

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: „Обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів
дискового сошника зернової сівалки”

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-61
Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Медвідь Анастасія Богданівна

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура А.О.

(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: _____

(Прізвище та ініціали)

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА
“ ____ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломну роботу студенту
Медвідь Анастасія Богданівна

1. Тема роботи: **„Обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів дискового сошника зернової сівалки”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 12.09.2024 року № 616/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 10.12.2024 року.

3. Вихідні дані: 1. Науково-технічна література; 2. Результати досліджень та випробувань дискових сошників зернової сівалки; 3. Методи математичної статистики та кореляційно-регресійного аналізу; 4. Початкові дані розрахунків.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Огляд і аналіз науково-технічної літератури.

2. Теоретичні дослідження загортання насіння і добрив сошниками.

3. Програма і методика експериментальних досліджень.

4. Результати лабораторних досліджень дискових сошників та їх аналіз.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

6. Результати господарських випробувань зернотукової комбінованої сівалки та економічна оцінка її використання

Загальні висновки та рекомендації.

Список використаних джерел.

Додатки

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4, 6	Шарибура А.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича			
5	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 12.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання першого розділу</i>	<i>12.09.24-25.09.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Теоретичні дослідження загортання насіння і добрив сошниками»</i>	<i>26.09.24-12.10.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Програма і методика експериментальних досліджень»</i>	<i>13.10.24-25.10.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Результати лабораторних досліджень дискових сошників та їх аналіз»</i>	<i>26.10.24-12.11.24</i>	
5.	<i>Написання розділу: «Результати господарських випробувань зернотукової комбінованої сівалки та економічна оцінка її застосування»</i>	<i>13.11.24-20.11.24</i>	
6.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях ь»</i>	<i>21.11.24-30.11.24</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>1.12.24-10.12.24</i>	

Студент _____ Анастасія МЕДВІДЬ
(підпис)

Керівник роботи _____ Андрій ШАРИБУРА

УДК: 631.3.004

Магістерська робота: 96 с. текст. част., 33 рис., 6 табл., 11 лист., 26 джерел.

Обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів дискового сошника зернової сівалки.

Медвідь А.Б. Кафедра АТС ім. проф. Олександра Семковича. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

В роботі зроблено огляд і аналіз науково-технічної літератури з розвитку способів посіву зернових культур, історії розвитку сошників та їх класифікації, досліджень існуючих дискових сошників, обґрунтування ефективності локального внесення мінеральних добрив.

Виконано теоретичне дослідження заробки насіння і мінеральних добрив комбінованими сошниками, досліджено рух насіння і добрив у внутрішній порожнині дискового сошника, а також відбивання та розсіювання насіння і добрив при ударі до натравлювача.

Обґрунтована конструктивна схема універсального комбінованого сошника. Розроблена програма і методика експериментальних досліджень дводискових сошників на лабораторній установці і стенді для швидкісної кінозйомки подачі насіння і добрив на дно борозни. Запропонована оригінальна методика обробки дослідних даних та отримані результати досліджень сошників із застосуванням швидкісної кінозйомки, а також впливу відбивачів на якість заробки насіння. Викладені результати господарських випробувань експериментальної зернотукової сівалки. Розрахована техніко-економічна ефективність використання зернотукової комбінованої сівалки з експериментальними дисковими сошниками. Написані загальні висновки і рекомендації виробництву. Складено список використаної літератури та оформлені додатки.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Технологічний розвиток способів посіву зернових культур.....	10
1.2. Огляд історії розвитку сошників та їх класифікація	12
1.3. Аналіз досліджень існуючих дискових сошників	14
1.4. Агрохімічне обґрунтування ефективності локального внесення мінеральних добрив	17
1.5. Конструктивні особливості сівалок і сошників для посіву зернових культур і локального внесення добрив	19
Висновки до розділу 1	27
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ І ДОБРИВ СОШНИКАМИ.....	28
2.1. Технологічний процес загортання насіння і добрив	28
2.2. Дослідження руху насіння і добрив у внутрішній порожнині сошника	28
2.3. Відбивання та розсіювання насіння і добрив при ударі до направлявача	29
2.4. Рух насіння в міждисковому просторі сошника	33
2.5. Обґрунтування конструктивної схеми універсального комбінованого сошника	41
Висновки до розділу 2	44
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
3.1. Об'єкти дослідження	45
3.2. Лабораторна установка і прилади для дослідження	46
3.3. Методика проведення лабораторних і лабораторно-польових досліджень	51

3.4. Методика обробки дослідних даних	54
Висновки до розділу 3	55
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ СОШНИКІВ ТА ЇХ АНАЛІЗ	57
4.1. Результати досліджень сошників із застосуванням швидкісної кінозйомки	57
4.2. Вплив відбивачів на якість загортання насіння	64
4.3. Розподіл насіння і добрив експериментальним комбінованим сошником	68
Висновки до розділу 4	71
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
5.1. Моделювання процесу виникнення травм та аварій	73
5.2. Розробка логічно-імітаційної моделі травм	74
5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях	78
Висновки до розділу 5	80
6. РЕЗУЛЬТАТИ ГОСПОДАРСЬКИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗЕРНОТУКОВОЇ КОМБІНОВАНОЇ СІВАЛКИ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ	81
Висновки до розділу 6	87
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89
ДОДАТКИ	92

ВСТУП

Одним з ключових народногосподарських завдань для України є завдання збільшення виробництва зерна. Його рішення має величезне економічне і політичне значення.

Обов'язковою вимогою при вирощуванні зернових культур за інтенсивною технологією є висока культура землеробства, своєчасне і високоякісне виконання всіх технологічних операцій, особливо посіву, точне дотримання норм і строків застосування засобів хімічного захисту, раціональне використання добрив.

Посів - фундамент урожаю. Якість його залежить від ступеня виконання ряду агротехнічних вимог, найважливішими з яких є якісна заробка насіння і добрив в ґрунт на задану глибину. Недотримання цієї вимоги веде до зниження польової схожості насіння і зменшення урожаю із-за неодноразовості сходів, розвитку і дозрівання рослин.

Основними робочими органами, що визначають рівномірність заробки насіння по глибині, є сошники, серед яких в даний час найбільшого поширення набули дводискові, як найбільш придатні на орних агрофонах. Разом з тим дискові сошники ще не повною мірою забезпечують потрібну якість заробки насіння по глибині - не заробляють насіння в межах агротехнічного допуску. Цей недолік часто вимушує аграріїв невиправдано завищувати норми висіву, що у свою чергу, за несприятливих умов, приводить до вилягання хлібної маси і, як правило, до недобору урожаю.

Важливим чинником підвищення врожайності зернових культур є також широке застосування мінеральних добрив. Однією з причин низької ефективності добрив є недосконалість розкидного способу їх внесення і машин, що здійснюють поверхневе розподілення мінеральних добрив.

Численними дослідженнями, проведеними у нас в країні і за рубежом, доведено, що одним з перспективних по ефективності є спосіб локального внесення мінеральних добрив. Локальне внесення мінеральних добрив порівняно з розкидним способом дозволяє економніше витратити добрива:

зменшені в півтора рази норми внесення добрив дають такі ж надбавки урожаю, як і повні норми, що внесені розкидним способом. Локальне внесення добрив повними нормами підвищує врожайність зернових культур на 4-5 ц/га порівняно з розкидним способом їх внесення.

Серед всіх прийомів локального внесення добрив найбільш ефективним є припосівне внесення, що дає змогу чітко витримати оптимальні параметри розташування добрив відносно рядків, де висіяне насіння. До теперішнього часу при посіві локально вносять лише невеликі дози гранульованих добрив в одну борозну з насінням. "Проте висів насіння і добрив в одну борозну абсолютно небажаний - відзначає професор А.А.Будагов, - але з цим доводиться миритися, оскільки такий прийом забезпечує надбавку урожаю".

Тому виникає необхідність в проведенні наукових досліджень, направлених на рішення двоєдиної задачі: забезпечення роздільної і більш стабільної по глибині заробки насіння і добрив в ґрунт, що дозволить підвищити врожайність зернових культур і більш ефективно використовувати добрива.

Саме тому в даній роботі нами ставиться задача зробити дослідження дискового сошника зернової сівалки серійного виробництва з метою його вдосконалення та запровадження у виробництво. Задля цього буде розроблена модель процесу руху насіння та добрив між дисками сошника, а також модель процесу взаємодії бороздоутворюючих елементів сошника з ґрунтом.

Окрім того, буде спроектована конструкція і обґрунтовані параметри експериментального дискового сошника з пристосуванням для роздільної заробки в ґрунт насіння і добрив. Дослідження експериментального дискового сошника з пристосуванням будуть проведені в лабораторних і лабораторно-польових умовах за результатами яких будуть визначені якісні показники роботи експериментальних і серійних дискових сошників.

При польових дослідженнях буде перевірена ефективність застосування комбінованої сівалки, що обладнана експериментальними дисковими сошниками з пристосуванням для роздільної заробки насіння і добрив у ґрунт.

Мета роботи – підвищити ефективність механізованого процесу сівби зернових культур.

Завдання дослідження:

- вивчення процесу падіння і заробки насіння та мінеральних добрив дисковими сошниками при різних способах подачі технологічного матеріалу;
- дослідження якості заробки насіння і добрив сошниками серійного виробництва та експериментальними сошниками в лабораторних умовах;
- визначення оптимальних конструктивних параметрів робочої частини експериментального комбінованого сошника;
- дослідження впливу конструкції комбінованого сошника на основні показники борозноутворення;
- визначення величини ґрунтового прошарку та якісних показників розподілу насіння і добрив на площі і по глибині їх заробки;
- вивчення впливу способів внесення мінеральних добрив на урожай зернових культур;
- проведення польових і експлуатаційних випробувань сівалки з досліджуваними сошниками.
- виконати вартісне оцінення доцільності удосконалення сівалки.

Об'єкт дослідження: вплив різних факторів на якісні показники роботи зернотукової сівалки з локальним способом внесення мінеральних добрив.

Предмет дослідження: вплив конструктивних особливостей зернотукової сівалки на експлуатаційні та якісні показники сівби.

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Технологічний розвиток способів посіву зернових культур

Перше і основне завдання посіву - рівномірний розподіл між рослинними організмами чотирьох рівнозначних і взаємно незамінних чинників їх життєдіяльності: світла, тепла, води та елементів живлення. Розподіл цих чинників залежить від способу розміщення рослин за площі поля, який визначає форму площі живлення [14, 18, 22].

Ідея необхідності поліпшення форми площі живлення рослин, тобто можливості рівномірного посіву, супроводить людину на всьому шляху її землеробської діяльності. Підтвердження цього - виникнення і розвиток способів посіву.

Найстародавнішим способом посіву є розкидний. При цьому способі насіння розсівалося рівномірно по всій поверхні поля з подальшою його заробкою в ґрунт боронами. В результаті такої заробки значна частина насіння залишалася на поверхні поля і гинула.

З розвитком техніки землеробства виник новий спосіб, рядковий. Рядковий спосіб передбачає міжряддя рівні 15 см, а площа живлення однієї рослини у вигляді вузького витягнутого прямокутника із співвідношенням сторін від 1 : 6 до 1 : 10, не задовільняє вимогам оптимального розподілу рослин по площі поля. Інакше кажучи, рослини, в початковій фазі розвитку, використовують приблизно 30% площі посіву. Надалі коренева система рослин розвивається тільки у бік міжрядь, які інтенсивно використовуються бур'янами.

Пошуки кращого способу посіву зернових культур, який забезпечив би більш рівномірний розподіл насіння по площі, привели до виникнення на самому початку ХХ століття до вузькорядного і перехресного посівів.

Більш сучасним є вузькорядний спосіб посіву. При цьому способі форма площі живлення рослини наближається до квадрата (приблизно 3,5 x 7,5 см), завдяки чому краще використовуються міжряддя, зберігається волога, зменшується забур'яненість полів. Врожайність зернових при вузькорядному

посіві завжди вища, ніж при рядовому, на 20%. [14, 18, 22]

Намагання рівномірніше розподіляти насіння по площі поля привело до виникнення в 30-і роки безрядкового підгрунтового-розкидного способу посіву. Будучи поверненням до розкидної сівби, але на основі сучасної техніки, безрядковий спосіб позбавлений недоліків рядового і розкидного, зберігаючи їх переваги. Надбавка урожаю при посіві даним способом складає 10 – 20% [14]. Не дивлячись на очевидні переваги безрядкового посіву, робочі органи сівалок, що виконують цей посів, знайшли застосування тільки па грунтах, схильних до вітрової ерозії.

Історія розвитку способів посіву показує очевидну необхідність виконання агротехнічної вимоги до робочих органів сівалок - рівномірного розподілу рослин по поверхні поля. Проте рівномірність розподілу повинна бути в розумних межах і прагнути до ідеального розміщення насіння і рослин за площею і в рядку немає ніякого сенсу. Як вказує професор А.А.Будагов, відносно нерівномірні по розподілу насіння посіви після кушення по густині стояння рослин нівелюються.

Узагальнюючи обширні дослідження, що проведені знаними вченими А.А. Будаговим і А.Н. Семеновим з вивчення способів посіву зернових культур можна зробити висновок, що технологія рядкового посіву є достатньо раціональною по всіх основних показниках врожайності, надійності виконання технологічного процесу, продуктивності і затратах. "Доцільнішим і реальнішим, - відзначають вони, - представляється вдосконалення технології рядкового посіву в напрямі забезпечення більш рівномірної заробки насіння на задану глибину" [14, 18, 22].

Заробка насіння в ґрунт на однакову оптимальну глибину - друга важлива, якщо не найважливіша, агротехнічна вимога до посіву. Недотримання цієї вимоги, особливо якщо різниця в глибині заробки насіння суттєва, веде до зниження польової схожості насіння і до зменшення урожаю із-за неодноразовості сходів і неодноразовості дозрівання рослин, а іноді і до загибелі рослин. За даними Ю.І. Трофименка, В.А. Кириченка, А.В. Слободянюка в

результаті висіву насіння на різну глибину до початку збирання кількість дозрілих рослин складає не більше 50% від висіяного насіння.

Відхилення глибини заробки насіння пшениці від оптимальної на ± 2 см, за даними професора А.Н. Семенова, приводить до зменшення урожаю на II - 12 %, а відхилення на $\pm 2,5$ см знижує урожай на 25 - 30 % [14, 18, 22].

Якщо, одночасно з посівом зернових вносяться мінеральні добрива, то останні повинні бути зароблені в ґрунт таким чином і в такому місці, щоб вони не робили шкідливого впливу на проростки насіння і були найбільшою мірою, позиційно доступними для рослин.

Рівномірний розподіл насіння по площі поля, заробка його на однакову задану глибину, найбільш оптимальне розміщення добрив щодо кореневої системи рослин в першу чергу визначаються роботою одного з найважливіших робочих органів посівних машин - сошником.

1.2. Огляд історії розвитку сошників та їх класифікація

Історичний аспект розвитку посівних машин, зокрема сошників, найбільш повно відображений в роботах професора А.Н.Семенова [14, 20, 21, 22], який вважає, що перший сошник сівалки з'явився в Китаї.

У другій половині XIX століття в Західній Європі був створений, так званий, європейський сошник (анкерний з тупим кутом входження в ґрунт) для добре оброблених ґрунтів. В США був розроблений американський сошник (анкерний з гострим кутом входження) для твердих і щільних ґрунтів.

До 70-х років XIX століття в США, в результаті пошуків заробляючого робочого органу, який замінив би американський гостроанкерний сошник і був би здатний працювати на грубообробленому і вологому ґрунті, був розроблений однодисковий, а декілька пізніше і дводисковий сошники.

У 1906 році був розроблений новий тип сошника - полозовидний, а в 1912 році був випробуваний комбінований сошник для заробки насіння і добрив.

У 30-х роках, в зв'язку з тенденцією повернення до розкидного посіву,

було покладено початок створення сошника для підґрунтового-розкидного посіву, який являє собою культиваторну лапу в пасивній області якої встановлений розподільник.

Таким чином, в 30-і роки було вже відомо п'ять груп сошників: анкерні, дискові, полозовидні, комбіновані і сошники для розкидного посіву, які зазнавши різних конструктивних змін застосовуються і в наші дні.

Таблиця 1.1 – Класифікація сошників [20, 21, 22]

Признаки класифікації	Типи сошників		
За конструкцією	Наральникові		
	Дискові	кілеподібні анкерні полозоподібні трубчасті	
		Однодискові	з плоским диском з сферичним диском
		Дводискові	з кутом сходження 10° з кутом сходження 18° з різновеликими дисками з обмежуючою ребордою з конусними дисками
	Трьохдискові		
Комбіновані	диск-кіль два диски-кіль два диски–два кіля		
За технологічним процесом висіву	з вільним падінням з подільником насіння з розпрідільником насіння з вирівнювачем потоку з пневмоподачею		
За способом посіву	однострічкові безстрічкові смугові		
За кутом входження	з прямим з тупим з гострим		
За технологічним принципом	кочення ковзання		

Все різноманіття існуючих конструкцій сошників можна відобразити шляхом класифікації. Запропонована класифікація сошників є узагальненням

окремих класифікацій, приведених в роботах багатьох вчених, доповнена і розширена, приводиться в таблиці 1.1.

Зміст класифікації дозволяє стверджувати, що найбільшого поширення набули дводискові сошники, які мають невеликий тяговий опір, менше, в порівнянні з іншими типами сошників, залипають ґрунтом, задовільно працюють на ґрунті грубообробленому, грудкуватому і глибистому, та з великою кількістю кореневих залишків.

Але, поряд з суттєвими перевагами, дводискові сошники ще не повною мірою виконують вимоги агротехніки. Деяку частину насіння вони заробляють вище заданого горизонту, а окреме насіння викидається на поверхню поля. Із збільшенням швидкості руху сівалок недоліки дводискових сошників стають очевиднішими. Дослідженнями встановлено, що робота сівалок з дводисковими сошниками задовольняє агротехнічні вимоги на швидкостях руху до 8 км/год. Саме прагненням поліпшити якість заробки насіння даними сошниками і викликана поява цілого ряду досліджень [14, 20, 21, 22].

1.3. Аналіз досліджень існуючих дискових сошників

До перших досліджень робочих органів сівалок по праву належать роботи основоположника науки про сільськогосподарські машини, академіка В.П. Горячкіна. Він значну увагу приділив дослідженню стійкості руху сошників, умовам їх рівноваги і вибору найкращої форми сошника, яка забезпечує схід ґрунту і рослинних залишків.

Різні теоретичні і практичні питання, що пов'язані з вивченням робочого процесу посівних машин, викладені в працях П.М. Василенка, А.Н. Карпенка, Г.М. Бузенкова, М.Н. Летошнева, В. М. Саблікова, М.Х. Пігулевського, А.Н. Семенова, А.А. Будагова, Ф.В. Гріщенко, В.О. Белодедова, А.В. Рудя та інших вчених [5, 14, 20, 21, 22].

Причини, які приводять до незадовільної якості роботи дискових сошників вже достатньо відомі. Їх можна розділити на дві групи і,

узагальнюючи, сформулювати:

- вертикальні коливання сошників із-за недосконалості підвіски, неоднорідної і неякісної підготовки ґрунту до посіву;
- утворення міждискового валика на дні борозни, зіткнення насіння з дисками і викидання його у верхні горизонти.

Відповідно до характеру причин і визначилися два напрями в дослідженні і вивченні якості роботи сошників:

- удосконалення механізму навішування з метою більш стійкого руху сошників на заданій глибині;
- удосконалення технологічного процесу заробки насіння і конструкції самого сошника з метою зменшення виносу насіння у верхні горизонти.

Оціночними критеріями в обох випадках були прийняті показники рівномірності розподілу насіння по глибині.

Дослідження, направлені на вдосконалення процесу роботи і конструкції дискових сошників, носять як теоретичний, у меншій мірі, так і експериментальний, в більшій мірі характер.

Теоретичні дослідження процесу руху насіння у внутрішній порожнині сошника найчастіше зводяться до розгляду руху частинки по шорсткій поверхні напрямлячів або відбивачів з метою визначення форми цих елементів або ж, задавшись формою, - до визначення кінцевих результатів швидкості і напрямку руху частинки.

Експериментальні дослідження дискових сошників пов'язані з перевіркою ефективності тієї або іншої рекомендації з удосконалення існуючих конструкцій сошників.

Щоб виключити вплив дисків, що обертаються, на насіння В.А. Кириченко, Ю.І. Трофимченко, А.В. Слободянюк [5, 14, 20, 21, 22]. запропонували обладнати дисковий сошник пристосуванням у вигляді насінненаправляючої лійки з ущільнюючою п'ятою. Компактність заробки насіння у запропонованого сошника краща ніж у серійного, але, на наш погляд, сошник схильний до забивання ґрунтом.

Зменшити викидання насіння у верхні горизонти ґрунту можна шляхом застосування різних конструкцій пружинних відбивачів і ущільнювачів (рис.1.1), а також лійок, направляючів і відбивачів (рис 1.2) розроблених науково-дослідними інститутами.

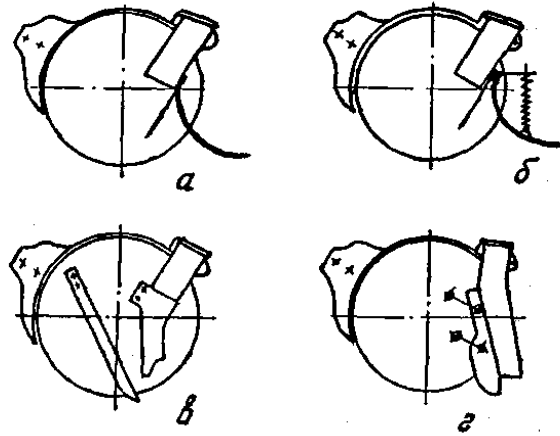


Рисунок 1.1 – Схеми дискових сошників:

а – з гнучким відбивачем; б – з підпружиненим відбивачем; в – з ущільнювачем дна борозни; г – з кілевидним сошником.

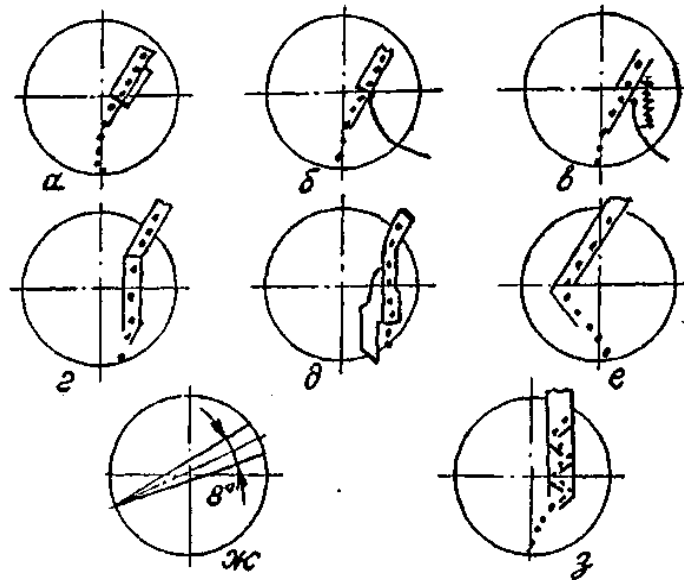


Рисунок 1.2 – Схеми дискових сошників:

а – стандартний; б – з пружинним відбивачем; в – з литим підпружиненим відбивачем; г – з каналом для насіння; д – з кілем; е – з передньою подачею; ж – з кутом сходження дисків 8° ; з – з вирівнювачем потоку насіння.

Якість заробки насіння в ґрунт при застосуванні таких відбивачів поліпшується, але виникають сумніви в надійності і довговічності їх у виробничих умовах.

Проведений аналіз теоретичних і експериментальних досліджень дискових сошників показав, що по-перше, ще недостатньо повно вивчені процеси борозноутворення і заробки насіння в ґрунт і, по-друге, простежується суперечність висновків дослідників по тому або іншому вдосконаленню конструкції сошника.

1.4. Агрохімічне обґрунтування ефективності локального внесення мінеральних добрив

Наукою і практикою доведено, що для досягнення максимальної ефективності використання мінеральних добрив їх необхідно рівномірно розподілити по площі поля і оптимально розмістити щодо посівних рядків і кореневої системи рослин.

Найбільш поширеним в нашій країні способом внесення мінеральних добрив є поверхневе їх розсівання відцентровими розкидачами з подальшою заробкою в ґрунт при оранці, культивації або боронуванні.

Відцентрові розкидачі досить високопродуктивні, але мають і серйозний недолік: велику (25-75%), що перевищує допустиму в 2 - 4 рази нерівномірність розподілу добрив по площі поля.

Дослідженнями встановлено, що нерівномірність внесення добрив, яка характеризується коефіцієнтом варіації 25 – 30%, може понизити урожай зернових культур на 5 – 7% [5, 14, 20, 21, 22].

Тому останніми роками в нашій країні і за кордоном велика увага приділяється локальному способу внесення мінеральних добрив, що забезпечує значне підвищення їх ефективності. При локальному способі добрива рівномірно розподіляються по площі поля і розміщуються в ґрунті стрічками, що зменшує їх контакт зі всією масою ґрунту і сповільнює перетворення

поживних речовин в доступну форму.

В даний час у нас в Україні локально вноситься тільки припосівне рядкове добриво, яке закладається в ґрунт в одну борозну з насінням. Але з досліджень багатьох вчених відомо, що добрива висіяні спільно з насінням, знижують польову схожість насіння, обпалюють і пригноблюють корінці паростків, викликають депресію під час проростання молодих рослин. Виключити ці недоліки можна, за єдиною думкою всіх учених, розділивши насіння і добрива ґрунтовим прошарком, тобто вносити добрива так, щоб вони стрічками знаходилися осторонь на 2-3 см від рядків і нижче за глибину заробки насіння.

У нашій країні вже давно проводяться дослідження з вивчення ефективності локального внесення добрив. В більшості випадків дослідники не мали спеціальних комбінованих машин, а вносили добрива перед посівом культиваторами-рослинопідживлювачами або дисковими зерновими сівалками.

В умовах Західної України, за даними досліджень науковців Подільського державного аграрно-технічного університету теж отримана надбавка урожаю зернових у розмірі 8,6 ц/га від локального внесення мінеральних добрив у порівнянні з розкидним способом їх внесення [5, 14, 20, 21, 22].

Таким чином, накопичений в нашій країні і за кордоном експериментальний матеріал і виробничий досвід свідчать про те, що внесення мінеральних добрив на оптимальних чітко витриманих відстанях від насіння підвищує урожай зернових культур на 4 - 4,5 ц/га порівняно із звичайним розкидним внесенням. Для цього стрічки добрив необхідно розміщувати в середині посівного міжряддя і нижче за насіння на 3 - 5 см. Бажане поєднання цього способу з посівом зернових культур вузькорядним способом (міжряддя 7,5 см).

1.5. Конструктивні особливості сівалок і сошників для посіву зернових культур і локального внесення добрив

В Україні поки що не випускаються сівалки для локального внесення добрив одночасно з посівом зернових, хоча роботи із створення робочих органів (сошників) ведуться давно. Труднощі в розробці конструкції такої сівалки пояснюються специфічними особливостями технологічної операції посіву: добрива повинні бути внесені у ґрунт збоку і нижче за насіння без руйнування насінневого ложа. Окрім того, сівалки повинні забезпечувати сівбу зернових культур на ґрунтах з різними фізико-механічними властивостями і при різному ступені підготовки їх до посіву [5, 14, 20, 21, 22].

Всі технічні засоби, вітчизняні і зарубіжні, призначені для локального внесення мінеральних добрив одночасно з посівом зернових, можна розділити на три групи:

- сівалки з комбінованими сошниками;
- сівалки, що мають окремі сошники для заробки добрив і сошники для заробки насіння;
- агрегати, що складаються з двох сівалок.

Комбіновані сошники сівалок першої групи бувають трьох типів:

- анкерні з тупим або гострим кутом входження в ґрунт;
- дискові;
- дискові з додатковим пристосуванням для висіву і заробки в ґрунт насіння та добрив.

Анкерні комбіновані сошники з гострим кутом входження в ґрунт (рис. 1.3), що випускалися нашою промисловістю, мають металевий наральник 1 і два розтруби: передній 2 для туків і задній 3 для насіння. Щоки переднього розтруба встановлені нижче за щоки заднього, що дозволяє вносити мінеральні добрива глибше за насіння. У зв'язку із схильністю анкерних сошників до забивання вони можуть застосовуватися тільки на чистих сухих і рихлих ґрунтах, а тому і не набули великого поширення [5, 14, 20, 21, 22].

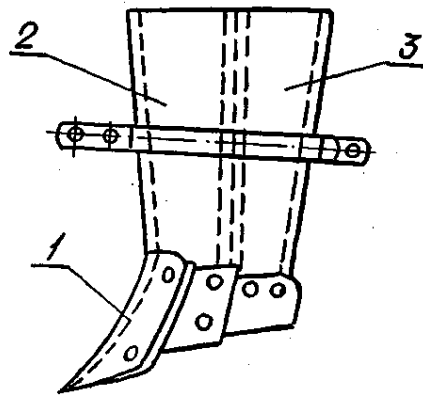


Рисунок 1.3 – Комбінований анкерний сошник:

1 – наральник; 2 – розтруб для туків; 3 – розтруб для насіння.

Вузькорядний посів зернових культур і локальне внесення мінеральних добрив здійснюється сошником, запатентованим у Великобританії. Цей сошник (рис. 1.4) складається з порожнистого стояка 1, що має декілька самостійних каналів, і закріпленої в нижній частині культиваторної лапи 2 [5, 14, 20, 21, 22].

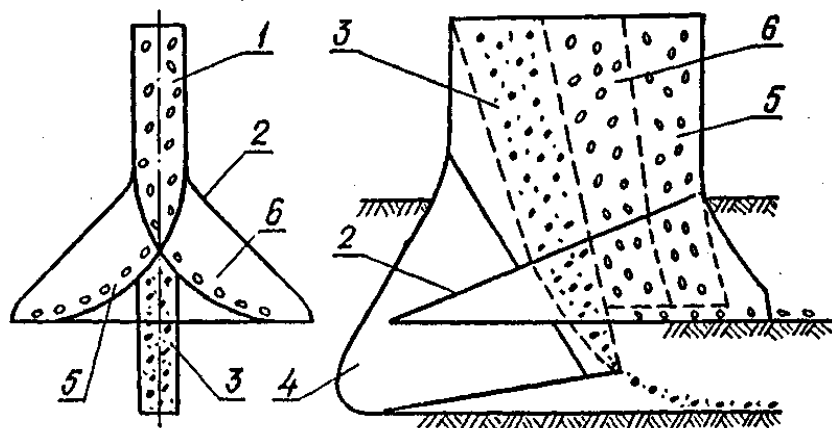


Рисунок 1.4 – Комбінований сошник:

1 – стояк; 2 – культиваторна лапа; 3 – туківий канал; 4 – носок; 5 і 6 – насінневі канали.

Під час роботи сошника добрива проходять через туківий канал 3 і подаються на дно борозни, відкритої носком 4 стояка 1. Насіння, через насінневі канали 5 і 6, поступає на правий і лівий насінненапрямячі і далі подається на дно борозни. Таким чином, добрива заробляються в рядок, що розташований між насінням і декілька глибше від глибини його заробки.

Недоліком сошників розглянутого типу є те, що вони здатні працювати тільки на добре підготовлених до посіву ґрунтах.

Більш вдалої конструкції є комбінований стрільчастий сошник до стернкової сівалки (рис. 1.5), що розроблений науковцями Полтавської сільськогосподарської академії. Він включає стрільчасту лапу 1, у пасивній зоні якої встановлений подільник-розсіювач насіння, ніж 3 з ущільнювачем 4, насіннепроводною 5 і тукопроводною 6 трубками. Сошником висівається насіння суцільними стрічками, в середині яких і нижче заробляються мінеральні добрива [5, 14, 20, 21, 22].

На рисунку 1.6 зображений комбінований дводисковий сошник, що розроблений в США. Він складається з корпуса 1, по обох сторонах якого встановлені два плоских диски різного діаметра.

Диски обертаються навколо своїх осей. Передній, великий диск 2 призначений для заробки добрив, зміщений вперед і опущений нижче, ніж

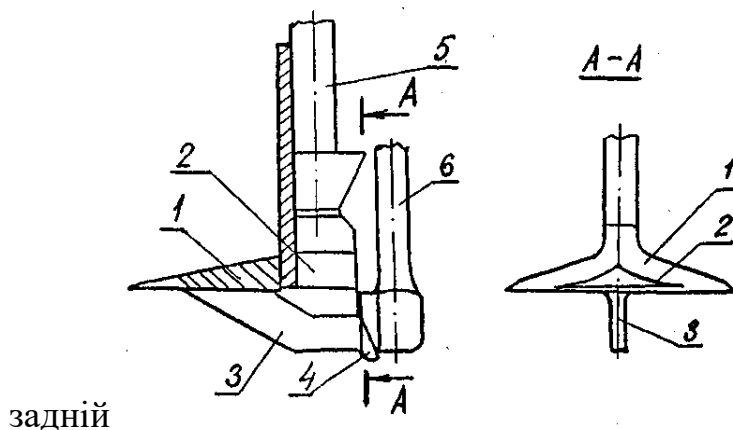


Рисунок 1.5 – Комбінований сошник Полтавської сільськогосподарської академії:

1 – стрільчаста лапа; 2 – подільник; 3 – ніж; 4 – ущільнювач; 5 – насіннепровідна трубка; 6 – тукопровідна трубка.

диск 3, який призначений для заробки насіння. Із зовнішньої сторони переднього диска кріпиться обмежувальна реборда 4, а з внутрішньої сторони встановлена відбивна пластина 5. Між площинами переднього диска і відбивною пластинною знаходиться тукопровідний канал 6. Біля заднього диска також є відбивна пластина 7 і насіннепровідний канал 8 [5, 14, 20, 21, 22].

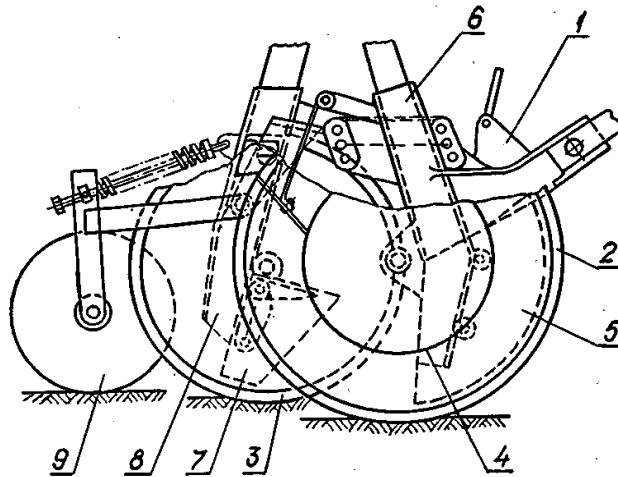


Рисунок 1.6 – Дводисковий комбінований сошник:

1 – корпус; 2, 3 – диски; 4 – реборда; 5, 7 – відбивні пластини; 6, 8 – канали;

9 – ущільнюючий коток.

Розроблено чимало інших конструкцій комбінованих сошників, які також мають різновеликі диски, але встановлені під кутом один до другого. Один з таких сошників показаний на рис. 1.7. Великий диск 4 нарізує борозну для добрив, а малий диск 2 - для насіння. Оскільки диски нарізують борозни на різній глибині, то між добривами і насінням утворюється ґрунтовий прошарок. Проте в такому сошнику не виключається можливість попадання насіння в борозну для добрив.

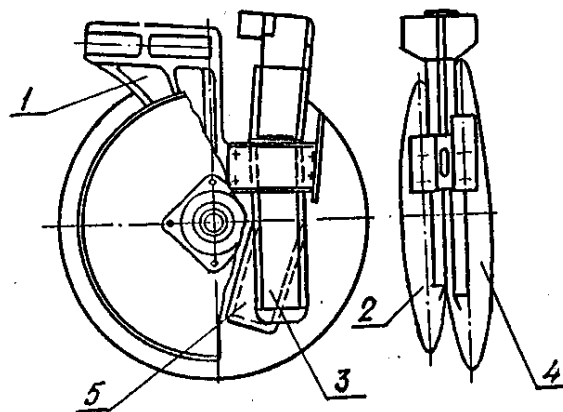


Рисунок 1.7 – Дискосий сошник:

1 – корпус; 2 – малий диск; 3 – лійка для насіння; 4 – великий диск; 5 – лійка для мінеральних добрив.

Простотою конструкції відрізняється комбінований дисковий сошник (рис. 1.8). Цей сошник, крім конструктивних елементів серійного дискового сошника, має тукову лійку 1, що знаходиться в передній частині насінненаправляючого розтруба 2, туконапрямляч 3 і пружну тукозаробляючу пластину 4, розташовану між дисками 5. Добрива під час роботи поступають через передню лійку, а насіння подається звичайним шляхом [5, 14, 20, 21, 22].

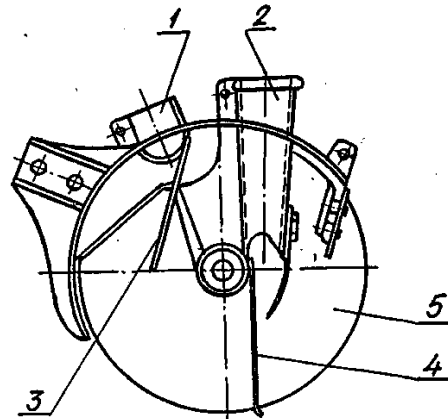


Рисунок 1.8 – Комбінований дисковий сошник:

1 – лійка для туків; 2 – розтруб для насіння; 3 – туконапрямляч; 4 – тукозаробляюча пластина; 5 – диски.

На сівалці „Алліс-чалмерс” застосовуються однодискові комбіновані сошники (рис. 1.9), що мають роздільні канали для подачі в ґрунт добрив і насіння.

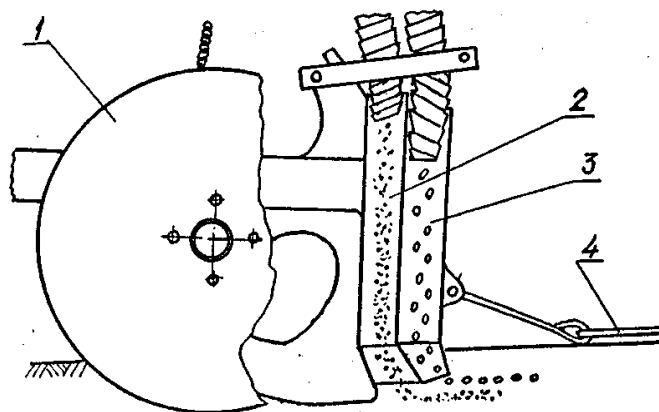


Рисунок 1.9 – Однодисковий комбінований сошник:

1 – диск; 2 – канал для мінеральних добрив; 3 – канал для насіння; 4 – загортачі.

Конструкції дискових сошників постійно модернізуються. Зокрема, був розроблений вузькорядний дисковий сошник з окремим туконапрямлячем 1, розташованим між дисками 2, і котком для рядкового прикочування посівів (рис. 1.10) [5, 14, 20, 21, 22].

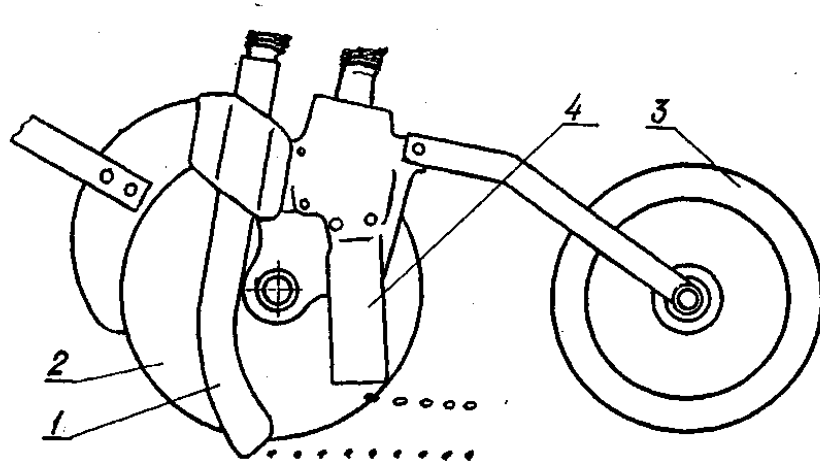


Рисунок 1.10 – Комбінований вузькорядний дисковий сошник:

1 – туконапрямляч; 2- диски; 3 – прикочуючий коток; 4 – ділильна лійка.

Багатьма вченими-сівальщиками дане обґрунтування параметрів і проведені дослідження анкерно-дискового комбінованого сошника (рис. 1.11) [5, 21, 22].

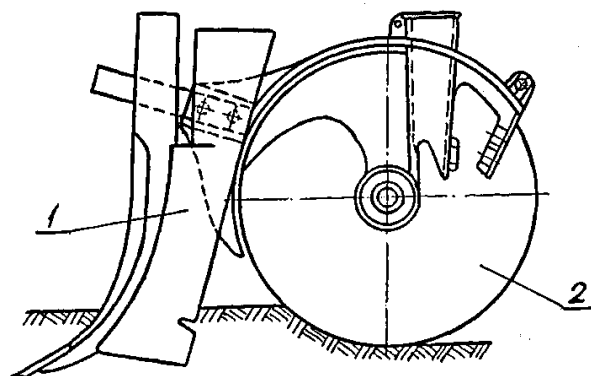


Рисунок 1.11 – Анкерно-дисковий комбінований сошник:

1 – підживлюючий ніж; 2 – дисковий сошник.

При розстановці таких сошників із звичайними міжряддями перед ними, під час руху, відбувається нагромадження ґрунту, у зв'язку з чим порушується рівномірність заробки насіння і добрив.

деякій відстані від мінеральних добрив.

Випробовування цього агрегату в господарських умовах показали, що із-за коливань сівалок в горизонтальній площині не забезпечується необхідний ґрунтовий прошарок між насінням і добривами по глибині і ширині захвату. Крім того, велике навантаження на раму передньої сівалки приводить до її деформації.

Зроблений нами огляд і аналіз науково-технічної літератури свідчить про те, що на сьогоднішній час вже запропоновано декілька конструкцій сошників і сівалок для посіву зернових культур і локального внесення добрив. Більшість з них забезпечують якісний посів лише на ґрунтах з високою культурою землеробства і тому отримали обмежене застосування.

Висновки до розділу 1

Аналізуючи результати багаторічної дослідницької роботи вчених-сівальщиків, які вивчали технологію посіву зернових культур і припосівного внесення мінеральних добрив, можна зробити наступні висновки:

1. Рівномірний розподіл насіння на площі поля і заробка його на задану глибину є чинниками, які сприяють нормальному розвитку рослин і, зрештою, підвищенню врожайності зернових культур.

2. Експериментальний матеріал і досвід виробничників свідчать про те, що внесення мінеральних добрив на оптимальних чітко витриманих відстанях від рядка підвищує урожай зернових культур порівняно з розкидним способом внесення туків.

3. Існуючі дискові сошники поки що незадовільно заробляють насіння по глибині і не пристосовані для роздільного розподілення в ґрунті насіння і добрив.

4. Удосконалення, запропоновані дослідниками-сівальщиками в конструкції дискових сошників, сприяють поліпшенню якості заробки насіння, але не в тих межах, що мають бути за вимогами агротехніки. Є і суперечливі висновки щодо деяких удосконалень.

5. Недостатньо повно вивчений, як теоретично, так і експериментально, процес заробки в ґрунт насіння і добрив.

6. Більшість запропонованих комбінованих сошників для заробки насіння і добрив з ґрунтовим прошарком між ними не піддавалися господарським випробуванням.

7. Поки що немає перевіреної конструкції універсального дискового комбінованого сошника, здатного забезпечити роздільну і досить якісну заробку в ґрунт насіння і добрив.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ І ДОБРІВ СОШНИКАМИ

2.1. Технологічний процес загортання насіння і добрив

Технологічний процес роботи сошника можна представити у вигляді декількох елементів технологічного процесу, що відбуваються одночасно [5, 20, 21, 26]:

- рух насіння і добрив у внутрішній порожнині сошника;
- взаємодія зовнішньої поверхні сошника з ґрунтом (зсув ґрунту вбік) з метою утворення борозни;
- укладання посівного матеріалу в борозну і подальша заробка його зміщеним ґрунтом.

Вивчення та дослідження цих елементів технологічного процесу необхідне для забезпечення якісного висіву насіння і добрив, що дасть можливість виконати агротехнічні вимоги, які пред'являються до посіву.

2.2. Дослідження руху насіння і добрив у внутрішній порожнині сошника

Рух насіння або частинок добрив в борозну починається з моменту випадання їх з коробки висіваючого апарата. Далі насіння рухається в насіннеспроводі і розтрубі сошника, вдаряється до направлявача або ковзає по ньому, потім рухається між дисками, що обертаються, вдаряється до ґрунту і, тільки потім, фіксується в борозні. При цьому відбувається взаємний перерозподіл насіння, в результаті якого формується кінцевий розподіл його як по довжині рядка, так і по глибині.

2.3. Відбивання та розсіювання насіння і добрив при ударі до направляювача

Перш ніж потрапити на направляювач, насіння проходить розтруб сошника, який можна вважати продовженням насіннепровода. Тому всі дослідження руху насіння в насіннепроводах можна віднести і до розтруба. Необхідно відзначити, що теоретичним і експериментальним дослідженням руху насіння в насіннепроводах присвячено багато робіт вчених [5, 20, 21, 26].

Розглянемо удар насіння до направляювача і подальший його рух в дводисковому сошнику, що дозволить визначити координати насіння в момент падіння його в борозну і зробити висновки щодо правильності встановлення направляювача.

Нехай насіння після виходу з насіннепровода рухається в розтрубі сошника, вдаряється до направляювача і відбивається від нього (рис. 2.1).

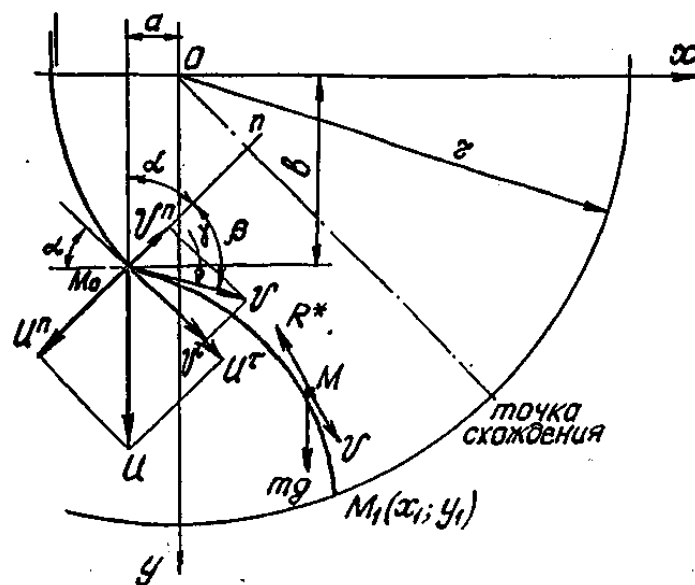


Рисунок 2.1 – Схема для аналізу удару насіння до направляювача і руху його на дно борозни:

U - швидкість насіння в момент удару в точці M_0 (доударна швидкість); V - швидкість відбивання (післяударна швидкість); a і b - координати точки M_0 ; α - кут падіння; β - кут відбивання; r - радіус диска.

На рисунку 2.1 прийняті позначення: U - швидкість насіння в момент удару в т. M_0 (доударна швидкість); V - швидкість відбивання (післеударна швидкість); a і b - координати т. M_0 ; α - кут падіння (кут встановлення направлявача); β - кут відбивання; r - радіус диска.

Очевидно, що максимальна дальність польоту насіння по ходу сошника буде у разі, коли насіння потрапляє на кінець направлявача і рухається в сошнику без зіткнення з дисками. Параметри направлявача повинні забезпечити падіння насіння якомога ближче до точки сходження дисків, але не вище цієї точки.

Розкладемо вектор швидкості U на нормальну і дотичну складові по відношенню до поверхні направлявача:

$$U^n = U \cos \alpha; \quad U^\tau = U \sin \alpha. \quad (2.1)$$

Нормальна і дотична складова швидкості, після удару будуть рівні:

$$\begin{aligned} V^n &= -RU^n = -RU \cos \alpha; \\ V^\tau &= (1 - \lambda)U^\tau = (1 - \lambda) \sin \alpha, \end{aligned} \quad (2.2)$$

де R - коефіцієнт відновлення нормальної швидкості, при ударі;

λ - коефіцієнт миттєвого тертя при ударі (коефіцієнт гальмування дотичної швидкості).

Повна швидкість після удару V з врахуванням (2.2) має наступний вигляд

$$V = U \sqrt{R^2 \cos^2 \alpha + (1 - \lambda)^2 \sin^2 \alpha}. \quad (2.3)$$

Напрямок цієї швидкості по відношенню до осі X визначається кутом γ , який рівний

$$\gamma = \alpha + \beta - \frac{\pi}{2}. \quad (2.4)$$

Проте, оскільки

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1 - \lambda}{R} \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.5)$$

то

$$\gamma = \alpha + \operatorname{arctg} \left(\frac{1 - \lambda}{R} \operatorname{tg} \alpha \right) - \frac{\pi}{2}. \quad (2.6)$$

З отриманими, таким чином, початковими параметрами, насіння продовжує рух між дисками сошника під дією сили тяжіння і сили опору повітря.

Для визначення дальності відбивання насіння після удару до направлявача складемо диференціальні рівняння в проекціях на вибрані осі координат:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= -R_x^*, \\ m\ddot{y} &= mg - R_y^*. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Сила опору повітря R^* приймається пропорційною швидкості в першій ступені

$$R^* = mkV, \quad (2.8)$$

де k - коефіцієнт парусності.

Рішення цих рівнянь зводиться до визначення рівняння траєкторії руху даного тіла і приводиться в навчальній та спеціальній літературі тільки за інших початкових умов та іншого напрямку координатних осей. Тому, упускаючи подробиці рішення, запишемо наступні рівняння руху насіння, яке прийняте за матеріальну точку, в проекціях на вибрані осі координат:

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{k} V \cos \gamma (1 - e^{-kt}) - \alpha, \\ y &= \frac{1}{k} \left[gt - (1 - e^{-kt}) \left(\frac{g}{k} - V \sin \alpha \right) \right] - b. \end{aligned} \quad (2.9)$$

Виключивши з цих рівнянь час t , і зробивши деякі перетворення отримаємо шукане рівняння траєкторії руху насіння після удару його до направлявача, яке прийме такий вид

$$y = \frac{g}{k^2} \ln \frac{V \cos \gamma}{V \cos \gamma - k(x+a)} - \frac{(g - kV \sin \gamma)(x+a)}{kV \cos \gamma} \quad (2.10)$$

Для визначення координати X_1 точки M_1 зустрічі насіння з дном борозни рішимо рівняння (2.10) за умови, що $y = r$.

Рішення цього рівняння виконувалося на ЕОМ при змінних значеннях кута встановлення направлявача і швидкості падіння насіння, а також при постійних значеннях решти параметрів: $r = 0,175$ м; $a = 0,04$ м; $b = 0,06$ м; $k = 0,1$; $R = 0,4$; $\lambda = 0,4$. Значення коефіцієнтів відновлення і миттєвого тертя приймалися з довідників [5, 20, 21, 26].

За даними обчислень, отриманих за умови виключення зіткнення посівного матеріалу з дисками, побудований графік (рис.2.2) впливу кута встановлення направлявача на величину горизонтальної координати точки зустрічі насіння з дном борозни при граничних значеннях (1,0 і 2,5 м/с) швидкості його падіння.

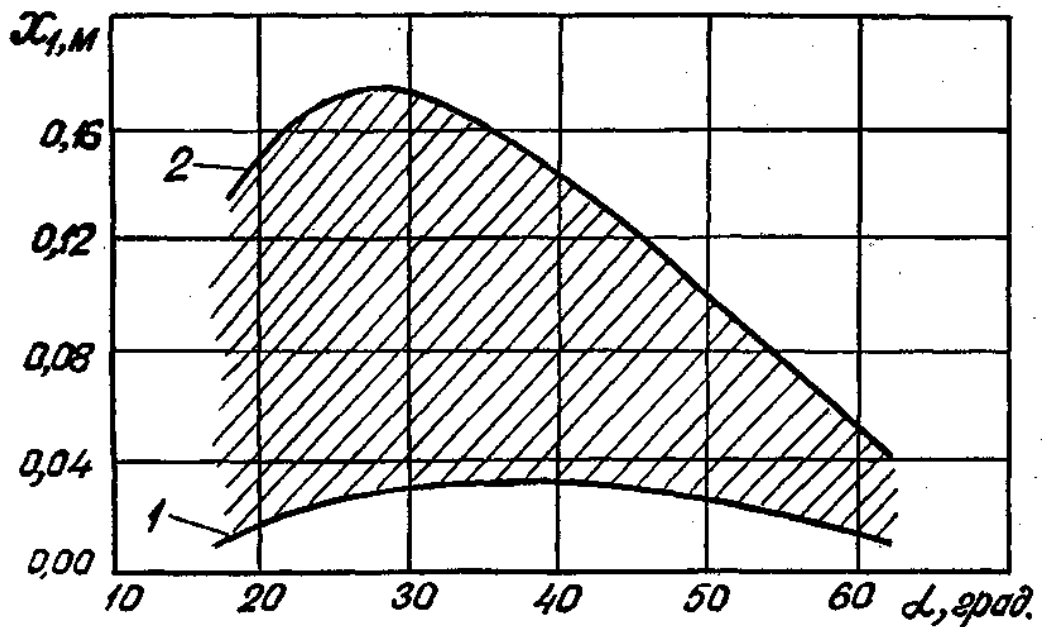


Рисунок 2.2 – Вплив кута встановлення направлявача на величину горизонтальної координати точки зустрічі насіння з дном борозни при швидкості падіння: 1 - 1,0 м/с; 2 - 2,5 м/с.

З графіка видно, що максимальна дальність відбивання можлива при встановленні направлявача під кутом 25 - 35°. Направлявач сошника серійного

виробництва, встановлений під кутом $50 - 60^\circ$, здатний забезпечити подачу насіння в передній нижній квадрат сошника. Тільки частина насіння, швидкість якого менше $1,0$ м/с, може бути укладена позаду вертикального діаметра дисків (негативні значення шуканої величини). Поблизу знайдених точок укладатиметься і те насіння, яке вдаряється до направлявача в інших точках з іншими значеннями початкових параметрів або які сходять по направлявачу з ковзанням. Отже, мабуть при виборі способу подачі, кута нахилу і довжини направлявача дослідники і конструктори виходили з міркувань, що насіння, яке сходить з направлявача або відбите від нього, здійснює вільний політ не стикаючись з дисками.

Реально ж насіння, яке має неправильну форму, вдаряється до направлявача і відбивається в різні боки. В результаті досліджень встановлено, що насіння при відбиванні від похилої площини розсівається в межах конуса або еліпсоїда. Картина розсіювання насіння навіть при скачуванні його з похилої площини без відбивання має вигляд кола або еліпса.

Зі сказаного можна зробити висновок, що оскільки діаметр конуса розсіювання насіння на деякій відстані від місця відбивання стає більшим, ніж відстань між дисками, то частина насіння неминуче потрапляє на внутрішню поверхню дисків. Необхідно, відзначає А.Н.Семенов [5, 20, 21, 26], враховувати вплив обертання дисків на напрямом падіння насіння в борону.

2.4. Рух насіння в міждисківому просторі сошника

Вираз (2.10) описує траєкторію руху насіння, яке не стикаються з дисками сошника і становить невелику частину насіннєвого потоку.

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 [5].

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 насінин 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. 2.3)

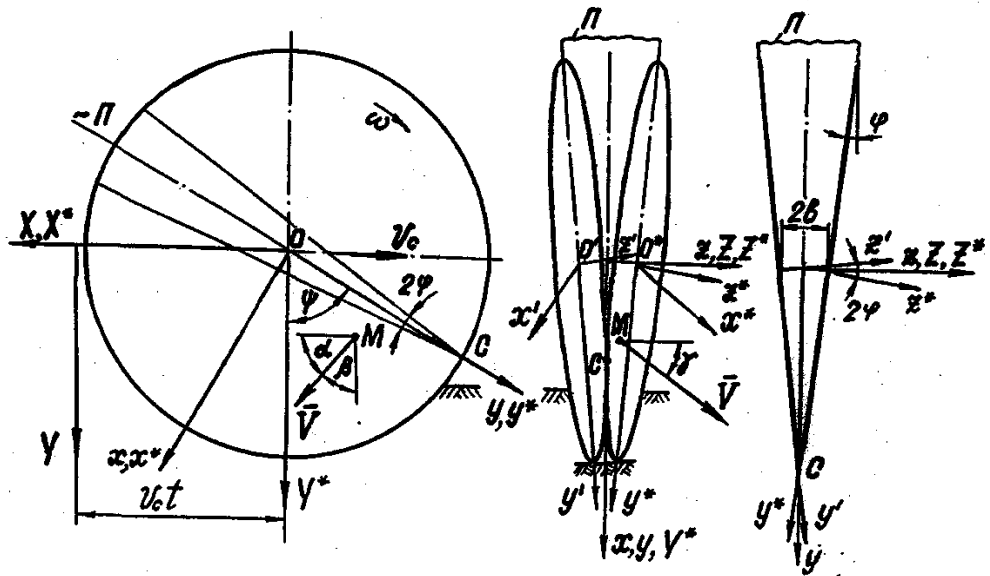


Рисунок 2.3 – Схема до визначення траєкторії руху насіння в міждисковому просторі сошника

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 М в системах XYZ і X*Y*Z* здійснюється наступними залежностями:

$$X^* = X + V_c t; \quad Y^* = Y; \quad Z^* = Z. \quad (2.11)$$

Початок відліку часу сумістимо з моментом, коли частинка, відбившись від напрямлювача в т. М₀(X*₀, Y*₀, Z*₀), має швидкість V, яка направлена під кутом α до осі X, під кутом β до осі Y і під кутом γ до осі Z.

Початкові умови руху частинки відносно осей X*Y*Z*:

$$\begin{aligned} X^* &= X_0^* + V_c t_0; \quad Y^* = Y_0^*; \quad Z^* = Z_0^*; \\ \dot{X}^* &= \dot{X}_0^* + V_0 = V \cos \alpha + V_c; \\ \dot{Y}^* &= \dot{Y}_n^* = V \cos \beta; \quad \dot{Z}^* = \dot{Z}_n^* = V \cos \gamma. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Початкові умови руху частинки відносно осей xyz:

$$\begin{aligned} x &= x_0 = X_0^* \cos \psi + Y_0^* \sin \psi; \\ y &= y_0 = Y_0^* \cos \psi - X_0^* \sin \psi; \\ z &= z_0 = Z_0^*; \\ \dot{x} &= \dot{x}_0 = \dot{X}_0^* \cos \psi + \dot{Y}_0^* \sin \psi; \\ \dot{y} &= \dot{y}_0 = \dot{Y}_0^* \cos \psi - \dot{X}_0^* \sin \psi; \\ \dot{z} &= \dot{z}_0 = \dot{Z}_0^*. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Рівняння руху і складові швидкості частинки в осях xyz (без врахування опору повітря) приймають вид:

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \dot{x}_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \sin \psi; \\ y &= y_0 + \dot{y}_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \cos \psi; \\ z &= z_0 + \dot{z}_0 t; \\ \dot{x} &= \dot{x}_0 + g t \sin \psi; \\ \dot{y} &= \dot{y}_0 + g t \cos \psi; \\ \dot{z} &= \dot{z}_0. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Зробивши ряд математичних перетворень, визначаємо координати точки падіння і складові її швидкості в момент падіння на дно борозни:

$$\begin{aligned}\dot{x}_{(i+1)k} &= \dot{x}_{ik} + g\tau_k \sin \psi ; \\ \dot{y}_{(i+1)k} &= \dot{y}_{ik} + g\tau_k \cos \psi ; \\ \dot{z}_{(i+1)k} &= \dot{z}_{ik} .\end{aligned}\tag{2.15}$$

За отриманими виразами та з урахуванням початкових умов розраховані траєкторії і визначені швидкості руху насіння після зіткнення його з дисками сошника, що обертаються, при початкових даних, представлених в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку траєкторій і швидкості руху насіння в міждисковому просторі сошника

Варіант розрахунку			Показники									
			R, м	λ , м	B, м	V, м/с	α , рад.	β , рад.	γ , рад.	ω , с ⁻¹	ψ , рад.	ϕ , рад.
-	-	-	-	-	1	0,01	0,08	0	1,0	2,526	0,955	-
0,955	17,14	0,873	0,087	0,4	0,4	0,013	0,175	-	2	0,01	0,08	0
2,0	2,526	0,955	0,955	17,14	-	-	-	-	-	-	-	3
0,01	0,08	0	3,0	2,526	0,955	0,955	17,14	-	-	-	-	-
-	-	4	0,01	0,08	0	2,0	2,526	0,955	0,955	11,43	-	-
-	-	-	-	-	5	0,01	0,08	0	2,0	2,526	0,955	-
0,955	22,86	-	-	-	-	-	-	-	6	0,01	0,06	0
2,0	2,780	0,240	1,309	17,14	-	-	-	-	-	-	-	7
0,05	0	0	2,0	1,571	0,523	1,047	17,14	-	-	-	-	-
-	-	8	0,05	0	0,013	2,0	2,094	0,698	1,047	17,14	-	-

На рисунку 2.4 показані траєкторії руху насіння в міждисковому просторі сошника при трьох способах подачі: традиційний (1,2,3,4,5), передній (7,8) і коли направлявач насіння відхилений вперед (6).

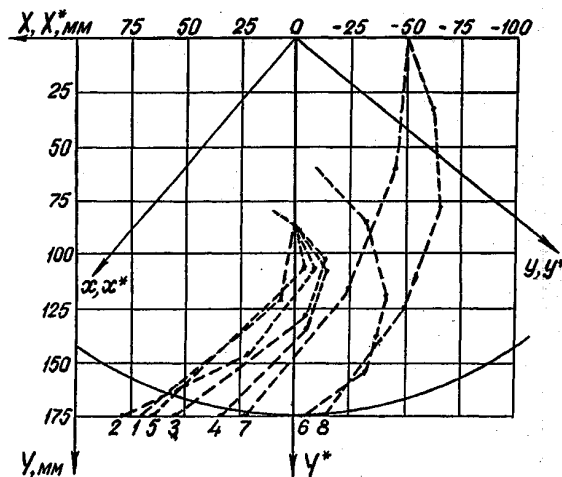


Рисунок 2.4 – Траєкторії руху насіння в міждисковому просторі сошника: 1, 2, 3, 4, 5 - при традиційній подачі, 6 - при традиційній подачі з

направлювачем, що відхилений вперед; 7 і 8 - при подачі впереді осі дисків.

При традиційній подачі насіння, сходячи з направлявача, вдаряється 2-3 рази то до одного, то до другого диска, змінює напрям руху і зрештою потрапляє на дно борозни за межами вертикального діаметра дисків.

Зміна величини початкової швидкості сходу насіння з направлявача, при постійному значенні решти параметрів, не має суттєвого впливу на зміну характеру траєкторії (траєкторії 1,2,3).

Більш суттєвий вплив на зміну траєкторії руху насіння має поступальна швидкість або, іншими словами, кутова швидкість обертання дисків. Із збільшенням кутової швидкості обертання траєкторії набувають більш зігнутого вигляду, тобто насіння зміщується назад на значну відстань від вертикального діаметра дисків (траєкторія 5 порівняно з траєкторією 4).

Траєкторія 6 руху насіння, що сходить з направлявача, відігнутого вперед, знаходиться в передньому нижньому квадранті, внаслідок чого насіння стикається з дном борозни попереду вертикального діаметра. Отже, можна стверджувати, що в цьому випадку координати кінця направлявача і кут його установки вибрані правильно.

Розглядаючи траєкторії 7 і 8 руху насіння при передній подачі легко переконатися, що для забезпечення попадання насіння попереду вертикального діаметра дисків необхідно, щоб горловина і направлявач створювали направлений потік насіння, відхилений по ходу від вертикалі на кут рівний 30° .

Істотний вплив на кінцеве розташування насіння в борозні має швидкість його падіння.

На рисунках 2.5 і 2.6 приведені графіки зміни горизонтальної і вертикальної складових швидкості руху насіння в міждисківому просторі та в момент падіння його на дно борозни при традиційній подачі.

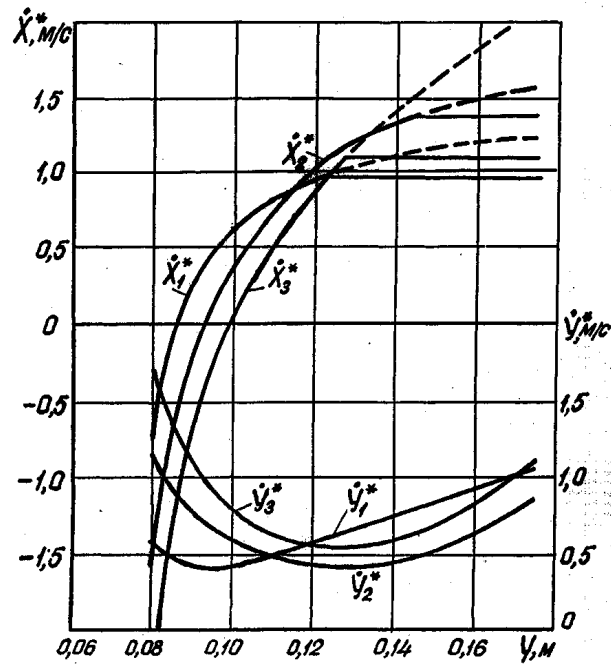


Рисунок 2.5 – Зміна горизонтальної \dot{X}^* і вертикальної \dot{Y}^* складових швидкості руху насіння в міждисковому просторі сошника при традиційній подачі в залежності від початкової швидкості руху:

1 – $V = 1.0$ м/с; 2 – $V = 2.0$ м/с; 3 – $V = 3.0$ м/с.

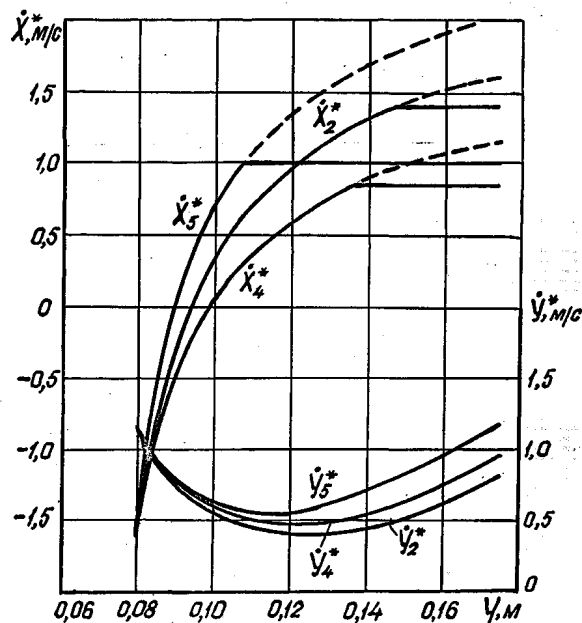


Рисунок 2.6 – Зміна горизонтальної \dot{X}^* і вертикальної \dot{Y}^* складових швидкості руху насіння в міждисковому просторі сошника при традиційній подачі в залежності від кутової швидкості дисків:

2 – $\omega = 17,14$ с⁻¹; 4 – $\omega = 11,43$ с⁻¹; 5 – $\omega = 17,14$ с⁻¹.

Горизонтальні складові швидкості насіння на початковому відрізку руху мають від'ємні значення, але надалі, по ходу переміщення насіння до дна борозни, знак швидкості змінюється на протилежний.

Кінцева ж величина даних складових досягає по величині початкових значень швидкості, рівних 1,2 - 2,0 м/с (рис. 2.5).

Отже, можна вичленити шляхи підвищення рівномірності заробки насіння: забезпечення подачі насіння в точку між дисками, де проходить їх заклинювання; зменшення швидкості зустрічі насіння з ґрунтом; встановлення відбивних пристроїв.

Далі визначаємо граничний кут нахилу направлявача насіння, який в конструкції дискових сошників відіграє важливу роль у забезпеченні якісної заробки насіння в ґрунт.

На рисунку 2.7 в системі хуз дано аналіз сил, що діють на насіння, яке знаходиться на направлявачі і дотикається до диска, що обертається.

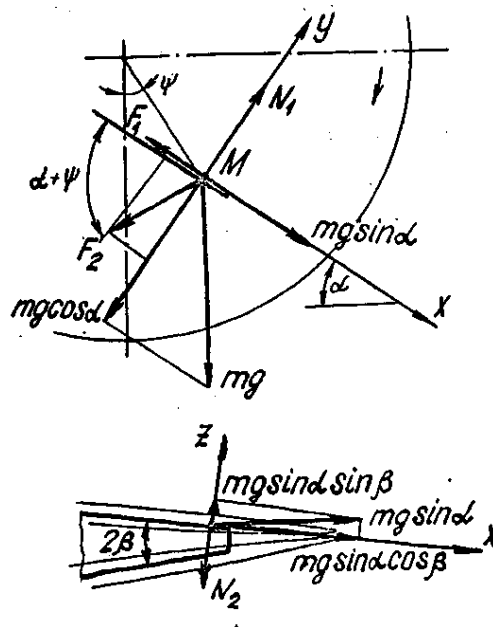


Рисунок 2.7 – Схема для визначення граничного кута нахилу направлявача насіння:

ψ - кут, що визначає положення насіння по відношенню до вертикального діаметра дисків;

F_1 - сила тертя, що виникає між насінням і направлявачем;

F_2 - сила тертя, що виникає між насінням і диском.

Запишемо умову рівноваги насіння:

$$\begin{aligned}\sum P_x &= mg \sin \alpha \cos \beta - F_1 - F_2 \cos(\alpha + \psi) = 0; \\ \sum P_y &= N_1 - mg \cos \alpha - F_2 \sin(\alpha + \psi) = 0; \\ \sum P_z &= mg \sin \alpha \sin \beta - N_2 = 0,\end{aligned}\tag{2.16}$$

де α - кут нахилу направлявача до горизонту;

β - кут звуження направлявача (для існуючої схеми сошника кут звуження направлявача можна вважати рівним куту сходження дисків).

Для того, щоб насіння рухалося по направлявачу необхідне дотримання наступної умови:

$$mg \sin \alpha \cos \beta > F_1 + F_2 \cos(\alpha + \psi),\tag{2.17}$$

$$mg \sin \alpha \cos \beta > f_1 N_1 + f_2 N_2 \cos(\alpha + \psi),\tag{2.18}$$

де f_1 і f_2 - коефіцієнти тертя насіння по направлявачі і диску сошника. Для нашого випадку, коли направлявач і диск виконані з одного матеріалу $f_1 = f_2 = f$.

З третього рівняння (2.16) визначаємо

$$N_2 = mg \sin \alpha \sin \beta,\tag{2.19}$$

а з другого з урахуванням виразу (2.16) визначаємо

$$N_1 = mg \cos \alpha + fmg \sin \alpha \sin \beta \sin(\alpha + \psi).\tag{2.20}$$

Після підстановки виразів (2.19) і (2.20) в нерівність (2.17) і деяких перетворень отримуємо загальний вираз для визначення кута нахилу направлявача

$$\frac{1}{f} > \frac{1}{tg \alpha \cos \beta} + tg \beta [f \sin(\alpha + \psi) + \cos(\alpha + \psi)].\tag{2.21}$$

Для більш конкретного випадку, коли $\alpha + \psi = 0$, тобто коли сила тертя F_2 максимальна, кут граничного нахилу направлявача можна визначити за формулою

$$\alpha > arctg \frac{f}{\cos \beta - f \sin \beta}\tag{2.22}$$

Отже, при визначенні граничного кута нахилу направлявача необхідно враховувати, крім коефіцієнтів тертя, і кут установки одного диска по відношенню до другого.

2.5. Обґрунтування конструктивної схеми універсального комбінованого сошника

З огляду та аналізу літературних джерел і практики виробників відомо, що оптимальні умови для появи сходів, мінерального живлення і розвитку зернових культур забезпечуються заробкою насіння на задану глибину і укладанням його на ущільнене ложе, розміщенням стрічок добрив на 2-4 см глибше і в стороні від рядка насіння, створенням для рослин площі живлення, що наближається до оптимальної за величиною і формою. Ступінь виконання цих умов (вимог) визначається типом і роботою сошників [5, 21, 26].

Кожен тип сошника, разом з властивими йому позитивами та перевагами перед іншими, має і свої недоліки, які якоюсь мірою породжуються тими конструктивними особливостями, що визначають його позитиви. Так, вузькорядні дискові сошники рівномірно розподіляють насіння на площі поля, але нерівномірно заробляють його по глибині і мають підвищений опір. Анкерні сошники, забезпечуючи хорошу якість заробки насіння по глибині, можуть працювати лише на ґрунтах з високою культурою землеробства. Дискові однорядкові сошники володіють хорошою прохідністю, здатністю працювати на ґрунтах вологих, грудкуватих і засмічених, але дають низьку якість заробки насіння по глибині. Є і один загальний недолік названих сошників - добрива заробляють в один рядок з насінням.

Знаючи позитивні і негативні сторони відомих конструкцій сошників, можна змоделювати нову конструкцію. В ідеалі експериментальний сошник повинен бути комбінованим, здатним працювати на різних ґрунтах, рівномірно розподілять насіння на площі, заробляти його на необхідну глибину, створювати між насінням і добривами ґрунтовий прошарок. Складовими елементами такого експериментального сошника мають бути ті елементи аналогів, які створюють позитивний ефект, а саме:

- диски, що забезпечують хорошу прохідність, або в цілому дисковий сошник;

- кіль або лапа, що забезпечують хорошу якість заробки насіння і добрив по глибині;

- дільник, що забезпечує більш рівномірний розподіл насіння на площі поля.

Наявність в цьому переліку двох борозноутворювачів допускає можливість реалізації роздільної заробки в ґрунт насіння і добрив.

Проте, було б нереальним вважати, що можливе повсюдне застосування комбінованого посіву. Можливість одночасного висіву насіння і добрив залежить від ряду інших чинників, таких як наявність добрив, їх стан, роботоздатність висіваючих пристроїв, наявність засобів завантаження і тому подібне. Тому експериментальний сошник повинен бути універсальним, тобто виконувати і комбінований, і звичайний якісний рядковий посів. Більш широка універсальність сошника може бути забезпечена за рахунок застосування змінних елементів або пристосувань (відбивачі, загортачі, ущільнюючі котки).

Враховуючи сказане і виходячи з аналізу літературних даних і патентного пошуку пропонується конструктивна схема універсального комбінованого сошника (рис. 2.8) [5, 20, 21, 26].

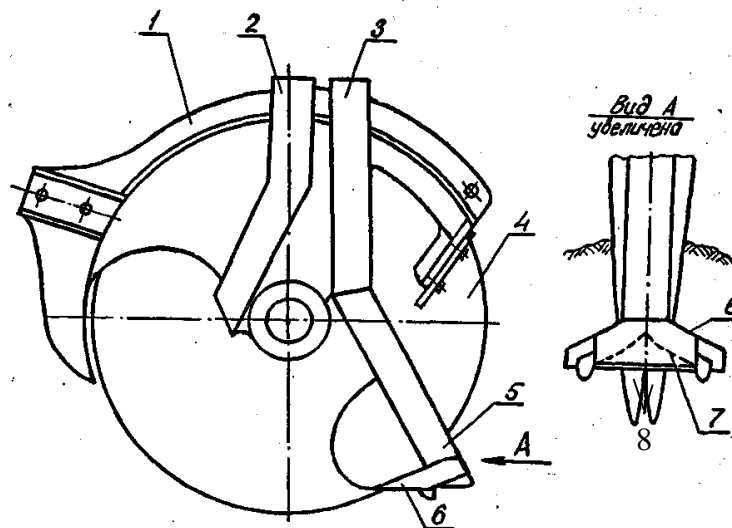


Рисунок 2.8 – Експериментальний комбінований сошник: 1 - корпус; 2 - горловина для добрив; 3 - горловина для насіння; 4 - диски; 5 - насінненаправляючий патрубков; 6 - лапа; 7 - дільник насіння; 8 - кілевидні ущільнювачі.

Комбінований сошник включає дводисковий сошник і, встановлене на ньому, додаткове пристосування. Корпус 1 сошника має дві горловини 2 і 3, одна з яких розташована попереду, а інша позаду вертикальної осі дисків 4. Пристосування містить патрубок 5, що закінчується невеликою стрілкою лапою 6, в пасивній зоні якої встановлений дільник 7 насіння. Лапа 6 обладнана двома кілевидними ущільнювачами 8, що зміщені від осі дільника 7 на 30 мм. На таку ж відстань лапа 6 зміщена вгору щодо нижньої кромки дисків 4.

При роботі сошника, у варіанті комбінованого, мінеральні добрива поступають в горловину 2 і далі на дно борозни, відкритою дисками, що рухаються на глибині заробки добрив. Потік насіння через горловину 3 поступає в патрубок 5 і, потрапляючи на дільник 7, розділяється на дві частини. Стрілчаста лапа, рухаючись на глибині заробки насіння, проникає в бічні стінки борозни і піднімає ґрунт. Кілевидні ущільнювачі 8 ущільнюють ґрунт і утворюють бічні борозенки, в які потрапляє насіння, що сходить з дільника 7. Далі насіння і добрива вкриваються ґрунтом, що сходить з поверхні лапи 6 і додатково заробляються загортачами сівалки.

Таким чином, сошник здатний забезпечити заробку насіння з міжряддями 6-8 см (вузькорядний посів) і заробку добрив посередині і нижче за насінні рядки (комбінований посів).

У випадку, коли відпадає необхідність в комбінованій сівбі, сошник може працювати без пристосування, як звичайний дисковий з передньою подачею насіння.

Висновки до розділу 2

1. Аналіз досліджень, присвячених руху насіння у внутрішніх порожнинах сошників, свідчить про те, що до теперішнього часу не розглянутий процес руху частинок посівного матеріалу з урахуванням зіткнень з дисками, що обертаються, як найбільш типовий.

2. Проведені теоретичні дослідження дають можливість знайти дійсні траєкторії руху частинок посівного матеріалу в міждисковому просторі сошника, а також координати і швидкості зустрічі їх з дном борозни.

3. Попадання насіння в передній нижній квадрант сошника, де відсутнє його відбивання, можливе при передній подачі з установкою розтруба під кутом 30° до вертикалі.

4. Є підстава стверджувати, що існує можливість поліпшення якості заробки насіння за рахунок відгинання вперед напрямлювача сошника. Кут нахилу напрямлювача, що забезпечує максимальну дальність відбивання насіння, складає $25-35^\circ$.

5. При розрахунку граничного кута нахилу напрямлювача насіння слід враховувати, окрім коефіцієнтів тертя і кут сходження дисків.

6. Процес взаємодії частинок ґрунту з борозноутворюючими поверхнями сошників носить ударний характер.

7. В ідеалі експериментальний сошник має бути комбінованим, здатним до роботи на різних ґрунтах, рівномірно розподіляти насіння на площі поля, заробляти його на необхідну глибину, утворювати між насінням і мінеральними добривами ґрунтовий прошарок.

8. Розроблений нами комбінований сошник здатний забезпечити заробку насіння з міжряддяв 6-8 см (вузькорядний посів) і заробку мінеральних добрив посередині і нижче насінневих рядків (комбінований посів).

9. У випадку, якщо немає необхідності в комбінованому посіві зернових культур, запропонований нами сошник може бути використаний, як звичайний дисковий сошник з передньою подачею насіння.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Об'єкти дослідження

У лабораторних і польових умовах передбачається досліджувати наступні виробничі та експериментальні сошники:

- Сошник дводисковий однорядковий сівалки СЗ-3,6А (рис. 3.1).
- Сошник дводисковий дворядковий (вужькорядний) сівалки СЗУ-3,6;
- Сошники зернової трав'яної сівалки СЗТ-3,6 (рис. 3.2).

Перераховані сошники є сошниками серійного виробництва і використовувалися в дослідженнях як об'єкти вивчення і порівняння.

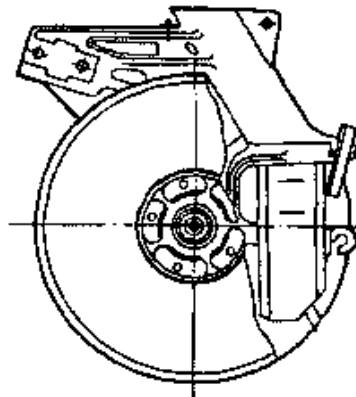


Рисунок 3.1 – Сошник дводисковий сівалки СЗ-3,6А.

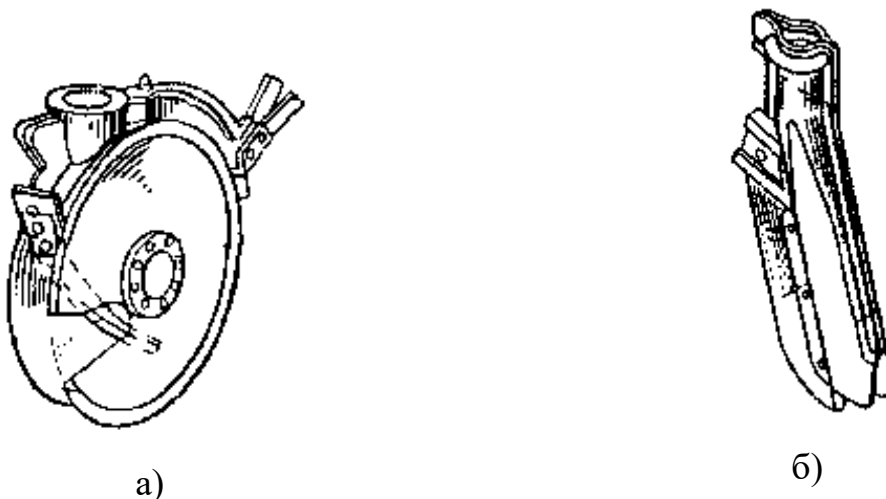


Рисунок 3.2 – Сошник зернової сівалки СЗТ-3,6:

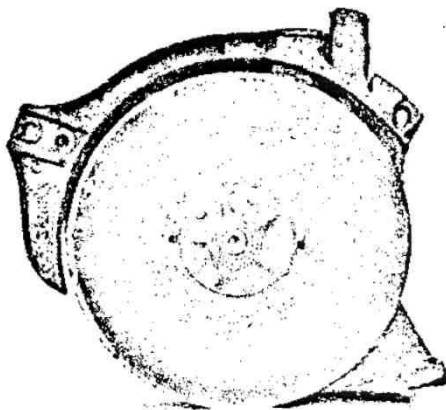
а – дводисковий; б – кілевидний.

Окрім того, об'єктом дослідження є сошник дисковий з направлявачем, відігнутих вперед (рис. 3.3). Направлявач відігнутий до зіткнення із заклепками, корпус сошника над ним декілька зрізаний.



Рисунок 3.3 – Сошник дисковий з направлявачем насіння.

Досліджувався також експериментальний дисковий сошник комбінований (рис. 3.4), що розроблений нами в даній магістерській роботі.



а



б

Рисунок 3.4 – Експериментальний дисковий сошник:

а) вид збоку; б) вид ззаду.

Експериментальний комбінований сошник може використовуватися для рядкового або вузькорядного комбінованого посіву з утворенням ґрунтового прошарку між добривами і насінням.

3.2. Лабораторна установка і прилади для дослідження

Лабораторні дослідження з вивчення процесу та якості розподілення насіння і добрив на площі поля та заробки технологічного матеріалу

проводилися на лабораторній установці (рис. 3.5) і стенді для швидкісної кінозйомки (рис. 3.6).

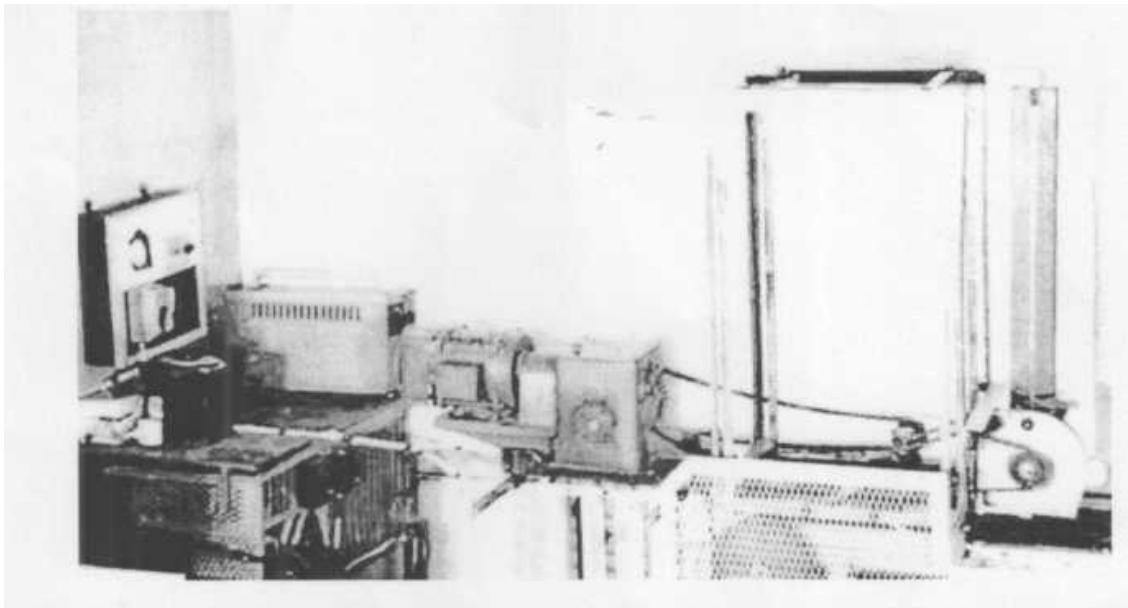


Рисунок 3.5 – Лабораторна установка для дослідження розподілення насіння

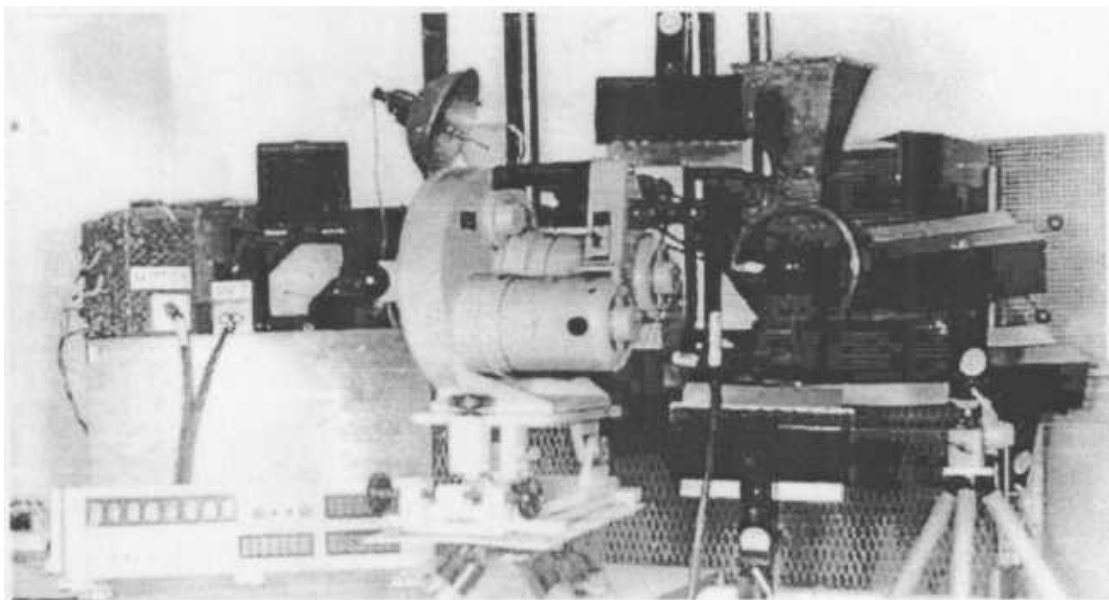


Рисунок 3.6 – Стенд для швидкісної кінозйомки

Лабораторна установка відноситься до галузі сільськогосподарського машинобудування і призначена для випробування і обкатки робочих органів (висівних апаратів і сошників), сівалок для сівби зернових і просапних культур.

Лабораторна установка дозволяє проводити випробування висівних апаратів та сошників на підвищених робочих швидкостях (до 4,5 м/с) з автоматичною зупинкою липкої стрічки.

Конструкція лабораторної установки (рис. 3.7) включає раму 1 каркасного типу, електродвигун 6 з фазним ротором, транспортер з липкою стрічкою 12 і механізмом 15 його приводу, рамку 3 для кріплення досліджуваного робочого органу 4 (висівного апарата і сошника), ланцюг 10, до якого з допомогою лапок 11 кріпиться липка стрічка 12, що опирається на підтримуючі зірочки 2. Транспортер з липкою стрічкою 12 регулюється за допомогою натяжного пристрою 13, який зміщує ведені зірочки 14 разом із валом. Привід липкої стрічки 12 здійснюється від основного електродвигуна 6 механізму приводу 15. Запуск основного двигуна 6 з фазним ротором здійснюється через рідинний реостат 5. Досліджувані робочі органи 4 приводяться в дію від електродвигуна 7 через редуктор 8 і вал контрприводу 9. На рамі 1 встановлені датчики автоматичного включення і виключення основного електродвигуна 6 приводу транспортера з липкою стрічкою 12.

Каркасна рама 1 лабораторної установки (рис. 3.7) виготовлена з металевго кутника 45x45 мм. Металевий кутник був заготовлений за розмірами згідно з кресленнями з послідуочим зварюванням електродуговою зваркою. Липка стрічка 12 транспортера виготовлена із прогумованого матеріалу, кінці якого з'єднані шарнірно. Рамка 3 для монтажу досліджуваного робочого органу (висівного апарату і сошника) теж виготовлені із кутника 50x50 мм. В стояках рамки про фрезеровані пази у вигляді продовгуватих отворів для плавного переміщення досліджуваних робочих органів по висоті над липкою стрічкою 12.

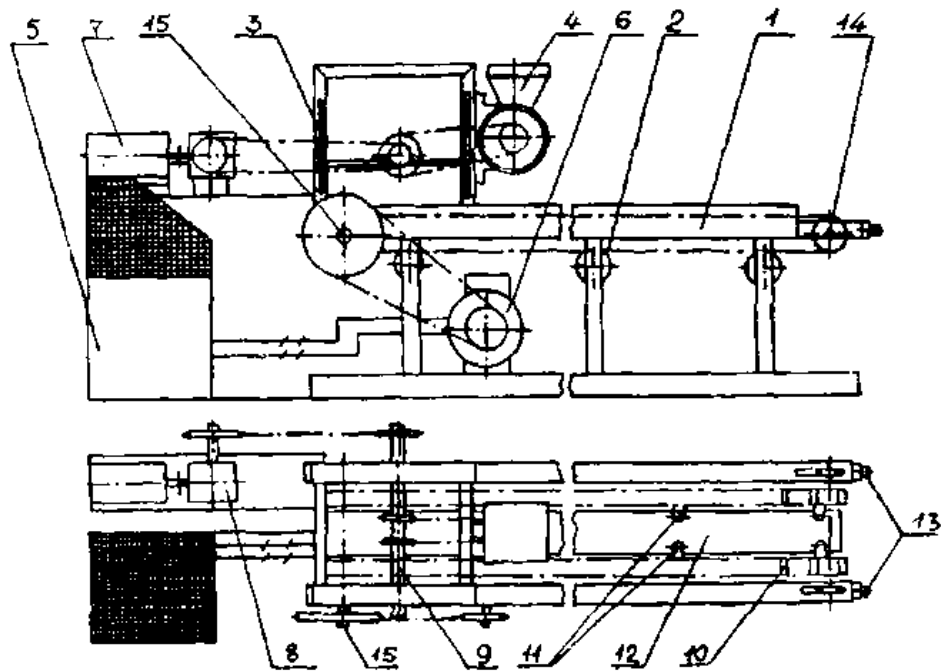


Рисунок 3.7 – Схема лабораторної установки:

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.

Електрична схема лабораторної установки (рис. 3.8) складається з автомата АПВ-50, електричного пускача ПМЕ-211, електродвигуна змінного струму з фазним ротором М1-111-6 (потужність $N=3,5$ кВт, частота обертання $n=905$ хв⁻¹) та рідинного реостата, що призначений для плавної зміни частоти обертання ротора двигуна.

Описана лабораторна установка для дослідження робочих органів зернових сівалок працює наступним чином. Плавний запуск установки здійснюється шляхом ввімкнення електричного пускача ПМЕ-211 і введення рухомих ножів рідинного реостата 5 (рис. 3.7) в півтора або двоцентний розчин соди. По мірі занурення рухомих ножів в содовий розчин проходить плавне збільшення обертів електродвигуна 6, внаслідок чого забезпечується м'який запуск лабораторної установки. При досягненні номінальних обертів

електродвигуном 6, рухомі ножі входять в губки реостата і електродвигун 6 переходить в режим короткозамкнутого, при цьому оберти електродвигуна 6 встановлюються постійними.

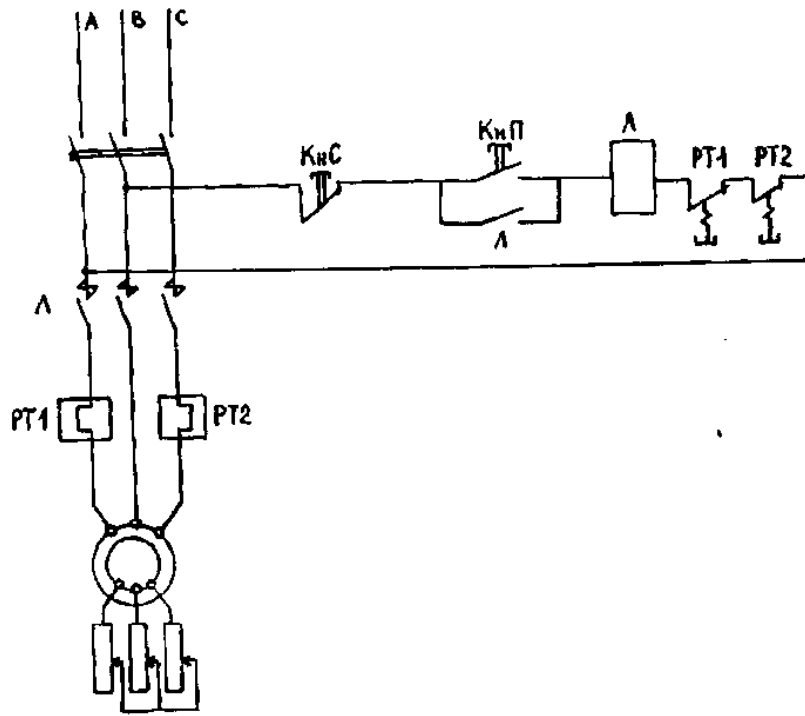


Рисунок 3.8 – Електрична схема лабораторної установки

Механізм передачі (рис. 3.9), що включає ведучу зірочку Z_1 , ведену зірочку Z_2 і натяжну зірочку Z_3 , а також ведучий вал транспортера із зірочками Z_4 і вал транспортера ведений із зірочками Z_5 приводить в рух ланцюгово-стрічковий транспортер і досліджуваний робочий орган зернової сівалки.

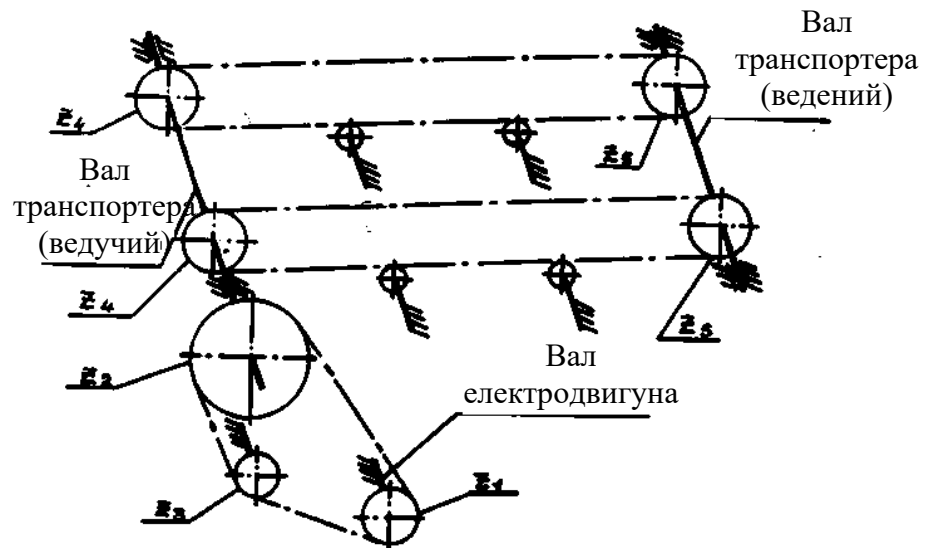


Рисунок 3.9 – Механізм передачі лабораторної установки

Під час роботи лабораторної установки проходить висів насіння зернових культур досліджуваним сошником на липку поверхню стрічки 12 (рис. 3.7) ланцюгово-стрічкового транспортера. Після зупинки транспортера підраховується кількість висіяного на липку стрічку 12 насіння зернових культур і фіксується його взаємне розподілення по площі стрічки.

Технічна характеристика лабораторної установки

Довжина робочої ділянки липкої стрічки, м	8
Робоча швидкість липкої стрічки, м/с	0,1-4,5
Ширина липкої стрічки, м	0,25
Час руху залікової ділянки липкої стрічки, с	1,3...70
Напруга електричного струму, В	380 і 220
Габаритні розміри, мм	9600×400×1800
Маса лабораторної установки, кг	250.

3.3. Методика проведення лабораторних і лабораторно-польових досліджень

Лабораторно-польові дослідження проводилися з метою агротехнічної оцінки сошників серійного виробництва і експериментальних сошників. Для цього була проведена підготовка ділянки поля під посів озимої пшениці сорту "Миронівська 808" та ячменю сорту „Іллінецький”. Спочатку поле було виоране. Передпосівний обробіток ґрунту полягав у дворазовому розпушуванні скиб дисковою бороною і культивуванні з боронуванням в день посіву.

Для сівби була використана сівалка СЗ-3,6А в агрегаті з трактором МТЗ-82. На сівалку було встановлено 12 експериментальних, 6 однорядкових і 6 двохрядкових (вузькорядних) дискових сошників. Висіваючі апарати були відрегульовані на норму висіву насіння 220 кг/га.

Посів проводився на третій, п'ятій, сьомій і восьмій передачах трактора МТЗ-82 з триразовою повторністю (туди, назад і туди). Фактична швидкість руху посівного агрегату визначалася за часом проходження контрольної ділянки. В

день посіву замірялася і величина ґрунтового прошарку між насінням і добривами, яку утворює експериментальний комбінований сошник. Для цього в один з сошників висівали підвищену (до 500 кг/га) дозу просіяного гранульованого суперфосфату. Після проходження посівного агрегату кілочками відмічали лінію руху сошника. У відмічених місцях, шляхом розгрібання ґрунту, визначали глибину заробки насіння і добрив. Різниця середніх значень шуканих величин була величиною ґрунтового прошарку.

Оцінка якості роботи сошників по глибині і на площі поля проводилася після появи сходів відповідно до ДСТУ 7051 - 94 (Машини посівні. Програма і методи випробувань). При цьому спочатку підраховували кількість рослин на п'ятисантиметрових ділянках і в п'ятисантиметрових квадратах, а потім, після викопування рослин, проводили замірювання глибини заробки насіння (по етильованій частині рослин) [1, 2, 3, 5, 20].

Швидкісна кінозйомка застосовувалася з метою вивчення процесу руху насіння та мінеральних добрив в міждисковому просторі сошників і процесу їх укладки в борозну. За результатами швидкісної кінозйомки має бути вибраний найкращий спосіб подачі насіння і добрив, перевірено вплив на якість заробки насіння і добрив додаткових конструктивних елементів сошників.

Для зйомки використовувалася швидкісна кінокамера СКС-1М (рис. 3.6), яка встановлювалася на штативі. Відстань від об'єктива кінокамери до сошника дорівнювалася одному метру. Для зйомки використовувалася плівка чутливістю 500 одиниць при частоті 800-1000 кадрів в секунду.

Фактична частота зйомки уточнювалася по відмітках часу при покадровому декодуванні плівки. Для цього використовувалася формула

$$W' = Af' , \quad (3.1)$$

де W' - частота зйомки, кадр/с;

A – кількість кадрів між двома відмітками часу, що залишені від спалаху неонові лампи;

f' - частота спалаху неонові лампи, c^{-1} ($f' = 100$).

Об'єкт зйомки освітлювався трьома освітлювальними лампами загальною

потужністю 1,1 кВт. Камера і лампи живилися від спеціального пульта через багатожильний кабель, що монтувався на стенді швидкісної кінозйомки.

Миттєва швидкість падіння насіння визначалася за формулою

$$V_{.m} = \frac{K_{.m} \Delta S W'}{100 n_{.k}}, \quad (3.2)$$

де $V_{.m}$ - миттєва швидкість, м/с;

$K_{.m}$ – масштабний коефіцієнт;

ΔS – переміщення насіння, мм;

$n_{.k}$ – кількість кадрів, на протязі яких перемішалася насіння.

Зняті фільми оброблялися на монтажному столику „Купава”, а також шляхом проектування їх на спеціально розміщені екрани.

При обробці фільмів з боковим видом сошників застосовувався екран, на якому було зображено коло, розбите на сектори через 15° . Під час проектування фільму підраховувалося насіння, яке випало в кожний сектор.

На екрані, який застосовувався для обробки плівок заднього виду роботи сошників, зображався поперечний перетин борозни з його елементами (рис.3.10). При проектуванні підраховувалося кількість насіння, яке випало на липку стрічку, тобто на дно борозни.

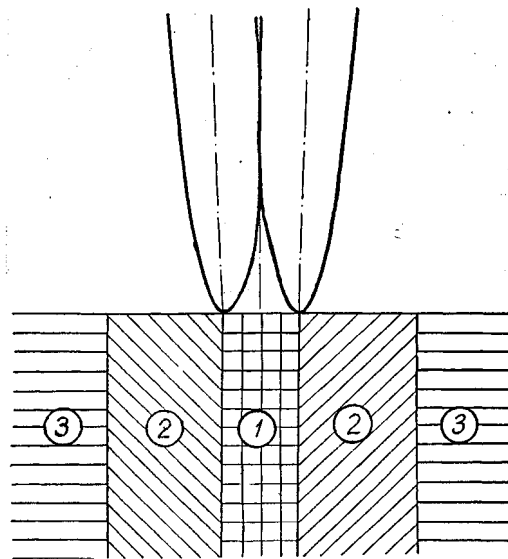


Рисунок 3.10 – Екран для визначення розподілення насіння по ширині борозни при перегляді кіноплівки:

1 – дно борозни; 2 – схили борозни; 3 - поверхня поля.

Подвійна обробка фільмів, на монтажному столику і проектування на екран, трьохкратне повторення кожної обробки із зміною місць спостереження дали можливість виключити випадкові помилки при оцінці роботи тієї чи іншої конструкції сошників.

3.4. Методика обробки дослідних даних

Якість роботи експериментальних сошників та сошників серійного виробництва оцінювалася, як відмічалось раніше, у відповідності до ГОСТ 7051 - 94 (Машини посівні. Програма і методи випробувань). Для цього дані замірів глибини заробки насіння та добрив і розподілу рослин на площі поля оброблялися методами варіаційної статистики [1, 2, 3, 5, 20].

При цьому визначалися наступні показники:

а). Середнє зважене арифметичне

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i n_i}{\sum n_i}, \quad (3.3)$$

де X_i - значення окремої варіюючої ознаки;

n_i – частота, що відповідає значенню X_i .

б). Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}, \quad (3.4)$$

де n - загальна кількість замірів варіюючої ознаки.

в). Коефіцієнт варіації (у відсотках)

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100. \quad (3.5)$$

г). Середня помилка середнього арифметичного

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.6)$$

д). Показник точності дослід (у відсотках)

$$p = \frac{m}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (3.7)$$

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

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

Висновки до розділу 3

1. Відповідно до завдання, що поставлене в магістерській роботі, програмою досліджень передбачено:

- вивчення процесу падіння і заробки насіння та мінеральних добрив дисковими сошниками при різних способах подачі технологічного матеріалу;
- дослідження якості заробки насіння і добрив сошниками серійного виробництва та експериментальними сошниками в лабораторних умовах;
- визначення оптимальних конструктивних параметрів робочої частини експериментального комбінованого сошника;
- дослідження впливу конструкції комбінованого сошника на основні показники борозноутворення;
- визначення величини ґрунтового прошарку та якісних показників розподілу насіння і добрив на площі і по глибині їх заробки;
- вивчення впливу способів внесення мінеральних добрив на урожай зернових культур;
- проведення польових і експлуатаційних випробувань сівалки з досліджуваними сошниками.

2. У лабораторних і польових умовах передбачається досліджувати сошники серійного виробництва та експериментальні сошники, зокрема:

- Сошник дводисковий однорядковий сівалки СЗ-3,6А.
- Сошник дводисковий дворядковий (вузькорядний) сівалки СЗУ-3,6;
- Сошники зернової трав'яної сівалки СЗТ-3,6.

Окрім того, об'єктом дослідження є дисковий сошник з направлявачем, що відігнутий вперед.

3. Лабораторні дослідження з вивчення процесу та якості розподілення насіння і добрив на площі поля та заробки технологічного матеріалу проводилися на лабораторній установці і стенді для швидкісної кінозйомки переміщення насіння в дводисковому сошнику.

4. Лабораторно-польові дослідження проводилися з метою агротехнічної оцінки сошників серійного виробництва і експериментальних сошників. Для цього була проведена підготовка ділянки поля під посів озимої пшениці сорту "Миронівська 808" та ячменю сорту „Іллінецький”. Спочатку поле було виоране. Передпосівний обробіток ґрунту полягав у дворазовому розпушуванні скиб дисковою бороною і культивації з боронуванням в день посіву. Для сівби була використана сівалка СЗ-3,6А в агрегаті з трактором МТЗ-82.

5. Оцінка якості роботи сошників по глибині і на площі поля проводилася після появи сходів відповідно до ДСТУ 7051 - 94 (Машини посівні. Програма і методи випробувань). При цьому спочатку підраховували кількість рослин на п'ятисантиметрових ділянках і в п'ятисантиметрових квадратах, а потім, після викопування рослин, проводили замірювання глибини заробки насіння (по етильованій частині рослин). Дані замірів глибини заробки насіння та добрив і розподілу рослин на площі поля оброблялися методами варіаційної статистики.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ СОШНИКІВ ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1. Результати досліджень сошників із застосуванням швидкісної кінозйомки

Експериментальні дослідження дискових сошників проводилися з метою повнішого вивчення і вдосконалення технологічного процесу заробки насіння зернових культур, визначення параметрів і якісних показників роботи сошників [3, 5, 6, 15].

На першому етапі дослідженням піддавалися дискові сошники, що є основою експериментальних комбінованих сошників, а на другому - додаткові пристосування і в цілому комбіновані дискові сошники.

З огляду відомих досліджень видно, що дискові сошники традиційної конструкції серійного виробництва ще не повною мірою забезпечують необхідну якість заробки насіння зернових культур по глибині. Відомо також, що підвищити якість роботи дискових сошників можна шляхом введення в їх конструкцію додаткових елементів, що обмежують викидання насіння у верхні горизонти, або застосуванням інших можливих способів подачі насіння в борозну. Про позитивний вплив передньої подачі на якість роботи дводискових сошників свідчать теоретичні дослідження, результати яких представлені в розділі 2.

Повною мірою оцінити те або інше вдосконалення, підтвердити теоретичні передумови можна тільки за умови ретельного вивчення технологічного процесу заробки насіння в ґрунт із застосуванням сучасних методів досліджень, зокрема швидкісної кінозйомки. На першому етапі досліджень, з метою отримання уявлення про характер руху насіння між дисками сошника, швидкісна кінозйомка проводилася на лабораторній установці (рис.3.5 і 3.6, розділ 3), де виключався вплив на процес, що вивчався, ґрунту і коливань сошника. Швидкість стрічки під час зйомки була 1,9 м/с і 2,8 м/с. На рисунках 4.1 і 4.2 показані найбільш характерні кінокадри зйомки

дискового сошника серійного виробництва і сошника з передньою подачею при швидкості руху стрічки 2,8 м/с.

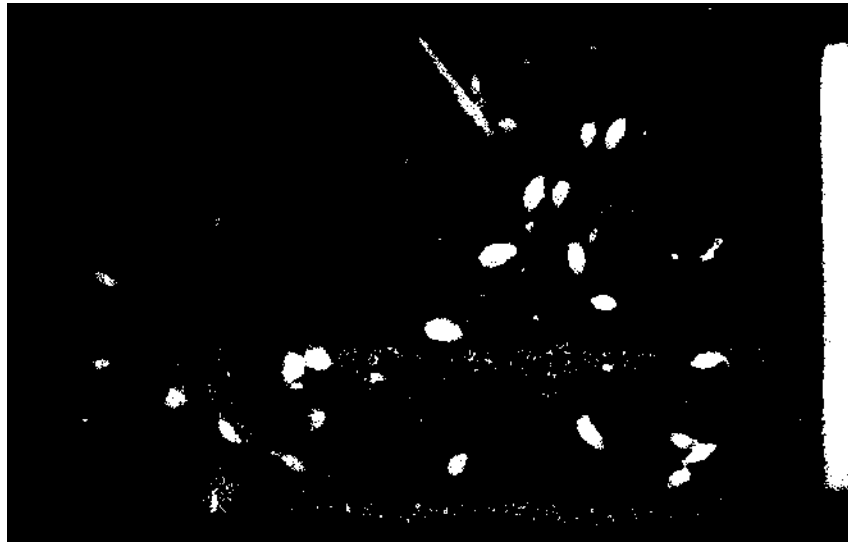


Рисунок 4.1 – Кінокадр швидкісної кінозйомки, що ілюструє процес руху насіння в дисковому сошнику серійного виробництва при $V_c = 2,8$ м/с.



Рисунок 4.2 – Кінокадр швидкісної кінозйомки, що ілюструє процес руху насіння в дисковому сошнику з передньою подачею при $V_c = 2,8$ м/с.

Представлені кадри і перегляд відзнятого фільму є доказом того, що диски, які обертаються, мають значний вплив на зміну траєкторії руху насіння. Насіння, відбиваючись від направлявача дискового сошника серійного виробництва, потрапляє на той чи інший диск і зміщується назад в напрямі обертання дисків (рис. 4.1). Основна частина насіння стикається з липкою стрічкою поблизу вертикального діаметра і позаду нього. При зустрічі з

рухомою стрічкою транспортера частина насіння відскакує і вилітає назад за межі сошника. Можна припустити, відскакування насіння, тільки в меншій мірі, відбуватиметься і у випадку, коли сошник рухається в ґрунті. З підвищенням швидкості руху стрічки з 1,9 до 2,8 м/с відбувається ще більша зміна траєкторії руху насіння.

Кінозйомка дозволила детальніше розглянути процес руху насіння при передній подачі. В цьому випадку (рис. 4.2) насіння, яке виходить з лійки, направляється нижче за точку сходження дисків, тобто в те місце, де зазор між дисками менший поперечного розміру насіння. В момент зіткнення насіння з дисками відбувається заклинювання його між площинами і виключається підскакування. З цієї миті насіння подається дисками назад і одночасно, із збільшенням зазору між останніми, поступає вниз до зіткнення із стрічкою. Оскільки швидкість стрічки і швидкість насіння в момент торкання рівні по величині і за напрямом, то насіння, за винятком незначної частини, несеться стрічкою в горизонтальному напрямі без відскакування.

Таким чином, процеси руху насіння в сошнику серійного виробництва і в сошнику з передньою подачею насіння різко відрізняються. У першому випадку насіння зноситься дисками назад, відскакує від стрічки і вилітає за межі сошника. У другому випадку спостерігається плавна подача насіння на стрічку і рух його від сошника рівним потоком без помітних переміщень у вертикальному напрямі.

Подальші дослідження сошників із застосуванням швидкісної кінозйомки проводилися на швидкостях 2,0 і 3,0 м/с. Був знятий бічний вид процесу руху насіння в просторі між дисками і переміщення його після удару до стрічки. Для досліджень були взяті ті ж сошники.

Представлений на рисунку 4.3 кінокадр і перегляд всієї плівки підтверджують те, що насіння, після сходу з направлявача сошника серійного виробництва, змінює напрям руху, а після удару до стрічки, розсівається по вертикалі. Помітного викидання насіння за межі стрічки не спостерігалось.



Рисунок 4.3 – Кінокадр швидкісної зйомки, що ілюструє процес руху насіння під час виходу його з серійного дискового сошника при $V_c = 3,0$ м/с.

Перегляд плівки (рис. 4.4), на якій знятий процес роботи сошника з передньою подачею насіння, свідчить про перевагу його перед звичайним дисковим сошником серійного виробництва, так як під час його роботи майже відсутнє відскакування насіння від стрічки.

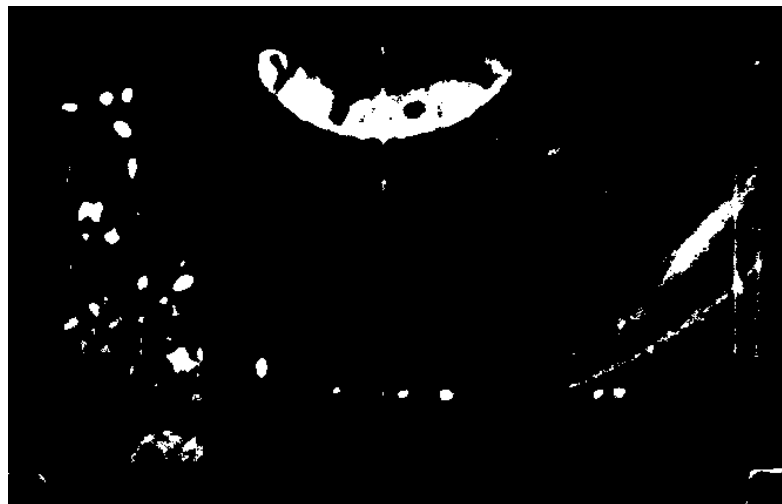


Рисунок 4.4 – Кінокадр швидкісної зйомки, що ілюструє процес руху насіння під час виходу його з дискового сошника з передньою подачею при $V_c = 3,0$ м/с

Матеріали, що були отримані під час кінозйомки, оброблялися при перегляді їх на монтажному столі і при проектуванні на спеціальний екран, що дало змогу визначити розподілення насіння по секторах диска і горизонтах

глибини. Результати обробки у вигляді кругових діаграм представлені на рисунках 4.5 і 4.6.

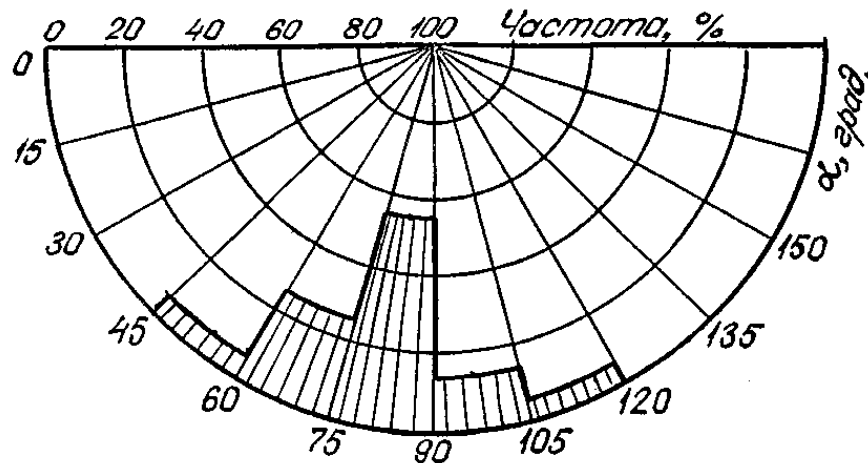


Рисунок 4.5 – Розподілення насіння між дисками сошника при традиційній задній подачі ($V_c = 3,0$ м/с).

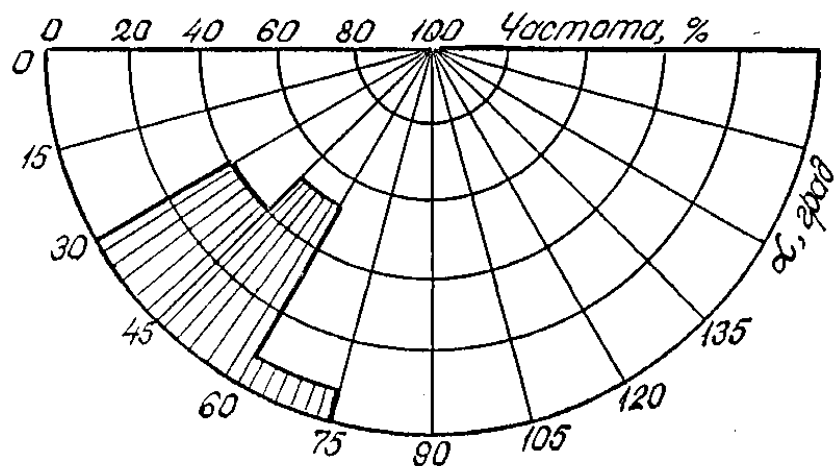


Рисунок 4.6 – Розподілення насіння між дисками сошника при передній подачі ($V_c = 3,0$ м/с).

Кругові діаграми розподілення насіння по секторах диска дають змогу наглядно оцінити, як відносно вертикальної осі дисків і в якій кількості випадає насіння.

У звичайному дисковому сошнику (рис. 4.5) найбільша кількість насіння, більше 50%, після сходу з направлявача торкається стрічки, тобто дна борозни в секторі 75-90°. Решта, друга половина насіння рівномірно розподіляється по сусідніх двох секторах, як по ходу, ближче до точки сходження, так і за вертикальним діаметром. Випадання насіння позаду вертикального діаметра

явище небажане, бо частина насіння буде потрапляти на бічну стінку борозни, друга ж частина буде відбиватися від дна борозни і вилітати за її межі на поверхню ґрунту.

У варіанті дискового сошника, коли насіння подавалося попереду осі в зону точки сходження дисків, 95% насіння потрапляло в сектори $30-45^\circ$ і $45-60^\circ$ (рис. 4.6). Така картина випадання насіння вказує на доцільність установки направлявача насіння під вибраним кутом до вертикалі, рівним 30° .

Результати проведеної швидкісної кінозйомки сошників при бічному розташуванні кінокамери в деякій мірі свідчать про переваги сошника з передньою подачею. В той же час сошник серійного виробництва теж показав задовільну якість розподілення і заробки насіння. Проте, спостереження за роботою дискових сошників у виробничих умовах показують, що вони, особливо в період весняної сівби, коли ґрунт вологий, викидають значну частину насіння на поверхню поля.

Візуальні спостереження за роботою сошників при перегляді відзнятих фільмів не дають можливості повною мірою оцінити розподіл насіння в борозні тим або іншим сошником. Тому була проведена кількісна обробка матеріалів швидкісної кінозйомки.

Відзняті фільми, як вже наголошувалося, оброблялися на монтажному столику "Купава", а також шляхом проектування фільмів через кінопроектор на спеціально розмічені екрани. Розмітка на екранах дозволяла визначати кількість насіння, яке випало на дно борозни і за її межі на поверхню ґрунту. За отриманими даними були побудовані діаграми (рис.4.7), що характеризують розподіл насіння за профілем борозни, а отже по ширині і глибині, в момент заробки їх сошниками при швидкості руху 3,2 м/с. Подвійна обробка дослідних даних забезпечила отримання достовірніших значень розподілу насіння.

Порівнюючи діаграми розподілу насіння сошників, серійного виробництва задньої і передньої подачі, а також сошника з відігнутих вперед направлявачем насіння, можна відзначити, що два останніх укладають на 7-

11% більше насіння на дно борозни і на 5-7% менше викидають за її межі, ніж сошник серійного виробництва з задньою подачею.

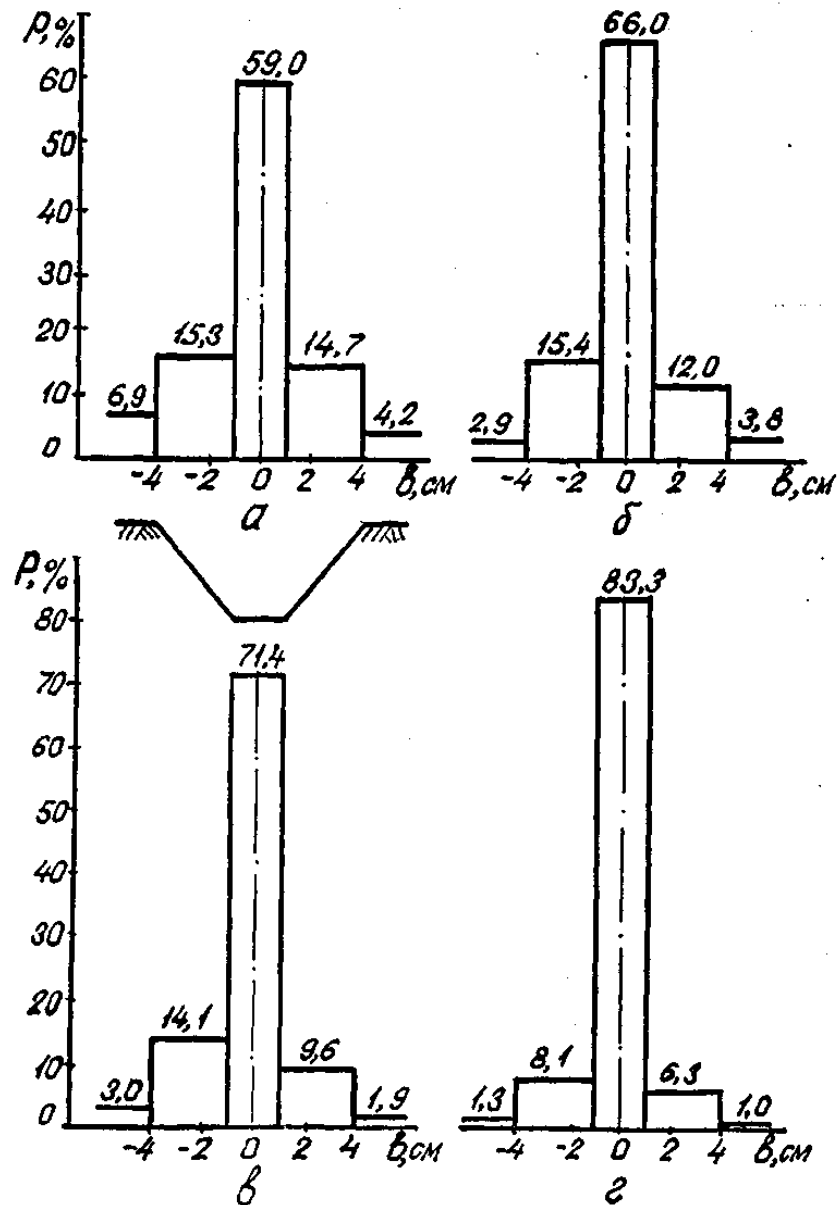


Рисунок 4.7 – Діаграми розподілу насіння по ширині борозенки дисковими сошниками ($V_c = 3,2$ м/с):

- а) - серійного виробництва при задній подачі;
- б) - серійного виробництва при передній подачі;
- в) - з відігнутим вперед направлявачем;
- г) - з передньою подачею.

На стінки борозни випадає, приблизно, рівна кількість насіння. Частина цього насіння, в процесі додаткової заробки, може опинитися на дні борозни,

решта ж його частини розподіляється в ґрунті по декількох горизонтах глибини, від нульового до заданого. Отже, нахил воронки в передньому сошнику і відхилення направлявача вперед в задньому сошнику приводить до декілька кращих показників розподілу, оскільки подача насіння в цих випадках відбувається ближче до точки сходження дисків. Сошник з передньою подачею має якнайкращі показники і порівняно з іншими досліджуваними сошниками. Так, по центру борозни цим сошником розподілено 85% насіння і лише 2,3% викинуто на поверхню ґрунту.

В цілому матеріали швидкісної кінозйомки переконують в можливості поліпшення якості роботи дискових сошників шляхом забезпечення подачі насіння в напрямі точки сходження дисків.

4.2. Вплив відбивачів на якість загортання насіння

Попередніми дослідженнями встановлено, що застосування в дискових сошниках подачі насіння до точки сходження дисків сприяє підвищенню рівномірності заробки насіння по глибині. Другим шляхом поліпшення якості посіву є застосування відбивних пристроїв, що утримують насіння на дні борозни.

Конструкція відбивачів може бути різною (котки, пластини, башмаки), але перевага останнім часом віддається, ґрунтуючись на проведених дослідженнях, пружним пластинчастим відбивачам. Такі відбивачі частково перекривають простір ззаду між дисками, виходять за їх межі на 100-150 мм і припідняті від дна борозни на 15 мм [5, 20, 21, 24, 26].

Не маючи сумніву в ефективності пластинчастих відбивачів все ж таки слід вказати на можливі недоліки їх конструкції. По-перше, відбивачі не перекривають простір між дисками біля дна борозни, а тому не стримують насіння, яке викидається вбік від осі борозни. По-друге, закріплені пластини вимагають індивідуальної точної установки для кожного ряду і кожного сошника. По-третє, невідомо, що може статися з відбивачами, якщо сівалку із

заглибленими сошниками подадуть назад. Логіка підказує, що будь-які додаткові пристрої, що встановлюються на сошнику, повинні сприяти виконанню наступного правила: не стримувати викинуте насіння, а запобігати його викиданню. Конструктивно ж вони повинні бути гнучкими і такими, що самовстановлюються між дисками та мати можливість, при необхідності, відхилятися від встановленого положення. Цим вимогам в якійсь мірі відповідає ланцюговий відбивач.

Раніше нами вже були проведені дослідження сошника серійного виробництва з ланцюговим відбивачем, що закріплений до кінця насінненаправлювача. Результати цих досліджень свідчать про доцільність його застосування. Він укладає на дно борозни 74% насіння, проти 66% в порівнянні з серійним сошником. Тому виникла думка перевірити ефективність ланцюгового відбивача на сошниках з передньою подачею. Надалі відбивач був модернізований, шляхом заміни декількох ланок ланцюга зігнутою пластиною, і названий ланцюгово-пластинчастим. Пластина, розташована між дисками біля дна борозни, виконує функцію заспокоювача відбитого від дна борозни насіння.

Дослідження з визначення впливу ланцюгових і ланцюгово-пластинчастих відбивачів на розподіл насіння по глибині проводилися у виробничих умовах. Вологість ґрунту була в межах 21-22%. Висів проводився на швидкостях 2,00 і 2,96 м/с. Фактичний розподіл насіння визначався підрахунком по етильованій частині рослин кількості насіння в односантиметрових шарах ґрунту. Результати підрахунку приведені в таблиці А.1. додатку. За наслідками дослідів побудовані графіки розподілу насіння по горизонтах глибини (рис. 4.8 і 4.9) і визначені якісні показники, які зведені в таблицю 4.1.

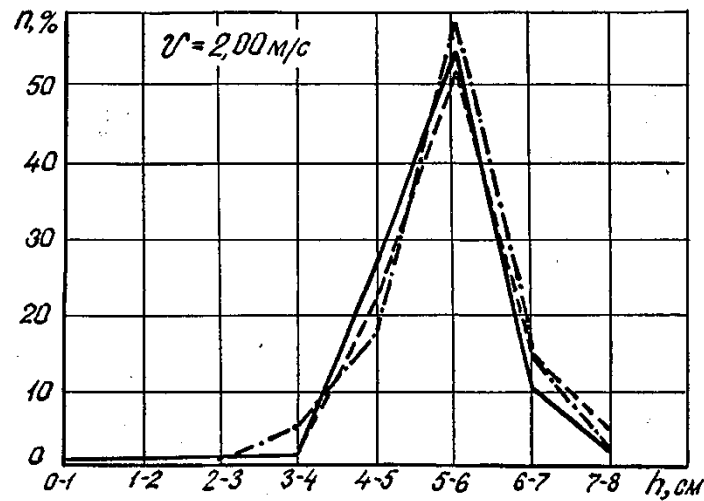


Рисунок 4.8 – Розподіл насіння по горизонтах глибини дисковими сошниками з передньою подачею ($V = 2,00$ м/с):

- без відбивача (контрольний);
- з ланцюговим відбивачем;
- · - · - · - з ланцюгово-пластинчастим відбивачем.

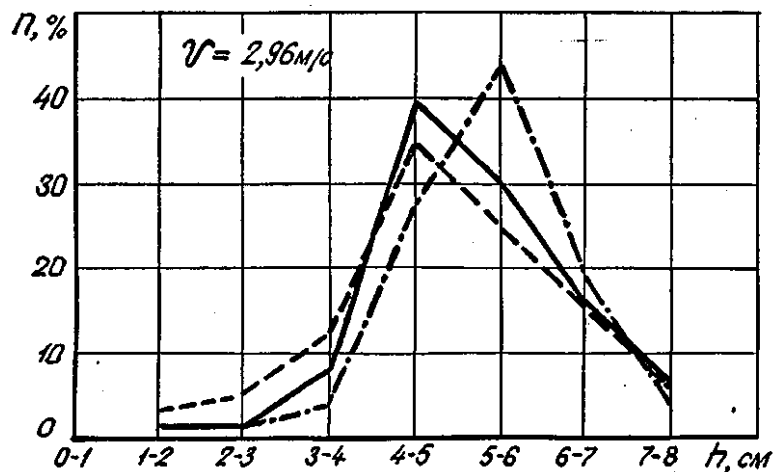


Рисунок 4.9 – Розподіл насіння по горизонтах глибини дисковими сошниками з передньою подачею ($V = 2,96$ м/с):

- без відбивача (контрольний);
- з ланцюговим відбивачем;
- · - · - · - з ланцюгово-пластинчастим відбивачем.

Аналіз графіків і таблиці показує, що під час сівби зернових культур на швидкості до 2,0 м/с вплив відбивачів в конструкції відбивачів як і їх конструкції, на якості заробки насіння позначається мало. У всіх дослідах

отримана порівняно висока якість розподілу більше 90% насіння заробляється в трьохсантиметровому шарі, причому середньоквадратичне відхилення, яке є узагальнюючим показником рівня рівномірності закладення насіння складає 0,85 - 0,96 см.

Таблиці 4.2 – Якісні показники закладення насіння по глибині дисковими сошниками

Сошники	Швидкість сошника, м/с	Показники			$(\bar{X} \pm 1\sigma), \%$ Кількість насіння в шарі ґрунту
		\bar{X} , см	σ , см	V, %	
Сошник с передньою подачею (контрольний)	2,00	5,79	0,96	16,6	92,6
	2,96	5,54	1,14	20,5	84,5
Сошник с передньою подачею і ланцюговим відбивачем	2,00	5,89	0,85	14,4	91,0
	2,96	5,38	1,29	24,1	75,0
Сошник с передньою подачею і ланцюгово-пластинчастим відбивачем	2,00	5,92	0,91	15,3	91,3
	2,96	5,83	1,02	17,5	88,7

На швидкості посіву близько 3,0 м/с отримано декілька несподівані результати. Так, сошник з ланцюговим відбивачем показує гіршу якість заробки, ніж контрольний сошник без відбивача. Мабуть кінець ланцюга, що йде на глибині пятого-шестого горизонтів, відбиває насіння не вниз, а в сторони і сусідні верхні горизонти. Кількість насіння, заробленого в межах допуску, складає всього 75%.

Добрі результати показав сошник з ланцюгово-пластинчастим відбивачем. Як видно з рис. 4.9 крива розподілу насіння цим сошником зміщена щодо інших у бік більшої глибини, що є наслідком позитивної дії відбивача на насіння. Кількість насіння, заробленого в шар заданої глибини і в два суміжних з ним шаром складає 88,7 %, що задовольняє агротехнічні вимоги. Значення середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації для даного сошника є найменшими і дорівнюють, відповідно, 1,02 см і 17,2%, проти 1,14 см і 20,5%

для сошника без відбивача (контрольного).

Проведені дослідження дають змогу зробити наступні висновки. Ефективність ланцюгового відбивача проявляється при низькій якості заробки насіння, а тому від подальшого його дослідження і застосування слід відмовитися. Перспективнішим є комбінований ланцюгово-пластинчастий відбивач, який сприяє більш рівномірній заробці насіння і відрізняється від інших відбивачів простотою конструкції та установки, а також надійністю під час експлуатації

Оптимальними параметрами ланцюгово-пластинчастого відбивача є: довжина розгортки пластини 240-250 мм; довжина пластини у виготовленому вигляді 120-130 мм; ширина пластини в передній частині 12 мм, в задній - 20 мм; довжина гнучкої підвіски 90-100 мм; висота установки пластини над дном борозни 10-20 мм.

4.3. Розподіл насіння і добрив експериментальним комбінованим сошником

Утворення в процесі роботи ґрунтового прошарку між насінням і добривами є головною вимогою, що ставиться до комбінованих сошників [5, 20, 21, 24, 26].

Експериментальний комбінований сошник (рис. 2.8) здатний забезпечити утворення як бічного, так і вертикального ґрунтового прошарку. Бічний ґрунтовий прошарок створюється за рахунок того, що добрива укладаються в середину 6-7-ми сантиметрового міжряддя, вертикальний - за рахунок різного по глибині ходу дисків, які створюють борозну для добрив, і лапирозширювача, що створює ложе для насіння. Якщо величина бічного прошарку залежить тільки від конструктивних параметрів сошника, то на величину вертикального прошарку впливають як параметри, так і характер розподілу в ґрунті насіння і добрив.

Досліди з вивчення розподілу в ґрунті насіння і добрив комбінованим сошником проводилися в польових умовах під час господарських випробувань експериментальної сівалки.

Вологість ґрунту була в межах 18 – 20%. Глибина ходу дисків 9 см. У дослідах використовувалося насіння пшениці і ячменю, останнє використовувалося замість добрив. Глибина заробки насіння і добрив визначалася розгрібанням борозни і замірюванням з допомогою мірної лінійки з послідуєчим підрахунком кількості відповідного насіння в знятих горизонтах ґрунту .

В таблиці 4.2 приведені якісні показники заробки технологічного матеріалу при швидкості руху сошника 1,24, 2,00 і 2,96 м/с.

Таблиця 4.2 – Якісні показники роботи експериментального комбінованого сошника

Матеріал, що висівається	Показники	Швидкість руху сошників, м/с		
		1,24	2,00	2,96
Насіння пшениці	\bar{X} , см	6,01	5,86	5,55
	σ , см	1,14	0,92	1,05
	V, %	18,97	15,7	18,92
	p, %	1,55	1,25	1,61
Насіння ячменю (міндобрива)	\bar{X} , см	8,17	8,03	7,25
	σ , см	1,13	1,19	1,30
	V, %	13,80	14,87	17,98
	p, %	1,18	1,08	1,75
Величина ґрунтового прошарку	$\Delta\bar{X}$, см	2,16	2,17	1,70

Розглядаючи представлені якісні показники роботи експериментального комбінованого сошника можна відзначити, що характер розподілу в ґрунті насіння і добрив однаковий - основна маса їх зосереджена в

трьохсантиметровому шарі ґрунту. Однак слід відмітити, що вплив швидкості руху сошника на величину вертикального ґрунтового прошарку позначатиметься лише на підвищених швидкостях його роботи.

За величину вертикального ґрунтового прошарку зазвичай приймають різницю між середніми значеннями глибини заробки насіння і глибини заробки добрив. Ця різниця $\Delta\bar{X}$ (табл. 4.2), на перших двох прийнятих швидкостях 1,24 і 2,00 м/с, є однаковою і становить 2,16 і 2,17 см. На швидкості ж 2,96 м/с величина вертикального прошарку зменшується до 1,7 см.

З таблиці також видно, що середня глибина заробки обох компонентів із збільшенням швидкості сошника зменшується, причому інтенсивніше зменшення спостерігається при заробці добрив дисками. Явище це відоме і достатньо вивчене. Воно викликане двома причинами: по-перше, вимілюванням сошників при підвищеній швидкості їх руху і, по-друге, перерозподілом висіваного матеріалу у верхні горизонти.

Оцінюючи якість заробки технологічного матеріалу величиною середньоквадратичного відхилення і коефіцієнтом варіації, можна відзначити наступне. Під час заробки насіння лапою-розширювачем немає чіткої закономірності зміни даних показників залежно від швидкості руху, можна лише з деяким наближенням говорити про постійність їх значень. При заробці ж насіння (добрив) дисками, закономірність спостерігається: із збільшенням швидкості сошника зростають значення середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації, тобто якість заробки погіршується.

В цілому якість заробки насіння і добрив є достатньо хорошою. У всіх дослідах, за винятком останнього, кількість насіння, яке було укладене в трьохсантиметровий шар ґрунту, складає більше 80%. Якщо такий рівень якості заробки насіння лапою-розширювачем і слід було чекати, то подібний рівень заробка добрив дисками є декілька несподіваним. Тут позначилися умови проведення дослідів і впливу на матеріал, що зароблявся, лапи, як відбивача.

Підводячи підсумок цим дослідженням можна зробити висновок про те, що запропонований комбінований сошник здатний заробляти добрива між

рядками насіння і декілька, на 2,2 - 1,7 см, глибше за нього. Таке розміщення виключає негативний вплив добрив, внесених в підвищених дозах, на насіння і, надалі, на молоді рослини.

Висновки до розділу 4

1. Диски сошників, що обертаються, мають суттєвий вплив на траєкторію руху насіння. Останні потрапляють на той або інший диск і зміщуються назад у напрямі обертання дисків.

2. Основною причиною викидання насіння у верхні горизонти є відбивання його від дна борозни і повторна зустріч з дисками, що обертаються.

3. Зменшити відбивання насіння від дна борозни можна направивши його до точки сходження дисків. Для цього розтруб повинен бути встановлений попереду осі дисків з нахилом 30°.

4. Сошник з передньою подачею укладає на дно борозни 80-83% насіння, що на 20% більше, ніж сошник серійного виробництва.

5. Підвищити рівномірність заробки насіння по глибині можна застосувавши ланцюгово-пластинчастий відбивач. Його розміри: довжина в розвернутому вигляді 240-250 мм; довжина у виготовленому вигляді 120-130 мм; ширина пластини в передній частині 12 мм, в задній - 20 мм; довжина гнучкої підвіски 90-100 мм; висота установки над дном борозни 10-20 мм.

6. Запропонована конструкція експериментального комбінованого сошника є перспективною, оскільки забезпечує більш оптимальні параметри борозноутворення порівняно з іншими конструкціями сошників.

7. Експериментальні комбіновані сошники забезпечують роздільну заробку насіння і добрив. Рядки добрив розміщуються на 3,0-3,5 см в стороні і на 1,7-2,2 см глибше від глибини заробки рядків насіння.

8. Рівномірний розподіл насіння на два потоки в комбінованому сошнику забезпечується конструкцією розтруба-дільника з такими параметрами: ширина

розтруба 22,2 мм; довжина похилої частини 173 мм; кут нахилу розтруба в поздовжньо-вертикальній площині 0,57 радіан.

9. Експериментальні комбіновані сошники більш рівномірно в порівнянні з сошниками серійного виробництва заробляють насіння по глибині, але поступаються серійним вузькорядним сошникам по рівномірності розподілу насіння на площі поля.

10. Локальне припосівне внесення в ґрунт мінеральних добрив комбінованими сошниками має незаперечну перевагу перед розкидним способом їх внесення, що виразилося в підвищенні урожаю. Із збільшенням норм внесення мінеральних добрив ефект від їх локалізації знижується.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Моделювання процесу виникнення травм та аварій

Метод логічного моделювання процесів формування виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд, будівель виробничих процесів і технологій [11, 16].

Аналіз умов, обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показав, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови «дерева» відказів та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві. Так побудовані операторні або логіко-імітаційні моделі травм при роботі на заточувальних і токарних верстатах, на деревообробних пристроях та верстатах, моделі дорожньо-транспортних пригод, пожеж на складах баз паливно-мастильних матеріалів, на підприємствах комбікормової промисловості, птахофабриках, моделі травм при виконанні газо-, електрозварювальних робіт, аварій при експлуатації посудин, що працюють під тиском та багато інших [11, 16].

Аналіз моделей процесів формування й виникнення аварій, травм і катастроф показав, що вони повністю імітують усі процеси та явища, що беруть участь у їх зародженні й виникненні. У зв'язку з цим моделі, що одержали назву «дерево відказів» та «дерево відказів техніки помилок оператора», можна назвати імітаційними оскільки виникнення кожної наступної події знаходять шляхом логічного аналізу попередніх, то для кращого розуміння суті таких моделей їх можна назвати логіко-імітаційними.

Основні принципи побудови моделі такі. Вивчається виробництво, на якому мали місце раніше або можуть мати місце аварії, виробничі травми чи

катастрофи. Наприклад, на складах зберігання вибухових речовин (пестициди, мінеральні добрива, склади зберігання палива тощо) найнебезпечнішим явищем може бути вибух або загоряння речовини. Приймаючи подію «вибух» як головну і зв'язуючи цю подію шляхом логічного аналізу з наступною подією, що обумовлює її виникнення, за допомогою логічних операторів «І», «АБО» та інших, приходимо до кінцевих подій, з яких і починає формуватися головна подія «вибух». За своєю формою така модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву «дерево відказів і помилок». Кінцеві події мають назву базових [11, 16].

Для побудови логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи, що характеризують ті чи інші події. Як правило, побудова моделі починається з головної події, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій.

Кожен блок рисунка, позначений відповідним номером, означає подію (у загальному вигляді) або окремий етап побудови моделі: 1 – відказ (аварія, травма, катастрофа) системи – головна подія; 2 – послідовність подій, що призводять до відказу системи; 3 – послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів «І», «АБО» та інших; 4 – усі вхідні і вихідні події, що входять до моделі, зображуються у вигляді прямокутників з відповідними написами всередині; 5 – послідовний підхід до базових подій, частоти виникнення яких відомі; 6 – базові події зображують у вигляді кружечків із написами всередині, вони є межею аналізу побудованої моделі («дерева помилок»).

5.2. Розробка логічно-імітаційної моделі травм

Опишемо методику побудови логічно-імітаційної моделі. Головною причиною, яка зумовлює виникнення травми, модель якої необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва виникає.

Після вибору домінуючого явища (події) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”, використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як домінуюча чи головна [11, 16].

Перш за все визначаються травмонебезпечні ситуації та їх кількості, що можуть мати місце в процесі що розглядається, визначаємо ще й інші події, що входять до кожної такої ж ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Необхідно мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Визначаємо ймовірність базових подій. Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі. На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логічно-імітаційної моделі

Побудова логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі механізованого обробітку ґрунту складемо перелік базових подій. Вони лежатимуть в основі даної моделі. Кожній події (пункту) присвоюють певне значення ймовірності його виникнення:

1.. Стан охорони праці на виробництві

$P_1 = 0,3;$

2.. Несерйозне відношення до проходження ТО	$P_2 = 0,09;$
3.. Відсутність комплектуючих	$P_3 = 0,15;$
4.. Невисока міцність	$P_4 = 0,08;$
5.. Виникнення перешкод на полі під час робочого ходу	$P_6 = 0,16;$
6. . Застарілі технічні засоби	$P_7 = 0,25;$
7. . Досвід роботи	$P_{12} = 0,5;$
8. . Професійний рівень тракториста	$P_{13} = 0,5;$
9. . Психофізіологічний стан тракториста	$P_{14} = 0,32;$

Наведені події дають змогу побудувати матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічна інтерпретація якої зображено на рис. 5.1.

Розглянемо травмонебезпечну ситуацію, що виникає за умови обробітку ґрунту на значних ухилах поля, близько ярів чи при їх об'їзді, котра може призвести до перекидання ґрунтообробного агрегату, а також розрахуємо ймовірності виникнення подій, що формують логіко-імітаційну модель процесу механізованого обробітку ґрунту у весняний період.

Ймовірність виникнення події P_5 визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 0,3 + 0,09 + 0,08 + 0,15 - 0,3 \cdot 0,09 - 0,3 \cdot 0,08 - 0,3 \cdot 0,15 - 0,09 \cdot 0,08 - 0,09 \cdot 0,15 - 0,08 \cdot 0,15 + 0,3 \cdot 0,09 \cdot 0,08 \cdot 0,15 = 0,49$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо так:

$$P_{10} = 0,3 + 0,09 = 0,39$$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо:

$$P_{11} = 0,2 \cdot 0,49 \cdot 0,3 \cdot 0,39 = 0,0115$$

Ймовірність виникнення події P_{15} визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,32 = 0,08$$

Ймовірність події P_{18} :

$$P_{18} = 0,5 \cdot 0,32 = 0,16$$

Ймовірність події P_{19} :

$$P_{19} = 0,08 \cdot 0,16 = 0,0128$$

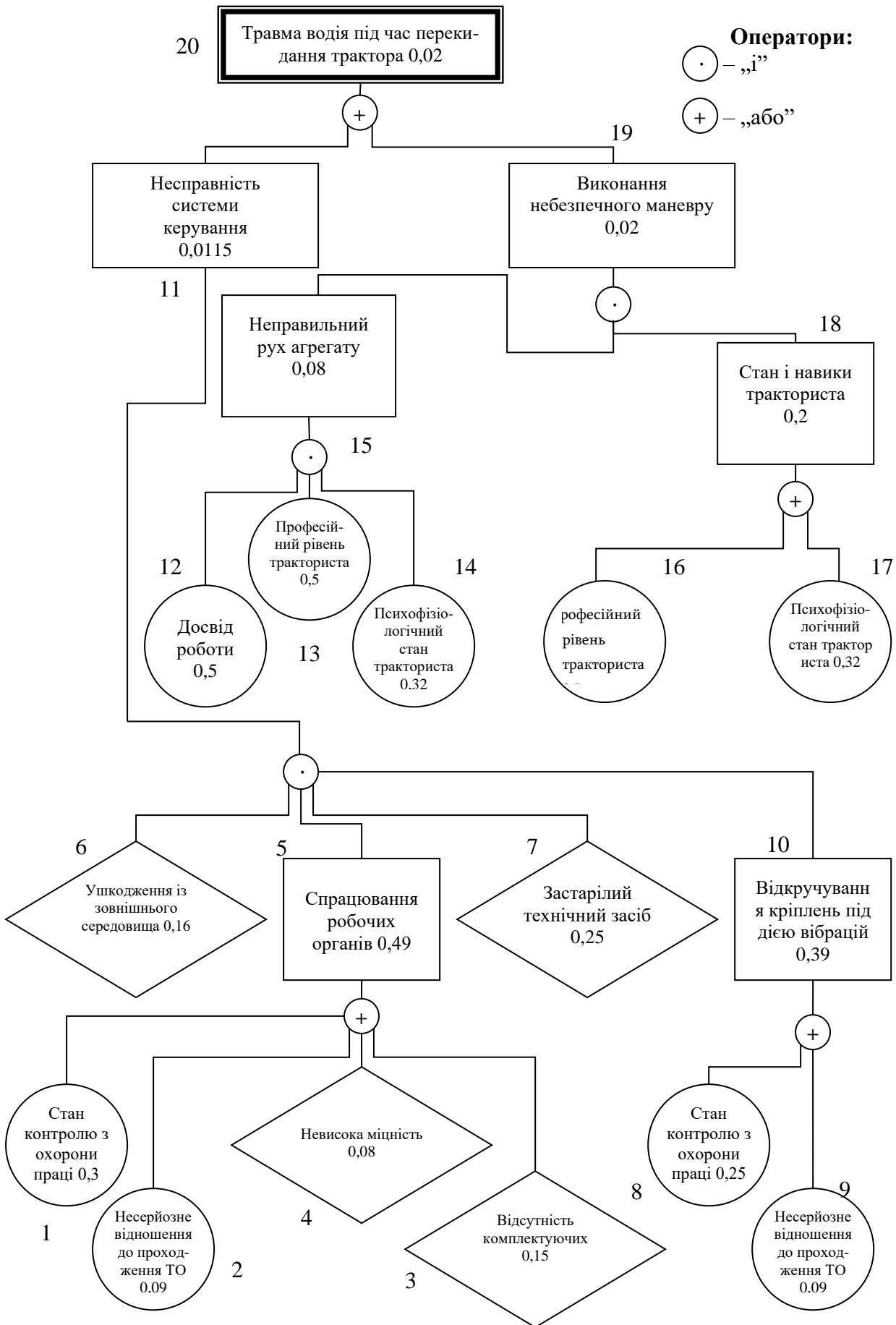


Рисунок 5.1 – Матриця логічних взаємозв'язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації

Ймовірність події P_{20} :

$$P_{20} = 0,0115 + 0,0128 = 0,0243$$

За нашими розрахунками ймовірність виникнення травми тракториста під час перекидання ґрунтообробного агрегату є досить мала і становить $P_{20} = 0,0243$. Дослідження аварій і травм за принципом “логіко-імітаційної моделі”, та обґрунтування заходів охорони праці, дають можливість знизити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій. Якщо необхідно оцінити рівень небезпеки робочого місця тракториста, слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які враховують усі стани обладнання та самого робочого місця, а також поведінку тракториста і розрахувати ймовірність виникнення можливих травм [11, 16].

5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

На сьогоднішній день природно-техногенна безпека для населення і території, зумовлена зростанням втрат людей, що спричиняється небезпечними природними явищами, промисловими аваріями та катастрофами. Ризик надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру невпинно зростає, тому питання захисту цивільного населення від надзвичайних ситуацій на сьогодні є дуже важливе.

Згідно із Законом “Про цивільну оборону України” відповідальність за організацію цивільної оборони лягає на керівництво підприємства. Керівництво підприємств повинно забезпечити працівників засобами захисту (індивідуального та колективного), створює загони для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій [23].

У системі цивільної оборони окремого господарства необхідно забезпечити захист населення таким чином:

- можливість укриття населення у захисних спорудах;
- використання засобів індивідуального і медичного захисту;

– будівництво захисних споруд, насадження лісосмуг.

Основні положення Женевської конвенції щодо захисту жертв війни та додаткових протоколів до неї, можливого характеру воєнних дій, реальних можливостей держави щодо створення матеріальної бази захисту. З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має право проводитися спеціальний комплекс заходів.

Інформування населення, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної, територіальних та об'єктових систем оповіщення населення.

Медичний захист проводиться для зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідеміологічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного та хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального захисту, організацію і проведення спеціальної обробки.

Біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, їх характеру і масштабів, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

Висновки до розділу 5

1. Під час механізованої сівби культур є досить висока ймовірність виникнення ситуацій які можуть вплинути на стан здоров'я виконавця робіт. Охорона праці на робочому місці тракториста, в кабіні трактора та біля нього, значним чином впливає на використання робочого часу і на продуктивність машини загалом.

2. За описаним Д.Хенлі і Х.Кумамото методом побудови “дерева” відмов і помилок операторів різних систем, дало змогу вести математичну обробку моделі ціль якої є одержання ймовірності виникнення таких випадкових подій, як аварія, травма, катастрофа та ДТП. Цей метод (логічного моделювання процесів), варто використовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд будівель, виробничих процесів і технологій.

3. В основі методики оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від явища що досліджується.

4. На сьогоднішній час ризик виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру невинно зростає, тому слід звернути увагу на те, які дії має виконувати цивільне населення при виникненні надзвичайних ситуацій. Тому слід забезпечити створення матеріальної бази захисту з метою захисту населення.

6. РЕЗУЛЬТАТИ ГОСПОДАРСЬКИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗЕРНОТУКОВОЇ КОМБІНОВАНОЇ СІВАЛКИ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Зернотукова комбінована сівалка (рис.6.1) є переобладнаною зерною сівалкою СЗ-3,6А.

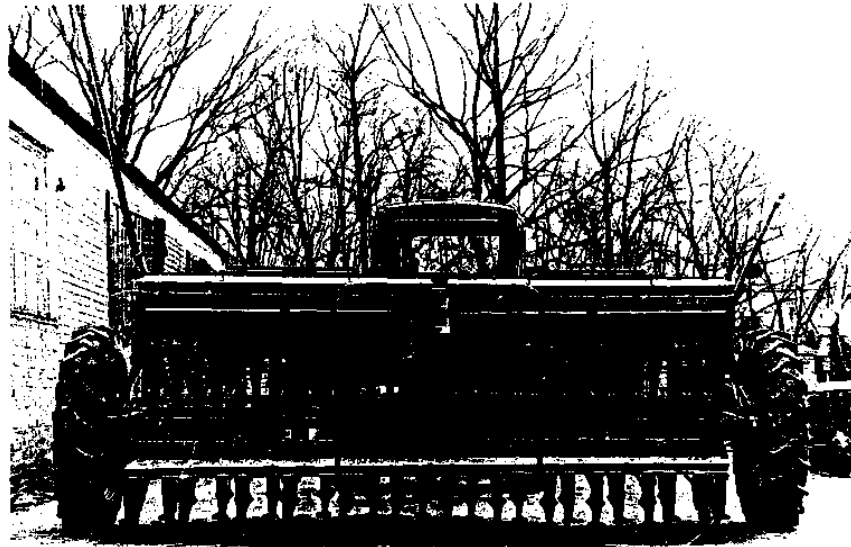


Рисунок 6.1 – Сівалка есперементальна зернотукова комбінована

Господарські випробування зерно тукової комбінованої сівалки проводилися на полях фермерського господарства „Балинське” Львівського району Львівської області.

Метою випробувань переобладнаної зернотукової комбінованої сівалки є перевірка у виробничих умовах роботи експериментальних комбінованих сошників і сівалки в цілому, оцінка всіх конструктивних змін, внесених до сівалки, визначення ефективності припосівного локального способу внесення мінеральних добрив.

Переобладнання існуючої зернової сівалки серійного виробництва для здійснення посіву зернових культур з одночасним локальним внесенням мінеральних добрив полягало в установці на неї експериментальних комбінованих сошників, додаткових тукопроводів та маркерів з механізмом підйому. Крім того, були внесені зміни в механізмі передач до туковисіваючих апаратів і збільшена місткість тукового ящика.

Спочатку на сівалку було встановлено двадцять чотири експериментальних сошники, (рис.6.2), які забезпечували заробку такої ж кількості рядків добрив з міжряддями 15 см і 48-ми рядків насіння з міжряддями 8,5 і 6,5 см.

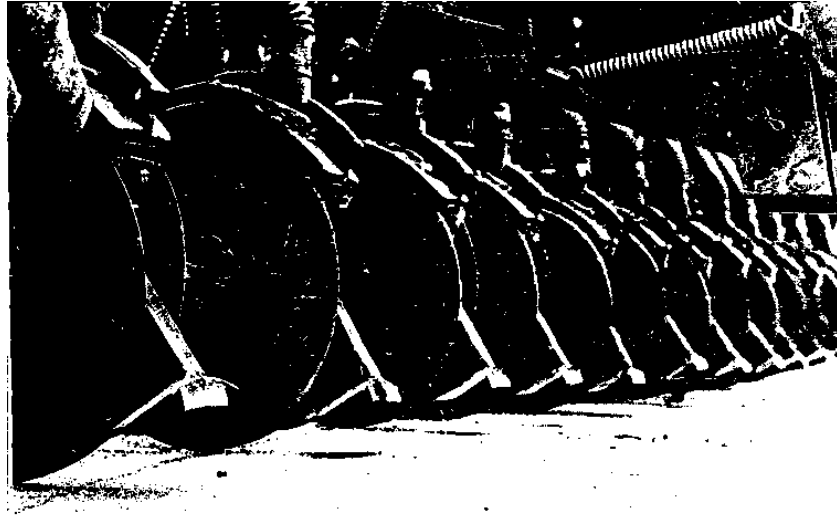


Рисунок 6.2 – Експериментальні комбіновані сошники

Але надалі, коли стало очевидним, що прохідність прийнятої сошникової групи недостатня - забивання міжсошникового простору великими грудками ґрунту і утворення ґрунтового валу, на сівалку встановлювалося тільки двадцять сошників, які розміщувалися в ряду один від одного на відстані 36 см, тобто на 6 см більше традиційного. У цьому випадку відстань між рядками добрив становила 18 см, а між рядками насіння відстань була 11,5 і 6,5 см. Для такої розстановки сошників на сошниковому брусі сівалки були просвердлені додаткові отвори. У відповідних місцях, на кожній половині сівалки, були закриті по два апарати для висіву насіння і мінеральних добрив.

Відомо, що місткість тукового ящика сівалки СЗ-3,6А становить 212 дм³, що в два рази менше місткості зернового ящика і, що, при внесенні підвищених доз добрив, спричиняє за собою часті зупинки посівного агрегату для завантаження сівалки мінеральними добривами. Щоб зменшити кількість зупинок було прийнято рішення про збільшення місткості тукового ящика шляхом нарощування його стінок додатковими бортами. Практично здійснено нарощування тільки задньої стінки, оскільки додатковим бортом передньої

стілки служила кришка ящика. Нарощування полягало в закріпленні до верхньої частини стінки гнучкої транспортерної стрічки шириною 0,3 м. Стрічку, з пропущеним через неї металевим прутком, можна встановлювати на спеціальних стояках в робоче положення, відкидати назад при завантажуванні основної місткості ящика і укладати всередину його при транспортуванні та зберіганні.

В процесі господарських випробувань необхідно було вносити підвищені, такі, що наближаються до повних, дози добрив. Але при рекомендованих передаточних відношеннях редуктора і відповідних їм частотах обертання катушок можна висівати невеликі, до 200 кг/га, дози добрив. Тому потрібно було внести зміни в приводі до туковисіваючих апаратів, які дали би змогу збільшити частоту обертання катушок. На місце вихідної зірочки ($z = 8$) редуктора була встановлена зірочка з 17 зубами. Такі зміни викликали необхідність у визначенні нових можливостей туковисіваючих апаратів. Для цього в стаціонарних умовах, на кожній установці редуктора, провели пробний, з триразовою повторністю, висів мінеральних добрив. Знову отримані орієнтовні норми висіву добрив (гранульованого суперфосфату) використовувалися під час регулювання експериментальної зернотукової комбінованої сівалки.

Подача мінеральних добрив від висівних апаратів до комбінованих сошників здійснювалася через додаткові тукопроводи. Кріплення їх до тукового лотка (рис.6.3) здійснювалось через лійки, що раніше використовувалися на зернових сівалках.

Вибір поля для господарських випробувань комбінованої сівалки зумовлювався виконанням ряду умов. Перша з них полягала в тому, щоб на полі, з часу збирання попередника і до посіву, не вносилися мінеральні добрива. Суть другої умови полягає в можливості проведення посіву без великих розривів в строках, тобто за 1-2 дні. І останньою умовою є однорідність поля по складу ґрунту і родючості, що можливо на порівняно невеликих площах. Тому було вибрано поле саме з врахування вищевказаних умов.

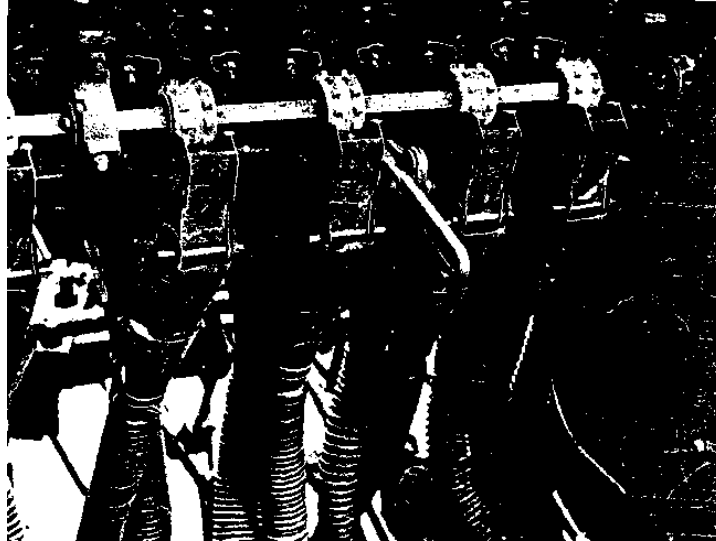


Рисунок 6.3 – Кріплення додаткових тукопроводів на експериментальній сівалці.

Грунт поля - вилужені чорноземи. Підготовка поля до посіву полягала в оранці і дворазовій культивуванні. Остання культивування проводилася перед посівом.

Сівба зернових культур проводилася у встановлені агротехнічні строки. Висівалася озима пшениця з нормою висіву 220-240 кг/га, яка прийнята в господарстві. Агрегатувалася сівалка (рис.6.1) з трактором класу 1,4. Завантаження сівалки насінням здійснювалося вручну, а добрива завантажувалися спеціально виготовленим завантажувачем. Проводилися також контрольні посіви з попереднім, перед передпосівною культивуванням, внесенням певних доз тих же добрив розкидним способом.

Із зими посіви вийшли з густотою, що допускається агротехнічними вимогами, а тому не виникала необхідність в підсіві або пересіванні поля. В період вегетації рослин додаткове підживлення не проводилася.

До початку збирання на контрольних ділянках виразно були видні недоліки розкидного внесення добрив - вилягання хлібної маси в місцях суміжних проходів розкидача мінеральних добрив. На ділянках, де добрива були внесені комбінованою сівалкою, вилягання хлібної маси не

спостерігалось. Отже, локальний спосіб внесення мінеральних добрив забезпечує високу рівномірність розподілення їх на всій площі поля.

Збирання врожаю на дослідних і контрольних ділянках зазвичай велося прямим комбайнуванням. Урожай, отриманий на відповідних ділянках, визначався після отримання даних з вагової та ретельного вимірювання площі зібраних ділянок. Окрім того, у зв'язку з напруженістю під час збирання урожаю і неможливістю організації збирання його по ділянках, облік урожаю проводився шляхом взяття проб у вигляді снопів з восьми метровок, рівномірно віддалених одна від одної. Результати обліку урожаю, отримані під час проведення господарських випробувань експериментальної комбінованої сівалки зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати господарських випробувань експериментальної комбінованої сівалки

Номер досліджу	Культура	Площа, га	Дози мінеральних добрив	Спосіб внесення мінеральних добрив	Урожай, ц/га
1	Озима пшениця "Миронівська 808"	6	N ₅₀ P ₆₀ K ₅₀	Локальною сівалкою	62,2
2	Озима пшениця "Миронівська 808"	4	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	Розкидачем мінеральних добрив	39,7
		13	N ₃₀ P ₃₀ K ₂₀	Локальною сівалкою	38,5
3	Ярий ячмінь "Іллінецький"	19	Без мінеральних добрив	—	24,0
		8	N ₃₀ P ₄₀ K ₂₀	Локальною сівалкою	40,1
4	Озима пшениця "Миронівська 808"	11	P ₆₀	Локальною сівалкою	43,4
5	Озима пшениця "Миронівська 808"	10	Амофос (300кг/га) розкидачем мінеральних добрив		36,1
		20	Амофос (300 кг/га) сівалкою локальною		39,8

З таблиці 6.1 видно, що в кожному з дослідів помітний певний ефект від локалізації добрив. Так, половинні дози, внесені сівалкою, забезпечують отримання приблизно такого ж урожаю, що і повні, внесені розкидним способом (дослід №2). У п'ятому досліді, коли вносилися однакові дози амофосу сівалкою і розкидачем, вищий урожай зібраний на ділянці, де добрива були зароблені в ґрунт комбінованими сошниками експериментальною сівалкою

Решта дослідів (перший, третій і четвертий) засвідчують, що, застосовуючи локальний спосіб внесення добрив експериментальною сівалкою, можна отримувати достатньо високий урожай.

Економічна ефективність використання нової сільськогосподарської техніки, в нашій магістерській роботі сівалки для посіву зернових культур з одночасною, відокремленою від насіння, заробкою мінеральних добрив, визначена за типовою методикою методом співставлення витрат на виконання операцій посіву і внесення добрив досліджуваною сівалкою і аналогічною базовою сівалкою серійного виробництва [12, 17].

Результати всіх розрахунків зведені в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати вартісного оцінення загальних експлуатаційних витрат комплексу машин для механізованого процесу сівби зернових культур з використанням базової та експериментальної сівалки

№ з/п	Назва показника	Розмірність	Питомі витрати, грн/га	
			Базовий варіант 1РМГ-4+СЗ-3,6А	Експериментальна сівалка СЗ-3,6Е
1	Амортизаційні відрахування	грн/га	972,69	537,77
2	Відрахування на ремонт та ТО	грн/га	67,59	52,78
3	Витрати на зарплату	грн/га	51,40	37,79
4	Витрати на ПММ	грн/га	349,50	250,00
	Експлуатаційні витрати	грн/га	1441,18	878,34

Таким чином, виконання вище наведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання механізованого процесу сівби зернових культур з використанням базової та експериментальної сівалки. Сумарна потреба у коштах для виконання цих робіт на площі 91 га становитиме відповідно: для базового варіанту – 131147,38 грн., а для експериментальної сівалки – 79928,94 грн., що на 51218,44 грн менше.

Висновки до розділу 6

1. Метою випробувань переобладнаної зернотукової комбінованої сівалки є перевірка у виробничих умовах роботи експериментальних комбінованих сошників і сівалки в цілому, оцінка всіх конструктивних змін, внесених до сівалки, визначення ефективності припосівного локального способу внесення мінеральних добрив.

2. Переобладнання існуючої зернової сівалки серійного виробництва для здійснення посіву зернових культур з одночасним локальним внесенням мінеральних добрив полягало в установці на неї експериментальних комбінованих сошників, додаткових тукопроводів та маркерів з механізмом підйому. Крім того, були внесені зміни в механізмі передач до туковисіваючих апаратів і збільшена місткість тукового ящика.

3. Проведені розрахунки питомих експлуатаційних витрат коштів на виконання механізованого процесу сівби зернових культур з використанням базової та експериментальної сівалки, дав змогу встановити, що сумарна потреба у коштах для виконання цих робіт на площі 91 га становитиме відповідно: для базового варіанту – 131147,38 грн., а для експериментальної сівалки – 79928,94 грн., що на 51218,44 грн менше.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В результаті аналізу конструкцій висіваючих апаратів серійних зернових сівалок встановлено, що вони допускають значну нерівномірність висіву насіння, а їхній висів змінюється в залежності від зовнішніх умов (кута нахилу сівалки, рівня насіння в бункері тощо).

2. Для спрощення регулювання норми висіву насіння висівні апарати повинні бути централізованими з подальшим розподілом насінневого потоку по насіннєпроводах до сошників.

3. Встановлено, що висів зернових по стерні попередника має наступні переваги: зменшується до мінімуму, кількість технологічних операцій з підготовки ґрунту до сівби, або ж такі операції взагалі не потрібно проводити; стерня попередника сприяє затриманню снігу, що збільшує запаси вологи в ґрунті, а також зменшує ризик вимерзання озимини взимку;

4. Для забезпечення повного підрізання бур'янів та зменшення тягового опору сівалки виконано розрахунок стрільчастої лапи-сошника, за допомогою яких встановлено раціональні її геометричні параметри та побудовано розгортку листового матеріалу для виготовлення лапи.

5. З метою покращення якості висіву насіння та зменшення металоємності сівалки запропоновано нову конструкцію спірального висіваючого апарата, для якої визначено основні параметри та режими роботи.

6. Обґрунтовано програму і методику експериментальних досліджень, яка дає змогу оцінити вплив параметрів та режимів роботи зернової сівалки з гвинтовим висіваючим апаратом на показники якості сівби.

7. Проведені розрахунки питомих експлуатаційних витрат коштів на виконання механізованого процесу сівби зернових культур з використанням базової та експериментальної сівалки, дав змогу встановити, що сумарна потреба у коштах для виконання цих робіт на площі 91 га становитиме відповідно: для базового варіанту – 131147,38 грн., а для експериментальної сівалки – 79928,94 грн., що на 51218,44 грн менше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арендаренко В.М., Дудніков І. А., за заг. ред. канд. техн. наук, доцента В. М. Арендаренка. Теорія механізмів і машин у прикладах і задачах. Київ : Університетська книга, 2023. 176 с.
2. Булгаков В.М., Черниш О.М., Адамчук В.В., Березовий М.Г., Яременко В.В. Теорія механізмів і машин. Підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 608 с.
3. Василенко П.М. Основи аналітичних методів землеробської механіки. Київ: Вид-во НАУ, 1998. 28 с.
4. Васильків І. М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 184 с.
5. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Теорія сільськогосподарських машин. Практикум : Навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2008. 200 с..
6. Гайдучок В. М., Затхей Б. І., Лінник М. К. Теорія і технологія наукових досліджень. Навчальний посібник. Львів : Афіша, 2005. 232 с.
7. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; За ред. В.Д. Гречкосія. Київ : Урожай, 1988. 360 с.
8. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2009. 84 с.
9. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
10. Костюк В. О. Прикладна статистика: навч. Посібник. Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 191 с.
11. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 1993. 220 с.

12. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку. Збірник наук.пр. НАУ. *Механізац. с.г. ви-ва.* Т.ХІV. 2003. С. 189-194.

13. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підруч. / Царенко О.М., та ін.; за ред. С. С. Яцуна. Київ : Мета, 2003. 448 с.

14. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / [редкол. : М. В. Зубець (гол. редколегії) та ін.]. Київ : Урожай, 2004. 560 с.

15. Основи наукових досліджень. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №2 і №3 для студентів факультету механізації сільського господарства. Львів. 1998. 38с.

16. Охорона праці. Методичні рекомендації до виконання розділу з охорони праці у дипломних проектах. Львівський національний аграрний університет, 2012 р.

17. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с.

18. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.

19. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.

20. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підруч. / Д. Г. Войтюк, та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2005. 464 с.

21. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підруч. / Д. Г. Войтюк, та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Університетська книга, 2020. 543 с.

22. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підруч. / Войтюк Д. Г. та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.
23. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Київ: Урожай. 1994. 360 с.
24. Технологія машинобудування (дипломне проектування): Навчальний посібник/ І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. Львів : Новий світ, 2007. 768 с.
25. Ткач Є. І., Сторожук В. П. Загальна теорія статистики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.]. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 442 с.
26. Шмат К.І., Сисолін П.В. Методи і принципи проектування сільськогосподарських машин і агрегатів. Харків : Олді-плюс, 2009. 120 с

ДОДАТКИ

Додаток А.

Таблиця А.1 – Результати обчислення на ЕОМ значень параметрів руху насіння

Варіант розрахунків	Значення обчислюваних параметрів						
	τ_i	χ_i	γ_i	Z_i	χ'_i	γ'_i	Z'_i
1	0,0137	0,0677	0,0437	0,0000	-0,0827	0,9966	0,5772
	0,0520	0,0672	0,0581	0,0079	0,4046	0,1321	-0,2803
	0,1421	0,0984	0,0750	-0,0066	0,9750	-0,4245	0,0910
	0,0657	0,1787	0,0592	0,0059	1,4684	-0,0106	0,0910
2	0,0069	0,0677	0,0437	0,0000	-0,1654	1,9932	1,1544
	0,0244	0,0667	0,0577	0,0079	0,3213	0,6505	-0,5900
	0,0494	0,0768	0,0755	-0,0064	0,8150	-0,0995	0,2554
	0,2585	0,1263	0,0783	0,0061	1,2429	-0,7595	-0,0431
	0,0417	0,1847	0,0521	-0,0017	1,5560	-0,4968	-0,0431
3	0,0046	0,0677	0,0437	0,0000	-0,2482	2,9898	1,7316
	0,0158	0,0666	0,0576	0,0080	0,2608	1,1828	-0,9018
	0,0281	0,0717	0,0771	-0,0062	0,7513	0,1916	0,4224
	0,0903	0,0958	0,0850	0,0056	1,1554	-0,4727	-0,1405
	0,0550	0,1708	0,0686	-0,0077	1,5689	-0,1258	-0,1405
4	0,0069	0,0677	0,0437	0,0000	-0,1654	1,9932	1,1544
	0,0235	0,0667	0,0577	0,0079	0,1916	0,8023	-0,6020
	0,0391	0,0733	0,0783	-0,0061	0,5752	0,1767	0,2900
	0,0904	0,1016	0,0900	0,0051	0,9297	0,2371	-0,1100
	0,0490	0,1562	0,0860	-0,0054	1,2980	0,0717	-0,1100
5	0,0069	0,0677	0,0437	0,0000	-0,1654	1,9932	1,1544
	0,0254	0,0667	0,0577	0,0079	0,4513	0,4983	-0,5766
	0,0661	0,0800	0,0724	0,0067	1,3947	0,2191	1,0404
	0,0736	0,1776	0,0604	0,0161	1,5934	0,0891	0,2191
6	0,0119	0,0395	0,0462	0,0000	0,2858	2,6817	0,5176
	0,0230	0,0434	0,0786	0,0061	0,7585	1,2912	-0,4165
	0,0235	0,0629	0,1100	-0,0034	1,0810	0,3848	0,2505
	0,0666	0,0957	0,1208	0,0024	1,7145	-0,3601	-0,0870
	0,0202	0,1321	0,1148	-0,0017	1,8668	-0,2323	-0,0870
7	0,0880	-0,0321	0,0383	0,0000	1,3268	1,1132	0,9999
	0,0404	-0,0201	0,0483	0,0088	1,1608	0,7431	-0,5059
	0,0419	0,0186	0,0738	-0,0065	1,3344	0,3824	0,2685
	0,0796	0,0812	0,0954	0,0046	1,6391	-0,1953	-0,1129
	0,0880	0,1506	0,0926	-0,0043	1,9310	0,0496	-0,1129
8	0,0028	-0,0321	0,0380	0,0129	0,5310	1,7507	0,9999
	0,0300	-0,0336	0,0333	0,0101	0,5271	1,1692	-0,5629
	0,0315	-0,0143	0,0710	-0,0068	0,9350	0,8541	0,3475
	0,0313	0,0189	0,1014	0,0041	1,3970	0,4645	-0,2165
	0,0480	0,0663	0,0191	-0,0026	1,7896	-0,0794	0,1028
	0,0322	0,1278	0,0198	0,0033	2,0315	0,1234	0,1028

Таблиця. А.2 – Розміщення рослин вздовж рядка на п'ятисантиметрових ділянках

Сошники	Швидкість насіння, км/год	Одиниці виміру	Кількість п'ятисантиметрових ділянок з числом рослин							
			0	1	2	3	4	5	6	7
Експериментальний комбінований	5,5	шт. %	76 26,4	69 23,3	63 21,9	39 13,5	25 8,7	8 2,8	5 1,7	2 0,7
	8,1	шт. %	65 22,7	79 27,4	70 24,3	36 12,5	23 8,0	9 3,1	4 1,4	2 0,7
	11,5	шт. %	64 22,2	83 28,8	65 22,7	41 14,2	21 7,3	8 2,8	4 1,4	2 0,7
	13,9	шт. %	58 20,1	90 31,2	66 22,9	45 25,6	18 6,3	6 2,1	2 0,7	3 1,0
Дисковий вузькорядний	5,6	шт. %	74 25,7	73 25,3	58 20,1	44 15,3	26 9,0	10 3,5	2 0,7	1 0,3
	8,1	шт. %	62 21,5	84 29,2	73 25,3	34 11,8	24 8,3	7 2,4	3 1,0	1 0,3
	11,5	шт. %	60 20,8	91 31,6	67 23,3	43 14,9	18 6,3	8 2,8	3 1,0	1 0,3
	13,9	шт. %	57 19,8	94 32,6	70 24,3	39 13,5	20 6,9	6 2,1	1 0,3	1 0,3

Таблиця А.3 – Розміщення рослин на площі вузькорядними сошниками

Сошники	Швидкість насіння, км/год	Одиниці виміру	Кількість п'ятисантиметрових ділянок з числом рослин							
			0	I	2	3	4	5	6	7
Експериментальний комбінований	5,5	шт.	211	83	63	38	23	8	4	2
		%	48,8	19,2	14,6	8,8	5,3	1,8	0,9	0,5
	8,1	шт.	206	82	70	36	23	9	4	2
		%	47,7	19,0	16,2	8,3	5,3	2,1	0,9	0,5
11,5	шт.	209	81	68	41	21	8	3	1	
	%	48,4	18,8	15,7	9,5	4,9	1,8	0,7	0,2	
13,9	шт.	200	93	67	45	17	6	2	2	
	%	46,3	21,5	15,5	10,4	3,9	1,4	0,5	0,5	
Дисковий вузькорядний	5,6	шт.	217	77	58	43	24	10	2	1
		%	50,2	17,8	13,4	10,0	5,5	2,3	0,5	0,2
	8,1	шт.	206	86	72	33	24	7	3	1
		%	47,7	19,9	16,7	7,6	5,5	1,4	0,7	0,2
11,5	шт.	202	92	65	43	18	3	3	1	
	%	46,8	21,3	15,0	9,9	4,2	1,8	0,7	0,2	
13,9	шт.	200	101	67	38	19	5	1	1	
	%	46,3	23,4	15,5	8,8	4,4	1,1	0,2	0,2	

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Початкові дані вартісного оцінення експлуатаційних витрат комплексу машин для механізованого процесу сівби зернових культур з використанням базової та удосконаленої сівалки

Варіанти	Склад агрегату		Вартість машини		Амортизація		Коеф зайнятості трактора	Коеф зайнятості машини	ТО і ремонт		Годинна платня		Річне напрацювання	
	трактор	с.-г. машини (їх кількість)	трактор	с.-г. машини (їх кількість)	трактор	с.-г. машини (їх кількість)			трактор	с.-г. машини (їх кількість)	Трактористів	Допоміжних робітників	трактор	с.-г. машини (їх кількість)
Сівба в базовому варіанті	МТЗ-82	СЗ-3,6А	750000	242000	15	12	0,147	1	0,099	0,07	136,05	0	1350	140
Внесення мінеральних добрив	МТЗ-82	1-РМГ-4	750000	220000	15	12	0,075	0,35	0,099	0,12	136,05	0	1350	200
Сівба з дослідною сівалкою	МТЗ-82	СЗ-3,6Е	750000	270000	15	12	0,147	1	0,099	0,07	136,05	0	1350	140

