

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет механіко-технологічний**

УДК 631.36:636.2.084.74

**ПОГОДЖЕНО**

Декан механіко-технологічного  
факультету

Братішко В. В.

(підпис)

(П.І.Б.)

«        »

2024р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри механізації  
тваринництва

Хмельовський В.С.

(підпис)

(П.І.Б.)

«        »

2024р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему **Дослідження конструкційних та технологічних параметрів  
посівного комплексу Vitu/ Kockerling при посіві озимого  
ріпаку**

Спеціальність

«Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи:

К.т.н. ст. викл

Ачкевич В.І.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

Виконав:

Ячменьов Артем Олександрович

(підпис)

(П.І.Б. студента)

Київ -2024

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри механізації тваринництва

Д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(науковий ступінь, вчене  
звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

« \_\_\_\_\_ »

2024р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Ячменьов Артем Олександрович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність

«Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи

Дослідження конструкційних та технологічних

параметрів посівного комплексу Vitu/ Kockerling при посіві озимого ріпаку

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

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи

Техніко-економічна характеристика

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

довідкова література.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Обґрунтування процесу посіву ріпаку, аналіз посівних комплексів

2. Дослідження параметрів, висівних органів посівних машин

3. Визначення охорони праці та економічної ефективності впровадження

Дата видачі завдання

« \_\_\_\_\_ »

2023 р.

Керівник магістерської роботи

Ачкевич В.І.

Завдання прийняв до

виконання

## РЕФЕРАТ

Ячменьов А. О. /Дослідження конструкційних та технологічних параметрів посівного комплексу Vitu Kokerling при посіві озимого ріпаку/

Магістерська кваліфікаційна робота. Київ: НУБіП України, 2024. 74 с., 18 слайдів презентації.

Список використаних джерел налічує 42 назв.

Ріпак - це популярна олійна культура, яку вже багато років вирощують в Україні. Жовті ріпакові поля можна побачити у всіх регіонах нашої країни. Ділимося інформацією, як виглядає ріпак. Це трав'яниста однорічна рослина сімейства хрестоцвітих. Висота дорослої рослини від 1 до 2 м. Стебло розгалужене, прямостояче. Сильно розвинена стрижнева коренева система. Після цвітіння утворюються стручки до 12 см, у кожному з них – до 30 насінин.

Його популярність обумовлена низкою чинників.

1. Широка сфера застосування. Продукція з ріпаку використовується у кулінарії, сільському господарстві та промисловості.

2. Безвідходність виробництва. У переробку йде не тільки насіння, але також їх відходи та зелена маса.

3. Висока рентабельність. Відсоток олії в насінні ріпаку - до 50%, більше, ніж у соняшнику. Для вирощування ріпаку потрібні низькі витрати, яке на світовому ринку висока.

4. В умовах постійно зростаючих цін на енергоносії цікавить використання ріпакової олії як біопалива для електростанцій. Подібна технологія вже успішно працює у Європі. Можливо, згодом її буде реалізовано також і в Україні.

Існують озимий та ярий види ріпаку. Сорти української селекції комбінують у собі стабільно високу врожайність та раніше дозрівання.

Ріпак - ідеальний попередник. Він покращує структуру ґрунту, зменшує засміченість полів, сприяє накопиченню органічної речовини у ґрунті. Це збільшує врожайність наступних культур, особливо зернових.

Для сівби озимого ріпаку повинно бути дотриманим ключове правило — вона має бути своєчасною. Для сівби озимого ріпаку використовують різноманітний арсенал посівних агрегатів. Передусім це класичні механічні чи пневматичні універсальні сівалки, здатні провадити висів досить широкого спектра культур. Також це спеціальні навісні міні-сівалки, спроможні виконувати висів одночасно із підготовкою ґрунту. І нарешті це досить широко розповсюджена впродовж останніх років технологія сівби ріпаку із використанням агрегатів для стріп-тілл.

**Задачі дослідження:**

- Проаналізувати ринок сівалок та посівних комплексів, що використовуються для посіву ріпаку.
- Вдосконалити конструкційні параметри сівалки Vitu Kokerling для посіву ріпаку.
- Проаналізувати технологічні параметри удосконаленої конструкції сівалки Vitu Kokerling та встановити залежності покращення якості роботи.
- Провести теоретичні дослідження технологічного процесу закладення насіння з рівномірним розподілом їх по глибині та обґрунтувати параметри притискної пластини.
- Експериментально дослідити в лабораторних та польових умовах вплив конструктивних параметрів притискної пластини на рівномірність укладання насіння по глибині загортання.
- Визначити економічну ефективність розробленого удосконалення

**Об'єктом дослідження** – технологічний процес посіву озимого ріпаку.

**Предмет досліджень** - закономірності процесу бороздоутворення, ущільнення дна борозди та розподілу насіння по глибині при використанні дискового сошника з притискною пластиною.

**Ключові слова:** посівний комплекс, дисковий сошник, притискна пластина, економічна ефективність.

# ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	6
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	8
1.1 Агротехнічні вимоги посіву ріпаку.....	8
1.2 Способи посіву озимого ріпаку .....	9
1.3 Конструкції сошників посівних машин.....	12
1.4. Технології та технічні засоби загортання насіння в ґрунт .....	14
1.5. Аналіз впливу сошників на фізико-механічні властивості ґрунту при посіві.....	20
1.6. Висновки з розділу. Мета і завдання досліджень .....	23
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ В ҐРУНТ З УЩІЛЬНЕННЯМ ДНА БОРОЗЕНКИ</b> .....	25
2.1 Запропонована технологія закладання насіння в ґрунт, пристрій і робота вдосконаленого сошника .....	25
2.2 Визначення геометричних параметрів притискної пластини .....	32
2.3 Визначення тягового опору вдосконаленого сошника .....	37
2.4 Визначення залежності деформації пружини .....	44
2.5 Визначення стійкості ходу сошника.....	51
Висновки з розділу .....	62
<b>РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	64
3.1 Загальна програма експериментальних досліджень .....	64
3.2 Програма лабораторних досліджень .....	64
3.3 Лабораторна установка .....	64
3.4 Методика обробки експериментальних даних .....	68
3.5 Визначення параметрів пружних елементів удосконаленого .....	69

3.6 Програма польових досліджень .....	72
3.7 Методика проведення польових досліджень .....	73
<b>РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІД-</b>	
<b>ЖЕНЬ .....</b>	<b>80</b>
4.1 Результати дослідження за визначенням опору переміщенню сошника від глибини ходу і швидкості руху.....	80
4.2 Результати досліджень пружних властивостей елементів удосконаленого сошника .....	83
4.3 Результати дослідження тиску на дно борозенки .....	84
4.4. Результати польових випробувань зерновий сівалки з удосконаленим сошником.....	90
Висновки з розділу... ..	92
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	97
ДОДАТКИ... ..	100

## ВСТУП

Ріпак – (*Brassica napus*) – однорічна рослина, яка має довгий і тонкий стрижневий корінь, зазвичай 30-100 см заввишки. Існує також сорт Canola, який зараз популярний серед канадських фермерів. Насіння ріпаку широко відоме як ріпак, який культивується в основному заради багатого на олію насіння. Насіння ріпаку оптом постачається з України на потужні переробні підприємства ЄС.

Ріпак є третім за величиною джерелом рослинної олії у світі, а перші два місця посідають пальма та соя. 95% усього українського ріпаку – це озима культура, головним чином тому, що наш клімат краще підходить для озимих сортів, а отже, краща врожайність, якість і більший вміст олії. Якщо говорити про врожайність, то за останні 20 років наші аграрії збільшили її з 1 тони з 1 га до 2,5-3 ц/га. Дві основні сфери використання включають виробництво харчової олії та виробництво біопалива. Ріпакова олія майже не має запаху, але має легкий горіховий смак і містить альфа-ліноленову кислоту, а також основні жирні кислоти Омега 3, 6 і 9. Насіння ріпаку використовується в їжу людям і тваринам, а також на корм птахам. Крім харчової промисловості, ріпак також використовують у металургійній, текстильній промисловості; виробництво шкіри та мила. Після віджиму ріпакової олії як побічний продукт залишається шрот, який можна використовувати на корм, оскільки він багатий білком і може конкурувати з соєвим шротом. Іноді фермери вирощують ріпак як сидерат і покривну культуру. Ріпакова олія може бути використана як дизельне паливо, біодизельне паливо – прямо або в суміші з нафтовими дистилятами.

Україна посідає друге місце в світі за експортом ріпаку. Більшість українського ріпаку навалом надходить до країн ЄС, до 70-80% якого використовується для виробництва біопалива.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Агротехнічні вимоги посіву ріпаку

Озимий ріпак вирощують на ґрунтах з умістом гумусу не нижчим за 1,5% і кислотністю ( $pH$ ) 6,0–7,0. Непридатними для вирощування ріпаку є ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод і легким механічним складом (піщані ґрунти, торф'яники).



Рис. 1.1. Посіви ріпаку

Ріпак можна вирощувати у сівозмінах із різним набором сільгоспкультур. Проте треба дотримуватися таких вимог: оптимальним є сівба ріпаку озимого після культур, які рано звільняють поле, в основному це зернові та зернобобові, а також однорічні та багаторічні трави (на один укіс). За наявності у сівозміні цукрових буряків та соняшнику термін між сівбою ріпаку й названими культурами має бути не менше ніж два роки. Ріпак повертати на попереднє місце у сівозміні можна не раніше ніж через чотири роки.

Передпосівна підготовка ґрунту під озимий ріпак є ключовим аспектом успішного вирощування.

Цей етап передбачає стабілізацію структури ґрунту після оранки, збереження вологи, а також формування рівномірного верхнього шару з дрібнозернистою структурою, що є важливим для контролю бур'янів.

Оскільки ріпак формує стрижневу кореневу систему, ідеальною технікою основного обробітку вважається оранка на глибину 22-25 см. Оранку можна альтернативно замінити дискуванням за допомогою дискаторів або важких дискових борін на глибину 20-22 см. Перед таким обробітком рекомендується провести луцення стерні дисковими агрегатами для замикання вологи в короткі терміни після збору попередніх культур, хоча для економії іноді оранку виконують одразу після збирання озимої пшениці без попереднього луцення стерні.

Солома має бути добре подрібнена та рівномірно розподілена на посів озимого ріпаку та під час подальших агротехнічних заходів, незалежно від того, використовується традиційна система обробітку ґрунту чи безвідвальна. Найкращий час для проведення основного обробітку — за 3-4 тижні до передпосівної підготовки. Це допомагає ґрунту осісти та забезпечити потрібну структуру для орного шару.

Технологія вирощування озимого ріпаку включає в себе й обробку ґрунтів, що має забезпечувати ідеальні умови для коріння рослин. Важливо уникнути ущільнення ґрунту, що може заблокувати доступ кисню до коренів та обмежити їх ріст. Використання культиваторів дозволяє добре розпушити верхній шар ґрунту та забезпечити належну вологість і температуру для насіння.

Ефективний передпосівний обробіток ґрунту, який включає культивацію на глибину 3-5 см протягом 20-25 днів після оранки, сприяє формуванню дрібногрудкуватої структури. Цей процес сприяє створенню ідеального ложа насіння озимого ріпаку та збереженню оптимального рівня вологи у ґрунті.

Традиційний обробіток ґрунту має включати наступний комплекс заходів під вирощування озимого ріпаку:

1. Дискування або луцнення стерні.
2. Внесення добрив, оранку на глибину 22-25 см з одночасним боронуванням чи коткуванням.
3. Передпосівна культивуація.
4. Подвійне прикочування до та після сівби.

У разі мінімального обробітку, процес може включати: дискування, внесення добрив, культивуацію або обробіток комбінованим агрегатом та прикочування після сівби.

Для забезпечення оптимальних умов, можлива підготовка ґрунту може включати: дискування на 10-12 см з внесенням добрив, оранку на 28-30 см або глибоке рихлення на 32-35 см, культивуацію на 12-15 см за технологією TopDown (ефективне розпушування ґрунту, рівномірний розподіл решток рослин та підготовка насінневого ложа), передпосівну культивуацію на 2-3 см, сівбу на глибину 2-3 см, коткування та внесення ґрунтового гербіциду. Найкраща глибина сівби для традиційного обробітку становить 2-3 см, тоді як для мульчування вона повинна бути 3-4 см.

## **1.2. Способи посіву озимого ріпаку**

Кращим способом сівби є рядковий, з міжряддям 15, 25, 35 см, але можна висівати ріпак і на ширину 45 або 70 см (рис. 1.2.). Після висівання обов'язкове коткування. В окремих випадках рекомендується проводити коткування до сівби.

За заявленою середньою врожайністю озимого ріпаку від більшої до меншої оригінаторів насіння можна умовно розмістити в такому порядку: DSV (3,63 т/га), DEKALB (3,26 т/га), LG (3,08 т/га), SAATBAU (3,04 т/га), NPZ (LEMBKE) (2,95 т/га), Corteva Agriscience (2,76 т/га).

Проте ситуація з урожайністю озимого ріпаку по насінневих компаніях може бути іншою й більшою мірою залежати від ґрунтів на полі, вибору технології, помилок агрономів тощо.

Часто сорти й гібриди української селекції нічим не гірші від закордонних і не поступаються їм за урожайністю, але коштують у 2-3 рази дешевше. Крім того, на «поганих», закислених, малородючих ґрунтах, яких в країні стає дедалі більше, не має значення, до якої селекції належить гібрид чи сорт озимого ріпаку через приблизно однакову урожайність, а має значення вартість посівної одиниці.



Рис. 1.2. Рядковий посів озимого ріпаку

Норма висіву сортів — 1-1,2 млн схожих насінин/га (4-6 кг/га), а гібридів — 0,5-0,7-1,0 млн схожих насінин/га (2-4 кг/га). Для іноземної селекції норма висіву озимого ріпаку залежно від сорту або гібриду становить 0,5-0,7 млн схожих насінин/га, а для вітчизняних — 0,8-1,2 млн схожих насінин/га.

Глибина загортання насіння у вологому ґрунті — 1,5 -2 см, у разі сухого верхнього шару — до 3 см. На легких ґрунтах насіння загортають на глибину 2,5-3,0 см, на важких — 1,5-2,0 см (табл. 1).

Ріпак потребує твердого ложа для насіння, яке якісно формують анкерні сошники. У разі збільшення глибини сівби понад 3-4 см схожість насіння зменшується на 25 - 30%.

У випадку запізнення зі строками сівби глибина загортання насіння має бути мілкою, близько 2 см. Але за несприятливих умов зимівлі ріпак може повністю вимерзнути або буде дуже зрідженим.

Слід враховувати біологічну особливість рослин ріпаку, яка характерна відсутністю бокових корінців у перший період вегетації. Для заглиблення

стержневого коріння потрібне добре розпушений ґрунт і ущільнення верхнього горизонту.

### Орієнтовні норми висіву озимого ріпаку

Терміни сівби	Орієнтовні значення для норми висіву, кількість насінин на кв.м	
	Чистолінійні сорти	Гібриди
Рання сівба, 10 - 20 серпня	50 - 55	35 - 45
Середня сівба, 20 - 31 серпня	Більше 55	45 - 50
Пізня сівба, на початку вересня		Більше 55

Оптимальна густина стояння залежить від розвитку рослини. У разі пізнього посіву або складних умов сівби може розвинути не більше восьми листків. Має бути досягнута густина стояння 40–50 рослин на м<sup>2</sup>. За раннього посіву та оптимальних умов ріпак часто здатен розвинути понад 12 листків. Тому необхідно запобігти надмірному росту рослин. Таким чином, цільова густина стояння не має перевищувати 40 рослин/м<sup>2</sup> (для оптимального розподілу слід орієнтуватися на щільність 25 рослин/м<sup>2</sup>). Є дані, що оптимальна густина посіву для ріпаку становить 30-60 рослин/м<sup>2</sup> для гібриду та 80-100 рослин/м<sup>2</sup> — для сорту.

Занадто висока норма висіву призводить до витягування центрального стебла. При цьому рослини розвиваються дружно, їх регенеративні органи закладаються за меншої довжини стебла. Вона може спричинити некроз кореневої шийки, загибель рослин. Знижена норма висіву провокує підвищення забур'яненості, недостатню кількість рослин на одиниці площі.

В результаті прикочування пухкий ґрунт ущільнюється, відновлюється її капілярність, волога з нижніх шарів піднімається вгору і підвищується вологість в зоні укладання насіння.

Як зазначають вчені, чим тісніше лежать грудочки ґрунту один до одного, тим швидше пересувається волога.

Щільне прилягання грудочок найбільш просто досягається прикочуванням поля катком. Цей спосіб створює умови для швидкого руху води до насіння і тим самим забезпечується для них більш сприятливий водний режим.

За даними В.Т. Фогеля, врожай ріпаку в міру збільшення щільності ґрунту над насінням до  $0,95 \dots 1,00 \text{ г/см}^3$  підвищується, а збільшення щільності більше  $1 \text{ г/см}^3$  веде до зниження врожайності (рис. 1.3).

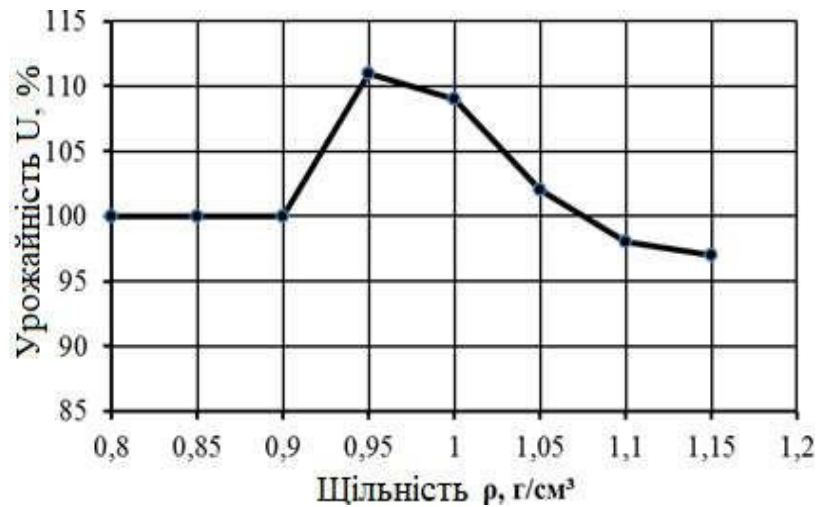


Рис. 1.3. Вплив щільності ґрунту над насінням в борозні на врожай ріпаку

Ряд авторів [14, 25, 26,] та ін. прийшли до висновку, що при обробці ґрунту основною умовою для забезпечення гарної схожості і подальшого розвитку рослин є розпушування верхнього шару ґрунту на глибину загортання насіння і формування більш щільного насінневого ложа, тобто шару, в якому знаходиться насіння. Оптимальна щільність ґрунту, що необхідна для проростання насіння, визначалась багатьма дослідниками. Так, А. І. Шевлягін приводить залежності врожайності ріпаку від щільності ґрунту [14]. Тут же наведені залежності врожайності ріпаку від щільності ґрунтів різних механічних складів. Таким чином, оптимальна для насіння щільність ґрунту становить близько  $1,3 \text{ г/см}^3$ .

Приведений аналіз впливу якості загортання насіння на врожайність сільськогосподарських культур дозволяє сформулювати основні вимоги, до робочих органів сівалок. Вони повинні забезпечити ущільнене насінневого ложа оптимальної щільності.

### 1.3. Огляд конструкцій сівалок для сівби ріпаку

Розвиток конструкцій посівних машин нерозривно пов'язаний з розвитком технологій сівби, а відтак посівні машини доцільно розглядати, в першу чергу, за технологічним призначенням.

Для сівби озимого ріпаку використовують різноманітний арсенал посівних агрегатів. Передусім це класичні механічні чи пневматичні універсальні сівалки, здатні провадити висів досить широкого спектра культур. Також це спеціальні навісні міні-сівалки, спроможні виконувати висів одночасно із підготовкою ґрунту. І нарешті це досить широко розповсюджена впродовж останніх років технологія сівби ріпаку із використанням агрегатів для стріп-тілл.

Найбільшу групу становлять рядкові сівалки. Вони застосовуються в основному за традиційних технологій вирощування ріпаку, коли ґрунт до сівби готується шляхом багаторазових механічних обробіток з формуванням посівного ложа. Це одноопераційні, прості за конструкцією і тому найбільш надійні та дешеві машини, які мають відносно малу матеріаломісткість. Комплектуються різними типами сошників. У широкозахватних агрегатах використовують і причіпні варіанти цих машин, які приєднують до зчіпок

Ринок сільгосптехніки у сегменті посівної техніки представлений переважно машинами для зернового та просапного напрямку (сівалки точного висіву). Серед закордонних виробників машини точного висіву виготовляють компанії Väderstad, Fendt, Horsch, Kinze, Maschio Gaspardo тощо. Український виробник представлений такими брендами:

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

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

Безступінчасте регулювання норми висіву насіння здійснюється безпосередньо з кабіни трактора за рахунок використання електродвигунів.



**Рис. 1.4. Сівалки марки «Vega 8 Profi Mini-Till»**

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

- Робоча швидкість — від 2,5 до 9 км/год.
- Рекомендована потужність трактора — від 80 до 120 к.с.

Відмінною характеристикою моделі, за словами виробника, є електропривід американської компанії Graham, здатний вимикати секції.

Крім того, у комплектації висівний апарат Profi, грудковідвід, V-подібні прикочуючі колеса з регульованим зусиллям прикочування, копіювальні котки і

колеса зі спицями, високе розташування висівного апарату, електронна система контролю Helios, 4 комплекти висівних дисків.

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

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

Рекомендована потужність трактора — від 80 к.с.

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



Рис. 1.5. Сівалки марки «Vesta»

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

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

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

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

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

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

Робоча швидкість — 3,6-9 км/год.

Продуктивність — 2-5 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 120 к.с.

Три серії просапних сівалок виготовляє завод «Ремсинтез».

- сівалки причіпні серії «Атрія», «Атрія-8» та «Атрія-8 А.Л.»;
- сівалки навісні серії СПУ (на 4 (з міжсекційним розміщенням), 6 та 8 рядків);
- сівалки причіпні дискові серії «Церера».

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

Робоча швидкість — 2,5-9 км/год.

Продуктивність — 1,4-5,1 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 80 к.с.+



Рис. 1.6. Модель 8-рядкова СПУ-8

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

Робоча швидкість — до 10 км/год.

Продуктивність — 4-5,6 га/год.

Рекомендована потужність трактора від — 110 к.с.+

Останньою новинкою у сегменті машин точного висіву є «Церера» — дискова причіпна 8-рядкова сівалка з робочою шириною 5,6 м. Агрегатуються з трактором потужністю від 80 к.с. Як і моделі попередньо описаних серій, в сівалці реалізоване одночасне з висівом внесення сухих мінеральних добрив. Об'єм бункерів для насіння/добрив становить 8x35 л/4x150 л. Опційно оснащується транспортним пристроєм для переміщення машини дорогами загального призначення.



Рис. 1.7. Модель Церера

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

- просапні сівалки точного висіву серії SPM, що представлена асортиментом з трьох моделей SPM 6, SPM 8 та SPM 16;
- універсальний посівний комплекс STS MAGIA для смугового обробітку.

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

Одну серію навісних і причіпних сівалок точного висіву з гарною назвою «Вікторія» має в асортименті компанія Optikon. Машини призначені для пунктирного висіву каліброваного і некаліброваного насіння кукурудзи, соняшнику та сої з одночасним внесення сухих добрив і мікродобрив. Об'єм бункерів для насіння / добрив становить 270/470 л у 6-рядкової версії.

Серія складається з трьох моделей «Вікторія 6» та «Вікторія 8» і «Вікторія+». В сівалках встановлені висівні пристрої Kleine, система контролю висіву, V-подібні прикочуючі колеса з регульованим зусиллям прикочування. Висів насіння на задану глибину забезпечує дводисковий сошник з подвійними колесами-копірами. Для роботи по нульовій технології є хвилясті турбо-диски, які готують ґрунт і очищають ложе від пожнивних решток.

Робоча швидкість машин — 8-11 км/год.

Рекомендована потужність трактора — від 100 к.с. (Вікторія 6) та від 150 к.с. (Вікторія 8).

Одну модель просапної сівалки в своєму асортименті має компанія «Тодак». Це універсальна СТВТ-12/8М, що представлена у 12-рядковому виконанні, з унікальною пневмомеханічної системою висіву, призначена для висіву буряків, кукурудзи, соняшнику, сої і бавовни з одночасним роздільним внесенням в рядки гранульованих міндобрив.

Призначену для точного висіву 8-рядкову машину виготовляє завод ХМЗ. Крім комбайнів і жаток в асортименті продукції компанії модель СП-8 — «Весна-8». Сівалка призначена для висіву каліброваного і некаліброваного насіння технічних та овочевих культур з міжряддям 70 см. Здатна працювати як за традиційною, так і за нульовою технологією. Одночасно з посівом також висіває добрива (об'єм бункера для насіння/добрив становить 256/1260 л відповідно).

Робоча швидкість машини — 10 км/год.

Продуктивність — до 5,6 га/год.

Рекомендована потужність трактора — 100-120 к.с.

Фірма «Horsch» розробила сімейство комбінованих ґрунтообробнопосівних машин з централізованими висівними системами. Сімейство включає машини із

шириною захвату 3, 4, 6, 8 і 9 м. Машини складаються з центрального бункера ємкістю 2,2...3,6 м<sup>3</sup> пневмомеханічної висівної системи, важкого культиватора з набором різнотипних робочих органів, борони-вирівнювача і котків у вигляді коліс з гумовими шинами (рис. 1.7).



**Рис. 1.7. Сівалки марки «Horsch»**

Останнім часом на ринку сільськогосподарської техніки з'явилися широкозахватні комбіновані посівні агрегати, що створені на базі важких культиваторів та спеціальних модулів з централізованими пневмомеханічними висівними апаратами. Типовою з них є висівна система фірми «Flexi-Coil» з шириною захвату від 8,2 до 17,4 м. До комплекту цієї системи входять висівний модуль і культиватор моделі 820. Висівний модуль виконано у вигляді причепа, на якому розміщено бункер для насіння й добрив ємкістю від 3,5 до 8,0 м, дозатори, вентилятор високого тиску з пневмопроводами, шнековий завантажувач посівного матеріалу. Висівний модуль закріплюється попереду, а в деяких моделях - позаду культиватора.



**Рис. 1.8. Висівна система „Flexi-Coil”**

Призначення його - дозувати і подавати по пневмопроводах посівний матеріал до пневморозподільників, встановлених на рамі культиватора. У кожному пневморозподільнику аеросуміш (повітря, насіння, добрива) розподіляється по відгалужених пневмопроводах, з'єднаних з підлаповими просторами робочих органів культиватора. Робочими органами культиватора і водночас сошниками слугують стрічасті лапи на підпружинених стояках. Вони встановлені на рамі у чотири ряди. За ними закріплено пружинні зубові борони-загортачі та спіральний коток. Такого типу висівні системи виготовляють також фірми «John Deere» та «Amati Technolodgi».

Компанія СПЕКТР-АГРО є дилером посівних комплексів відомого німецького бренду Köckerling. Промислове сімейне підприємство було засноване 1955 р. підприємцем Генріхом та інженером Фрідріхом Кекерлінгами у Верлі, Східна Вестфалія. Вже кілька поколінь сім'ї Кекерлінг у сусідньому селі тримали кузню з торгівлі сільськогосподарськими машинами та обладнанням. Тут уже вручну виготовлялися спеціальні знаряддя для обробітку ґрунту.

Заснування компанії понад 65 років тому заклало основу для промислового виробництва ґрунтообробних машин. Спочатку створювалися передпосівні комбінації та мотижні машини, але за останні 35 років компанія спеціалізувалася на розробці та виробництві машин для безплужної обробки ґрунту. Однак успіх роботи завжди ґрунтувався на близькості до практики та постійному діалозі з фермерами. Традиційна майстерність, десятиліття досвіду в обробці ґрунту та сміливість у пошуку нових рішень створюють гарну основу для майбутнього. Цей бренд пропонує два типи посівних комплексів:

- З дисковими робочими органами (сівалки Vitu)
- З анкерними робочими органами (сівалки Ultima)

Незалежно від виду висіву, будь то прямий посів, посів по мульчі або після плуга Vitu підходить до будь-якого концепту.



Рис. 1.9. Посівний комплекс Vitu

Для дотримання всіх вимог до продуктивності сівалки, Vitu оснащена двома рядами елементами дискової борони. Наступний далі колісний ущільнювач ґрунту, розташований у шаховому порядку, гарантує необхідне передпосівне коткування для точного відкладення насіння з наступними подвійними дисковими сошниками, підвішеними на паралелограмі. Таким чином Vitu ідеально підходить для точного посіву навіть на високих швидкостях. Для закладення добрив Vitu може бути оснащена одним рядом сошників для добрив, який розташовується перед ущільнювачем ґрунту.

Універсальна сівалка Ultima фірми Köckerling відома своєю високою експлуатаційною надійністю практично за будь-яких умов. Протягом багатьох років використовують безліч професійних агропідприємств сівалку Ultima для посіву зернових, ріпаку, польових бобів, гороху і навіть кукурудзи. Відмінні врожаї та водночас низька вартість експлуатації характеризують цю машину. З Ultima серії CS лінійка техніки розширюється компактною, високопродуктивною машиною із шириною захвату 3,00 м, 4,00 м та 6,00 м.

#### **1.4. Конструкції сошників посівних машин**

Посівні машини здійснюють посів сошниками різних конструкцій. Сошники призначені для утворення дна борозни, укладання в борозенку насіння культури і закладання їх зверху рихлим ґрунтом.

Різноманіття заробляючих робочих органів – сошників – можна розділити на групи за ознаками. За принципом взаємодії з ґрунтом сошники діляться на активні і пасивні. До першої групи відносяться сошники обертальні - одно - і дводискові, до другої – наральникові сошники. Дискові сошники при роботі здійснюють обертальний рух, а наральникові рухаються поступально. Дуже поширені раніше анкерні сошники аграрії сьогодні обирають дедалі рідше, а от обсяги реалізації машин з одно- і дводисковими сошниками суттєво зросли. Пояснюється це їх універсальністю – можна сіяти по оранці, в мульчу і прямою сівбою без загрози забивання пожнивними рештками.

І дійсно, в класичному вигляді анкерний сошник зараз не популярний, оскільки ним можна виконувати сівбу тільки в добре підготовлений за традиційною технологією ґрунт. Водночас долотовидний сошник, який ми умовно відносимо до анкерних, має невеликий кут атаки й може непогано впоратися з сівбою за різними технологіями – класичною (оранка і передпосівна культивування), мінімальною (поверхневий обробіток на невелику глибину), а також виконує пряму сівбу.

Цей тип сошника дає можливість покласти насіння в чисту від рослинних

решток борозну і відтак забезпечити хороше його проростання.

Односторонні сошники більш придатні для сівби за класичною технологією та в мульчу. Частково глибина сівби визначається тиском на сошник. Односторонній сошник з диском-чистиком з полімеру також рекомендуються для традиційної сівби і висівання в мульчу.



Рис. 1.10. Односторонній сошник RoTec від Amazone з диском із полімеру, який очищає основний диск і забезпечує ведення його по глибині

Полімерний диск служить для очищення основного диска, а також, будучи опорою сошника, бере участь у регулюванні глибини загортання насіння. Іноді відразу за одностороннім сошником розташовані прикочувальні ролики. Вони призначені не лише для прикочування насіння в борозні, а й відповідають за ведення по глибині. Якщо ролики абсолютно незалежні від дискового сошника (як, наприклад, у Amazone), то вони не виконують функції ведення по глибині: основним їх завданням стає закриття борозни і зворотне ущільнення.

Плоскі диски дводискових сошників встановлюються під кутом один до одного, рівним  $12^\circ$  і  $23^\circ$ .

Дискові сошники отримали найбільше поширення в сільськогосподарській практиці, однак їм притаманні суттєві недоліки. Основними є нерівномірність загортання насіння в ґрунт по глибині і незабезпеченість ущільнення дна борозни.

Для підвищення ефективності дискових сошників розроблені різні пристосування, спрямовані на підвищення рівномірності загортання насіння і

ущільнення дна борозенки: обмежувальні реборди, розпушувачі ґрунту. Однодискові сошники оснащуються циліндричними або конічними дисками, що ущільнюють поверхню дна борозенки або формують щільне дно, куди поміщають насіння. Запропоновані конструкції ущільнюючих пристроїв, виконаних у вигляді опорних пластин-лиж, придавлює тонкий шар ґрунту над забитими в ґрунт насінням та ін.

З усього різноманіття сошників, використовуваних в конструкціях зернових сівалок [12, 14, 17], найбільш поширені дискові. Однак їх конструктивні особливості не дозволяють отримати оптимальної щільності насінневого ложа, в зв'язку з чим для підвищення ефективності потрібна їх модернізація. Один із шляхів - оснащення дискових сошників технічними засобами, що забезпечують щільний контакт висіяного насіння з дном дисками борозенки.

### **1.5. Технології та технічні засоби загорання насіння в ґрунт**

Питаннями розробки посівних машин і закладають робочих органів сівалок в різні роки займалися багато вчених. На основі наявних типів конструкцій сошників розроблено і досліджено безліч робочих органів і технологій закладання насіння.

Найбільш поширеним типом сошників посівних машин, як в Україні, так і в країнах зарубіжжя є дводисковий сошник. Він застосовується в вітчизняних сіялках СЗ-5,4, СЗ-3,6 і їх модифікаціях, а також в іноземних, таких як 5100 («Case International», США); 8000 («John Deere», США); End Wheel («Great Plains», США); ТС-4 («Hestair», Великобританія); 40 Sex DJ 150 («Ross», Чехія) та інших.

Дводисковий сошник складається з двох плоских дисків 1 встановлених у вертикальній площині під кутом один до одного (рис. 1.11).

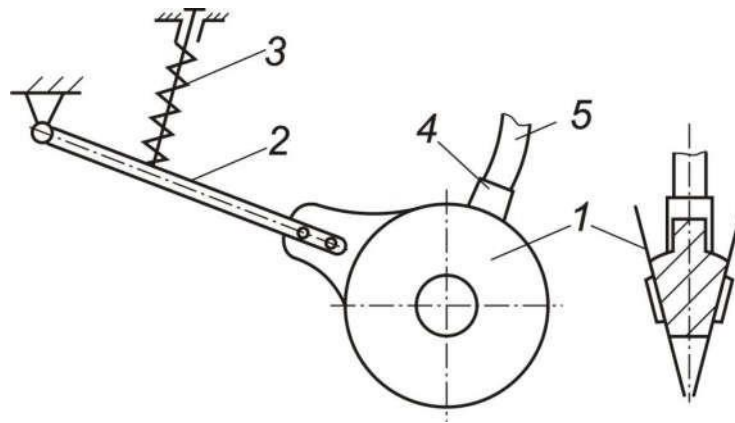


Рис. 1.11. Дводисковий сошник: 1 - плоскі диски; 2 - поводек; 3 - нажимна штанга з пружиною; 4 - направляч насіння; 5 - насіннепровід

Корпус сошника з'єднаний з повідцем 2 і притискається до ґрунту нажимною штангою з пружиною 3. При роботі диски сошника обертаються і утворюють бороздку, розсуваючи ґрунт в сторони. В утворену борозенку з насіннепровода 5 через направлявач 4, встановлений між дисками, надходить насіння.

Перевагою дводискового сошника є його здатність працювати на засмічених рослинними залишками ґрунтах.

Основним недоліком дводискового сошника, на які вказують дослідження, є нерівномірність загортання насіння по глибині [14, 17] і те, що даний сошник не забезпечує ущільнення дна борозенки. В. К. Бурлаков називає такі причини нерівномірності загортання насіння в ґрунт дводисковим сошником:

- захоплення насіння обертовими дисками з викидом їх за межі сошника в верхні шари ґрунту;
- захоплення насіння ґрунтом, що відкидається сошниками;
- осипання борозенки, в результаті чого насіння, відбите від дна борозенки, потрапляє у верхні шари ґрунту.

На багатьох сівалках для забезпечення ущільнення ґрунту в борозні застосовуються прикотувальні катки, які встановлюються за сошниками.

Технологічний процес загорання насіння такими сівалками складається з загорання насіння сошниками 1 і загортачами 2, прикочування борозенок здійснюють слідом за катками 3 (рис. 1.12).

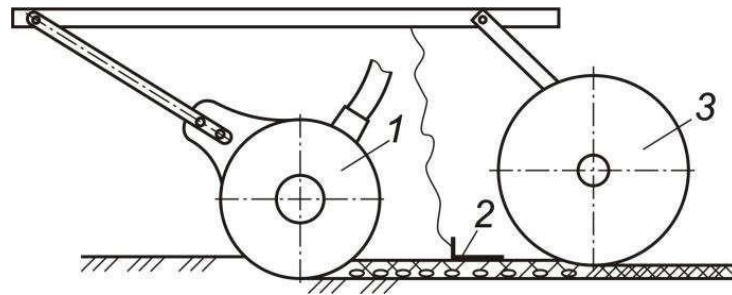


Рис. 1.12. Схема технологічного процесу сівалок з прикочуючими катками: 1 - сошник, 2 - загортач, 3 – каток

Прикотуючі катки застосовуються на сіялках СЗП-3,6; СЗП-16; СТС-2,1; СЗС-2,1; СК-3,6; КФС-3,6; а також в іноземних: 2S-2600 («Great Plains», США) (рисунок 1.13, а); моделі 455, 1590 і BD 11 («John Deere», США) (рисунок 1.8, б); Solitair 12/1200 KD-S («Lemken», Німеччина) (рисунок 1.13, в); D9 6000-TC («Amazone», Німеччина); DH-750 («Versatile», Канада), та ін.



*а*



*б*



*в*

Рис. 1.13. Дискові сошники: *а* -2S-2600 («Great Plains», США); *б* - моделі 455, 1590 і BD 11 («John Deere», США); *в* - Solitair 12/1200 KD-S («Lemken», Німеччина).

В результаті цього ґрунт над насінням в борозні виявляється сильно ущільненим. Волога з такого ґрунту випаровується швидше, а насіння не отримують достатньої кількості кисню. На дані обставини вказують багато дослідників [14, 68].

Найбільш доцільно ущільнювати дно борозни і закладати насіння зверху пухким ґрунтом. Деякі дослідники, якими були запропоновані різні конструкції комбінованих сошників, що забезпечують ущільнення дна борозенки, пішли цим шляхом.

З метою підвищення рівномірності загортання насіння в конструкції дводискового сошника встановлений розпушувач (рис. 1.14). Встановлений попереду дисків розпушувач прорізає шар ґрунту на глибину посіву, поєднуючи цю функцію дисків, але без обертального руху. Це призводить до збільшення тягового опору сошника. Крім того, стабілізатор, перебуваючи в шарі ґрунту на глибині загортання, відчуває опір різанню і тертя з ґрунтовою масою при русі, що також призводить до зростання тягового опору.

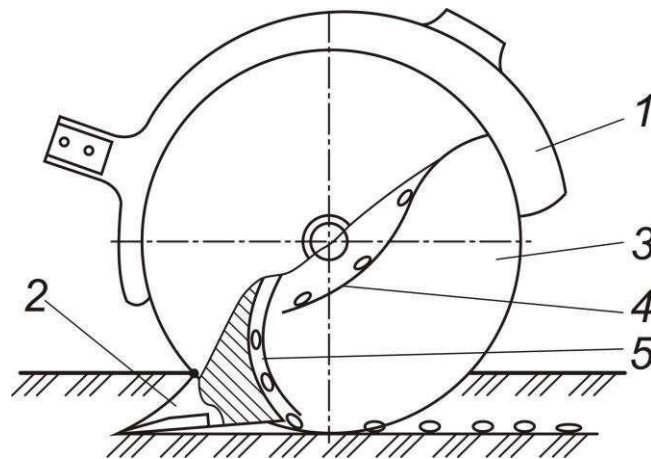


Рис. 1.14. Дисківий сошник зі стабілізатором: 1 – корпус; 2 – розпушувач; 3 – диск; 4 – напрямляч; 5 – ребро

Запропонований пристрій для установки глибини загортання насіння дозволяє стабілізувати глибину загортання насіння, рівномірно закривати насіння ґрунтом, спростити конструкцію і налаштування пристрою.

Для створення щільного контакту висіваються насіння з ґрунтом розроблений комбінований дисківий сошник зернової сівалки (рис. 1.11). Сошник працює наступним чином. Гладкий диск 4, вільно обертаючись на осі 1, розрізає поверхню ґрунту на глибину 80 ... 100 мм. Наральник 8 відводить убік відрізаний пласт ґрунту, обертає борозенку.

Насіння з насіннепровода 6 потрапляє під циліндричний диск 4 і вдавлюється їм в дно борозенки. Борозенка засипається загортачем. Гнучке з'єднання загортачем з повідцем 9 забезпечує стабільність загортання насіння. Прилипаючи до гладкого диску 4 ґрунт видаляється чистиком 10. Щоб не було налипання ґрунту, циліндричний диск виконаний з фторопласту.

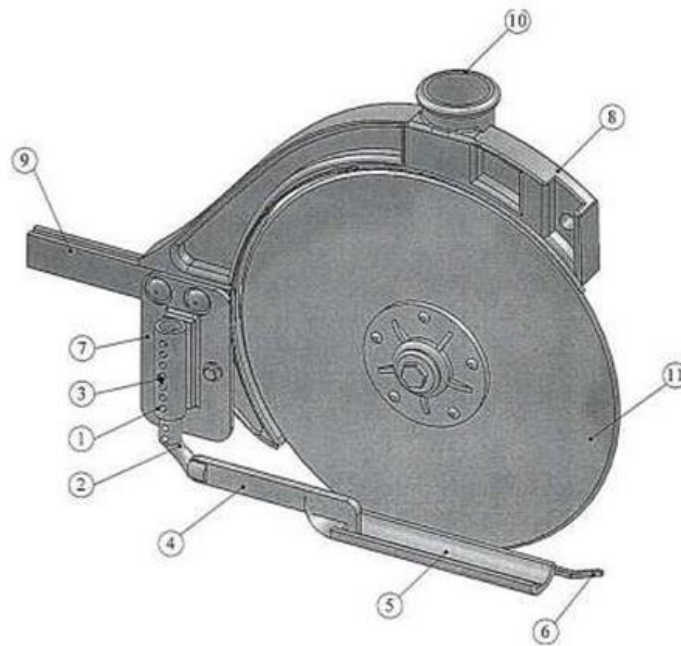


Рис. 1.15. Дводисковий сошник: 1 - втулка; 2 - регулювальний палець; 3 - обмежувальний болт; 4 - брус; 5 - опорна лижа; 6 - загортач; 7 - пластина; 8 - корпус, 9 - повідок, 10 - прийомна воронка; 11 - диски

До переваг цього сошника можна віднести те, що він утворює пухкий над насінневий шар ґрунту, що забезпечує хорошу аерацію, що не перешкоджає виходу проростків на денну поверхню, як це відбувається при поверхневому накоєнні ґрунту; за рахунок скидання насіння безпосередньо під насіння вдавлюючий диск здійснюється більш рівномірний розподіл їх в рядку; за рахунок пухкого ґрунту і низької вологості верхнього шару створює несприятливі умови для насіння бур'янів в зоні рядка.

У запропонованій конструкції комбінованого сошника борозенка формується похило встановленим наральникам, що, на відміну від дискового сошника, вимагає підвищеного тягового зусилля.

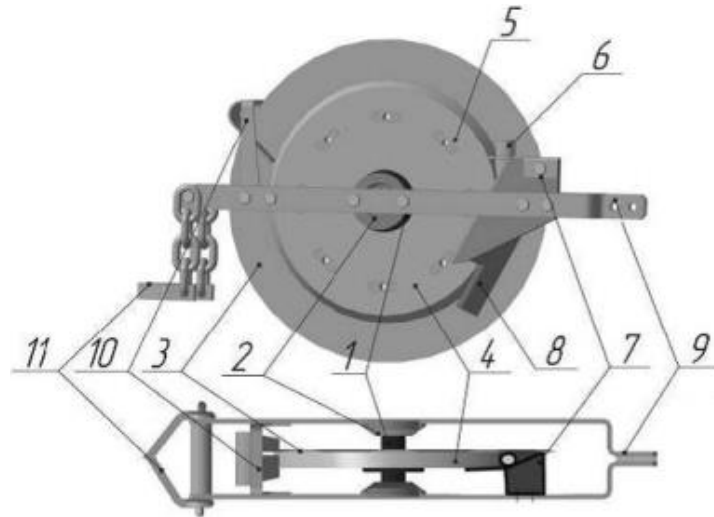


Рис. 1.16. Комбінований дисковий сошник

Перераховані вище комбіновані закладаючі робочі органи мають прикочувальні катки, які вдавлюють насіння в дно борозенки. В результаті насіння укладаються на щільне ложе і закладаються зверху пухким ґрунтом. Однак такі сошники відрізняються складністю конструкції і великою матеріалоемністю.

## 1.6. Обґрунтування теми дослідження

Висівають озимий ріпак приблизно на місяць раніше озимих зернових культур, за 75-90 днів до припинення осінньої вегетації. Сорти рекомендують висівати в термін 5-15 серпня, а гібриди — 15-20 серпня. Для північних регіонів кращими строками посіву є 10-20 серпня, західного — з 20 по 30 серпня та південного — із 25 серпня по 5 вересня.

Оптимальний строк сівби озимого ріпаку — за 15-25 днів до оптимальних термінів сівби озимих колосових культур відповідно до агрокліматичної зони.

Глибина загортання насіння у вологому ґрунті — 1,5-2 см, у разі сухого верхнього шару — до 3 см. На легких ґрунтах насіння загортають на глибину 2,5-3,0 см, на важких — 1,5-2,0 см. У разі збільшення глибини сівби понад 3-4 см схожість насіння зменшується на 25-30%. У випадку запізнення зі строками сівби глибина загортання насіння має бути мілкою, близько 2 см.

Таким чином, цільова густина стояння не має перевищувати 40 рослин/м<sup>2</sup> (для оптимального розподілу слід орієнтуватися на щільність 25 рослин/м<sup>2</sup>). Є дані, що оптимальна густина посіву для ріпаку становить 30-60 рослин/м<sup>2</sup> для гібриду та 80-100 рослин/м<sup>2</sup> — для сорту.

Маса 1000 насінин ріпаку складає 3,5 – 4,5 грамів. Для порівняння маса 1000 насінин озимої пшениці складає 35 – 45 грам. Тому рівномірність висіву по глибині та рівномірності в рядку має велике значення та залежить від багатьох факторів. Безпосереднім робочим органом, який закладає насіння є сошник. Сошник сівалки Horsch Pronto представлено на рис 1.13.

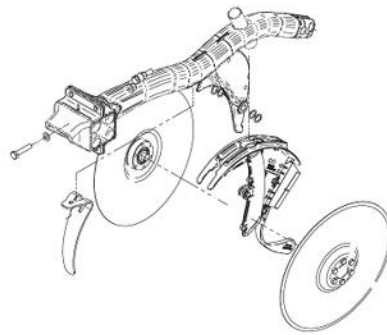


Рис. 1.17. Сошник сівалки Horsch Pronto

Насіння надходить у рядок висіву по трубці за підшипником у вільному падінні. При цьому відбувається розкручування насінини, вилітання насінини за борозду, та як наслідок нерівномірність проростання.

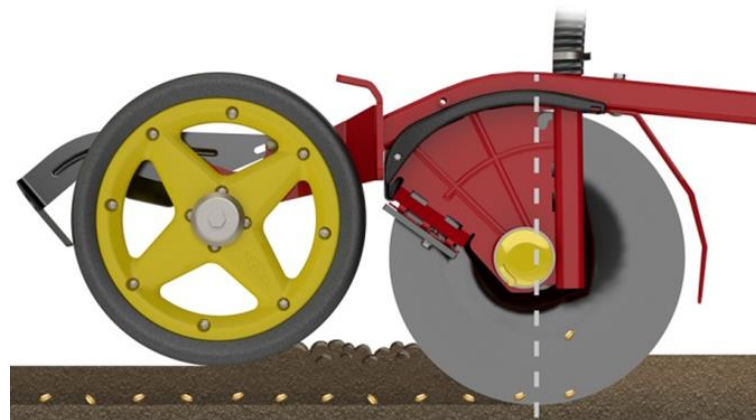


Рис. 1.18. Сошник сівалки Vaderstadt Spirit

Сошник сівалки Vaderstadt Spirit рис 1.18. Насіння надходить по насіннепроводу за підшипником також у вільному падінні (розкручування, утворення забивань у сошнику).

Насіння може вилетіти з насіннєвого ложа, оскільки відсутній «заспокоювач».



Рис. 1.15. Сошник сівалки Pottinger Terrasem

Насіння надходить у рядок висіву перед підшипником у вільному падінні (розкручування, утворення забивань у сошнику). Захист насіння від видування з посівного ложа.

Тому основною ідеєю є створення такої конструкції сошника з заспокоювачем насіння та притискною пластиною, яка б притискала насінину до дна борозни.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ В ГРУНТ З УЩІЛЬНЕННЯМ ДНА БОРОЗЕНКИ

#### 2.1 Запропонована технологія закладання насіння в ґрунт, пристрій і робота вдосконаленого сошника

На основі проведеного аналізу існуючих технологій загорання насіння в ґрунт, засобів механізації посіву, патентних фондів запропонований технологічний процес посіву було запропоновано удосконалення конструкції сошника висівного апарату для посіву мілкозернистих культур. Така конструкція включає в себе утворення в ґрунті борозенки з ущільненим дном з одночасним укладанням і вдавненням насіння в дно борозенки, а також закриття насіння зверху пухким ґрунтом.

Існуючий технологічний процес посіву виконується за наступною схемою (рис. 2.1).

У підготовлену під посів поверхню поля (рис. 2.1, а) заглиблюються робочі органи на певну глибину  $h$ . В результаті врізання відбувається розсування ґрунту в сторони, утворюються гребені шириною  $b_2$  і висотою  $h_1$  і формуються стінки борозенки трапецієподібного поперечного перетину з розмірами: ширина  $b$  і  $b_1$ , висота  $h_1$  (див. рис. 2.1, б). В утворену борозенку висіваються насіння (див. рис. 2.1, в) і закриваються зверху шаром пухкого ґрунту (див. рис. 2.1, г).

Виконання запропонованого технологічного процесу посіву відбувається наступним чином (рис. 2.2).

У запропонованому технологічному процесі утворення гребенів, формування борозенки трапецієподібного поперечного перерізу і висів насіння відбувається аналогічно існуючій технології посіву (див. рис. 2.2, а, б, в). Основна відмінність запропонованого технологічного процесу посіву полягає в наступному: після висіву насіння вдавлюються в дно борозенки (див.

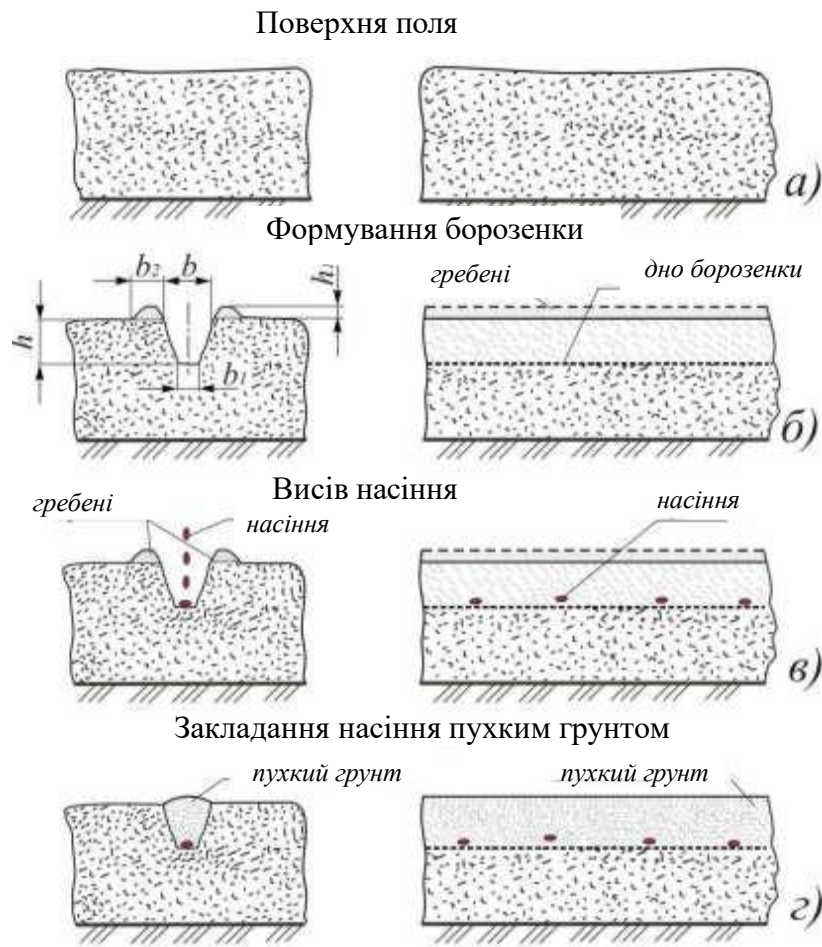


Рис. 2.1. Схема існуючого технологічного процесу посіву: а - поверхня поля; б - формування борозенки; в - висів насіння; г - закладання насіння пухким ґрунтом

рис. 2.2, г) і одночасно відбувається ущільнення ґрунту дна борозенки (див. рис. 2.2, д). Наступна операція - насіння закладаються зверху шаром пухкої ґрунту (див. рис. 2.2, е). В результаті вдавнення насіння в дно борозенки з одночасним ущільненням ґрунту дна борозенки забезпечується підвищений контакт насіння з дном борозенки, рівномірність розміщення їх по глибині і необхідний приплив вологи до насіння з нижніх шарів ґрунту, який сприяє їх швидкому проростанню і появи сходів, поліпшенню умов розвитку культурних рослин.

Розміри гребенів і борозенок залежать від типу і конструктивних параметрів робочих органів і їх глибини ходу.

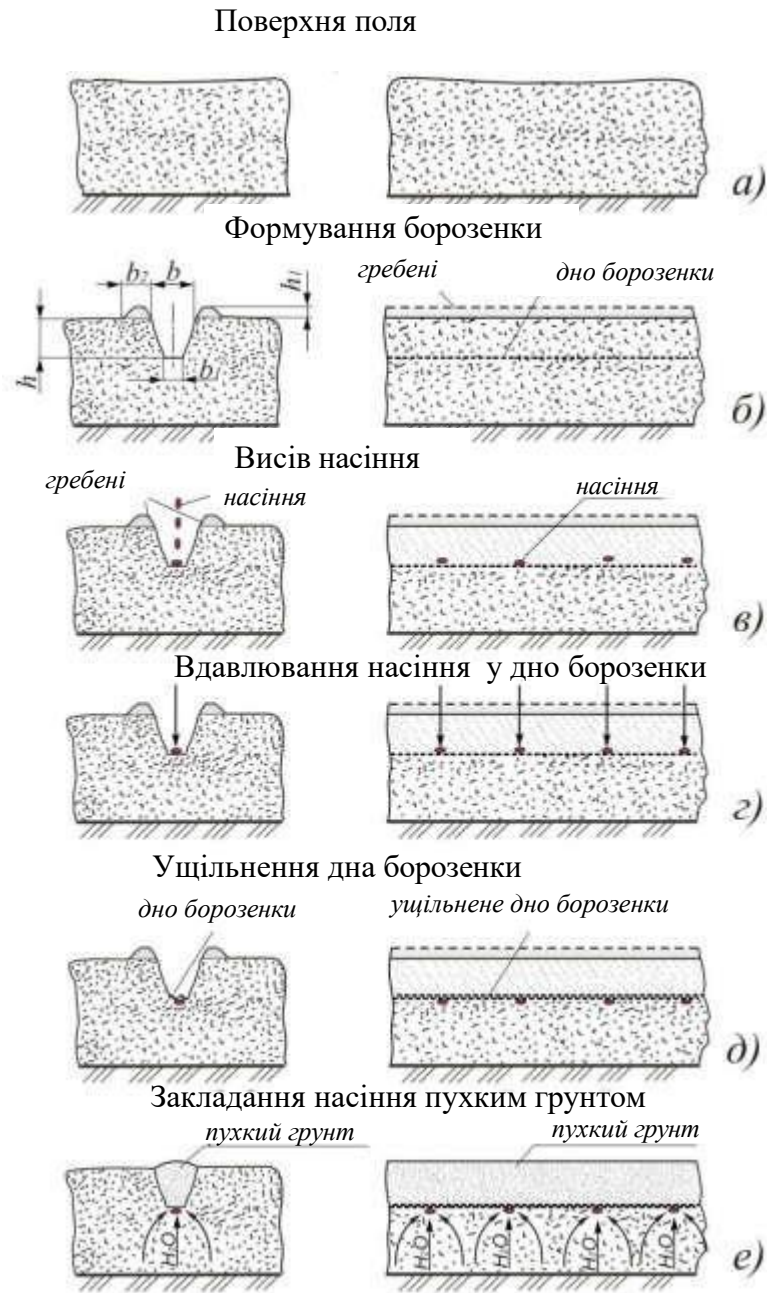


Рис. 2.2. Схема пропонованого технологічного процесу рядового посіву:  
*a* - поверхня поля підготовлена під посіви; *б* - формування борозенки; *в* - висів насіння; *г* - вдавлювання насіння на дно борозенки; *д* - ущільнення дна борозенки;  
*е* - закладання насіння пухким ґрунтом

Технологічна схема зернової сівалки з серійними і вдосконаленими дводисковими сошниками представлена на рисунках 2.3 і 2.4. Основою сівалки є рама 5 зварної замкнутої конструкції.

Рама забезпечена причіпним пристроєм 11 і спирається на два опорно-приводних колеса 4. Зверху рами закріплені два зернотукових ящика 1. Кожен ящик складається з двох відділень: переднього - для насіння зернових культур і заднього - для добрив. До дна переднього відділу прикріплені 24 висівних апарата котушкового типу для насіння, на задній стінці ящика закріплено 24 висівних апарата штифтово-котушкового типу для добрив. Насінепроводи 9 з'єднують висіваючі апарати з дводисковими серійними і вдосконаленими сошниками.

Висіваючі апарати, які приводяться від опорних коліс 4, проводять відбір насіння і туків, що надходять до них з зернотукового ящика 1 і направляють їх в семяпроводи 9. Насіння під дією сили тяжіння надходять по семяпроводу в напрямитель насіння сошників і укладаються на дно борозенок, утворених дводисковими серійними (див. рисунок 2.3) і вдосконаленими (див. рисунок 2.4) сошниками 10. Встановлені за сошниками загортачем 8 закривають насіння зверху пухким ґрунтом, ланцюгової шлейф 7 вирівнює поверхню поля.

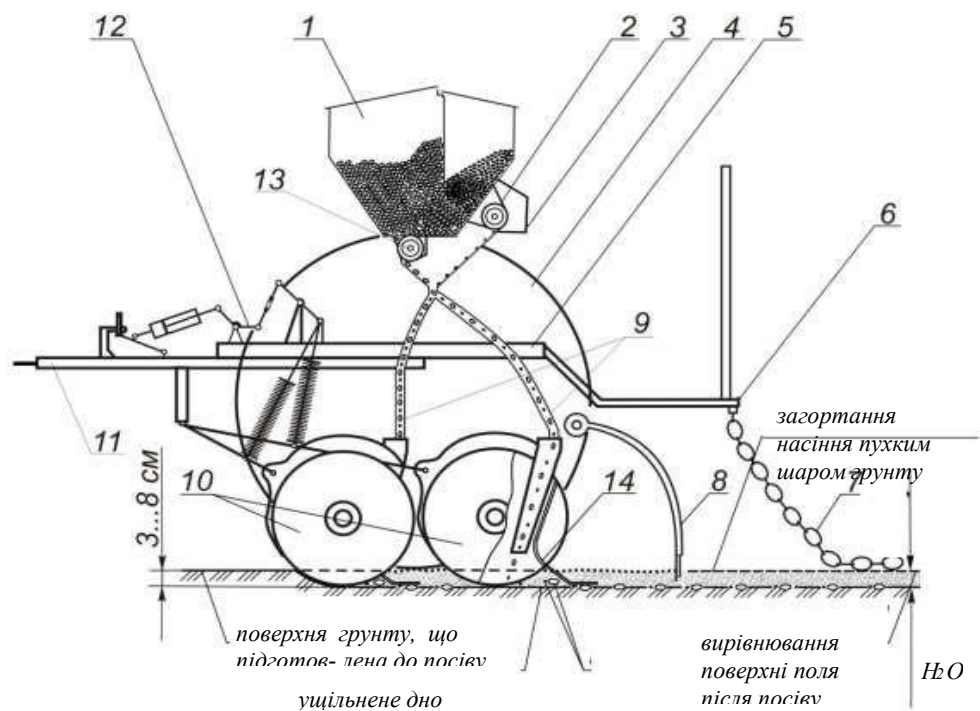


Рис. 2.3. Технологічна схема зернової сівалки з вдосконаленими дводисковим сошниками: 1 – зернотуковий ящик; 2 – туковисівний апарат; 3 – механізм передачі; 4 – опорно-приводні колеса; 5 – рама; 6 – підніжка;

7 – ланцюговий шлейф; 8 – загортач; 9 – насінєпровід; 10 – вдосконалені сошники, 11 – причіпний пристрій; 12 – механізм підйому і опускання сошників; 13 – насінєвисівний апарат; 14 – притискна пластина.

Вдосконалений сошник складається з корпусу 1 (рис. 2.4), двох плоских дисків 2, встановлених на розміщених в корпусах 3 шарикопідшипниках (на рисунку не показано), кронштейна повідця 4, направлявача насіння 5, притискної пластини 6. Остання виконана увігнутою у вигляді балки рівного опору і верхньою частиною 7 встановлена паралельно направляча насіння 5 з нахилом вперед. Увігнутість поступово переходить у криволінійну ділянку (радіус) 8 притискної пластини 6.

Прямий похилий відрізок – деформатор 9 притискної пластини 6 виконаний з кутом нахилу до горизонтальної поверхні дна борозни, меншим, чим кут тертя ґрунту про матеріал похилої ділянки 9 і далі переходить в горизонтальний хвостовик 10. Притискна пластина 6 встановлена між дисками з зазором і можливістю пружного деформування під дією сили опору ґрунтових грудок руйнування. Виступає за межі міждискового простору частина 11 притискної пластини 6 розташована не вище рівня поверхні ґрунту і утворює з дисками 2 максимально закриті з трьох боків простір.

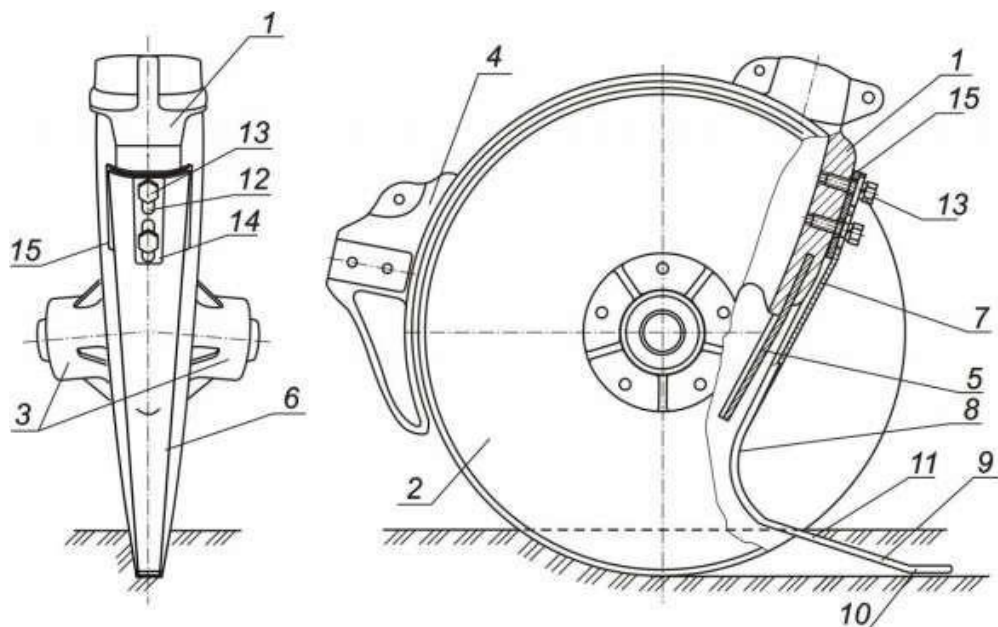


Рис. 2.4. Вдосконалений сошник

Для кріплення сошника до рами сівалки передбачений кронштейн повідця 4. У верхній частині 7 притискної пластини 6 виконані поздовжні отвори 12 під болти кріплення 13, що дозволяють регулювати висоту розташування притискної пластини 6 і величину зусилля, що діє на насіння і ґрунтову масу навколо насіння на дні борозенки. Верхня частина 7 пластини 6 забезпечена плоским майданчиком 14.

Між притискною пластиною 6 і корпусом 1 розташований чистик 15, притиснутий до корпусу за допомогою болтів 13.

Сошник працює наступним чином. Диски 2, обертаючись у підшипниках, вриваються в ґрунт і входять у нього. При русі сошника всередині утворено дисками 2 борозенки переміщується і притискна пластина 6. Насіння, що падає на дно борозенки, потрапляє під притискну пластину 6, яка деформатором 9 притискає їх до дна і хвостовиком 10 вдавлює в насіннєве ложе.

Притискна пластина 6 ковзає по дну борозенки, придавлюючи насіння у дно і неможливіючи стругування ґрунту перед собою, так як має нахил щодо дна борозенки  $\psi < \phi$  і виконаний без ступінчастих з'єднань і стиків. Загортачі, які розташовані за сошником, засипають насіння пухким ґрунтом зверху.

Встановлена з нахилом вперед притискна пластина 6 з увігнутою верхньою частиною 7 має велику жорсткість і створює більше зусилля притискання насіння на дно борозенки, так як верхня частина виконана з коробчатим поперечним перетином і має більший момент опору вигину.

Чистик 15 призначений для видалення прилипло до диски 2 ґрунту.

Зусилля притиснення насіння до насіннєвого ложа регулюється переміщенням пластини 6 щодо болтів кріплення 13 уздовж поздовжніх отворів 12.

Таким чином, притискна пластина 6 вирівнює розташування насіння по глибині закладання і ущільнює ґрунтове середовище навколо насіння, створюючи добрий контакт насіння з ґрунтом, що володіє високою капиллярністю.

Це сприяє постачання насіння необхідною ґрунтовою вологою, і, як наслідок, забезпечує умови для інтенсивного їх проростання, продуктивного розвитку рослин і підвищення врожайності культурних рослин.

## 2.2 Визначення геометричних параметрів притискної пластини

Притискну пластину можна уявити як деформатор, що взаємодіє з ґрунтом. Як ущільнювач ковзного типу, що переміщується разом з сошником, він повинен мати у вертикальній площині клиноподібну, а в поздовжньо-вертикальній площині - криволінійну форму з параметрами, що виключають накопичування ґрунту перед собою, тобто кут між дотичною до ущільнювача і горизонталлю  $\psi$  повинен задовольняти умову:

$$\psi < \frac{\pi}{2} - \psi_0, \quad (2.1)$$

де  $\psi_0$  - кут тертя ґрунту по поверхні ущільнювача, град.

В результаті взаємодії частинок ґрунту і дна борозенки з хвостовиком притискної пластини відбувається одночасне ущільнення цих частинок і згладжування її поверхневих шарів.

Притискна пластина встановлена в міждисковому просторі з можливістю пружного деформування під дією сили опору ґрунтових грудочок і сприяє їх руйнуванню, а також не перешкоджає обертанню дисків. Ширина  $b_n$  робочої частини пластини, що контактує з ґрунтом і деформує його, визначається відповідно до конструктивних параметрів сошника (див. рис. 2.5): радіусом  $R$  (або діаметром  $D$ ) диска, кутом між дисками  $\gamma$  і кутом  $\alpha$ , що визначає розташування точки  $B$  сходу дисків.

Притискна пластина виготовляється з рессорно-пружинної сталі 65Г за ГОСТ 14959-79, що характеризується підвищеною зносостійкістю і відносно невисокою вартістю. Вона виконана увігнутою у вигляді балки рівного опору, верхньою частиною прикріплена до корпусу паралельно направляча насіння з нахилом вперед. Похила ділянка - деформатор 3 - притискної пластини 2 містить горизонтальний хвостовик 4.

Щоб притискна пластина ковзала по дну борозенки та виключала накопичення ґрунту перед собою, а горизонтальним хвостовиком вдавлювала насіння в ґрунт, забезпечуючи рівномірність розподілу насіння по глибині і ущільнюючи середовище навколо них, кут нахилу деформатора  $\psi$  щодо дна борозенки повинен бути менше кута тертя  $\varphi$  ґрунту про матеріал притискної пластини, тобто  $\psi < \varphi$ .

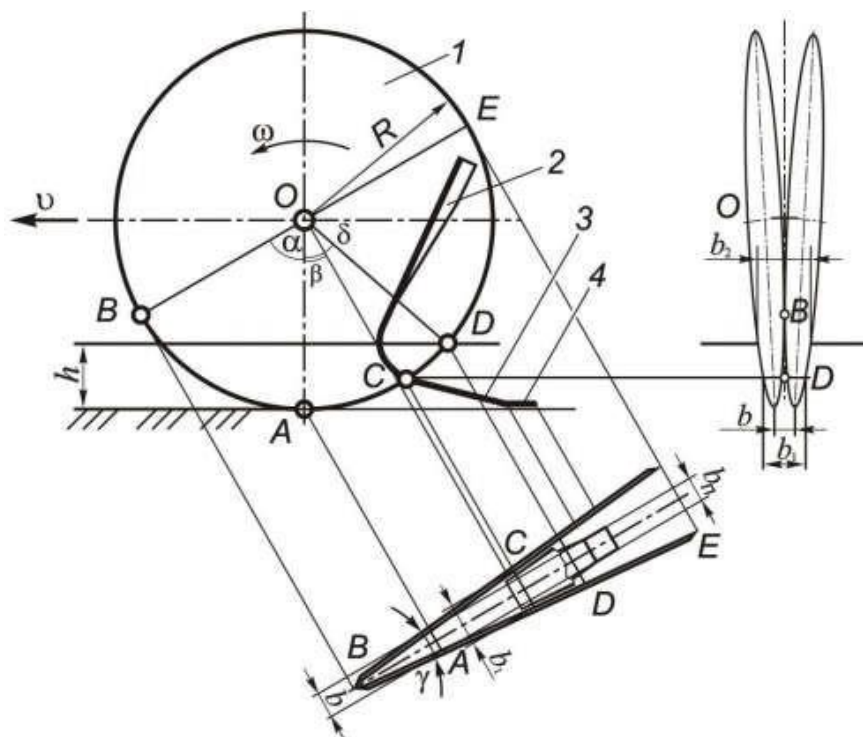


Рис. 2.5. Схема дискового сошника з притискною пластиною:

1 – диски; 2 - притискна пластина; 3 - деформатори; 4 - хвостовик

Геометричну форму притискної пластини зумовлює її розташування на сошнику. Ширина елементів притискної пластини залежить від місця її кріплення і ширини борозенки, утвореною сошником в процесі роботи. В серійному сошнику в місці кріплення притискної пластини встановлюються очисники для запобігання налипанню ґрунту. Ширина верхньої частини притискної пластини - рукояті -  $b_p$ .

Ширина борозенки  $b$ , м, утвореною дводисковим сошником з кутом розташування дисків  $\gamma$ , в нижній його частині - точці А (див. рис.2.5) дорівнює:

$$b_{\pi} = 2R (1 - \cos\alpha) \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (2.2)$$

де  $R$  - радіус диска сошника, м; згідно з даними заводу-виробника  $R = 175 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$ ;  $\alpha$  - кут, що визначає розташування точки  $B$  сходу дисків, град; для сошників сівалки, призначених для рядового посіву  $\alpha = 50^\circ$ .

Довжина частини пластини-поводок, яка безпосередньо ущільнює ґрунт

$$l = \frac{h^1}{\sin\psi}$$

де  $\psi$  - кут нахилу поводка, град.;  $h^1$  - товщина шару ґрунту, що змінюється похилою частиною пластини, м;  $l$  - довжина поводка, м;  $\Delta b$  - зазор між притискною пластиною та диском, м

З урахуванням сумарних зазорів  $\Delta b$  між корпусом і дисками:

$$b = 2R (1 - \cos\alpha) \sin \frac{\gamma}{2} + \Delta b, \quad (2.3)$$

де  $\Delta b$  - зазор між внутрішньою стороною плоских дисків і притискної пластини.

Розмір  $b_n$  визначає ширину хвостовика 4 притискної пластини (див. рис. 2.5).

Відстань між дисками  $b_1$  на рівні виходу притискної пластини за габарити дисків - в  $b_1$  точці С:

$$b_1 = 2R (1 - \cos(\alpha + \beta_{\text{нд}})) \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (2.4)$$

де  $\beta_{\text{нд}}$  - кут, що визначає розташування початкової точки похилої частини пластини - деформатора, град.

Найбільша відстань між дисками  $b_2$  на рівні поверхні поля при глибині ходу а так само:

$$b_2 = 2R (1 - \cos(\alpha + \delta)) \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (2.5)$$

де

$$\delta = \arccos \frac{R-h}{R}, \quad (2.6)$$

Для створення на глибині висіву  $h$  ущільнюючого ложа для насіння з

щільністю ґрунту дна борозни  $\rho$  необхідний тиск  $p$  і кут зовнішнього тертя металу і ґрунту  $\varphi \geq \psi$ . Довжина  $l$  прямої похилої ділянки притискної пластини - деформатора - залежить від значень кутів  $\beta$  і  $\psi$  і товщини шару ґрунту  $h'$ , м, що зминає похилою частиною пластини.

$$l = \frac{h^1}{\sin\psi}, \quad (2.7)$$

Для визначення геометричних параметрів пластини з умов міцності необхідно провести силовий аналіз. Притискна пластина являє собою консольно закріплену вигнуту балку, навантажену силами:  $F_n$  – опір шару розпушеного ґрунту деформації похилим елементом притискної пластини (рис. 2.7, а),  $F_{mn}$  - тертя похилої частини по шару, що деформується,  $F_x$  - опір вдавлення насіння і ґрунтової маси навколо насіння на дні борозни горизонтальним хвостовиком,  $F_{mx}$  - тертя хвостовика про ґрунт. В точці А кріплення притискної пластини прикладені реакція  $R_A$  і реактивний момент  $m_A$ . Сили, що діють на пластину, в небезпечному перерізі балки викликають напруги стиснення  $\sigma_c$  і вигину  $\sigma_i$ . Напряга стиснення в небезпечному перерізі пластини відносно мала в порівнянні з напругою вигину. У зв'язку з цим виберемо визначальним напруга вигину від дії сумарного згинального моменту зовнішніх сил, що діють на елементи пластини.

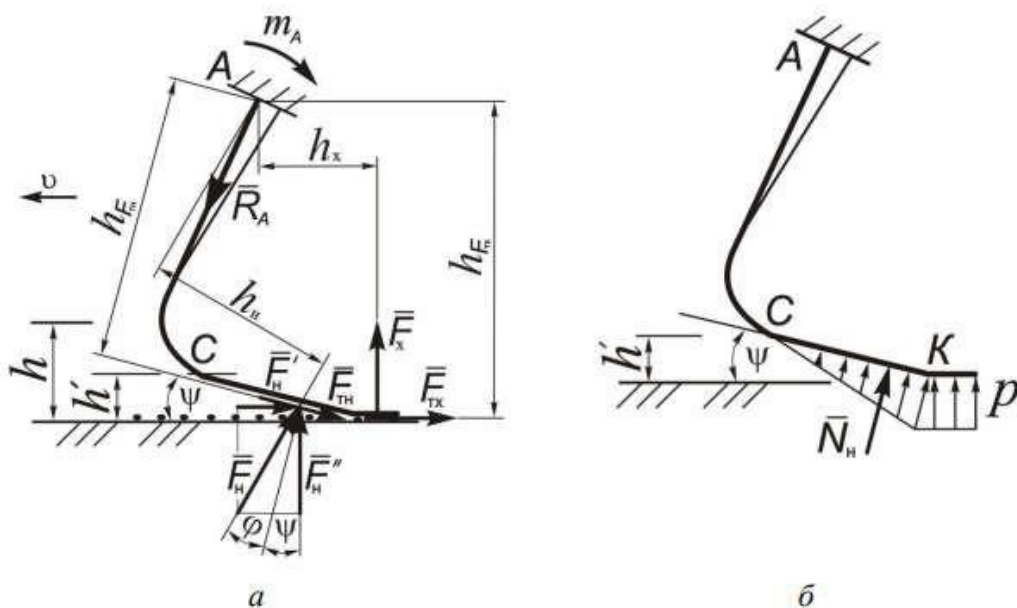


Рис. 2.7. Сили, що діють на притискну пластину: а - загальна схема сил; б - тиск ґрунту на пластину

Якщо прийняти, що опір зжимання ґрунтових грудочок похилою

частиною пластини пропорційний величині деформації, то епюра нормальних тисків ґрунту на деформатори пластини буде мати форму трикутника (рис. 2.7, б).

Максимальне значення тиску ґрунту  $p$  в точці  $K$  переходу похилої частини до хвостовика :

$$p = qa', \quad (2.8)$$

Поперечний переріз притискної пластини у верхній увігнутій частині - місце кріплення - має вигляд кругового сектора кільця з радіусами:  $r$  - описаного кола (рис. 2.8),  $r_1$ - вписаного кола, центральним кутом  $\alpha_{ц}$  і координатами  $x$  і  $y$  центра ваги  $O$ .

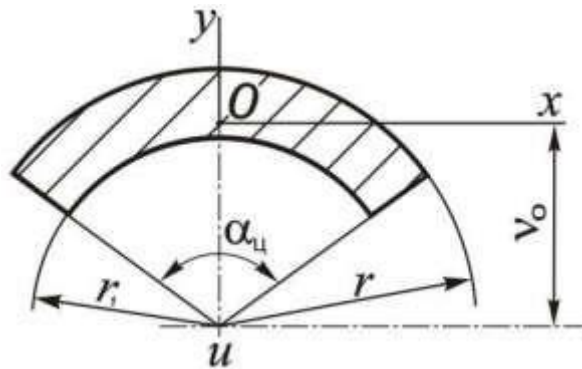


Рис. 2.8. Розрахункова схема до визначення моменту інерції перерізу притискної пластини:  $v_0$  - відстань від центру описаного і вписаного кіл до центру тяжіння;  $u$  - центр описаного і вписаного кіл.

Потрібний момент опору  $W_x$  визначається за значеннями згинального моменту  $M_i$  і допустимої напруги вигину  $[\sigma_i]$  :

$$W_x = \frac{M_i}{[\sigma_i]}, \quad (2.9)$$

Для притискної пластини, що має однакову товщину по всій довжині, визначені залежності моменту опору небезпечного перетину вигину від радіуса кривизни  $r$  перетину (рис. 2.9, а) і товщини  $\delta_{п}$  (рис. 2.9, б).

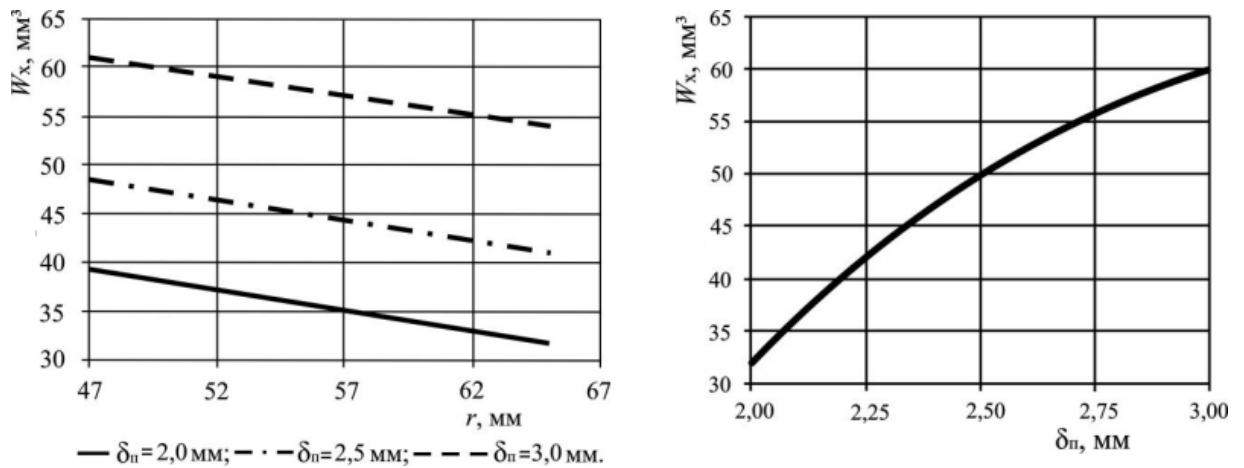


Рис. 2.9. Залежність моменту опору перерізу пластини від геометричних параметрів:  $a$  - радіуса кривизни  $r$ ;  $b$  - товщини  $\delta_n$

Представлені графічні залежності дозволяють визначити геометричні параметри притискної пластини, яка встановлюється в міждисковому просторі найбільш поширених сошників зернових сівалок.

### 2.3 Визначення тягового опору вдосконаленого сошника

Під час роботи сівалки тягове зусилля витрачається на подолання наступних опорів: опір перекочуванню  $R_{кат}$  коліс навантажених вагою сівалки, по пухкій непружній поверхні підготовленій до посіву ріллі; опір  $R_{сош}$  завантажених в ґрунт сошників; опір  $R_{тр}$  тертя у втулках коліс і в механізмах, що передають рух валика приводу висівних апаратів; опір  $R_{уд}$  від випадкових поштовхів і ударів, випробовуваних сівалкою під час роботи; робочій опір  $R_{ва}$  котушок або інших пристроїв висівного апарату.

Із зазначених категорій опорів найбільш суттєвими є перші два і за даними випробувань сівалок, досягають від 92 до 98 % всього тягового зусилля. Останні дві категорії мають найменше значення, що виражається в частках одного відсотка від загального тягового опору.

Опір тертя  $R_T$  у втулках коліс і передавальних механізмах залежить від конструкції системи змащування, проте в середньому становить не більше двох-трьох відсотків всього тягового опору сівалки.

На підставі вищевикладеного зупинимося на головних опорах: перекочуванні коліс і руху сошників.

Опір перекочуванню колеса по непружній поверхні обумовлений головним чином роботою, що витрачається на деформацію ґрунту під колесом, тобто роботою стиску ґрунту. Визначення роботи стиску ґрунту під колесом залежить від розмірів колеса - діаметра  $D$  і ширини  $B_o$  обода і від здатності ґрунту чинити опір стиску.

Для розкриття функціональної залежності тягового опору сівалки аналітичним методом необхідно змоделювати процес взаємодії сошників з ґрунтом з урахуванням динамічних параметрів. Для цього скористаємося формулою акад. Горячкіна В. П. [15, 32]:

$$P = f_c G_c + k_n h b k + s h b k v^2 \quad (2.10)$$

де  $f_c$  - сумарний коефіцієнт тертя і перекочування;  $G_c$  - сила тяжіння сівалки, Н;  $k_n$  - питомий опір ґрунту, Н/м<sup>2</sup>;  $h$  - глибина ходу сошника, дорівнює глибині загортання насіння, м;  $b$  - максимальна відстань між дисками сошника на рівній поверхні поля, м;  $n$  - кількість сошників на сівалці, шт;  $\varepsilon$  - швидкісний коефіцієнт.

$$s = \frac{\gamma v'}{g v}, \quad (2.11)$$

де  $\gamma$  - об'ємна маса ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;  $v'$  - швидкість відкидання ґрунту дисками сошника, м/с;  $g$  - прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $v$  - швидкість переміщення посівного агрегату, м/с.

Сила тяжіння сівалки:

$$G_c = m_c g, \quad (2.12)$$

де  $m_c$  - маса сівалки в зборі, кг.

Вдосконалений дводисковий сошник, оснащений притискною пластиною 2, складається з двох плоских дисків 1, заточених по колу і кріпляться до корпусу під кутом  $10^\circ$  один до одного. Вони, зближуючись в передній частині між собою, утворюють гострий кут. В процесі роботи диски врізаються в ґрунт, кожен диск прорізає шар ґрунту на визначену глибину і розсовує його в поперечному напрямку, формуючи борозенку. Встановлена ззаду дисків пластина, переміщуючись разом з сошником, притискає насіння до дна і вирівнює їх по глибині загортання, роздавлюючи при цьому і грудочки ґрунту, що потрапили на дно (рис. 2.10).

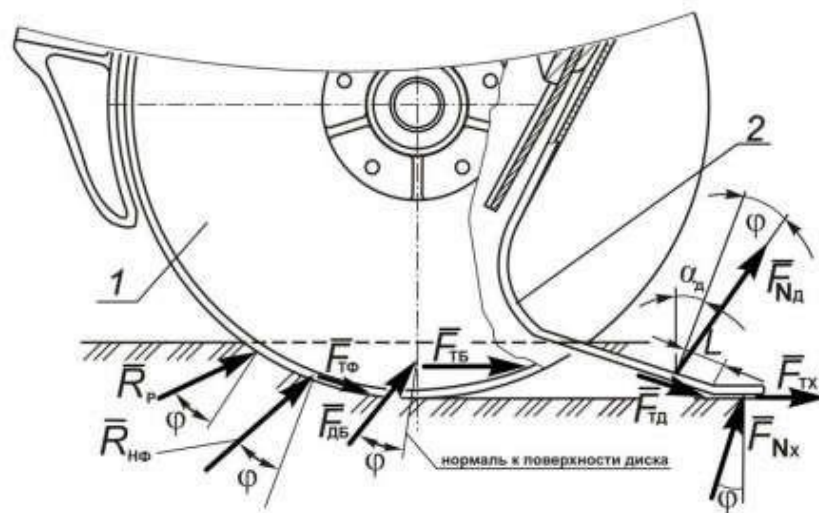


Рис. 2.10. Розрахункова схема до визначення тягового зусилля серійного і вдосконаленого сошника: 1 - плоскі диски; 2 - притискна пластина;  $L$  - відстань до точки прикладання сили  $F_{тр,д}$

Виконаєм розрахунок тягового опору серійного і вдосконаленого сошників  $R_c$ . Воно складається з наступних сил опору: різанню диска  $R_p$ , зім'яття фаскою  $R_f$ , ґрунту деформації бічної поверхнею диска  $F_{дб}$ , тертя фаски про ґрунт  $F_{тр}$ , тертя бічної поверхні диска про ґрунт  $F_{тб}$ , нормальної реакції ґрунту на деформатори притискної пластини  $F_{Nd}$ , тертя деформатора

притискної пластини по ґрунт  $F_{\text{тд}}$ , нормальній реакції ґрунту на хвостовик (сила опору вдавненню насіння і ґрунтової маси хвостовиком притискної пластини)  $F_{\text{Nx}}$  і сили тертя хвостовика притискної пластини по ґрунт  $F_{\text{тх}}$ .

Тяговий опір вдосконаленого сошника визначається по залежності:

$$\vec{R}_c = 2(\vec{R}_p + \vec{R}_\phi + \vec{F}_{\text{тф}} + \vec{F}_{\text{дб}} + \vec{F}_{\text{тдб}}) + \vec{F}_{\text{Nd}} + \vec{F}_{\text{тд}} + \vec{F}_{\text{Nx}} + \vec{F}_{\text{тх}}$$

Розглянемо складові залежності.

Сила опору різання ріжучою кромкою диска  $R_p$ , Н :

$$R_p = K_p \delta' h, \quad (2.13)$$

де  $K_p$  - питомий опір різанню, Н/м<sup>2</sup>, для переважної площі земель  $K_p = 60-80$  кН / м<sup>2</sup>;  $\delta'$  - товщина диска сошника, м.  $\delta' = 0,0025$  м.

Сила опору зминанню фаскою заточеною частини диска  $R_\phi$ , :

$$R_\phi = F_{\text{тф}} \cos \theta f, \quad (2.14)$$

де  $F_{\text{тф}}$  - сила тертя заточеною частини фаски, Н;  $\theta$  - кут заточування леза диска, град;  $\theta = 18^\circ$ ;  $f$  - коефіцієнт тертя ґрунту про сталь  $f = 0,35 \dots 0,70$ .

Сила тертя фаски про ґрунт  $F_{\text{тф}}$ , Н:

$$F_{\text{тф}} = K_p \delta' h f. \quad (2.15)$$

Сила опору ґрунту деформації бічною поверхнею диска  $F_{\text{дб}}$ , Н:

$$F_{\text{дб}} = S_{\text{сег}} k_{\text{п}}, \quad (2.16)$$

де  $S_{\text{сег}}$  - площа сегмента диска на рівні поверхні поля при глибині ходу  $h$  (рис. 2.11), м<sup>2</sup>;  $k_{\text{п}}$  - коефіцієнт питомої опору ґрунту, Н/м<sup>2</sup>;  $k_{\text{п}} = 2 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>.

Площа сегмента диска, м<sup>2</sup>

$$S_{\text{сег}} = \frac{1}{2}(\mu - \text{sik}\mu)R^2 \quad (2.17)$$

де  $\mu$  - центральний кут сектора, утворений диском на рівні поверхні поля

при глибині ходу  $h$ , град .;  $R$  - радіус кута сегмента, рівний радіусу диска сошника, м.

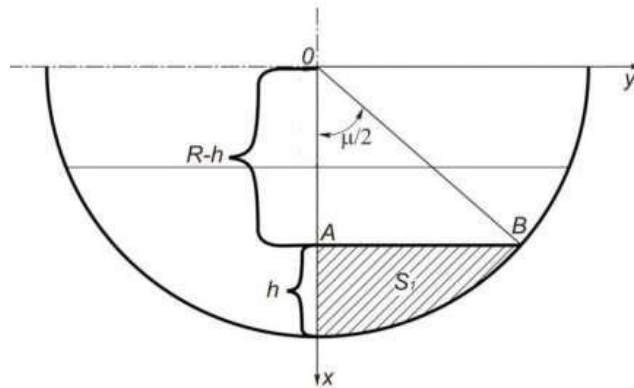


Рис. 2.11. Розрахункова схема для визначення площі сегмента плоского диска сошника

Сила тертя бічної поверхні диска по ґрунту  $F_{тдб}$ , Н:

$$F_{тдб} = F_{дб}f \quad (2.18)$$

Сила опору деформатора притискної пластини  $F_{д}$ , Н [129]:

$$F_{Nd} = S_{д}p, \quad (2.18)$$

де  $S_{д}$  - площа деформатора притискної пластини,  $m^2$  (рис. 2.12, а);  $p$  - тиск, що створює необхідну щільність ґрунту і що діє на деформатори притискної пластини,  $N/m^2$ .

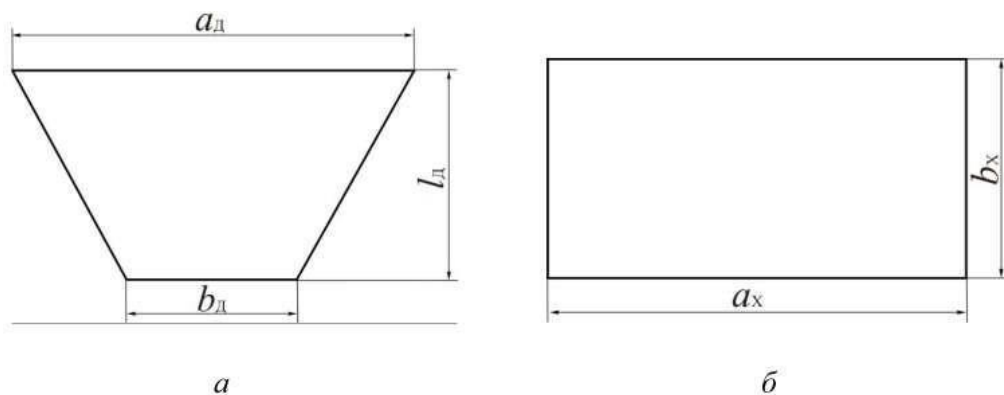


Рис. 2.12. Розрахункова схема до визначення площі: а – деформатора; б – хвостовика

Площа деформатора  $S_d$ , м

$$S_d = \frac{1}{2}(a_d + b_d)l_d, \quad (2.19)$$

де  $a_d$  – ширина верхньої основи деформатора притискної пластини, що зминає ґрунтову масу, м;  $b_d$  – ширина нижньої основи деформатора притискної пластини, м;  $l_d$  – довжина деформатора, м.

Сила тертя деформатора притискної пластини про ґрунт  $F_{тд}$ , Н:

$$F_{тд} = F_{Nd}f \quad (2.20)$$

Сила опору втискування насіння і ґрунтової маси хвостовиком притискної пластини  $F_{Nx}$ , Н:

$$F_{Nx} = S_x p \quad (2.21)$$

де  $S_x$  – площа хвостовика притискної пластини, м<sup>2</sup> (рис. 2.12, б);  $p$  – тиск, що створює необхідну щільність ґрунту і діє на хвостовик притискної пластини, Н/м<sup>2</sup>; відповідно до проведених лабораторних досліджень  $p = 34600$  Н/м<sup>2</sup>.

Площа хвостовика  $S_x$ , м

$$S_x = a_x b_x, \quad (2.22)$$

де  $a_x$  – довжина хвостовика притискної пластини, м;  $b_x$  – ширина хвостовика притискної пластини, м.

Сила тертя хвостовика притискної пластини про ґрунт  $F_{тх}$ , Н:

$$F_{тх} = F_{Nx}f \quad (2.23)$$

У відповідності з агротехнічними вимогами, що пред'являються до посіву, швидкість посівного агрегату при посіві повинна бути в межах від 1,94 до 2,50 м/с, а при посіві на підвищених швидкостях досягає 4,0 м/с, глибина посіву становить 0,03...0,08 м.

З виконаних розрахунків можна зробити висновок, що тяговий опір сівалки в основному залежить від технологічних властивостей ґрунту, ширини захвату і глибини посіву. Швидкість руху сівалки не чинить істотного впливу на тяговий опір, так як глибина посіву змінюється в дуже вузьких межах і її вплив залишається практично постійним [49]. Зміну швидкості при орієнтовних розрахунках не враховують, вважаючи, що тяговий опір пропорційно ширині захвату і його можна визначити за формулою:

$$R_x = KB, \quad (2.24)$$

де  $K$  - питомий опір машини, кН/м, для причіпної зернової сівалки  $K = 1,0 \dots 1,5$  кН/м [140];  $B$  - робоча ширина захвату машини, м.

Питомий опір  $K$  залежить не тільки від опору сошників, але і від опору коліс сівалки перекочуванню, яке, в свою чергу, залежить від типу і параметрів коліс, навантаження на них, опору обертанню висіваючих апаратів і т. п.

## **РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **3.1 Загальна програма експериментальних досліджень**

Для перевірки і підтвердження отриманих теоретичних результатів технологічного процесу посіву ріпаку була розроблена наступна програма експериментальних досліджень:

- лабораторні дослідження з метою перевірки і обґрунтування основних конструктивних параметрів вдосконаленого сошника з притискною пластиною;

- польові випробування сівалки, обладнаної вдосконаленими сошниками, при посіві ріпаку, і порівняння агротехнічних показників з серійними сівалками.

### **3.2 Програма лабораторних досліджень**

Лабораторні дослідження проводились:

- для виявлення основних фізико-механічних властивостей ґрунту, які використовуються при дослідженнях;

- для визначення взаємозв'язку статичного тиску притискної пластини сошника на дно борозенки з опором переміщенню робочого органу;

- для визначення раціональних конструктивних і геометричних параметрів притискної пластини.

### **3.3 Лабораторна установка**

Для визначення опору переміщенню серійного і удосконаленого сошника з притискною пластиною в лабораторних умовах використовували ґрунтовий канал лабораторії фірми виробника.

Для визначення опору переміщення серійного и удосконаленого сошника с прижимною пластиною в лабораторних умовах ґрунтовий канал.

Ґрунтовий канал включає в себе візок 1 (рис. 3.1), що встановлений з можливістю переміщення на ковзанках по рейках 2 основи нерухокої стійки 3, кронштейн 4, який встановлений на порталі 5 з можливістю переміщення уздовж нього і в вертикальному з порталом 5 - за допомогою гвинтових пар 6 і 7.

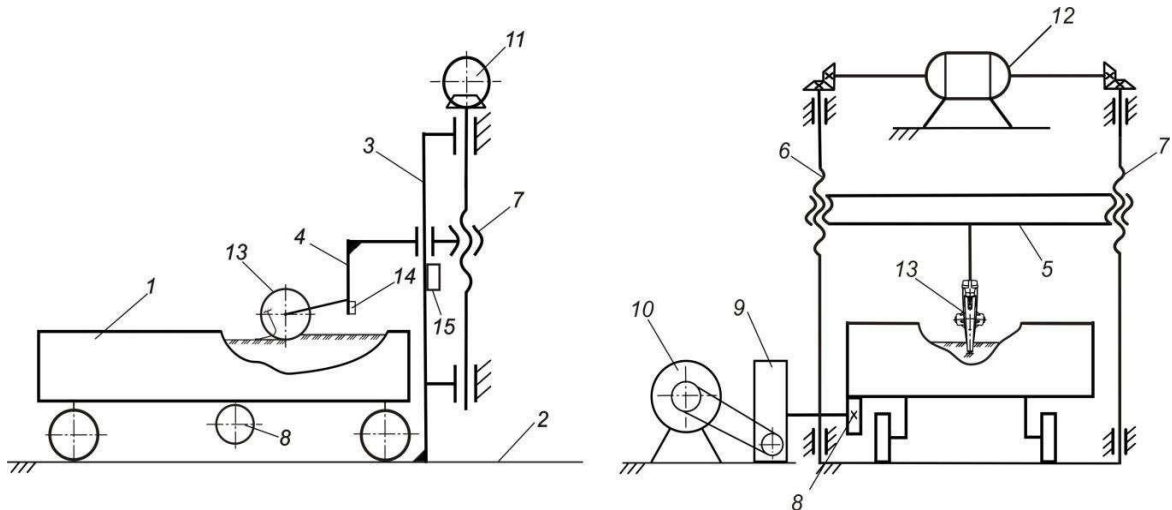


Рис. 3.1 - Схема експериментальної установки: 1 - візок; 2 - рейки; 3 - нерухома стійка; 4 - кронштейн; 5 - портал; 6, 7 - гвинтові пари; 8 – зубчато-рейкова передача; 9 - редуктор; 10 - електродвигун приводу візки; 11 - конічної передачі; 12 електродвигун приводу порталу; 13 - робочий орган; 14 - тензометричний міст; 15 - пульт управління

Привід візка здійснюється зубчато-рейковою передачею 8 від редуктора 9 і електродвигуна приводу візка 10. Привід порталу складається з конічної передачі 11 від електродвигуна 12. Робочий орган 13 прикріплюється до кронштейну 4. На рисунку 3.2 представлені експериментальні робочі органи зернової сівалки.

На протилежній від робочого органу стороні кронштейна 4 встановлений реєстраційний датчик з робочими елементами, що дозволяють виробляти реєстрації діючих горизонтальних і вертикальних зусиль (рис. 3.3).

*a**б**в*

Рис. 3.2. Експериментальні робочі органи: *a* - серійний сошник;  
*б* - вдосконалений сошник, *в* - касета пластин

Управління ґрунтовим каналом виробляли за допомогою розташованого на порталі 5 пульта управління 15 (див. рис. 3.1). Візок 1 наповнювали суглинковим ґрунтом.

Зміна висоти підвісу - глибини ходу - робочого органу здійснювали переміщенням portalу в вертикальному напрямку. Далі робочий орган переміщали в поперечному напрямку щодо візка.

Рух візка в обох напрямках, з можливістю ступеневої зміни швидкості, забезпечувалося за допомогою гідروприводу, що включає регулюючий гідродвигун обертового дії.

Реєстраційний датчик являє собою потенціометричний тензорезистор з високим коефіцієнтом тензочутливості, наклеєний на пружний елемент - тензометричне кільце. Пружні деформації, що виникають при взаємодії робочого органу з ґрунтом, призводять до пропорційної зміни електроопору тензодатчика. В ході проведення лабораторних досліджень визначали вплив геометричних параметрів серійного, удосконаленого сошника і пластин на опір переміщенню.

Для цього були виготовлені дослідні зразки пластин різних форм і геометричних розмірів (рис. 3.4).

Величину опору переміщенню робочих органів, на які діяли зусилля фіксували за допомогою наступних приладів і обладнання: штангенциркуль, вимірювальна лінійка, рулетка для вимірювання довжини переміщення робочих органів і глибини борозенки, прилад МІС-018 для зняття і реєстрації показань діючих зусиль.



Рис. 3.4. Зразки прижимних пластин

Для реєстрації та обробки отриманих даних використовували вимірювальний комплекс МІС-018 з програмним забезпеченням, що підключається до реєстраційного датчику (рис. 3.5).

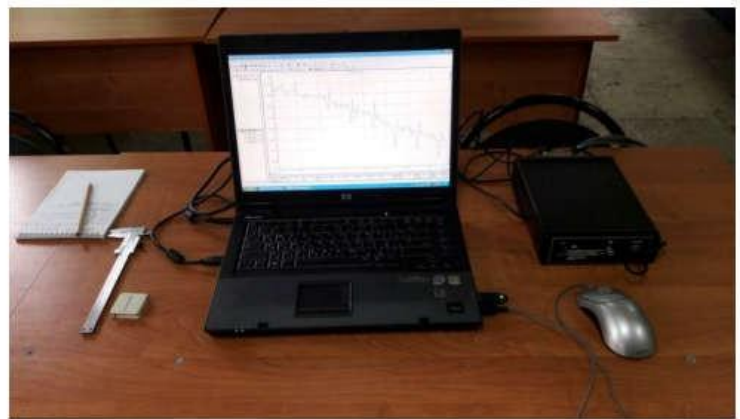


Рис. 3.5. Вимірювальний комплекс МІС-018

При дослідженні вищезазначених робочих органів визначали взаємозв'язок статичного тиску з опором переміщення.

Для досягнення мети експериментальних досліджень були поставлені наступні завдання по визначенню:

- взаємозв'язку статичного тиску притискної пластини сошника на дно борозенки з опором переміщенню робочого органу;
- параметрів пружних елементів удосконаленого сошника;
- необхідного тиску, що створює оптимальну щільність скелета dna борозенки.

Досліди проводили на суглинкових ґрунтах. Методикою експериментально досліджень передбачено використання не менше 5 точок для опису графічної залежності з трьохкратною повторністю проведення дослідів в кожній точці.

Сутність досвіду полягає в здійсненні взаємодії серійного і вдосконаленого сошника, а також пластин з ґрунтом при глибині ходу дискового сошника, що дорівнює глибині посіву з обертальним рухом і утворенням борозен клиноподібної форми з плоским ущільненим дном і замір з фіксацією опору переміщення.

Для забезпечення реальних умов, максимально наближених до реальних, робочі органи - сошники і пластини - прикріплюються до кронштейну ґрунтового каналу через серійний підпружинений поводок зернової сівалки Vitu (див. рис. 3.2 а, б і в).

### 3.4 Методика обробки експериментальних даних

Для оцінки проведених вимірів математично обробляємо отримані дані в наступній послідовності:

- визначаємо середнє арифметичне значення:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \frac{\varphi_i}{n_{ст}}, \quad (3.1)$$

де  $n_{ст}$  – кількість розмірів.

- визначаємо відхилення окремого виміру - похибка кожного досвіду:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\delta_i)^2}{(n-1)}}, \quad (3.2)$$

- визначити, в яких межах коливається середнє арифметичне - похибка всіх вимірів:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3.3)$$

- знаходимо справжнє значення досліджуваного параметра:

$$\varphi_{\text{ист}} = \varphi \pm m ,$$

– коефіцієнт варіації:

$$v = 100 \frac{m}{\varphi}, \quad (3.5)$$

– помилка проведенного досліджу:

$$\rho_0 = 100 \frac{m}{\varphi}, \quad (3.6)$$

– значення досліджуваного параметра:

$$f = tg\varphi, \quad (3.7)$$

У таблиці 4.5 представлені результати по визначенню приросту щільності дна борозни.

### 3.5 Визначення параметрів пружних елементів удосконаленого

Сошники дискових сівалок регулюють за допомогою єдиного регулятора заглиблення і зміною величини стиснення пружин на натискних штангах. Притискна пластина забезпечує щільність контакту насіння з дном борозенки і змінання ґрунтових грудочок.

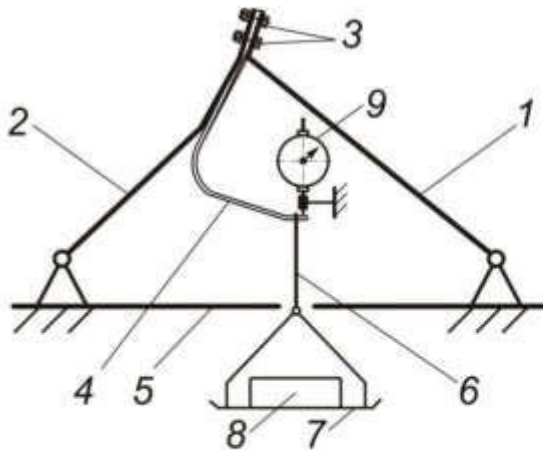
Для визначення пружних властивостей притискної пластини використовували наступне обладнання:

- установку для визначення деформацій консольної балки при плоскому вигині СМ-76;
- індикатор годинникового типу ІЧ10Р кл. 1 ГОСТ 577-68;
- набір вантажів масою 1, 2 і 5 кг.

Притискна пластина виконана по визначеним раніше геометричним розмірам з вуглецевої ресорно-пружинної сталі 65Г з термообробкою до 43 ... 46 НРС.

Притискну пластину 4 закріплювали до штанги 1, 2 за допомогою болтів

3 (рис. 3.6, а). Штанги встановлювали нерухомо на горизонтальному брусі 5 лабораторного стенду. У проріз бруса пропускали нитку 6, прикріплену до середини притискного елемента пластини 4. До нитки 6 прив'язували чашу 7 з набором вантажів 8. Зміни прогину притискної пластини реєстрували індикатором годинного типу 9, закріпленим на кронштейні. Заміри прогину пластин виробляли за допомогою гир масою 1, 2 і 5 кг, які розміщені на чашу (рис. 3.6, б) [89].



а



б

Рис. 3.6. До визначення жорсткості притискної пластини: а - схема експериментальної установки; б - проведення заміру прогину

Для визначення жорсткості циліндричної пружини, яка встановлюється на поводок серійної сівалки, використовували машину для статичного випробування гвинтових циліндричних пружин на розтяг, стиск і плоских пружин на двухопорний і консольний згин МП-100-2 з найбільшим створюваним навантаженням 1000 Н (рис. 3.7).

Пружина з зовнішнім діаметром  $D_{\text{н}}$ , внутрішнім діаметром  $D_{\text{вн}}$ , діаметром дроту  $d$ , кількістю витків  $n$  в і довжиною  $l_0$  встановлювалася між опорами установки.

На кінці пружини попередньо встановлювали вставки діаметром, дещо більшим діаметра пружини  $D_n$ , а всередину пружини - трубку завдовжки  $0,7 l_0$  для фіксації і зручності виконання вимірів. За допомогою рукоятки ручного навантаження установки прикладали осьове навантаження і знімали по-казання з її шкали.

*a**б*

Рис. 3.7. Визначення деформації пружини:  
*a* - без навантаження, *б* - під навантаженням

## РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1 Результати дослідження за визначенням опору переміщенню сошника від глибини ходу і швидкості руху

Дослідження проводилися з метою визначення залежності опору переміщенню серійного і вдосконаленого сошників від зміни глибини ходу  $h$  і швидкості руху  $v$ .

Глибину ходу сошників прирівнювали до глибини загортання насіння, в діапазоні  $h = 0,02 \dots 0,05$  м і змінювалася з інтервалом  $0,005$  м, а швидкості - в діапазоні  $v = 2 \dots 4$  м / с з інтервалом  $0,4$  м / с.

На кожній глибині при встановленій швидкості визначався опір переміщення сошника. Оскільки максимальна швидкість переміщення візка ґрунтового каналу не перевищує  $0,5$  м/с, опір переміщенню сошників при швидкостях вище зазначеної визначали методом екстраполяції з урахуванням того, що, збільшення питомого опору сівалок при збільшенні швидкості на  $1$  км/год становить  $1,5 \dots 3$  %. На підставі проведених досліджень побудовані графічні залежності зміни тягового опору, представлені на рисунках 4.1 і 4.2.

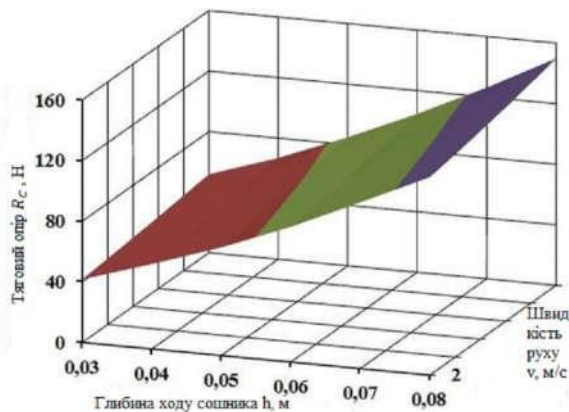


Рис. 4.1. Експериментальна залежність тягового опору серійного сошника

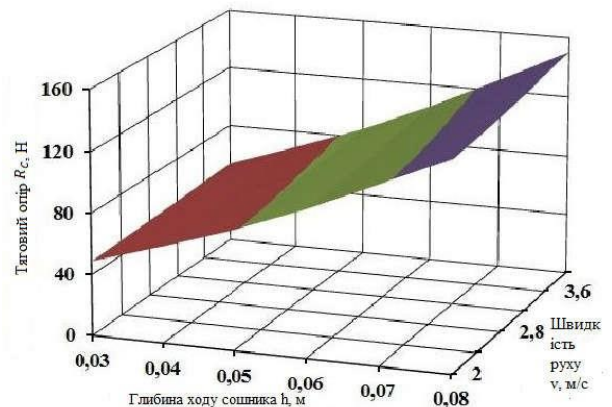


Рис. 4.2. Експериментальна залежність тягового опору вдосконаленого сошника

Слід зазначити, що відповідно до агротехнічних вимог в посушливих районах з нестачею в ґрунті вологи рекомендується проводити посіви на глибину 3-4 см.

Полеві випробування сошників проводилися при значенні глибини за-гортання насіння 5 см і швидкості руху до 2,5 м / с, для зазначених діапазонів побудовані графічні залежності теоретичних і експериментальних значень тягового опору серійного і вдосконаленого сошників (рис.4.3-4.6).

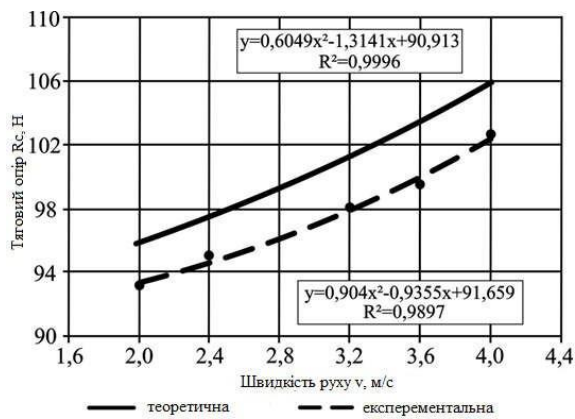


Рис. 4.3. Залежність тягового опору серійного сошника від швидкості руху ( $h = 0,06$  м)

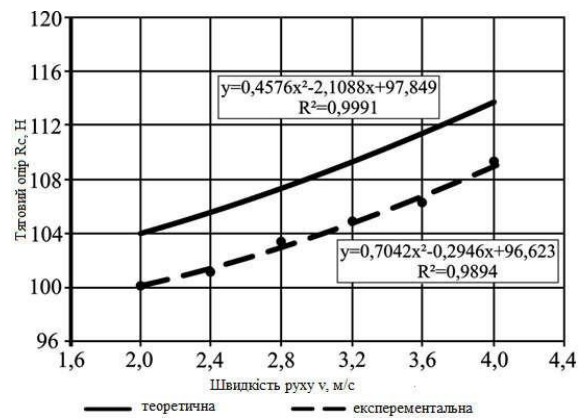
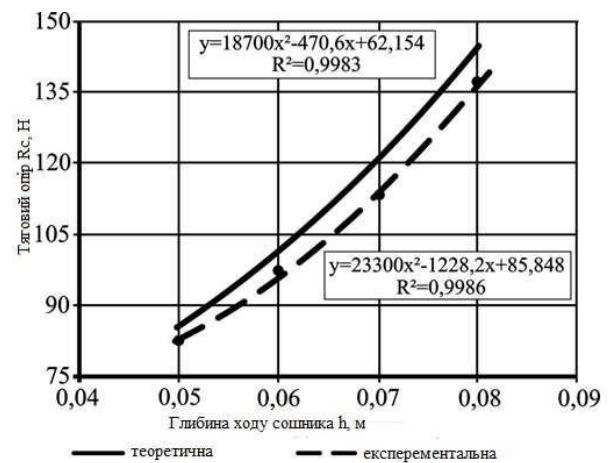
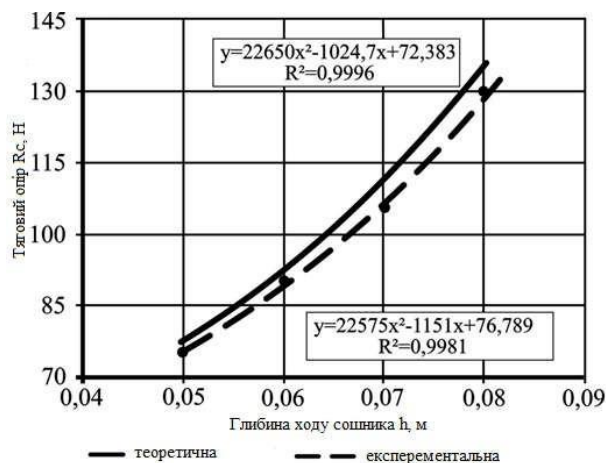


Рис. 4.4. Залежність тягового опору вдосконаленого сошника від швидкості руху ( $h = 0,06$  м)



В результаті обробки даних лабораторних досліджень були отримані математичні вирази, що відображають вплив глибини ходу і швидкості руху сошників на опір переміщенню:

Серійний сошник:

$$R_{cc} = 2005,27h + 9,34v - 49,77,$$

Вдосконалений сошник:

$$R_{cy} = 1966,98h + 7,8v - 36,77.$$

Встановлено, що для серійного сошника зі збільшенням глибини ходу згідно агротехнічним вимогам, щодо до посіву від 0,03 до 0,06 м відбувається збільшення опору переміщення на 31,9 %, тоді як збільшення швидкості з 2 до 4 м/с приводить до підвищення опору переміщення сошника лише на 5,2 %. Аналогічна ситуація простежується і для вдосконаленого сошника, що відповідає підвищенню опору переміщення на 35,8 % і 5,5 % відповідно.

Опір переміщення вдосконаленого сошника в середньому на 3,9 % більше в порівнянні з серійним сошником і знаходиться в межі допустимої помилки досвіду. Дану обставину можна пояснити тим, що наявність притискної пластини на вдосконаленому сошнику створює додатковий опір переміщення, однак рухається слідом за сошником пластина переміщається по попередньо утвореній плоскими дисками борозні і його значення залишається незмінним при зміні глибини. Аналогічна тенденція простежується і зі зміною швидкості руху сошника.

#### **4.2 Результати досліджень пружних властивостей елементів вдосконаленого сошника**

Одним з основних агротехнічних вимог технологічної операції посіву є забезпечення заданої глибини загортання насіння, яка визначається глибиною

ходу сошників. Сошники дискових сівалок регулюються за допомогою єдиного регулятора заглиблення і зміною величини стиснення пружин на натиск-них штангах. З метою підвищення ефективності сівалки за рахунок рівномірності розподілу і закладання насіння по глибині в конструкцію двохдискового сошника внесена притискна пластина. Вона забезпечує придавлення насіння на дно борозенки і зминає ґрунтові грудочки.

Зусилля стискання визначається жорсткістю притискної пластини, виконаної у вигляді кривої консольно закріпленої до корпусу сошника балки.

Лабораторними дослідженнями визначалася жорсткість пружних елементів удосконаленого сошника.

Результати розрахунку деформації циліндричної пружини представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Результати досліджень пружних властивостей циліндричної пружини повідця сошника

Параметри пружини						Затискання пружини				
$D_n$ , мм	$D_{вн}$ , мм	$D_c$ , мм	$d$ , мм	$l_0$ , мм	$n$	$F$ , Н	0	100	200	300
36,5	26,5	31,5	5,0	420	42	$\lambda_z$ , мм	0	22	44	66
						$\lambda_T$ , мм	0	21	42	63
						$l$ , мм	0	398	375	356

В результаті проведених випробувань прогин притискної пластини склав 1,2 мм при навантаженні чаші гирьом вагою 1 кг, 2,4 мм при 2 кг і 6,0 мм при 5 кг відповідно.

За отриманими експериментальними даними побудовано залежності зусилля стиснення  $F$  циліндричної пружини від величини деформації (рис.4.7) і величини деформації притискної пластини від прикладеного навантаження  $F$  (рис. 4.8).

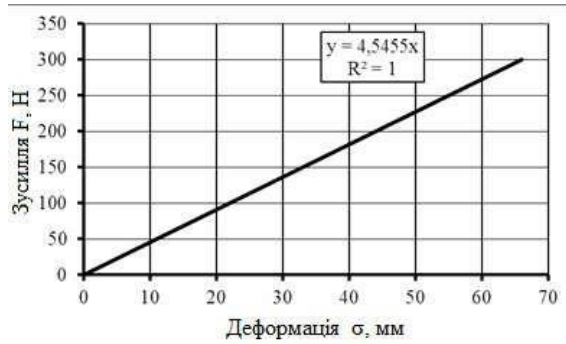


Рис. 4.7. Залежність зусилля стиснення циліндричної пружини від де- формації

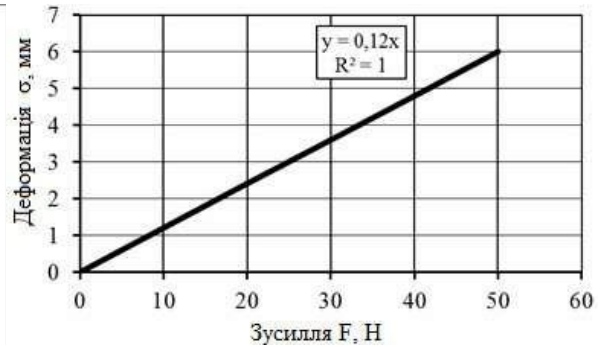


Рис. 4.8. Залежність величини де- формації притискної пластини від прикладеного навантаження

Проведені дослідження дозволили встановити жорсткість пружних елементів вдосконаленого сошника: циліндричної пружини  $C = 4500 \dots 4600$  Н/м і притискної пластини  $C = 7500 \dots 7600$  Н/м. Ці ланки викликають значний вплив на динаміку сошника.

### 4.3 Результати дослідження тиску на дно борозенки

Лабораторними дослідями визначався приріст щільності dna борозенки, з притискною пластиною вдосконаленого сошника в залежності від прикладеного тиску. Дослідження проводили при вологості ґрунту 18 %. Експериментальні дані, отримані при проведенні дослідів, що оброблялися методами математичної статистики за відомими формулами. Результати розрахунків представлені в таблицях 4.2, 4.3 і 4.4.

За результатами математичної обробки дослідних даних коефіцієнт варіації склав менше 10 %. Це вказує на незначний ступінь розсіювання даних, а сукупність даних є однорідною. Помилка проведених дослідів склала менше 5 %.

За результатами лабораторних досліджень була побудована графічна залежність деформації dna борозенки від прикладеного тиску (рис. 4.9).

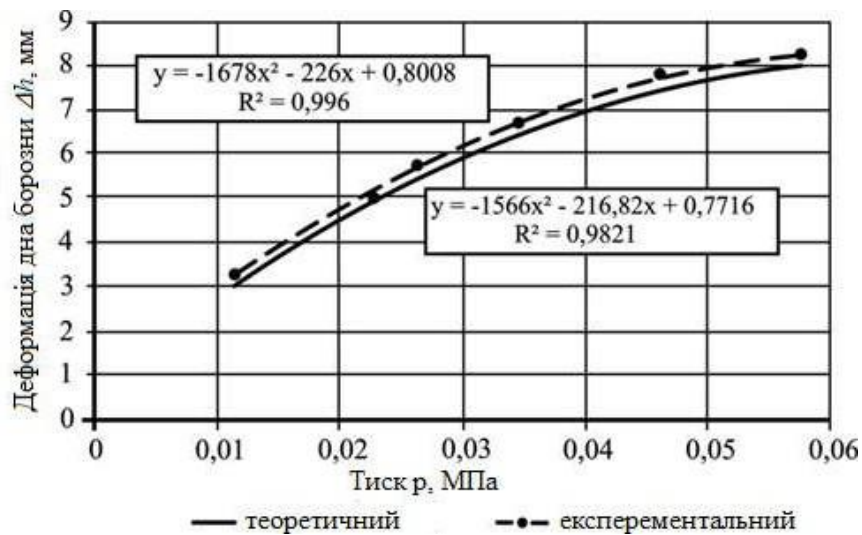


Рис. 4.9. Залежність деформації дна борозенки від прикладеного тиску

Відповідно до агротехнічних вимог посіву зернових культур, щільність дна борозенки повинна становити не менше  $1,300 \text{ г/см}^3$ , при цьому насіння повинні закриватися зверху пухким ґрунтом з щільністю до  $1,100 \text{ г/см}^3$ . При прирості щільності до  $0,252 \text{ г/см}^3$ , відповідно щільність дна борозенки складе  $1,352 \text{ г/см}^3$ . З графічної залежності, представленої на малюнку 4.9 і 4.10 випливає, що оптимальним розміром деформації дна борозенки, відповідно до агротехнічних вимог, що пред'являються до посіву, при глибині загортання насіння 6-8 см, є величина тиску, що дорівнює  $0,0346 \text{ МПа}$ .

На підставі досліджень за визначенням деформації дна борозенки побудовані теоретична та експериментальна залежність приросту щільності дна борозенки (рис. 4.10). При цьому теоретичне значення приросту щільності дна борозенки визначалося з формули (1.6).

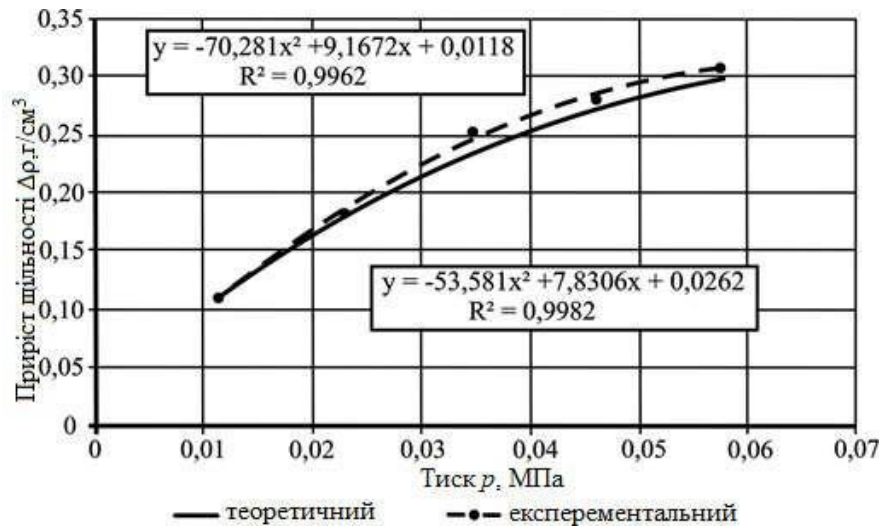


Рис. 4.10. Залежність приросту щільності дна борозенки від прикладеного тиску

За результатами визначення щільності ґрунту на дні борозенки відповідно до методики, викладеної в розділі 3, побудована графічна залежність щільності дна борозенки від глибини ходу сошника. На малюнку 4.11 представлені теоретична і експериментальна залежності щільності дна борозенки від глибини ходу сошника.

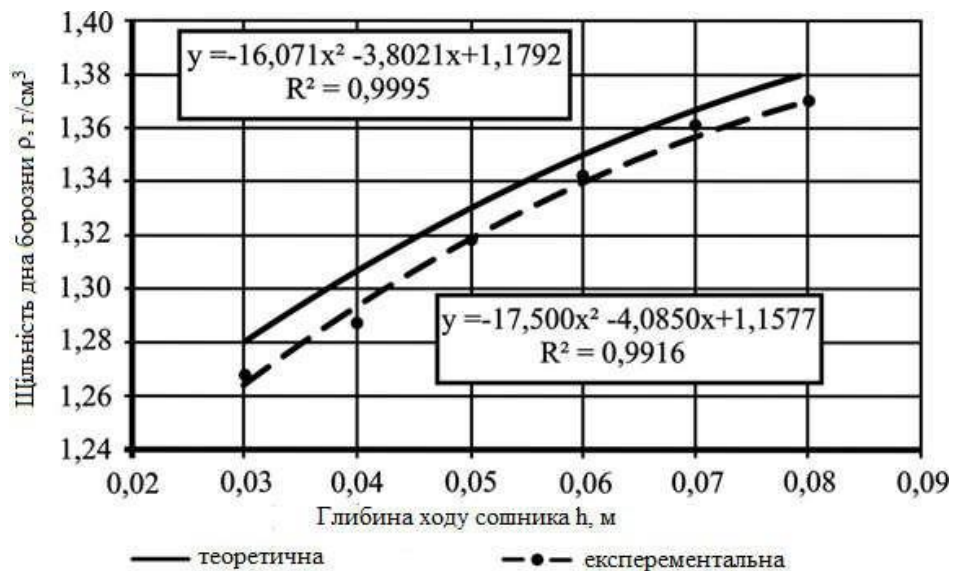


Рис. 4.11. Залежність щільності дна борозенки від глибини ходу сошника

#### 4.4. Результати польових випробувань зернової сівалки Vitu з удосконаленим сошником

Дослідження глибини загортання насіння загорнутих вдосконаленими сошниками склала 2,5 ... 5 см, в той час, як насіння, загорнутих серійними сошниками розташовувалися на глибині 1,3 ... 6,9 см. При цьому частота розподілу насіння в інтервалі агротехнічного допуску склала для 89 % для вдосконаленого сошника і 76 % для серійного сошника.

Таким чином, отримані дані дозволяють зробити висновок про більш рівномірне закладання насіння по глибині вдосконаленими сошниками. Досягається за рахунок придавлювання насіння до дна борозенки хвостовиком притискної пластини. За рахунок підвищення щільності дна борозенки забезпечується приплив вологи з нижніх шарів ґрунту до насіння, що покращує умови проростання насіння, підвищується дружність появи сходів сприятливо позначається на подальшому розвитку рослин (рис. 4.14 і 4.15).

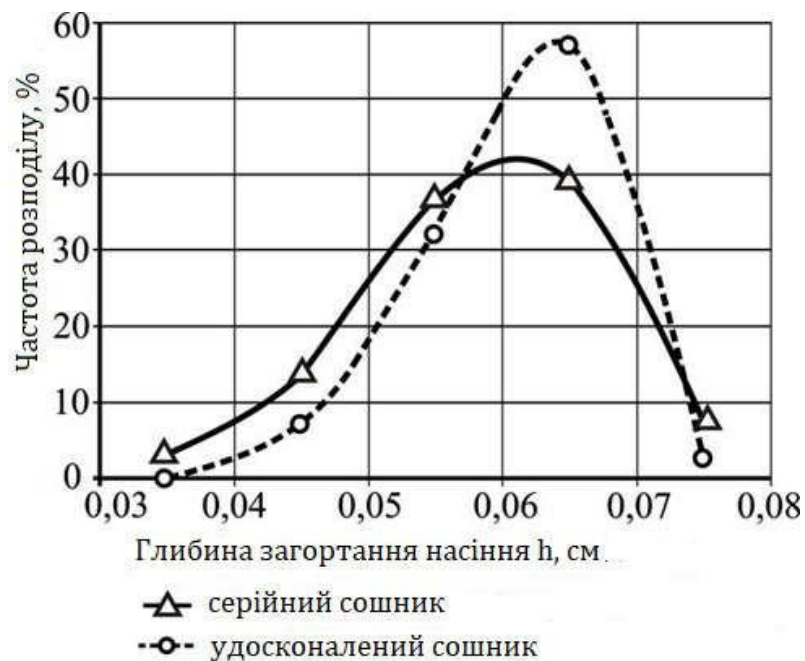


Рис. 4.14. Рівномірність закладення насіння по глибині

сошниками оцінювали за результатами структури врожаю і біометричних параметрів ярої пшениці в порівнянні з серійною сівалкою (таблиці 4.6 і 4.7).



Рис. 4.15. Динаміка сходів насіння ярої пшениці

### Висновки з розділу

На основі проведених експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. В результаті проведених випробувань прогин притискної пластини склав 1,2 мм при діючому зусиллі 9,8 Н. Жорсткість циліндричної пружини і притискної пластини вдосконаленого сошника склали 4500 ... 4600 Н/м і 7500 ... 7600 Н/м відповідно.

2. Відповідно до агротехнічних вимог до посіву, оптимальна щільність ґрунту дна борозенки повинна складати 1,1 ... 1,3 г/см<sup>3</sup>, а щільність ґрунту, підготовленої під посів - 0,9 ... 1,1 г/см<sup>3</sup>. Необхідна щільність скелета ґрунту дна борозенки досягається при величині тиску притискною пластиною, яка дорівнює 0,0346 МПа, при цьому приріст щільності становить 0,252 г/см<sup>3</sup>.

3. В ході лабораторних досліджень визначено вплив глибини ходу сошника і швидкості його руху на опір переміщенню. Установка притискної пластини призводить до збільшення опору переміщенню на 3,9 % в порівнянні з серійним сошником і знаходиться в межі допустимої помилки дослід. Встановлено, що зі зміною глибини ходу сошника в інтервалі від 0,03 до 0,08 м відбувається збільшення опору переміщенню, як для серійного, так і для

вдосконаленого сошника на 31,9 % і 35,8 % відповідно. Слід також зазначити, що більшення глибини не змінює опір переміщенню притискної пластини, так як, переміщення притискної пластини відбувається по попередньо утвореній плоскими дисками борозні.

4. За результатами обробки дослідних даних отримані математичні вирази, що відображають вплив двох факторів (глибина  $h$ , м; швидкість  $v$ , м / с) на опір переміщенню сошників: серійного  $R_{cc} = 2005,27h + 9,34v - 49,77$ ; вдосконаленого  $R_{cy} = 1966,98h + 7,8v - 36,77$ .

5. Порівняльні польові дослідження показали, що при посіві експериментальною сівалкою, оснащеною вдосконаленими сошниками, сходи з'являються на 2 дні раніше, ніж на посівах серійною сівалкою. Насіння висіяне вдосконаленим сошником мають польову схожість 74,38 % проти 70,35% польової схожості насіння, загорнутих серійним сошником.

6. До 89 % загорнутих вдосконаленим сошником насіння розміщуються в інтервалі глибини посіву 0,05 ... 0,07 м, проти 76 % насіння, загорнутих серійним сошником, що вказує на підвищення рівномірності укладки насіння по глибині загортання, що в результаті дає збільшення врожаю 1,3 ц/га

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

### 4.1. Економічна ефективність проекту

Розрахунки техніко-економічних показників сівалки Vitu з серійним та удосконаленим сошником за рахунок модернізації сошника сівалка має краще розподілення насінин в борозді та відповідно більшу швидкість посіву. Як наслідок це створює кращі всходи рослин та збільшує врожайність. Це підвищує використання коефіцієнта робочого часу зміни і, як наслідок, продуктивність агрегату.

Оцінку економічної ефективності пропонованої машини проводили за такими основними показниками:

- економія експлуатаційних витрат на одиницю виконаної роботи або отриманої продукції і зниження її собівартості;
- розміри додаткових капіталовкладень на впровадження засобів механізації і термін їх окупності.

Перераховані показники обчислювалися за загальноприйнятою методикою на вирощуванні ріпаку.

### 5.2. Експлуатаційні витрати.

"Експлуатаційні витрати складаються з основної і додаткової заробітної плати, амортизаційних відрахувань, витрат на паливо-мастильні матеріали, витрат на технічне обслуговування, ремонт і зберігання агрегату".

Річні експлуатаційні витрати, на гектар посівної площі розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{екс}} = V_{\text{оп}} + A + T + V_{\text{рес}} + IB, \text{ грн/га} \quad (4.1)$$

де:  $V_{\text{оп}}$  - витрати, які включають безпосередньо заробітну плату працівників і нарахування на заробітну плату, грн/га;

$A$  – сума амортизаційних відрахувань, грн/га;

Г – відрахування на поточний ремонт і техогляди, грн/га;

Врес – вартість спожитих на протязі року енергоресурсів, грн/га;

ІВ– інші витрати (вартість миючих засобів, спецодягу і т.д.), грн/га.

Витрати на оплату праці:

$$V_{\text{оп}} = Z + H, \text{грн/га}, \quad (4.2)$$

де: Z – фонд оплати праці, грн.;

H - нарахування на фонд оплати праці, грн.

Нарахування на фонд оплати праці включає єдиний соціальний внесок – 22% тоді  $H_z = 0,22 \cdot Z$

$$V_{\text{оп}} = 10000 + 2200 = 12\,200, \text{грн/міс}$$

Фонд оплати праці розраховуємо за наступною формулою:

$$Z = \frac{N_n \cdot S_n \cdot C_{\text{год}}}{D}, \text{грн/зміну} \quad (4.3)$$

де:  $N_n$  - кількість працівників, які обслуговують технічний засіб при виконанні операції, чол. Приймаємо 1 чол;

$S_n$  – посівна площа, га приймаємо згідно табл. 4.1

D - кількість годин виконання технічним засобом операції, год

C - годинна тарифна ставка, грн згідно положення по господарству.

Базовий:

$$Z = \frac{1 \cdot 60 \cdot 150}{10} = 900, \text{грн/зміну}$$

Проектний:

$$Z = \frac{1 \cdot 60 \cdot 150}{8} = 1125, \text{грн/зміну}$$

Амортизаційні відрахування на експлуатацію визначаємо за формулою:

$$A = \frac{B_{\text{св}} \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot W_B}, \text{грн/га} \quad (4.4)$$

де: Б<sub>св</sub> – балансова вартість відповідно сівалки, грн приймаємо згідно табл. 4.1  
.; α – річна норма амортизації на технічний засіб, % згідно табл. 4.1;

W<sub>в</sub> – продуктивність посівного агрегата, га/год

Базовий

$$A = \frac{450000 \cdot 15}{100 \cdot 60 \cdot 6} = 187,5, \text{ грн/га}$$

Проектний

$$A = \frac{450000 \cdot 15}{100 \cdot 60 \cdot 8} = 140,6, \text{ грн/га}$$

Відрахування на поточний ремонт і техогляди технічного засобу:

$$T = \frac{B_{св} \cdot b}{100 \cdot D \cdot W_{в}}, \text{ грн/га}$$

де: b - річна норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування,  
% приймаємо згідно табл. 4.1.

Базовий

$$T = \frac{450000 \cdot 10}{100 \cdot 60 \cdot 6} = 125 \text{ грн/га}$$

Проектний

$$T = \frac{450000 \cdot 10}{100 \cdot 60 \cdot 8} = 93,7, \text{ грн/га}$$

Провівши розрахунки складових формули 6.1 визначимо річні експлуатаційні витрати,

базовий

$$B_{\text{екс}} = B_{\text{оп}} + A + T + B_{\text{рес}} + IB$$

Вартість енергоресурсів та інших витрат для обох варіантів буде однаковою тому їх можна не враховувати

базовий

$$V_{\text{екс}} = 12\,200 + 187,5 + 125 = 12\,512,5 \text{ грн/га}$$

проектний

$$V_{\text{екс}} = 12\,200 + 140,6 + 93,7 = 12\,434,3 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект від впровадження сівалки

$$E_p = \Pi - V_{\text{екс}}^{\text{б}} + V_{\text{екс}}^{\text{п}}$$

де  $\Pi$  – прибуток від приросту врожаю, грн/га,

$$\Pi = Q \cdot \text{Ц}, \text{ грн/га}$$

Де  $\text{Ц}$  – вартість продукції, грн/т. За 2023 рік вартість 1 тони ріпаку в залежності від якості була в межах 15 000 - 25000 грн/т приймаємо 17 000 грн/т.;  $Q$  – приріст врожаю, т/га. За 2023 рік отримали додатково 0,25 т/га.

$$\Pi = 0,25 \cdot 17\,000 = 4\,250 \text{ грн/га};$$

$$E_p = 4\,250 - 12\,512,5 + 12\,434,3 = 4\,171,8 \text{ грн/га}$$

### **Термін окупності основних капітальних вкладень**

Термін окупності це відношення основних капіталовкладень до річного економічного ефекту від впровадження модернізованої сівалки виражене в роках:

$$T = \frac{K}{E_p}, \text{ рік}$$

Де  $K$  – основні капіталовкладення, які були витрачені на модернізацію сівалки, грн

$$K = \frac{B_{CB}}{W_D}, \text{ грн/га}$$

де Б - балансова вартість удосконаленої сівалки, грн

$$K = \frac{90000}{6 \cdot 10} = 1500 \text{ грн/га}$$

$$T = \frac{1500}{4171,8} = 0,35$$

Результати розрахунку економічної ефективності застосування удосконаленої сівалки для посіву ріпаку наведено в таблиці 4.1.

Показник	Базовий варіант	Удосконалений варіант
Балансова вартість посівної машини, грн	450 000	540 000
Площа посіву, га	60	60
Кількість обслуговуючого персоналу, чол	1	1
Амортизаційні відрахування, грн/га	187,5	140,6
Відрахування на поточний ремонт і ТО, грн/га	125	93,7
Заробітна плата з нарахуваннями, грн/га	900	1125
Річні експлуатаційні витрати, грн/га	12512,5	12434,3
Приріст врожаю, т/га		0,25
Прибуток від приросту врожаю, грн/га		4250
Річний економічний ефект, грн/га		4171,8
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років		0,35

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВОК

1. Аналіз способів і засобів посіву зернових культур та розроблена класифікація робочих органів сівалок дозволили виявити перспективний напрямок вдосконалення дводискових сошників, теоретично обґрунтувати параметри дослідного зразка сошника, що забезпечує рівномірність укладання насіння по глибині і ущільнення дна борозенки, які підтвержені теоретичними і експериментальними результатами.

2. На основі аналізу літературних джерел, пов'язаних з питаннями технологічного процесу посіву та вдосконалення загортаючих робочих органів, встановлено, що на підвищення врожайності ріпаку суттєво впливає щільність дна борозенки, рівномірність розподілу насіння по глибині і закриття їх зверху шаром неущільненого ґрунту. З класифікації посівних робочих органів посівних машин запропонована нова конструктивно-технологічна схема дискового сошника, що забезпечує рівномірність укладання насіння по глибині і підвищує щільність дна борозенки.

3. Теоретичними дослідженнями робочого процесу посіву отримано аналітичні залежності щільності ґрунту, створюваної притискною пластиною, її геометричних параметрів, тягового опору вдосконаленого сошника, деформації пружини повідця, стійкості ходу сошника і визначення нерівномірності загортання насіння по глибині. Товщина пластини становить 2,5 мм при радіусі кривизни перетину пластини  $r = 52 \dots 57$  мм. Зроблено розрахунок тягового опору серійного і вдосконаленого сошників і сівалки в цілому. Отримано вираз деформації пружини повідця. Розроблено номограми для визначення нерівномірності загортання насіння по глибині.

4. За результатами визначення фізико-механічних властивостей ґрунту, насіння і експериментальних досліджень встановлено: кут нахилу притискної пластини щодо дна борозенки  $\psi = 22^\circ$ , жорсткість притискної пластини 7500 ... 7600 Н/м, що забезпечує оптимальну щільність дна борозенки, рівну 1,1- 1,3 г/см<sup>3</sup>, тяговий опір вдосконаленого сошника при глибині ходу від 0,03 до 0,08

м становить 49,08-137,05 Н, сумарний опір пластин сошників сівалки становить 190 Н. Оснащення дводискового сошника притискною пластиною зменшує нерівномірність заділки насіння зернових культур на 5,7 ... 16,5 %.

5. Виробничі випробування дозволили встановити ефективність сівалки з удосконаленням сошників при посіві ріпаку: підвищення польової схожості призводить до скорочення терміну появи сходів на 2 дня, в інтервалі глибини загортання насіння 0,05 ... 0,07 м розміщено 89 % загальної кількості насіння проти 76 % насіння, заглиблених серійним сошником, що призводить до підвищення врожаю на 8 ... 10 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ріпак від GoldExim. Режим доступу: <https://goldexim.net/category/rapeseed>
2. Технологія вирощування ріпаку. Як розкрити потенціал насіння?. Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/296-tehnologiya-viroschuvannya-ripaku-vid-a-do-ya-yak-rozkriti-potentsial-nasinnya>
3. Технологія вирощування ріпаку. Режим доступу: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/ripak/tehnologiya-vyroshchuvannya-ripaku/>
4. ВЫШЕ ТОЧНОСТЬ – МЕНЬШЕ НОРМА! Режим доступу: <https://www.agroone.info/publication/vyshe-tochnost-menshe-norma/>
5. Вибір сівалки без зайвих мук. Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/vybir-sivalky-bez-zajvyh-muk/>
6. Технологія вирощування озимого ріпаку: підготовка та сівба. Режим доступу: <https://superagronom.com/blog/912-tehnologiya-viroschuvannya-ozimogo-ripaku-pidgotovka-ta-sivba>
7. Готуємося до посіву насіння озимого ріпаку. Режим доступу: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/novyny/2075-hotuiemosia-do-posivu-nasinnia-ozymoho-ripaku>
8. Озимий ріпак: особливості вирощування та живлення. Режим доступу: <https://makosh-group.com.ua/blog/ozymyj-ripak-osoblyvosti-vyroshhuvannya-ta-zhyvlennya/>
9. Навісна сівалка точного висіву з фіксованою рамою і транспортним візком. Режим доступу: <https://www.maschiogaspardo.com/uk/web/>
10. Пневматическая сеялка Mistral 6D Compact. Режим доступу: <https://t-i-t.com.ua/pnevmaticheskaya-seyalka-mistral-6d/>
11. Aikins, K. A., J. B. Barr, M. Ucgul, T. A. Jensen, D. L. Antille, and J. M. Desbiolles. 2020. No-tillage furrow opener performance: a review of tool geometry, settings and interactions with soil and crop residue. *Soil Research*, 58(7): 603-621.

12. Фокін А. Актуальні проблеми захисту ріпаку та способи їх подолання. Пропозиція. 2008. № 2. С. 68-72.2.Савчук Ю.М.,
13. Антоненко О.Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах правобережного лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. 2. С. 20-27.3.
14. Поляков О., Плетень С., Томашов С.Догляд за озимим ріпаком: короткий календар основних агроприйомів. Пропозиція. 2010. № 2. С. 62-63.
15. Гамаюнова В.В., Гаро І.М.Урожайність і якість насіння ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту, строку та способу сівби в умовах Лісостепу України. Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету. 2017. Вип. 1(43). С.31-36. (Серія: Сільськогосподарська екологія. Агрономічні науки).
16. Савчук О. І., Шуль Д.І., Орловська О.В.Осінні турботи на ріпаковому полі. Агрозахід.2008. № 8. С. 18-20.
17. Распутенко А. О. Польова схожість насіння ріпаку озимого залежно від строків сівби й норм висіву насіння. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України» (м.Дніпропетровськ, 25–26 трав. 2016 р.). Дніпропетровськ, 2016. С. 75–76.
18. Распутенко А. О. Урожайність ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби й норм висіву насіння. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (с. Оброшино, 16 листоп. 2016 р.). Львів-Оброшино : [Б. в.], 2016. С. 49–50.
19. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в

- умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник ПДАА. 2019. № 2. С. 20–27.
20. Лавриненко Ю.О., Влащук А.М., Шапарь Л.В. Урожайність насіння та економічна ефективність вирощування сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2016. Вип. 96. С. 79-86.
  21. Гарбар Л.А., Яцишина Т.П., Самолюк О.П. Вплив удобрення на перезимівлю ріпаку озимого. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 74-77.
  22. Насіння ріпаку для промислового перероблення. Технічні умови : ДСТУ 4966:2008. [Чинний від 2010-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2010. 4с. (Національний стандарт України).
  23. Гайдаш В.Д., Климчук М.М., Макар М.М. та ін. Ріпак / За ред. В.Д.Гайдаша. Івано-Франківськ: Сіверсія ЛТД, 1998. 224 с.
  24. Кирнасівська Н.В., Васалатій Н.В. Агрокліматичні умови формування олії в насінні озимого ріпаку в степу України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 3 (54) С.116-117.
  25. May W.E., Hume D.J. Free fatty acid contents in developing seed of three summer rape cultivars in Ontario. Can. J. Plant Sci. 1995. Vol. 75, No 1. P. 111-116.
  26. Artemenko, D. and V. Onopa. 2019. Experimental researches of a precision seed drills coulter equipped with a disk seedbed former. National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines, 49: 10-18.
  27. Artemenko, D., M. Sviren, V. Onopa, and Y. Komar. 2019. Opener. Ukraine Patent No. 133540 (In Ukraine).
  28. Artemenko, D., O. Mahopets, and P. Solomashenko. 2010. Research and working out of an advanced design steel seeders. Construction, Production and Operation of Agricultural Machinery, 40(1): 136-142.

29. Brunotte, J., K. Sommer, and B. Gattermann. 2000. Architektur Moderne Pflanzen. Publisher: AmazonenWerke H. Dreyer GmbH & Co. KG. Elvorti – Vesta 8 Profi. 2021. Available at: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/vesta-8-profi.html>. Accessed 23 November 2022. Chaudhuri, C. 2001.
30. PM-Power and machinery: Performance evaluation of various types of furrow openers on seed drills: A review. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79(2): 125-137. Falola, O. 1996.
31. The study of the technology of applying seeds to the soil and finding the optimal parameters of the oral coulters. Available at: <http://tekhnosfera.com/view/518682/a?#?page=1>. Accessed 23 November 2022. Kuş, E., and Y. Yıldırım. 2021.
32. Optimization of the shoe furrow openers designed in different heights for vacuum single-seed planter. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 58(2): 429-438.
33. Melnyk, O. 2016. SESVanderHave seeds are the key to your successful beet growing. Available at: [https://svukraine.com.ua/images/Technology\\_nasinya.pdf](https://svukraine.com.ua/images/Technology_nasinya.pdf). Accessed 23 November 2022.
34. Murray, J. R., J. N. Tullberg, and B. B. Basnet. 2006. Planters and their components: types, attributes, functional requirements, classification and description. ACIAR Monograph No. 121. ISBN 1 86320 462 8.
35. Nanka, A., I. Morozov, V. Morozov, M. Krekot, A. Poliakov, I. Kiralhazi, M. Lohvynenko, K. Sharai, A. Babiy, and M. Stashkiv. 2019. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(1): 33-45.
36. Nielsen, S. K., L. J. Munkholm, M. Lamandé, M. Nørremark, N. Skou-Nielsen, G. T. Edwards, and O. Green. 2017. Seed drill instrumentation for spatial coulter depth measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 141: 207-214.

37. Operating manual Amazone. 2017. Precision airplanter. Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG. Germany. Available at: <http://et.amazone.de/files/pdf/mg5226.pdf>. Accessed 23 November 2022.
38. Prospect of the Gaspardo Company. 2017. SP Range. Pneumatic precision seed drills. Italy. Available at: <https://pdf.agriexpo.online/pdf/maschio-gaspardo/sprange/169098-39728.html>. Accessed 23 November 2022.
39. Prospect of the Kuhn Company. 2021. Planter 3. Precision seed drills. Kuhn farm machinery (UK). Available at: <https://dealer.extranet.kuhn.com/ecom.API/api/publicleaflet/950052/EN/download>. Accessed 23 November 2022.
40. Zubrilina E., Vysochkina L., Danilov M., Maliyev V. – Design modification of seed distributor of pneumatic seeder for corn sowing. /
41. E. Zubrilina, L. Vysochkina, M. Danilov, V. Maliyev // Engineering for Rural Development. 2017. Vol. 16. P. 772-778. DOI: 10.22616/ERDev2017.16.N158 5.
42. Zubrilina E.M., Chikildin V.N. Experimental studies of a seeding apparatus with an accelerator seed duct / E.M. Zubrilina, V.N. Chikildin // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2011. No. 2. pp. 66-70. 6.