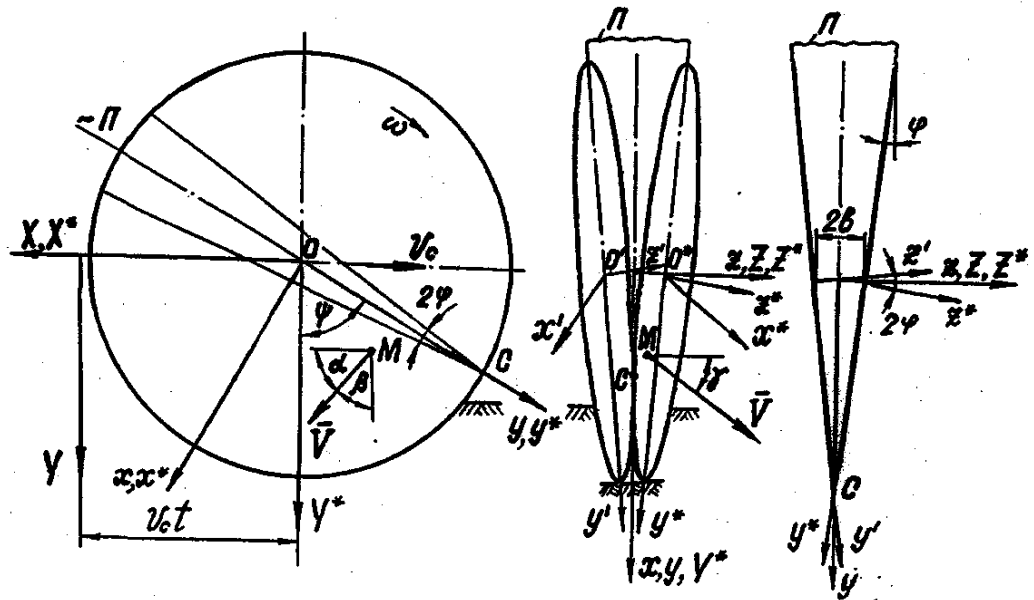


Рисунок - 2.10. Схема до визначення траєкторії руху насіння в міждисковому просторі сошника.

Нехай XYZ - абсолютна нерухома система координат. Введемо для рішення задачі наступні відносні системи координат:

$X^* Y^* Z^*$ - з початком в центрі O сошника, осі якої паралельні осям абсолютної системи;

xuz - з початком в центрі O сошника, осі x і u повернуті щодо осей попередньої системи на кут ψ , причому вісь u проходить через точку сходження дисків;

$x^*y^*z^*$ - з початком в центрі диска, осі x^* і y^* лежать в площині обертання диска, вісь z^* відхилена відносно горизонталі на кут φ , рівний половині кута розхилу дисків.

Зв'язок між координатами довільної точки M в системах XYZ і $X^*Y^*Z^*$ здійснюється наступними залежностями:

$$X^* = X + V_c t; Y^* = Y; Z^* = Z. \quad (2.25)$$

)

i

[

[

.

i

[

r

i

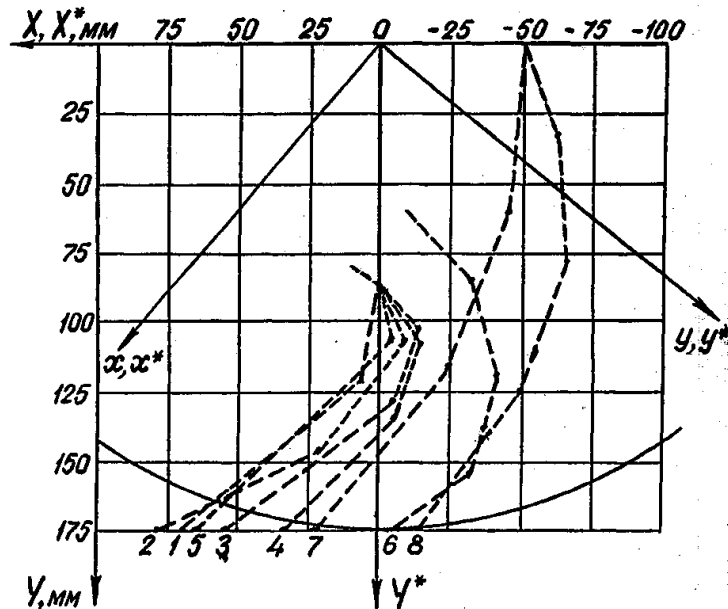


Рисунок - 2.11. Траєкторії руху насіння в міждисковому просторі сошника:
 1, 2, 3, 4, 5 - при традиційній подачі, 6 - при традиційній подачі з
 направлявачем, що відхилений вперед; 7 і 8 - при подачі впереді осі дисків.

При традиційній подачі насіння, сходячи з направлявача, вдаряється два-три рази то до одного, то до другого диска, змінює напрямок руху і зрештою потрапляє на дно борозни за межами вертикального діаметра дисків.

Висновки до другого розділу

Теоретичні дослідження загортання технологічного матеріалу дисковими сошниками стверджують:

1. Системний підхід до сівби обґрунтовує застосування в сівалках сошникових вузлів з дисковим ножом на вібропідвісці, що комплектуються в залежності від вимог технологій, конструктивних та конструктивно-технологічних особливостей сівалок для висіву насіння сільськогосподарських культур.

2. Особливістю методики оцінки технологічних властивостей робочих органів сівалок є те, що модель функціонування сівалки розглядається як елемент процесу сівби і як підсистема, що має вхідну вектор-функцію режимів роботи і вихідну вектор-функцію показників роботи. Регресійна модель створює передумови для оптимізації конструктивних параметрів сівалок і технологічних параметрів процесу висіву насіння сільськогосподарських культур.

3. Запропоновані математичні моделі та розрахункові алгоритми функціонування робочих органів сівалок: дводискового сошникового вузла на пружинній підвісці для сівби за традиційними технологіями підготовки ґрунту, комбінованих сошників з зубчастим дисковим ножом на двопружинній підвісці.

4. Для забезпечення якісного висіву насіння зернових і зернобобових культур за традиційними технологіями підготовки ґрунту істотне підвищення рівномірності глибини його загортання можливе за рахунок комплектування сівалки дводисковим сошником з кілеподібною частиною, шарнірно прикріпленою між дисками до корпусу сошника на пружині. Підвищення сталості глибини висіву насіння збільшує врожайність зернових культур до 10%.

5. Для ефективного використання вібраційних ефектів, що виникають завдяки застосуванню запропонованих конструкцій робочих органів та вузлів відповідно з параметрами та режимами роботи, обґрунтовані залежності для оптимізації енергетичної складової процесу попередньої підготовки насінневої борозни зубчастим дисковим ножом, встановленим на плоско-пружинній підвісці. Для визначення силових параметрів комбінованого сошникового вузла з зубчастим дисковим ножом на двопружинній підвісці отримані вирази для визначення амплітуди і частоти коливань лонжерона сошникового вузла в залежності від його основних конструктивних параметрів і режимів роботи.

6. При застосуванні спеціальних дискових сошників запропонована методика їх розрахунку. Необхідне з агротехнічних вимог притисне зусилля на сошник та потужність відповідного енергозасобу для сівалки можуть бути зменшені шляхом використання в якості розрізаючого ножа зубчастого диску з теоретично обґрунтованими параметрами, що встановлено на двопружинній підвісці, який сприяє зменшенню тягового опору під час сівби по необробленому ґрунту до 20%.

7. Більша частина насіння, відбиваючись від різних частин направлявача, рухається до дна борозни по різних траєкторіях, які перетинаються з дисками сошника. В результаті цього відбувається удари насіння до дисків, що обертаються. При традиційній подачі, насіння, сходячи з направлявача, два-три рази вдаряється то до одного, то до другого диска, змінює напрямок руху і зрештою потрапляє на дно борозни за межами вертикального діаметра дисків.

3. ОБЛАДНАННЯ, ПРИЛАДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

3.1. Обладнання і прилади для дослідження дискових робочих органів

Дослідження дискового сошника для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) проводилося на спеціально виготовленому стенді (рис. 3.1).

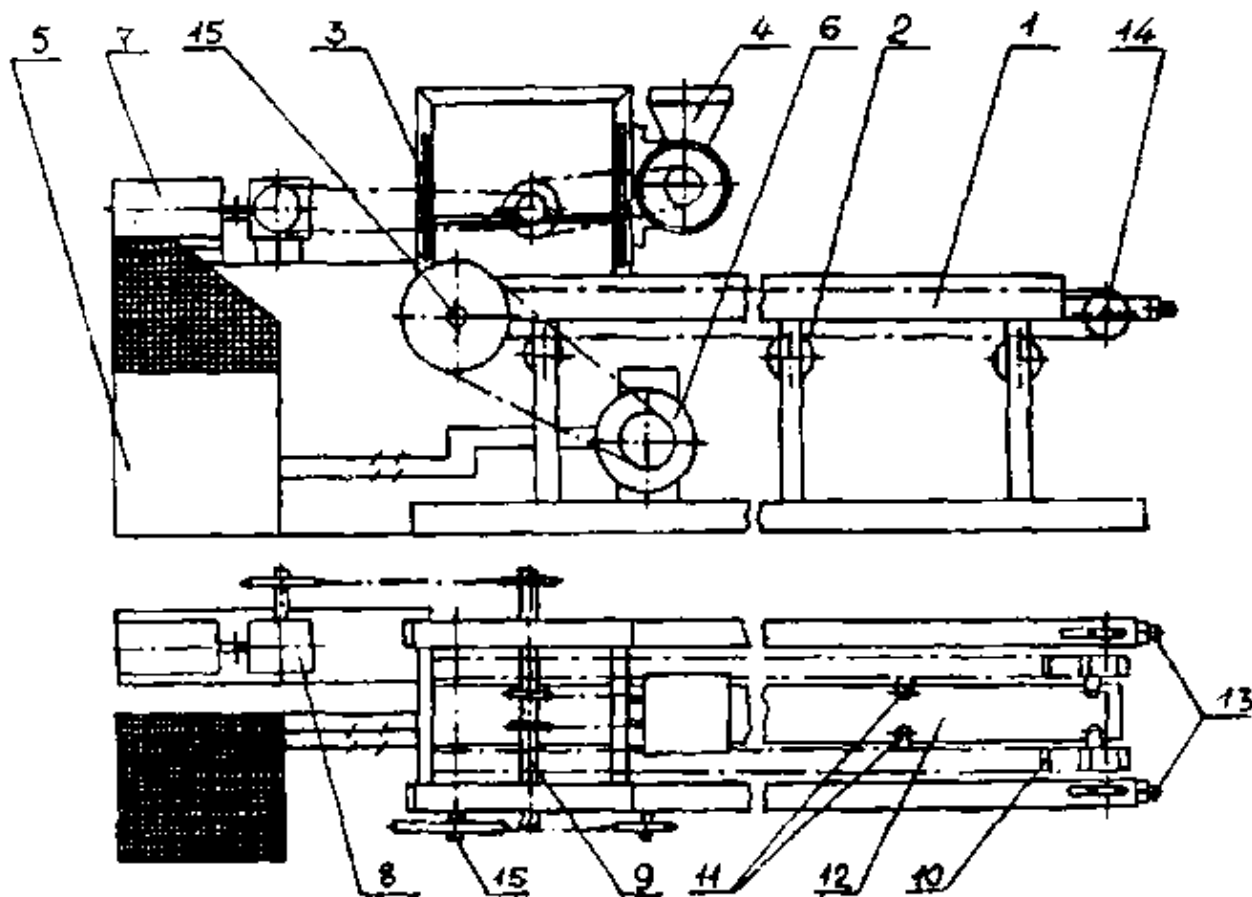


Рисунок - 3.1. Схема для дослідження робочих органів сівалок:

- 1 – рама; 2 – зірочка підтримуюча; 3 – рамка кріплення робочого органу;
4 – робочий орган; 5 – рідинний реостат; 6 – електродвигун основний;
7 – електродвигун; 8 – редуктор; 9 – вал контрприводу; 10 – ланцюг; 11 – лапки;
12 – липка стрічка; 13 – натяжний пристрій; 14 – ведена зірочка; 15 – механізм приводу.

Стенд відноситься до галузі сільськогосподарського машинобудування і призначена для випробування і обкатки робочих органів (висівних апаратів і сошників), сівалок для сівби зернових і просапних культур [6, 7, 28].

грунтовому каналі (рис. 3.4) кафедри сільськогосподарських машин і механізованих технологій [6, 7, 28].



Рисунок - 3.4. Грунтовий канал для дослідження дискових сошників.

Дослідження дискових сошників в ґрунтовому каналі дало можливість визначити стійкість ходу дискових сошників, амплітудно-частотні характеристики дискових сошників, тяговий опір дискових сошників, рівномірність розподілу насіння експериментальним сошником в залежності від швидкості руху.

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.4)$$

д). Показник точності дослід (у відсотках)

$$p = \frac{m}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (3.5)$$

Для оцінки якості загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) по глибині, окрім статистичних показників, визначалася кількість насіння (у відсотках), укладеного в заданий агротехнічний допуск $\bar{X} \pm 1$ см.

Результати лабораторних досліджень з урахуванням статистичної і математичної обробки представлені графіками і таблицями, які дозволяють зробити аналіз роботи експериментальних сошників в порівнянні з роботою дискових сошників серійного виробництва.

Висновки до третього розділу

1. Згідно із завданням, що поставлене в магістерській роботі, дослідження дискових сошників передбачено:

- вивчення процесу падіння і загортання насіння та мінеральних добрив дисковими сошниками при різних способах подачі технологічного матеріалу;
- дослідження якості загортання насіння і добрив сошниками серійного виробництва та експериментальними сошниками в лабораторних умовах;
- визначення оптимальних конструктивних параметрів робочої частини експериментального комбінованого дискового сошника;
- дослідження впливу конструкції комбінованого дискового сошника на основні показники борозноутворення;
- визначення величини ґрунтового прошарку та якісних показників розподілу насіння і добрив на площі і по глибині їх загортання.

2. Передбачається досліджувати дискові сошники серійного виробництва та експериментальні дискові сошники, зокрема:

- Сошник дводисковий однорядковий сівалки СЗ-3,6А.
- Сошник дводисковий дворядковий (вузькорядний) сівалки СЗУ-3,6;
- Дискові сошники з ребордами сівалки СО-4,2.

3. Лабораторні дослідження з вивчення процесу та якості розподілу технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на площі поля та заробки технологічного матеріалу проводилися на стенді і в ґрунтовому каналі.

4. Під час лабораторних досліджень дискових сошників серійного виробництва і експериментальних сошників висівалося насіння озимої пшениці сорту "Миронівська" та ячменю сорту „Іллінецький”.

5. Оцінка якості роботи дискових сошників на площі поля проводилася шляхом замірування положення кожної насінини на липкій стрічці. Результати замірувань заносилися в журнал.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБАРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

4.1. Загальні відомості

За результатами обробки первинних матеріалів лабораторних досліджень дискових сошників отримані дані про дослідження експериментальних зразків сошникового вузла з зубчастим ножом-диском на двопружинній підвісці та комбінованих дводисково-анкерних сошникових вузлів [8, 10, 28, 40].

Коефіцієнти лінійної регресії a_1 , середньоквадратичні відхилення S і коефіцієнти детермінації R^2 в залежності частоти обертання вона від швидкості $v(t)$ руху сівалки при випробуванні системи електронного управління для коефіцієнтів передач η від 5 до 60, приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Коефіцієнти регресії і середньоквадратичне відхилення\

η	a_0	a_1	S	R^2
5	0,350	-0,112	0,03	0,998
10	0,701	-0,185	0,10	0,995
15	1,046	-0,284	0,17	0,997
20	1,300	0,142	0,16	0,998
30	1,964	0,044	0,23	0,998
40	2,361	1,547	0,38	0,993
50	2,764	1,611	0,41	0,998
60	3,059	2,762	0,30	0,981

Згідно отриманих результатів, лінійна залежність частоти обертання вала від швидкості руху сівалки в межах 2...11 (12) км/год. знаходиться в діапазоні

заданих коефіцієнтів передач від 0 до 40. При встановлених коефіцієнтах передач 50 і 60 діапазон лінійної залежності швидкості вала зберігається при швидкості сівалки від 2 до 8 (9) км/год. і нормах висіву 72, 132, 193 і 227кг/га. Результати експериментів показали, що середній висів пшениці за один оберт складає 25,36 г, точність досліду 2,91%. Отримані відхилення показників від середнього значення для катушкових висівних апаратів з електроприводом не перевищують агротехнічних вимог до висівних апаратів зернових сівалок. Експериментальними дослідженнями визначена потужність, що споживається електродвигуном приводу катушкових висівних апаратів при їх повному завантаженні. При роботі тринадцяти катушкових висівних апаратів вона складає з врахуванням запасу потужності ($K=1,2$), $N=64$ Вт, що забезпечує можливість для використання в якості джерела енергії при виконанні посівних робіт акумулятора трактора, з яким агрегується сівалка.ї

4.2. Результати дослідження сошникового вузла

При визначенні амплітудно-частотних і тягових характеристик сошникового вузла в результаті проведення трифакторного експерименту залежності тягового опору універсального сошникового вузла від глибини висіву насіння (X_1), швидкості руху (X_2) і висоти зубців дискового ножа (X_3) отримане рівняння регресії [8, 10, 28].

$$y = 189,070 + 75,572 \cdot x_1 + 20,954 \cdot x_2 - 58,205 \cdot x_3 - 38,100 \cdot x_1^2 - 38,593 \cdot x_2^2 - 15,573 \cdot x_3^2 + 10,123 \cdot x_1 \cdot x_2 - 55,661 \cdot x_1 \cdot x_3 + 7,484 \cdot x_2 \cdot x_3. \quad (4.1)$$

При аналізі рівняння регресії (4.1) використано номограмний метод, який дає можливість свідомо змінювати межі відхилення кожного з досліджуваних факторів у багатфакторному експерименті з урахуванням можливостей досліджуваної системи для отримання заданої області значень параметра оптимізації.

Графіки залежності тягового опору сошникового вузла з розрізаючими ножем-диском від висоти зубців диска при різних швидкостях і швидкості руху при різній висоті зубців приведені, відповідно, на рисунках 4.2 і 4.3.

апроксимуванням циклічної взаємодії зубчастого диска, що розрізає, із ґрунтом, і викликаній нею вібрації сошникового вузла на пружній підвісці. Коли періодичний вібраційний процес змішується із випадковим коливанням, то результуючий спектр дорівнює сумі спектрів складових. Це вказує на те, що циклічний процес відбувається на випадковому фоні [8, 10].

Дослідженням доведено, що зі збільшенням висоти зуба для всіх швидкостей руху тяговий опір зменшується зворотно-пропорційно з 360 до 240 Н. Встановлено, що із збільшенням швидкості руху тяговий опір збільшується: для диска без зубців від 320 до 420 Н; для диска із зубцями висотою 1 см від 300 до 360 Н; для диска з висотою зубців – 2 см від 110 до 160 Н; для диска з висотою зубців 3 см – від 100 до 140 Н. Із збільшенням висоти зубів на диску (1; 2; 3 см) амплітуда коливань збільшується (6,0; 6,3; 8,1 мм).

Сошниковий вузол з зубчастим розрізаючим диском і анкером стабільного працював на оброблених і необроблених ділянках з вмістом рослинних залишків в поверхневому шарі до 480 г/м². Рослинні залишки на дні борозни, що створювались, були відсутніми. Ширина смуги деформованого ґрунту не перевищувала 0,025 м. Твердість ґрунту в ґрунтовому каналі і польових умовах при поверхневому обробітці складала 0,85 МПа, по стерні – 1,7 МПа. Шарнірне кріплення рами опорно-прикочувального пристрою сошникового вузла забезпечує висів насіння на глибину в межах агропосіви [8, 10].

Технічні рішення, в першу чергу, дозволяють робити висів насіння з меншим опором сівалки. Вхідження дискових ножів до 4-5 зубців в ґрунт на глибину 0,08 м зменшує тяговий опір і притисне зусилля за рахунок використання пластичних пружин та технічних характеристик трактора для агрегаткування сівалки.

4.3. Дослідження висіву насіння зернових культур

Дослідження висіву пшениці проводилися сівалкою з експериментальними дводисково-анкерними сошниками на швидкостях 6,8 і 12 км/год при нормі висіву 5,5 млн. шт./га в умовах. Візуальний огляд засіяної ділянки виявив дружну появу сходів в рядках, засіяних експериментальним сошником. У цьому випадку

Таблиця 4.2 Показники тягового опору сошників

Показник	a_0	a_1	R^2
$P_1(t)$	232,00	19,48	0,981
$P_2(t)$	64,45	147,13	0,995
$P_3(t)$	99,90	208,94	0,993
$P_4(t)$	212,13	124,76	0,999

Аналіз тягового опору сошників показав, що середні значення тягового опору при швидкості руху 2,5 м/с становить: лапового – 456 Н, лапового з роликом-розсіювачем – 525 Н, стрілоподібного – 435 Н. При перерахунку на тяговий опір сівалки СС-16, що містить 16 робочих органів, він складе при швидкості руху 2,5 м/с відповідно 7296, 8400, 6960 Н. З врахуванням цих результатів, агрегування сівалки може здійснюватися тракторами ЮМЗ-6ЛМ, МТЗ-80, МТЗ-82 тягового класу 1,4.

Висновки до четвертого розділу

Аналіз результатів лабораторних досліджень експериментальних дискових сошників дає можливість прийти до наступних висновків:

1. Згідно отриманих результатів, лінійна залежність частоти обертання вала від швидкості руху сівалки в межах 2...11(12) км/год. знаходиться в діапазоні заданих коефіцієнтів передач від 0 до 40. При встановлених коефіцієнтах передач 50 і 60 діапазон лінійної залежності швидкості вала зберігається при швидкості від 2 до 8 (9) км/год.

2. При визначенні амплітудно-частотних і тягових характеристик сошникового вузла в результаті проведення трифакторного експерименту залежності тягового опору універсального сошникового вузла від глибини висіву насіння (X_1), швидкості руху (X_2) і висоти зубців дискового ножа (X_3) отримане рівняння регресії.

3. При аналізі рівняння регресії використано номограмний метод, який дає можливість свідомо змінювати межі відхилення кожного з досліджуваних факторів у багатфакторному експерименті з урахуванням можливостей досліджуваної системи для отримання заданої області значень параметра оптимізації. Графічна інтерпретація рівняння регресії у вигляді номограми, побудованої з двовимірних перетинів поверхні відгуку.

4. Із збільшенням висоти зубців диска тяговий опір комбінованого сошникового вузла зменшується за оберненою залежністю. Із збільшення висоти зубців (від 1 до 3 см) диска темп зростання тягового опору комбінованого сошникового вузла в залежності від швидкості руху (від 4 до 8 км/год.) зменшується. Особливо це видно у порівнянні з диском без зубців. Комплексний аналіз графічних зображень дозволив визначити, що оптимальної висоти зубців диску, що розрізає, є 2 см. Отриманий експериментальним шляхом результат підтверджує праильність теретичного обґрунтування.

5. Дослідження доведено, що зі збільшенням висоти зуба для всіх швидкостей руху тяговий опір зменшується зворотно-пропорційно з 360 до 240 Н. Встановлено, що зі збільшенням швидкості руху тяговий опір збільшується: для диска без зубців від 340 до 420 Н; для диска з зубцями висотою 1 см від 300 до

360 Н; для диска з висотою зубців – 2 см від 110 до 160 Н; для диска з висотою зубців 3 см – від 100 до 140 Н. Із збільшенням висоти зубців на диску (1; 2; 3 см) амплітуда коливань збільшується (6,0; 6,3; 8,1; мм).

6. Сошниковий вузол з зубчастим розрізаючим диском і анкером стабільно працював на оброблених і необроблених ділянках з вмістом рослинних залишків в поверхневому шарі до 480 г/м². Рослинні залишки над дні борозни, що створювалась, були відсутніми. Ширина смуги деформованого ґрунту не перевищувала 0,025 м. Твердість ґрунту в ґрунтовому каналі і польових умовах при поверхневому обробітку складала 0,85 МПа, по стерні – 1,7 МПа. Шарнірне кріплення рамки опорно-прикочувального пристрою сошникового вузла забезпечує висів насіння на глибину в межах агродопуску.

7. Аналіз тягового опору сошників показав, що середнє значення тягового опору при швидкості руху 2,5 м/с становить: лапового – 456 Н, лапового з роликом-розсіювачем – 525 Н, стрілоподібного – 435 Н. При перерахунку на тяговий опір сівалки СС-16, що містить 16 робочих органів, він складе при швидкості руху 2,5 м/с відповідно 7296, 8400 та 6960 Н. З врахуванням цих результатів, агрегування сівалки може здійснюватися трактором ЮМЗ-6ЛМ, МТЗ-80, МТЗ-82 тягового класу 1,4.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ СОШНИКІВ

5.1. Загальні відомості

Економічна ефективність використання нової сільськогосподарської техніки, в нашій магістерській роботі сівалки для сівби зернових культур з експериментальними дисковими сошниками для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральні добрива), визначена за типовою методикою методом співставлення витрат на виконання операцій сівби досліджуваною сівалкою і аналогічною базовою сівалкою серійного виробництва з урахуванням підвищення врожайності вирощуваних сільськогосподарських культур [19, 29, 37, 38, 39, 40].

5.2. Визначення сумарного економічного ефекту застосування експериментальних сошників

Для визначення сумарного економічного ефекту застосування експериментальних сошників для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральні добрива) скористаємося формулою [19, 29, 40].

$$\mathcal{E}_{\text{сум}} = [(S_c + EK_c) - (S_n + EK_n) + C_{\text{пр}} B_0] W_{\text{год}}, \quad (5.1)$$

де S_c, S_n - питомі експлуатаційні витрати по базовій і новій техніці, грн/га;

K_c, K_n - питомі капітальні витрати по базовій і новій техніці, грн/га;

E - нормативний коефіцієнт ефективності ($E = 0,15$);

$W_{\text{год}}$ - річний об'єм робіт, га;

$C_{\text{пр}}$ - ціна реалізації додаткової продукції, грн;

B_0 - кількість додаткової продукції, ц/га.

За базовий варіант прийняті існуючі машини: зернова сівалка СЗ-3,6А для сівби зернових культур, що обладнана дисковими сошниками серійного виробництва і зернова сівалка, що обладнана експериментальними сошниками для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

5.3. Результати розрахунку економічного ефекту застосування експериментальних сошників

Вихідні дані і повний розрахунок економічної ефективності виконувався за спеціальною програмою на персональному комп'ютері.

Результати всіх розрахунків зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1.

Результати розрахунку річного економічного ефекту від застосування комбінованої сівалки

Назва показників	Базовий варіант СЗ-3,6А	Експериментальна сівалка СЗ-3,6Е
1. Продуктивність, га/год	2,31	2,62
2. Річний виробіток, га	201	230
3. Трудоемність процесу, год/га	0,69	0,62
4. Експлуатаційні витрати, грн./га	369,0	301,0
5. Питомі капіталовкладення, грн./га	632,0	723,0
6. Вартість додаткового продукту, грн./га	-	1250
7. Сумарний річний економічний ефект, грн./га	-	1170

З аналізу таблиці 5.1 видно, що сівба зернових культур зерновою сівалкою, що обладнана експериментальними дисковими сошниками для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) обходиться декілька дорожче.

Дані розрахунку техніко-економічних показників засвідчують, що понесені витрати компенсуються за рахунок навіть незначної, близько трьох центнерів з кожного гектара надбавки урожаю зерна.

Висновки до п'ятого розділу

1. Сівба зернових культур зерновою сівалкою, що обладнана експериментальними дисковими сошниками для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) обходиться декілька дорожче.

2. Дані розрахунку техніко-економічних показників засвідчують, що понесені витрати компенсуються за рахунок навіть незначної, близько трьох центнерів з кожного гектара, надбавки урожаю зерна.

3. Для забезпечення якісного висіву насіння зернових і зернобобових культур за традиційними технологіями підготовки ґрунту істотне підвищення рівномірності глибини його загортання можливе за рахунок комплектування сівалки дводисковим сошником з кулеподібною частиною, шарнірно прикріпленою між дисками до корпусу сошника на пружині. Підвищення сталості глибини загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) збільшує врожайність зернових культур до 10%.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Підводячи підсумки опрацьованої дипломної роботи з обґрунтування схеми та параметрів дискового сошника можна зробити наступні загальні висновки і рекомендації виробництва:

1. Рівномірне загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на задану глибину забезпечить оптимальні умови для росту і розвитку рослин і, зрештою, сприятиме зростанню врожайності зернових культур.

2. Результати дослідження багатьох сівальщиків-науковців і досвід виробничників свідчать про те, що загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на задану глибину підвищує урожай зернових культур порівняно з тими посівами де технологічний матеріал зароблявся з відхиленням від заданої глибини.

3. Існуючі дискові сошники поки що незадовільно заробляють технологічний матеріал (насіння і мінеральні добрива) по глибині і не пристосовані для роздільного розподілу в ґрунті насіння і добрив.

4. Розробки, запропоновані дослідниками-сівальщиками, дискових сошників, сприяють якості загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) але не в тих межах, що мають бути за вимогами агротехніки. Науковцями-дослідниками поки що не до кінця вивчено, як теоретично, так і експериментально, процес загортання в ґрунт технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

5. На сьогоднішній день не існує перевірена конструкція універсального дискового комбінованого сошника, здатного забезпечити роздільне і досить якісне загортання в ґрунт технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив).

6. Системний підхід до сівби обґрунтовує застосування в сівалках сошникових вузлів з дисковим ножом на вібропідвісці, що комплектуються в залежності від вимог технологій, конструктивних та конструктивно-технологічних особливостей сівалок для висіву насіння сільськогосподарських культур.

7. Запропоновані математичні моделі та розрахункові алгоритми функціонування робочих органів сівалок: дводискового сошникового вузла на

пружинній підвісці для сівби за традиційними технологіями підготовки ґрунту, комбінованих сошників з зубчастим дисковим ножем на двопружинній підвісці.

8. Для ефективного використання вібраційних ефектів, що виникають завдяки застосуванню запропонованих конструкцій робочих органів та вузлів відповідно з параметрами та режимами роботи, обґрунтовані залежності для оптимізації енергетичної складової процесу попередньої підготовки насінневої борозни зубчастим дисковим ножем, встановленим на плоско-пружинній підвісці. Для визначення силових параметрів комбінованого сошникового вузла з зубчастим дисковим ножем на двопружинній підвісці отримані вирази для визначення амплітуди і частоти коливань лонжерона сошникового вузла в залежності від його основних конструктивних параметрів і режимів роботи.

9. При застосуванні спеціальних дискових сошників запропонована методика їх розрахунку. Необхідне з агротехнічних вимог притисне зусилля на сошник та потужність відповідного енергозасобу для сівалки можуть бути зменшені шляхом використання в якості розрізаючого ножа зубчастого диску з теоретично обґрунтованими параметрами, що встановлено на двопружинній підвісці, який сприяє зменшенню тягового опору під час сівби.

10. Більша частина насіння, відбиваючись від різних частин направлявача, рухається до дна борозни по різних траєкторіях, які перетинаються з дисками сошника. В результаті цього відбувається удари насіння до дисків, що обертаються. При традиційній подачі, насіння, сходячи з направлявача, два-три рази вдаряється то до одного, то до другого диска, змінює напрямок руху і зрештою потрапляє на дно борозни за межами вертикального діаметра дисків.

11. Лабораторні дослідження з вивчення процесу та якості розподілу технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на площі поля та заробки технологічного матеріалу проводилися на стенді і в ґрунтовому каналі. Під час лабораторних досліджень дискових сошників серійного виробництва і експериментальних сошників висівалося насіння озимої пшениці сорту "Миронівська" та ячменю сорту „Іллінецький”. Оцінка якості роботи дискових сошників на площі поля проводилася шляхом замірування положення кожної насінини на липкій стрічці. Результати замірувань заносилися в журнал.

12. Із збільшенням висоти зубців диска тяговий опір комбінованого сошникового вузла зменшується за оберненою залежністю. Із збільшення висоти зубців (від 1 до 3 см) диска темп зростання тягового опору комбінованого сошникового вузла в залежності від швидкості руху (від 4 до 8 км/год.) зменшується. Особливо це видно у порівнянні з диском без зубців. Комплексний аналіз графічних зображень дозволив визначити, що оптимальної висоти зубців диску, що розрізає, є 2 см. Отриманий експериментальним шляхом результат підтверджує праильність теретичного обґрунтування.

13. Дослідження доведено, що зі збільшенням висоти зуба для всіх швидкостей руху тяговий опір зменшується зворотно-пропорційно з 360 до 240 Н. Встановлено, що зі збільшенням швидкості руху тяговий опір збільшується: для диска без зубців від 340 до 420 Н; для диска з зубцями висотою 1 см від 300 до 360 Н; для диска з висотою зубців – 2 см від 110 до 160 Н; для диска з висотою зубців 3 см – від 100 до 140 Н. Із збільшенням висоти зубців на диску (1; 2; 3 см) амплітуда коливань збільшується (6,0; 6,3; 8,1; мм).

14. Сошниковий вузол з зубчастим розрізаючим диском і анкером стабільно працював на оброблених і необроблених ділянках. Твердість ґрунту в ґрунтовому каналі і польових умовах при поверхневому обробітку складала 0,85 МПа. Шарнірне кріплення рамки опорно-прикочувального пристрою сошникового вузла забезпечує висів насіння на глибину в межах агро технічних вимог.

15. Сівба зернових культур зерновою сівалкою, що обладнана експериментальними дисковими сошниками для загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) обходиться декілька дорожче, але понесені витрати компенсуються за рахунок навіть незначної, близько трьох центнерів з кожного гектара, надбавки урожаю зерна.

16. Для забезпечення якісного висіву насіння зернових і зернобобових культур за традиційними технологіями підготовки ґрунту істотне підвищення рівномірності глибини його загортання можливе за рахунок комплектування сівалки дводисковим сошником з кулеподібною частиною, шарнірно прикріпленою між дисками до корпусу сошника на пружині. Підвищення сталості глибини загортання технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) збільшує врожайність зернових культур до 10%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Земельний кодекс України. Сільський час. П'ятниця, 16 листопада 2001 року, № 66 (268) - (м. Київ, 25 жовтня 2001 року. № 2768-III).
2. Методичні рекомендації щодо підвищення вартості робочої сили в сільському господарстві та подолання міжгалузевої і міжрегіональної диференціації в оплаті праці / І.М. Демчук, Г.М. Адаменко, В.В. Петрик, В.П. Слупський, О.С. Філоненко. Київ: НДІ „Укראгропромпродуктивність”, 2010. 32 с.
3. Дипломне проектування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України: Навчально-методичний посібник / За ред.. Т.Д. Іщенко, І.М. Бендери. Київ: Аграрна освіта, 2006. 256 с.
4. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності «Агроінженерія»/ А. В. Рудь, В. І. Дуганець, Л. М. Михайлова, Ю. І. Панцир, П. П. Федірко, Ю. Ф. Павельчук. За ред. А. В. Рудя. Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2019. 51 с.
5. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. У 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. Київ: Агроосвіта, 2012. 434 с.
6. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. У 2 т: Т. 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. Київ: Агроосвіта, 2012. 584 с.
7. Горобей В.П. Дослідження дводискового комбінованого сошника для смугового висіву насіння / В.П. Горобей, В.А. Лузін // Вісник аграрної науки. Київ, 2010. Спец. випуск, травень. С. 74-76.
8. Патент 93837 Україна, МПК А01 С 7/00 Дводисковий комбінований сошник / В.П. Горобей, В.А.Лузін, О.Л. Красніченко; заявник і патентовласник Науково-виробниче об'єднання „Селта” Національного наукового центру „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Української академії аграрних наук. - №а201006315; заявл.25.05.10; опубл. 10.03.11, Бюл.№5.

9. Горобей В.П. Методика лабораторних досліджень сошників для енергосберегаючих технологій посєва сємян зернових культур / В.П. Горобей, В.Ю. Москалевич // Зб. наук. Праць Кіровоградського нац. техн. ун-ту. (Сер. „Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”) Кіровоград, 2012. Ч.1. Вип. 42. С. 216-220.

10. Сівалка зернотрав'яна. Інструкція з експлуатації. Кіровоград, 2005. 61с.

11. Довідник з машиновикористання в землеробстві. За ред. В.І. Пастухова. Харків: „Вєста”. 2001. 347 с.

12. Горобей В.П. Модернізація сівалки для сівби зернових і зернобобових культур / В.П. Горобей, М.А. Литвиненко // Зб. наук. праць Кіровоградського нац. техн. ун-ту. (Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація). Кіровоград, 2015. Вип. 28. С. 168-173.

13. Коваленко А.В. Культиватор для суцільного обробітку ґрунту для ґрунтозахисної системи землеробства [Текст] // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХДТУСГ Харків, 2004. Вип.29. С. 180 - 184.

14. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін., за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.

15. Коломієць С. М. Обґрунтування параметрів культиваторів- розпушників для передпосівного обробітку ґрунту. Вісник Харків. НТУСГ ім. П. Василенка. Харків, 2014. Вип. 145: Технічний сервіс машин для рослинництва. С. 75-81.

16. Гуков Я. С. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. Київ: ДІА, 2007. 276 с.

17. Козаченко О. В., Шкрегаль О. М. Дослідження конструкцій і режимів роботи робочих органів культиваторів. Техніка і енергетика АПК: Науковий вісник НУБіП України. Київ: НУБіП 2010. Вип. 144, Ч.4. - С.122-127.

18. 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.

19. Рудь А.В., Коноваленко О.М., Мошенко І.О., Іванишин В.В. Практикум по сільськогосподарських машинах і знаряддях. Київ: Урожай, 1996. 208 с.
20. Калетнік Г.М Використання сучасних методів механіки для сільського господарства // Г.М. Калетнік, О.М Черниш, М.Г Березовий / Збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.
21. Пастухов В. І. Особливості математичного моделювання функціонування МТА з врахуванням критеріїв часу, біопотенціалу, енергоресурсів і екологічної безпеки // Вісник ХДТУСГ, вип. 7 «Механізація сільськогосподарського виробництва». Харків, 2001 С. 341-347.
22. Алфйоров О. І. Теоретичний аналіз автоколивань ґрунтообробних органів на пружній підвісці з урахуванням стохастичних факторів / Алфйоров О.І., Гринченко О. С., Савченко В. Б., Юр'єва Г. П.// Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, 2016.- № 5. С. 225-231.
23. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”. І.М. Бендера, А.В. Рудь, Я.В. Козій та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. 640 с.
24. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки Автор Валерій Орлов, Александр Строков, Андрій Головчук Видавництво Грамота. Рік видання, 2009. 336 с.
25. А.с. №980648 (СРСР) Сошник для підґрунтового-розкидного посіву. /В.А. Белодєдов, А.В. Рудь, П.І. Роздорожнюк. опубл. в Б.И., 1982. №46.
26. До питання рівномірності розподілу насіння по площі поля / А.В. Рудь, О.М. Шовдра, Т.В.А. Манькевич, А.М. Бодян // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 40. Харків, 2005. С.49-56.
27. Декларац. пат. №51400А МКП А01С 7/00: А01В49/06. „Сівалка” / Рудь А.В., Мошенко І.О., Жалоба В.М., Павельчук Ю.Ф., Михайлова Л.М. / (Україна). - №2002032028; Заяв. 13 березня 2002 р. Опубліковано 15.11.2002. Бюл. №11.

28. Декларац. пат. №57985А. МКП А01С 7/20. „Сошник” / Рудь А.В., Мошенко І.О., Михайлова Л.М., Павельчук Ю.Ф., Винничук С.М., Хаєцький М.В., Жалоба В.М., / (Україна). - №2002064664; Заяв. 7 червня 2002 р. Опубліковано 15.07.2003. Бюл. №7.

29. Декларац. пат. №62229А. 7 А01С 7/20. „Сошник” / Рудь А.В., Мошенко І.О., Павельчук Ю.Ф., Жалоба В.М., Михайлова Л.М. / (Україна). - №2003020993; Заяв. 4 лютого 2003 р. Опубліковано 15.12.2003. Бюл. №12.

30. Декларац. пат. №6280. МПК⁷ А01С 7/08. „Пристрій для визначення рівномірності роз приділення насіння” / Рудь А.В., Мошенко І.О., Павельчук Ю.Ф., Жалоба В.М., Михайлова Л.М. / (Україна). - №2003119972; Заяв. 5 листопада 2003 р. Опубліковано 16.05.2003. Бюл. №5.

31. Машини та обладнання в тваринництві: підручник / Іванишин В.В., Грушецький С.М., Рудь А.В. Кам'янець-Подільський: Подільський державний аграрно-технічний університет: ТОВ «Друкарня «Рута», 2021. 468 с.

32. Технічне обслуговування машин і обладнання: підручник / Іванишин В.В., Рудь А.В., Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», ТОВ «Друкарня «Рута», 2023. 360 с.

33. Експлуатація машин і обладнання: підруч. / Іванишин В.В., Лабазюк П.П., Рудь А.В., Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», ТОВ «Друкарня «Рута», 2024. 576 с.

34. Скобло Ю.С., Тіщенко Л.М., Цапко В.Г. Безпека життєдіяльності. – Вінниця, Нова книга, 2000. – 368 с.

35. Тарифікація механізованих та ручних робіт у сільському господарстві / В.В. Вітвіцький, З.М. Метельська, М.Ф. Кисляченко. – К.: НДІ „Укראгропромпродуктивність”, 2009. – 128 с.

36. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур / В.С. Пивовар, Л.В. Куска, М.Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ „Укראгропромпродуктивність”, 2010. – 264 с.

37. Методичні положення та норми виробітку на ручних роботах у рослинництві / І.М. Демчак, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов та ін. – К.: НДІ „Укראгропромпродуктивність”, 2011. – 672 с.

38. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Випуск 2. „Сільське господарство та пов’язані з ним послуги” / В.В. Вітвіцький, І.М. Демчак, З.С. Жоган та ін. – К.: НДІ „Украгропромпродуктивність”, 2005. – 256 с.

39. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Вип. 1, Розділ 2. „Професії робітників, що є загальними для всіх видів економічної діяльності” / Л.М.Бережна, Н.А. Міщенко, Г.В. Овсеєнко та ін. Краматорськ: Центр продуктивності, 2005. – 331 с.

40. Коваль О. М. Результати дослідження і обґрунтування параметрів дискових загортачів технологічного матеріалу. Всеукраїнська науково-практична конференція «Перші наукові кроки – 2025. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет» Кам’янець-Подільський», 2025.

ДОДАТКИ

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ ЗАГОРТАЧІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

Коваль О. М., здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 208 «Агроінженерія»

Керівник: професор, Заслужений працівник освіти України Рудь А.В.

Дослідження висіву пшениці проводилися сівалкою з експериментальними дводисково-анкерними сошниками на швидкостях 6,8 і 12 км/год при нормі висіву 5,5 млн. шт./га в умовах. Візуальний огляд засіяної ділянки виявив дружну появу сходів в рядках, засіяних експериментальним сошником. У цьому випадку на вологому ґрунті працездатність сошника визначалася можливостями дискової його частини. Процес припинився, якщо відбувалося злипання дисків. Засміченість ґрунту не впливала на працездатність кілеподібної частини, оскільки з ґрунтом взаємодіяла лише нижня частина наральника. Залежність величини відхилення глибини загорання насіння від швидкості руху сівалки представлено на рисунку 1.

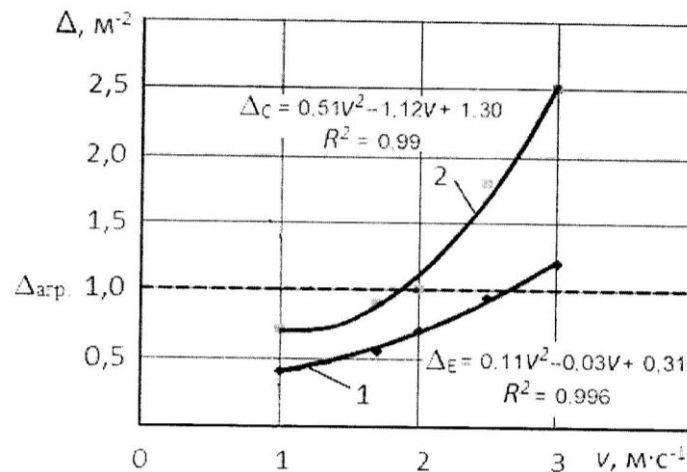


Рисунок - 1 Залежності величини відхилення глибини висіву насіння від швидкості руху сівалки для сошників: 1 – експериментального; 2 – серійного.

Дослідження експериментальних сошників проводились в ґрунтовому каналі з твердістю ґрунту 140-150 Н/см² і вологістю 16% при швидкостях руху від 1,0 м/с до 2,5 м/с. В результаті проведених експериментів отримані дані тягового опору сошників при різних швидкостях руху.

Коефіцієнти лінійної регресії a_i і детермінації R^2 залежностей тягового опору сошників відповідно дводисково-анкерного $P_1(t)$, стрілоподібного $P_2(t)$, лапового $P_3(t)$, лапового з роликком-розсіювачем $P_4(t)$, від швидкості руху сівалки приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Показники тягового опору сошників

Показник	a_0	a_1	R^2
$P_1(t)$	232,00	19,48	0,981
$P_2(t)$	64,45	147,13	0,995
$P_3(t)$	99,90	208,94	0,993
$P_4(t)$	212,13	124,76	0,999

1. І.М. Бендера, А.В. Рудь, Я.В. Козій та ін. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 „Процеси, машини та обладнання агропромислового аиробництва”. І.М. Бендера, А.В. Рудь, Я.В. Козій та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. – 640 с.