

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету конструювання  
та дизайну

(назва факультету (ННІ))

Зіновій РУЖИЛО

(підпис)

(ПІБ)

“\_\_” листопада 2023 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри тракторів,  
автомобілів та біоенергоресурсів

(назва кафедри)

Євген КАЛІНІН

(підпис)

(ПІБ)

“\_\_” листопада 2023 р.

УДК 631.33.024

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему

**ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАКТОРА ДЛЯ  
ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ**

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського  
виробництва»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

В'ячеслав ЛОВЕЙКІН

(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Олександр ЛАВРІНЕНКО

(ПІБ)

**Виконав**

(підпис)

Віталій САМАТОВ

(ПІБ студента)

КИЇВ - 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів, автомобілів та  
біоенергоресурсів

(назва кафедри)

Д.т.н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

Євген КАЛІНИН

(підпис)

(ПІБ)

20 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Саматову Віталію Олеговичу

(прізвище/ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

(назва)

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Удосконалення сошника сівалки для підґрунтового-розкидної сівби

затверджена наказом ректора НУБіП України від "28" березня 2023 р. № 463 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: технічна характеристика сівалок, конструкція сошників, властивості зерна, фізико-механічні властивості матеріалів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Вивчити конструкції сучасних сошників, визначити переваги та недоліки.
2. Огляд сошників для підґрунтового-розкидної сівби.
3. Визначення параметрів розсіювання насіння у підлаповому просторі сошника, що проектується
4. Економічне обґрунтування запропонованого удосконалення

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання " " 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.С.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Олександр ЛАВРІНЕНКО

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Віталій САМАТОВ

(ПІБ студента)

## РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка виконаної магістерської роботи передбачає 53 сторінки машинного тексту, 3 розділи, 8 таблиць з 18 рисунків.

При виконанні роботи використано матеріалів з 18 джерел літератури та періодики.

Об'єкт дослідження даної роботи – сошник сівалки для підґрунтового розкидної сівби.

Предмет дослідження – процес надходження насіння у підлаповий простір сошника та його розміщення на дні борозни.

Методикою дослідження полягає в наступному: проаналізувати конструкції та технологічні процеси існуючих сошників. Винайти переваги саме сошників у вигляді культиваторної лапи. Виходячи з цих переваг дослідити траєкторії польоту зерна у підлаповому просторі та визначити оптимальні їх параметри.

Також задачею є обґрунтування економічної доцільності використання запропонованого сошника на сівалці.

Використано теоретичне дослідження із застосуванням програм та методів ПЕОМ, пакету прикладних графічного редактора «Компас»

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

<b>ЗМІСТ</b>	
<b>РЕФЕРАТ</b> .....	<b>3</b>
Опшибка! ..... Источник ..... Ссылки ..... не ..... найден.....	4
<b>ВСТУП</b> .....	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	<b>5</b>
1.2. Різновиди існуючих сошників .....	<b>7</b>
1.3 Аналіз досліджень впливу підґрунтового-розкидного способу сівби на приріст урожаю .....	<b>16</b>
1.4 Огляд будови сошників для підґрунтового-розкидної сівби .....	<b>18</b>
1.5 Аналіз конструкцій сошників для підґрунтового- розкидного способу сівби .....	<b>24</b>
1.6 Коротка характеристика серійних сівалок-культиваторів та перспективи використання .....	<b>31</b>
1.7 Висновки до розділу .....	<b>34</b>
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>36</b>
2.1 Теоретичне визначення розмірів підлапового простору сошника .....	<b>36</b>
2.2 Функціонування проектованого сошника .....	<b>39</b>
2.3 Аналіз процесу відбивання насіння від плоского розподільника ....	<b>43</b>
2.4 Дослідження руху насінини у підлаповому просторі.....	<b>45</b>
<b>РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>41</b>
3.1 Розрахунок економічної ефективності запропонованого удосконалення .....	<b>41</b>
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>53</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	<b>54</b>

## ВСТУП

Наукою доведено, що сільськогосподарські культури мають великий резерв для підвищення врожайності і при створенні потрібних умов для росту та розвитку рослин . Щоб використати цей потенціал, необхідно вдосконалити існуючі технології посіву сільськогосподарських культур і створити сільськогосподарські машини.

Сівба насіння в сільськогосподарському вирощуванні є важливою технологічною операцією, від якості якої залежить майбутній урожай. Однією з першочергових умов досягнення високої продуктивності є забезпечення найбільш повних умов для росту і розвитку рослин.

Найкраще постачання поживними речовинами та світлом для всіх культур можна досягти шляхом рівномірного розподілу по поверхні поля, але ця вимога не може бути повністю задоволена сучасними методами посіву.

На теперішній час широко застосовуються способи сівби насіння такі як рядковий, вузькорядний, перехресний, стрічковий, підрунтово-розкидний, який поділяється на смуговий і розкидний [6, 7, 8] (Рис. 1.1).

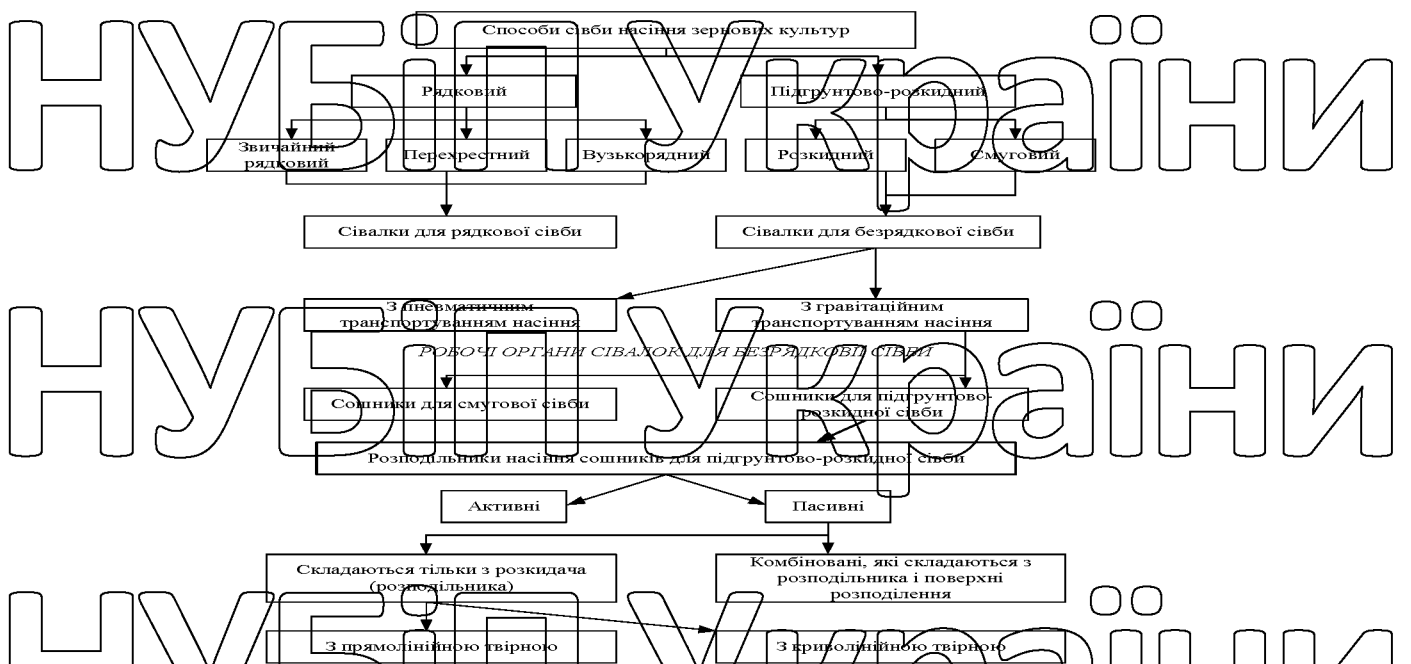


Рис. 1.1 Класифікація посіву насіння та засоби їхньої реалізації

За останній період часу провідні наукові центри показують збільшений інтерес до проблематики біологічних основ високих врожаїв. Це пояснюється тим, що розуміння та використання біологічних закономірностей росту рослин

зернових може сприяти більш ефективному використанню методів підвищення врожайності культур без значних додаткових витрат. Однією з головних

агротехнічних вимог до посіву зернових є створення оптимального насіннєвого ложа. Зерно повинно бути вкладене в ґрунт на межі двох шарів: нижнього щільного, де зберігається чи відновлюється переміщення вологи по капілярах і

верхнього розпушеного, який забезпечує доступ кисню до зерна та полегшує виходження проростка на поверхню. Низька однорідність в полі посилює

негативний вплив біологічної конкуренції, що ускладнює отримання оптимального стеблестію для високих врожаїв. Відповідно до біологічних

особливостей зернових культур оптимальну глибину вкладання насіння визначають за глибиною закладання зародка. Дотримання цієї вимоги є

зональним фактором і залежить від механічних властивостей ґрунту, розміру ґрунтових агрегатів розпушеного шару, його компактності та вмісту вологи, а також контакту насіння з нижнім вологим шаром. Ідеальною є межа між щільним

(вологим) та розпушеним шаром ґрунту, яка проходить на глибині закладання зародка у зернових культурах.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

# НУБІП УКРАЇНИ

### 1.2. Різновиди існуючих сошників

Залежно від механічних властивостей ґрунту, вмісту органічних речовин, глибини зародка та кліматичних умов регіону, оптимальна глибина вкладання насіння може варіюватися від 3 до 6 см, як це вказано у вимогах до конструкцій сівалок. Для роботи на ґрунтах з різним механічним складом, якістю передпосівної обробки та в залежності від культури, сівалки обладнують відповідними конструкціями для сошників. Усі сошники стандартизовані, і виробники зазвичай створюють їх за однаковими схемами. Існують різні типи сошників, які можна класифікувати за різними ознаками. За принципом руху в ґрунті вони поділяються на наральникові та дискові. За способом утворення борозенок вони розрізняються на ковзальні та кочення. Ковзальні сошники утворюють борозенки за допомогою наральників чи ніж, де кочення – це дискові сошники, що формують борозенки за допомогою обертаючихся дисків. Конструктивно наральникові сошники різняться за кутом входження у ґрунт, що утворюється між дном борозенки та дотичною до носка сошника. Якісне виконання агротехнічних вимог посіву зернових забезпечують сошники, які належним чином готують насіннєве ложе та вкладають насіння в ґрунт. Відповідно до характеристик ґрунту, його механічних властивостей, вмісту органічних речовин, глибини залягання корисної вологи та кліматичних умов регіону вирощування, оптимальна глибина посіву насіння може коливатися від 3 до 6 см, як це зазначено у вимогах до конструкцій зернових сівалок. При роботі на ґрунтах із різними характеристиками, різним обробітком передпосівної підготовки та враховуючи вид висіваної культури, сівалки використовують відповідні конструкції для сошників. Усі сошники мають стандартизований дизайн, який зазвичай створюється виробниками за однаковими специфікаціями. Існуючі типи сошників можна класифікувати за різними параметрами. За принципом руху в ґрунті розрізняють наральникові та дискові сошники.

За способом дії в ґрунті сошники поділяються на дві категорії: з ковзанням і коченням. Сошники з ковзанням (наральникові) утворюють борозенки за допомогою наральників або ніжів. Сошники з коченням (дискові) формують борозенки за допомогою обертових дисків.

Конструктивно наральникові сошники класифікуються за кутом, під яким наральник увійшов у ґрунт, тобто кутом, створеним між дном борозенки та лінією, яка дотикається до носка сошника. Це розподіляє їх на сошники з гострим і тупим кутом увійдення у ґрунт. Анкерні сошники відносяться до першого типу, тоді як кіле- та полозоподібні – до другого.

Ці типи сошників використовуються для роботи на плоских, добре підготовлених ґрунтах. У них є насіннева лійка, куди вставляється насіннепровід. Внизу лійки закріплений наральник. Задня стінка лійки має щокі, які захищають відкриті борозенки від обсіпання під час висіву насіння. На задній стінці сошника розміщений відбивач, який направляє насіння до носка наральника.

Для належного функціонування наральникових сошників необхідна відповідна підготовка ґрунту: його слід якісно розпушувати та видаляти всі рослинні залишки. Якщо цього не виконати, сошники можуть неадекватно закладати насіння на встановлену глибину: при недостатньому розпушуванні та наявності грудок чи нерівностей на полі вони можуть неправильно закладати насіння, а якщо є рослинні залишки, вони можуть швидко запутатися в них і зануритися у ґрунт. У вологому ґрунті сошники також можуть прилипати, що спричиняє нерівномірне закладання насіння та важке затягування землі.

Варто звернути увагу на долотоподібні сошники, які можна встановлювати на паралелограмній підвісці з опорним колесом або на жорсткій підвісці. Їх малі розміри дозволяють легко проникати в ґрунт, а наявність рослинних залишків на поверхні поля не заважає їх роботі. Паралелограмна підвіска з копіювальними колесами забезпечує стабільну роботу сівалки навіть на різних типах ґрунту (порівняно з твердими поверхнями поля) і може бути налаштована на оптимальну глибину посіву та гарантує стійкість протягом роботи в різних умовах.



Анкерні сошники можна розділити на два типи за конструкцією: з розвинутими боковими щоками та сошники із слабо розвинутими щоками.

Ці сошники під час руху, завдяки своєму гострому куту входження, підтоплюються в ґрунт під власною вагою та опором, що спричиняє перемішування вологої нижньої шаруватої частини з верхнім сухим шаром ґрунту. Вони опираються на носок як на єдину точку опори під час руху. Це дозволяє їм легко реагувати на навіть незначні зміни щільності та опору ґрунту.

Однак через цю особливість вони можуть неадекватно виконувати агротехнічні вимоги, зокрема, збереження однакової глибини борозенки, особливо на ґрунтах з великими грудками. Щоки сошників не утримують піднятий носок ґрунту, тому він обсипається та перемішується з насінням, що може призводити до нерівномірного закладання насіння на різну глибину.

Під час роботи анкерних сошників утворюється передсошниковий пагорбок, який значно виступає вперед і частково в боки. На неоднорідних ґрунтах це призводить до нагортання більшої кількості землі через неможливість сошників перерізати кореневі рештки. Це ускладнює роботу сошників в посушливих районах при високій вологості ґрунту через залипання, а у вологому ґрунті може призвести до його висушування через перемішування та обтяжливе утворення пагорбків.

Використання анкерних сошників потребує систематичного й уважного обслуговування під час роботи. Це включає в себе очищення сошників від рослинних залишків під час руху. Особливо це стає актуальним при великій кількості сошників та високій швидкості руху, що може вимагати значних зусиль та часу, що впливає на продуктивність сівалки. Ці фактори обмежують широке застосування анкерних сошників в практиці сівби.

Кілеподібні сошники є корисними, оскільки ущільнюють стінки та дно борозенки, сприяючи відновленню вологості з нижніх шарів ґрунту. Це важливо після обробки перед сівбою, коли потрібно забезпечити ростуні зерна вологою з нижніх шарів ґрунту. Цей тип сошників ефективно працює на добре оброблених ґрунтах та відмінно справляється зі своєю функцією, коли в посівному шарі

немає багато рослинних залишків. На інших площинах сошники можуть утворювати нерівномірні борозенки та нерівномірно закладати насіння на встановлену глибину. В результаті, на добре оброблених ґрунтах кілеподібні сошники працюють більш точно та однорідно, у порівнянні з анкерними, і не розкидають насіння широкою смугою.

Сівалки з дисковими сошниками колись витіснили наральникові через їхню меншу вимогливість до якості обробки ґрунту перед сівбою. Це сталося через відмінні умови у сільському господарстві: зниження площ багаторічних трав, збільшення використання пізніх просапних культур у системі обробітку перед озимом пшеницею, а також ліквідацію чистих парів.

Дискові сошники важчі та дорожчі, порівняно з наральниковими. Вони вимагають більшого зусилля для тяги, детальної підготовки до роботи та постійного машення. Дискові сошники працюють аналогічно кілеподібним: під час роботи вони виштовхуються на поверхню за реакцією ґрунту, потім утримуються на встановленій глибині за рахунок власної ваги та натискних пружин. Протягом процесу роботи ці сошники частково згладжують ґрунт вниз, розсувають його в боки та трохи вперед, з переміщенням часток вгору під впливом тертя.

Дискові сошники відрізняються тим, що вони ефективно працюють на різних типах ґрунту, рівномірно розподіляють насіння за глибиною й шириною, майже не забиваються та не залипають, що зменшує необхідність у частому обслуговуванні під час роботи. До переваг дискових сошників також входить їхня здатність працювати у грубо обробленому ґрунті, навіть якщо він містить кореневі залишки бур'янів. Якщо сошник натрапляє на перешкоду чи бур'яни, диск може їх перерізати або просто перекочуватися через них. Через це вони ефективніше працюють на менш якісно підготовлених ґрунтах, у порівнянні з наральниковими.

Ці сошники дозволяють сяти на більших швидкостях і пристосовані до роботи в ускладнених умовах. Також застосування дискових сошників дозволяє

раніше розпочати весняну сівбу. Тому вони широко використовуються при обладнанні зернових та зерноотрав'яних сівалок.

Дискові сошники складніші за конструкцією у порівнянні з наральниковими. Вони мають корпус, на якому за допомогою підшипників симетрично у вертикальній площині закріплені два пласкі диски, що розміщені

під кутом один до одного. Задній частині корпусу сошника прикріплений напрямник для спрямування потоку насіння в борозенку. Також є чистик, який запобігає залипанню дисків ґрунтом і очищує їх внутрішню поверхню. Однією з

модифікацій є сошник для вузькорядної сівби, де диски встановлені під кутом  $18-23^\circ$ . Кожен диск формує окрему борозенку, утворюючи між ними гребінь.

Лійка між дисками поділяє потік насіння на дві частини та направляє їх у борозенку.

Однак дискові сошники не ущільнюють дно борозенки, що може впливати на рівень вологості насіння на вибраній глибині. Часом необхідно висівати насіння на більшу глибину для досягнення оптимального рівня вологості.

Однострижковий сошник має просту конструкцію в порівнянні з дводисковими. Вони складаються з плаского або сферичного диска, який встановлюється під кутом  $10^\circ$  до напрямку руху. Плаский диск має боковий

нахил  $18-20^\circ$ . До зовнішньої сторони диска прикріплений корпус із розтрубом, до якого приєднані насіннепровід і поводек для з'єднання сошника з рамою сівалки.

Вони добре заглиблюються в ґрунт, ефективно перерізають рослинні залишки і легше очищуються від ґрунту. Диск не лише ущільнює ґрунт, але й підрізає та піднімає його, що допомагає розпушити та перемішати верхні та нижні шари. Це призводить до того, що насіння присипається більш сухим верхнім шаром, тоді як нижні шари можуть бути підняті на поверхню поля.

Проте під час роботи однострижковий сошник може викликати ряд проблем, таких як обсіпання стінок борозенки, що призводить до перемішування насіння з ґрунтом та висушування ґрунту. Це створює несприятливі умови для проростання насіння, особливо в посушливих районах.

Тому ці сошники використовують переважно на непрокультивованих площах, щільних ґрунтах, для сівби на велику глибину, а також для підживлення і підсівання зернових культур та трав.

Так, наральникові та кілеподібні сошники виявляються ефективними на добре оброблених та легких ґрунтах, особливо коли рослинних залишків немає.

Вони забезпечують потрібні технологічні параметри, ущільнюють дно борозенки, рівномірно загортають насіння на встановлену глибину та забезпечують мілке загортання насіння.

Сівба різних зернових культур вимагає використання різних сошників у виробничому процесі господарства. Поля різняться за конфігурацією, розмірами та типом ґрунту, а також за ступенем вологості, яка може варіюватися як у межах поля, так і залежно від часу проведення сівби. Зміна вологості може бути значною — до 8–10% та більше між початком і закінченням сівби. Враховуючи

ці фактори, важливо мати різноманітні сошники, які відповідали б вимогам сівби під конкретні умови, враховуючи вологості ґрунту.

Тому виробничий процес вимагає наявності різних типів сошників та сівалок, які забезпечать належні умови для сівби під конкретні культури відповідно до ґрунтових та кліматичних умов господарства.

Це дійсно важливий напрямок розвитку сівби і ведення господарства. Підвищення продуктивності і зменшення втрат урожаю можуть бути досягнуті за допомогою більш адаптивних технологій і універсальних машин. Розвиток блочно-модульних конструкцій для сівалок може сприяти вирішенню цієї проблеми.

Універсальність у робочих органах може значно полегшити сівбу на різних ґрунтах і в різних кліматичних умовах. Це не лише підвищить продуктивність, а й зменшить витрати на підготовку сівби.

Блочно-модульна конструкція, де окремі блоки можна легко змінювати залежно від потреб, дійсно може бути кроком вперед у розвитку посівних агрегатів. Це дозволить фермерам швидше адаптувати свої машини до різних

умов, зменшуючи витрати часу і збільшуючи ефективність використання обладнання.

Змінні блоки з різними типами сошників можуть бути важливими для адаптації до різних ґрунтових умов. Це дозволить фермерам ефективно використовувати машини в різних регіонах і під різні культури, що є ключовим для оптимізації сівби і збільшення урожайності.

Технологічний розвиток у цій сфері може суттєво покращити результативність господарств та сприяти стійкому збільшенню врожаю.

Змінні робочі органи мають потенціал значно підвищити продуктивність господарства, оскільки забезпечують можливість швидко та ефективно реагувати на змінність умов сівби. Це зокрема включає адаптацію до різних ґрунтових структур, вологості ґрунту, рельєфу та інших факторів, що можуть впливати на якість сівби та врожай.

Такий підхід є позитивним не лише з погляду підвищення ефективності сівби, але й з точки зору використання ресурсів. Він може допомогти зменшити кількість необхідних машин, що сприятиме економіці та спрощенню управління сільськогосподарськими операціями.

Загалом, такий підхід може стати ключовим для підвищення ефективності та стійкості вирощування різних культур, особливо у змінних кліматичних умовах.

Найпоширенішим способом сівби зернових культур залишається рядкова сівба з шириною міжрядь 12..15 см.

Основним недоліком рядкового способу сівби є нерівномірний розподіл насіння по площі живлення. При ширині міжрядь 12–15 см і нормі висіву 5–6 млн. насінин/га середня відстань між рослинами в рядку – від 1,1 до 1,3 см.

Якщо врахувати нерівномірність розподілу насіння послідовно більше рослин стають ще ближче одне до одного, що призводить до гострої конкуренції між рослинами [9, 12].

Для того щоб одержати більш рівномірні посіви по площі поля застосовують перехрестний і вузькорядний епісіб посіву [13, 14], що усуває

деякі недоліки, наявні при висіві насіння в звичайні рядки з відстанню між рядами 15 см.

Спосіб перехресного посіву зернових культур передбачає висів насіння перпендикулярно в обох напрямках із збереженням ширини міжрядь, які висівають рівними рядами.. За один посів висівають половину встановленої норми висіву насіння. Застосування цього способу дозволяє підвищити врожайність до 10% порівняно з рядковим висівом насіння, оскільки рослини більш рівномірно розподіляються по поверхні поля [13]. Але такий спосіб посіву

насіння має деякі недоліки. В основному це пов'язано з необхідністю подвійного пересування машинно-тракторного агрегату по полю, що призводить до збільшення витрат на паливо, мастильні матеріали, трудовитрати та час обробки посівного матеріалу. Перехресний метод забезпечує ефективне використання посівами близько 50% площі поля.

Вузькорядний спосіб сівби проводять з міжряддями 7,5 см. Площа живлення для рослини в цьому випадку являє собою прямокутник розміром 7,5x1,3 см з кожного боку, що дозволяє рослині займати близько 70% поверхні поля[15]. Ефективність висіву насіння у вузькі рядки підвищується з

підвищенням родючості і вологості ґрунту, а також поліпшенням агротехнічних умов, а також збільшенням норми висіву на 10..15%.

Посів у вузькі рядки забезпечує краще використання міжряддя. Зменшення ширини міжряддя вдвічі допоможе рослинам краще затінити рядок і тим самим зменшить випаровування вологи. Зменшується трав'яний покрив на полях [16].

Найбільш ефективним є підґрундово-розкидний спосіб для сівби колосових культур. У сівалках розкидного способу використовуються деталі на основі лапи фрези, яка одночасно виконує функції частини, що готує ґрунт перед посівом, і частини, що працює на посів.. Поєднання цих двох операцій дозволяє скоротити трудоміткість, зменшити втрати вологи ґрунтом на випаровування та позитивно впливає на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

Підґрунтово-розкидний спосіб посіву поділяють на смугову розкидну сівбу. При смуговій сівбі насіння висівають по полю смугами різної ширини. Недоліком цього способу є помітний нерівномірний розподіл частинок по всій ширині сошника [26, 27, 28, 29]. Нині на зміну підземному стрічковому способу посіву зернових приходять більш ефективний ґрунтовий розкидний.

Насіння розподіляється на полі більш рівномірно, ніж при рядковій сівбі. Згідно з даними низки досліджень, при використанні способу висіву насіння шляхом його розкладання в ґрунт урожай насінневих рослин підвищується в середньому на 10.. 15% порівняно з рядковим та вузькорядним способами.

Загальний ріст рослин при розкидному способі сівби значно кращий, коренева система більш стійка та розвинена, що позитивно впливає на врожайність посівів за рахунок збільшення товщини стебел при одночасному зменшенні їхньої висоти та збільшенню кількості зерен у колосі, збільшення маси 1000 насінин і абсолютної маси насінин. Більш сприятлива конфігурація площі живлення при розкидній сівбі насіння підвищує загальний коефіцієнт використання поля, тобто дає можливість розмішувати на площі більшої кількості продових рослин а це і збільшення врожаю [47,48,49,50].

### **1.3 Аналіз досліджень впливу підґрунтово-розкидного способу сівби на приріст урожаю**

Основною особливістю підґрунтово-розкидного способу сівби є те, що він забезпечує у порівнянні з іншими способами найбільш рівномірне розміщення насіння по площі поля, що обумовлює значний приріст урожаю. До перших цілеспрямованих комплексних досліджень по впливу рівномірності розміщення рослин по площі поля слід віднести наукову роботу виконану в 1950-1951 роках в Агрофізичному інституті ВАСХНИЛ [64]. Досліджувалися 5 способів: рядковий (контроль), перехресний в трьох напрямках, стрічковий багатосмуговий і великими гніздами. Встановлено також позитивний вплив рівномірності розподілу на вологість та температуру ґрунту і повітря.

В 1950–55 рр. М.І. Геніховічем випробував 5 варіантів сівалок-культиваторів. Встановив, що в порівнянні з вузькорядною сівалкою СУБ-48 (міжряддя – 7,5 см) переваги сівалок-культиваторів не завжди проявляються.

Основна причина незадовільної роботи – забивання сошників (лап) бур'янами та іншими залишками. Напрошується висновок, що застосування підґрунтового розкидного способу посіву вимагає підвищеного рівня агротехніки.

Н. Е. Кудрявцевим при дослідженні сівалок різних конструкцій відмічена велика нерівномірність подачі насіння котушковим висівним апаратом. Дана агротехнічна оцінка сошників: звичайного дискового (СД-24), вузькорядного (СУБ-48), з тупим кутром входження та лапового (СБС-32).

У лаповому сошнику потік насіння відбивається від пластинки і розсіюється на ширину 8–9 см. Відмічено, що біля рівномірного розподілу насіння сприяють удари об ущільнене дно борозни. Як істотний недолік лапового сошника відмічено залипання в умовах вологого ґрунту.

Ф. В. Грищенком розроблені та випробувані два типи сошників для безрядкового (підґрунтового-розкидного) способу посіву з трьома трубками без розподільника і з одною трубкою і спеціальним розподільником. Другий тип проявився більш ефективним. Базою сошника прийнята серійна культиваторна

лапа шириною захвату якої зменшена з 27 до 18 см. Відмічено, що забивання сошників набагато зменшилася, коли віддаля між першим та другим рядами збільшена до 0,5 м. В передній частині сошника встановлено спеціальний кожух, виконаний по формі стояка висотою 20 см, що зменшило забивання бур'янами.

Відмічено, що тяговий опір залишився таким же як і у дискових сошників.

Підвищення врожайності по 6 варіантах дослідів (сорт, дати) в порівнянні з рядковим способом (15 см) становило 46,0% в порівнянні з вузькорядним (СУБ-48) в середньому на 20,6 %.

В Полтавському сільськогосподарському інституті П. Г. Гурніцьким розроблена та досліджена сівалка для безрядкової сівби СБС-32 на базі вузькорядної сівалки СП-48Б. Сошник сівалки шириною захвату 110 мм являє собою башмак (лапу), в середні якого вставлена відбивна пластина. Сошники



розміщені в 3 ряди, віддаля між якими скалатає 350 мм, а в ряду – 330 мм. В умовах Краснодарського краю врожай озимої пшениці при посіві вузькорядною сівалкою СУБ-48 становив 22,4 ц/га а сівалкою СБС-32 – 25,5 ц/га.

За результатами досліджень лапового сошника Б. Н. Фришевим зроблені такі висновки:

- сівба сошниками типу культиваторної лапи може задовільно виконуватись в умовах середньої вологості ґрунту та забур'яненості;

- лапові сошники більш надійно працюють на дещо ущільнених ґрунтах;

- для кращої прохідності стояки повинні бути винесені за межі робочої

поверхні лапи на відстань понад 200 мм;

- для розподілу насіння в під сошниковому просторі доцільно використовувати призмагичний подільник, шарнірно підвішений на горизонтальній осі;

- сошники повинні бути встановлені в ряду на відстані не менше 30 см, а між рядами – не менше 35 см.

Істотні прирости врожаю при посіві підґрунтового-розкидним способом в порівнянні з рядковим отримані також за результатами дисертаційних робіт по вдосконаленню розподільчих пристроїв.

В Україні за даними М. Л. Зайця [41] при врожайності озимої пшениці при рядковій сівбі 48,5 ц/га прибавка склала 4,5 ц/га.

За даними Ю. Ф. Павельчука [42] приріст урожаю озимої пшениці склав в середньому 13-15 %, а ячменю – 7-10 %.

За даними А. В. Перетятка [46] приріст урожаю становив від 0,15 до 0,53 т/га при врожайності 16,1-21,4 ц/га.

За наведеними даними отриманими в різні роки та в різних кліматичних умовах можна зробити висновок, що підґрунтового-розкидний спосіб сівби завжди забезпечує приріст врожайності. Середня величина приросту в більшості випадків знаходиться в межах 10-15 %, а в деяких випадках – сягає 30% і більше.

#### 1.4 Огляд будови сошників для підґрунтового-розкидної сівби

Основними робочими органами сівалок для підґрунтового-розкидної сівби є насіннепровід, розподільник насіння та сошник. Особливістю цих сівалок в тому що, вони мають наявність розподільника та особливу будову сошника. Сошник має створювати рівне дно борозни. Тому в більшості випадків його роль виконує лапа плоскорізного культиватора. У літературі в більшості випадків розподільник і сошник об'єднують в один робочий орган – сошник для підґрунтового-розкидної сівби.

У сошниках для підґрунтового-розкидної сівби розподіл насіння по площі живлення рослин здійснюється трьома способами:

- За допомогою активних розподільників ;
- За рахунок використання енергії потоку повітря;
- За рахунок використання енергії вільного падіння.

Принцип дії розподільників першого типу полягає у тому, що у підсошниковому просторі встановлені розподільники насіння, які здійснюють коливальний [52,53] або обертальний [51].

У сошниках для підґрунтового-розкидної сівби, які використовують пневматичну подачу насіння, енергія повітряного потоку дає насінню додатковий приріст швидкості, що значно збільшує ширину посівної смуги .

Такі конструкції є громіздкими, часто ненадійними, вимагають додаткової енергії привода, мають більший питомий опір при сівбі [54].

Найперспективнішим напрямком є розробка сошників для підґрунтового-розкидної сівби з розподільниками пасивної дії, які під час розподілу насіння використовують енергію вільного падіння.

За певної геометричної форми та відповідній установці пасивні розподільники забезпечують високу рівномірність розподілу насіння по площі поля [55, 56, 57, 58, 59, 60, 68, 61, 62, 107, 63].

І. Н. Гужин [26] запропонував розділити пасивні розподільники на дві групи: сошники, що мають лише один розподільник та комбіновані, в конструкцію яких входять розподільник і поверхня для сходження насіння в ґрунт.

Залежно від геометричної форми пасивні розподільники можуть мати як прямолінійні твірні (у вигляді конусів, призми тощо), так і криволінійні (у формі брахістохрон, поліномів, кіл, парабол) [21, 56, 57, 51].

Технологічний процес пасивного розподільника полягає в тому, що насіння з насіннепроводу потрапляє на розподільник і після контакту з ним шляхом відбиття або ковзання по поверхні розподільника розподіляється в підсошниковому просторі по ширині захвату. Після контакту зерна з розподільником рух насіння в підсошниковому просторі розглядається як рух тіла, кинутого під кутом до горизонту. Рівномірність розподілу насіння залежить

від геометричної форми розподільника та місця його установки в підсошниковому просторі. Щоб забезпечити необхідну дальність польоту насіння розподільник встановлюють на певній висоті від дна борозни. Для забезпечення необхідного рівномірного розподілу насіння по всій ширині деякі типи розподільників здійснюють додатковий поділ потоку насіння на декілька частин, встановлених з ексцентриситетом відносно осі насіннепроводу.

Свої конструкції сошників для підгрунтового-розкидної сівби в 40-50-х роках минулого століття було запропоновано Ф. В. Грищенком [73], П. А. Карпушею [74], Я. Е. Каулінишем [75], К. К. Куріловичем [76], Ю. Ф. Козаковим [77], С. О. Новаковим [78], В. Я. Попелем [79], та іншими.

Конструкція цих сошників має нарізники на кшталт культиваторної лапи з шириною захвату 110-220 мм, пустотілий стовп під яким розміщений відбивач для насіння.

В сівалках Ф. В. Грищенка, [80] стовп має розташування над лапою це позитивно впливає на розподіл насіння у підсошниковому просторі оскільки насіння потрапляючи на відбивач матиме достатню кінетичну енергію.

Але негативним чинником цих конструкцій є те що, при русі в ґрунт питомий опір конструкції стає збільшеним (Рис.1.2).

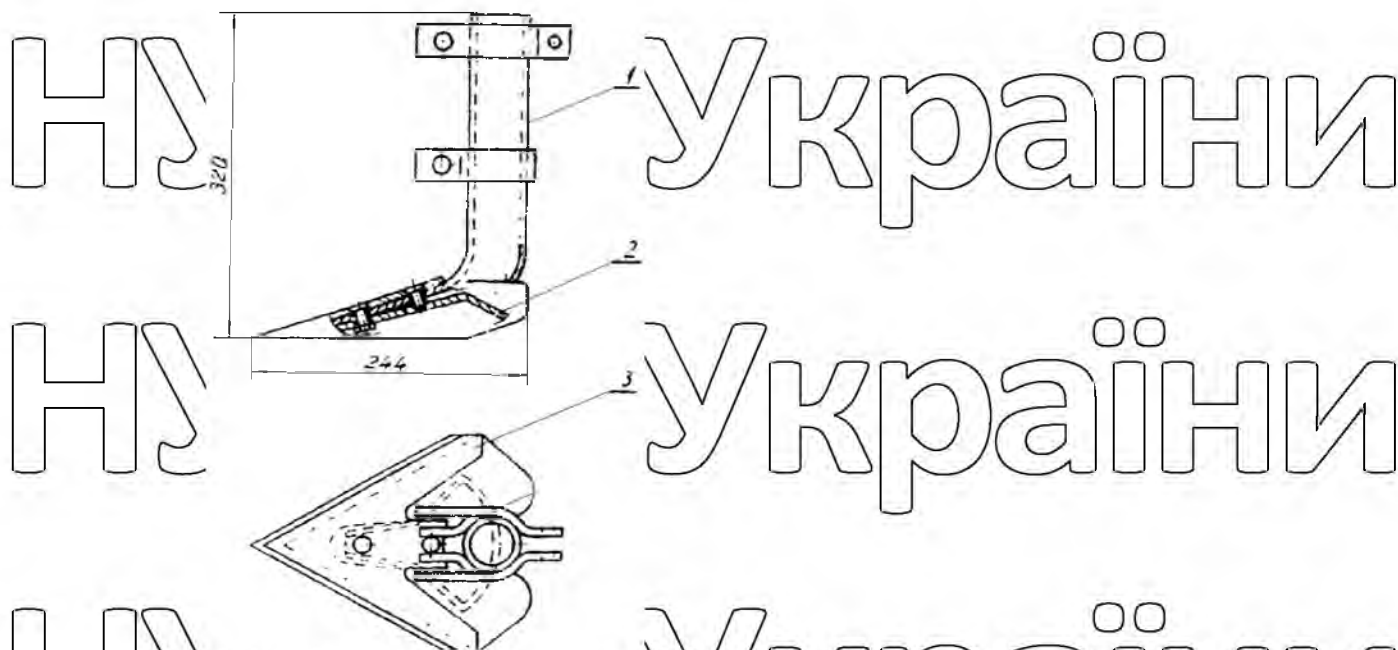


Рис. 1.2 Сошник Ф. В. Грищенка: 1 – пустотілий стіжок; 2 – розсіювач насіння; 3 – культиваторна лапа.

Конструктивною відмінністю сошника Г.А.Гірського (Рис.1.3) є встановлення стійки з нахилом в протилежну від напрямку руху сторону на кшталт культиваторної лапи що забезпечувало зниження опору ґрунту але при цьому втрачається швидкість насіння при потраплянні в порожнину сошника.

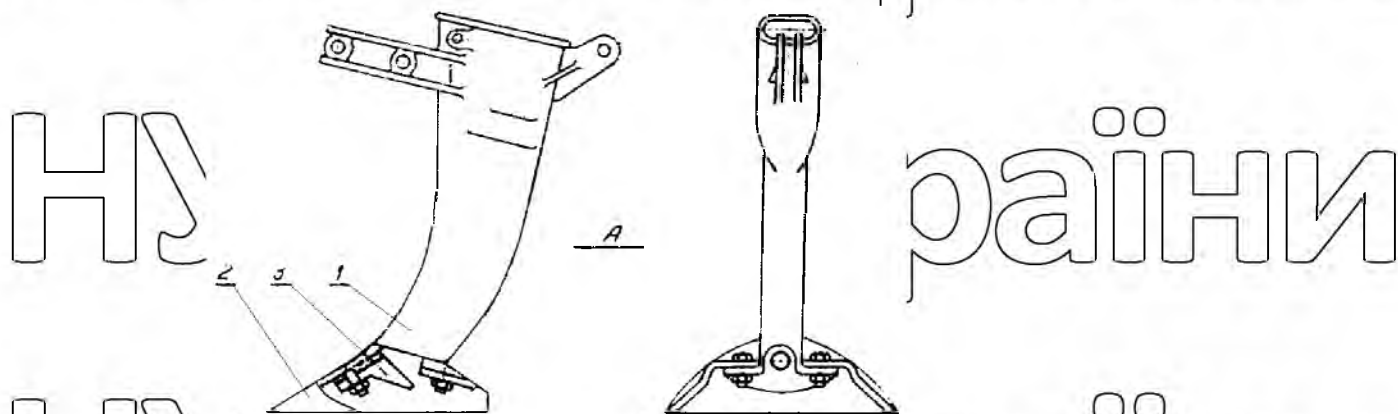


Рис. 1.3 Сошник для безрядкового посіву Г.А. Гірського 1 – корпус-стійка; 2 – лапа; 3 – відсіювач.

У 1955 році на заводі «Червона зірка» була виготовлена дослідна сівалка для підрунтово-розкидної сівби, яка пройшла випробування на багатьох машиновипробувальних станціях: безрядкова сівалка СБС – 32, на яких був становлений комплект із 32 сошників конструкції Г.А. Гірського (Рис.1.3).

Сошник П.Г. Гурницького клиноподібна форма з шириною захвату 110 мм, нижня частина якої утворює підшву для ущільнення дна борозни. Як відбивач насіння використовується двогранна пластина, розміщена під вивісним вікном під кутом 65° до вертикалі.

Створено також культиватори СТС-12, СКЛ-12, СЗС-2,1М і СЗС-2,1, що виконують 3-4 операції [81, 82].

У конструкції культиваторних сівалок в основному використовувалось два ряди сошників з паралелограмною або радіальною підвіскою.

Чернівецька дослідна станція «сошник безрядкової сівалки»

А. К. Михайленка є у вигляді культиваторної лапи з шириною захвату 170 мм. Насіннепровід кріпиться до стояка у вигляді конічної трубки, зігнутої по зовнішньому радіусу стояка. Для створення підсошникового простору для висіву насіння встановлюють кришку, яка закриває простір між крилами лапи та стояком з насіннепроводом.

Також була запропонована В.Я. Попелем конструкція сошника сівалки для безрядкового посіву (Рис.1.4).

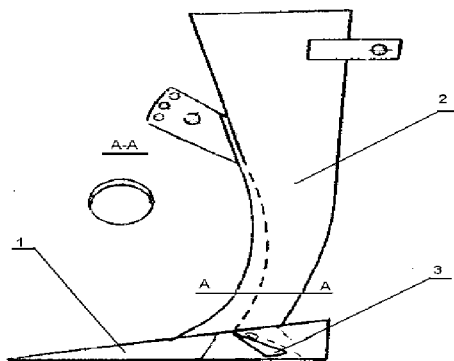


Рис. 1.4 Сошник для безрядкового посіву конструкції В.Я. Попеля:

1 – універсальна культиваторна лапа; 2 – лійка; 3 – розсіювач насіння.

Сошник для безрядкового посіву конструкції Л. А. Новіцького (Рис. 1.5) складається з лапи культиватора, коробчастого припливного стояка та відбивача, виконаного по формі двогранного клина [81].

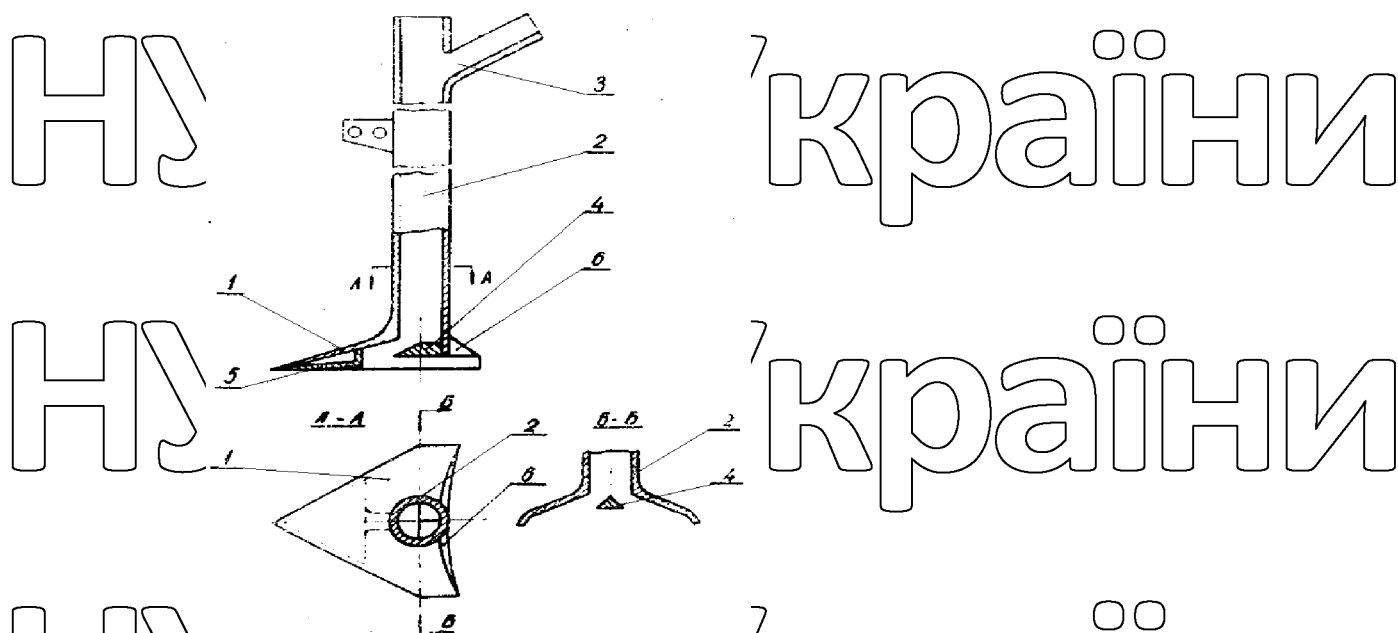


Рис. 1.5 Сошник для безрядкового посіву конструкції Л. А. Невіцького.

1 – культиваторна лапа, 2 – трубчастий стояк, 3 – коробчастий прилив;  
4 – відбивач; 5 – підшва; 6 – задній козирок.

Передня частина відбивача виконана у вигляді конуса, його вершина розташована на одній лінії з віссю стояка сошника. Сошник створював висів насіння вперед та по сторонам від напрямку руху сівалки. Ззаду лапи прикріплено кришку, щоб запобігти забивання відбивача ґрунтом.

### 1.5 Аналіз конструкцій сошників для підґрунтового-розкидного способу сівби

У сівалках для підземно-розкидної сівби з пасивним розподільником зміна напрямку руху насіння та розподіл по поверхні здійснюється за рахунок кінетичної енергії насіння, отриманої при русі по висівопроводу від висівного апарату, який знаходиться на певній висоті від розподільника.

Так як сівалки для підґрунтового-розкидної сівби, часто розробляються на базі рядкових сівалок, висівопроводи не підлягають принципним змінам. Але їх вивчають, щоб визначити кінцеву швидкість насіння. Загалом за умовами руху насіння висівопровід має три характерні частини (похилі прямолінійні опуклі криві та ввігнуту криву).

Досліджувалася прямолінійна ділянка Ю. Ф. Павельчуком [42] А. В. Перетятком [46] та ін. Ними встановлено аналітичні залежності швидкості на виході від вхідної швидкості, кута нахилу, коефіцієнта тертя, довжини ділянки. Опір повітря в отриманих рівняннях врахований, але не виконано аналізу ступеня впливу опору.

Деякі дослідники [45, 46] розглядають процес руху насіння вздовж опуклої області як кілька послідовних косих ударів. Вони визначили залежність величини та напрямку швидкості після зіткнення, але не визначена кількість зіткнень які могли статися, отже і стіпень втрати швидкості.

Рух насіння по звігнутій поверхні у загальному вигляді досліджував П.М. Василенко [93], а для робочих органів сівалок для підґрунтового-розкидної сівби В. А. Артамоновим [43], І. М. Гужиним [44] та ін. Мета цих досліджень продемонструвати, що форма поверхні забезпечує мінімальне зниження швидкості.

Коли матеріальна частинка рухається по горіздальній звігнутій поверхні, основні сили опору – сили тертя, викликані вагою частинок, відцентровою силою та опором повітря. Отримані аналітичні залежності не дозволяють оцінити питомий вплив окремих факторів та визначити ймовірні напрямки втрат швидкості.

Дослідженнями А. А. Кірова [46] підтвердили висновки ряду дослідників [82, 83, 84] та ін. фактично найбільш придатною конструкцією розподільника сошника для підґрунтового-розкидної сівби є тіло обертання з криволінійною твірною. Схема розподільника на Рис.1.6 . Наявність направляючої планки зменшує вплив коливань нахилу висівопроводу на рівномірність розподілу насіння по площі поля.

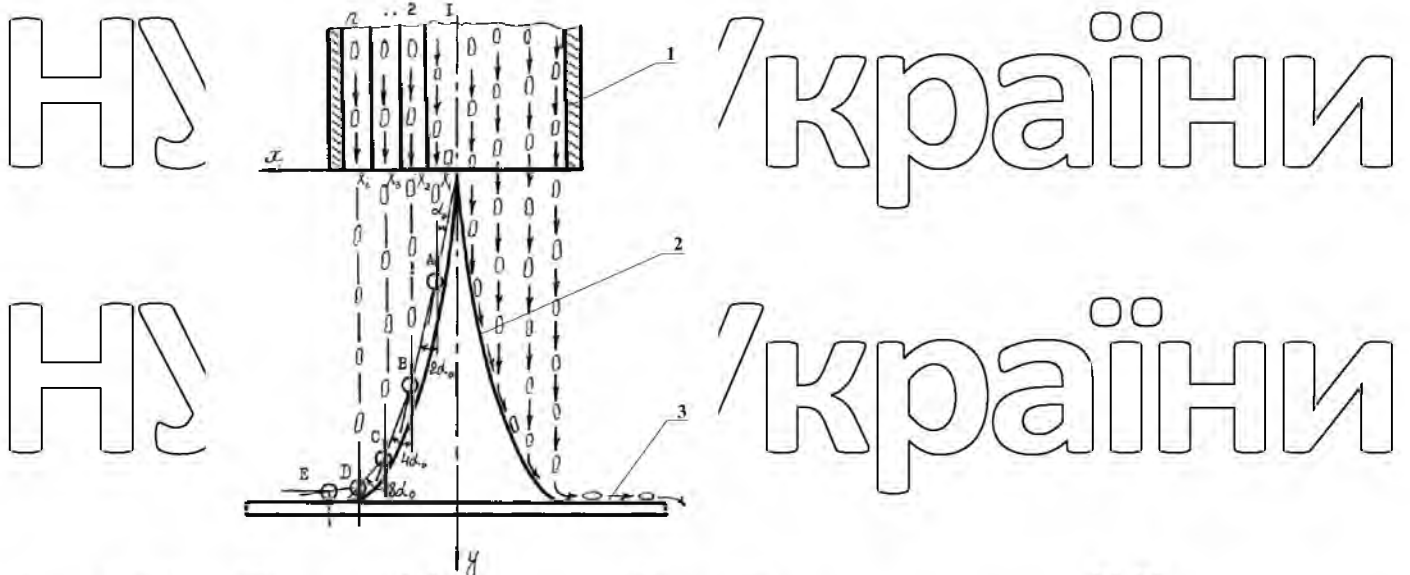


Рис. 1.6 Схема розподільника сошника А. А. Кірова.

1 – напрямник, 2 – розподільник, 3 – горизонтальна ділянка розподільника.

Дослідження проводили на базі сівалки-культиватора СЗС-2,1.

Розроблено метод експериментального визначення швидкості руху насіння на різних висотах у висівопроводі. Встановлено, що в момент виходу з висівопроводу сівалки СЗС-2,1 швидкість руху насіння становила 3,37-3,56 м/с, а в момент виходу з розподільника – 3,64-3,78 м/с.

Слід зазначити що, збільшення швидкості насіння розподільником є сумнівним.

Якість горизонтального розподілу насіння оцінюють за коефіцієнтом варіації кількості насіння, це потрапляє на смуги шириною 1 см.

Надані дані показують високу чутливість цього типу розподільника до коливань ухилу (рельєфу землі).

Для підвищення рівномірності розподілу насіння сівалкою-культиватором Гужиним І.М. [44] запропонував комбінований розподільник сошника для підґрунтового-розкидної сівби, схему якого наведено на Рис.1.7. Технологічний процес розподільника такий: насіння з насіннепровода потрапляють в напрямник 1, потім на криволінійну поверхню розподільника 2.

Під час руху по криволінійній поверхні насіння плавно змінює напрямок руху і з мінімальними втратами кінетичної енергії потрапляє в похилу частину 3.



де розподіляється по всій ширині захвату сошника і по криволінійних траєкторіях прицикають на дно борозни.

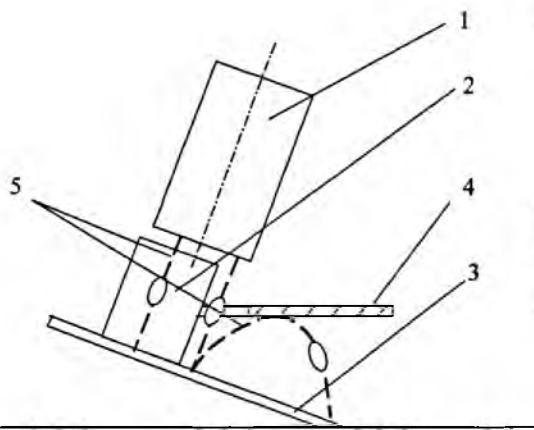
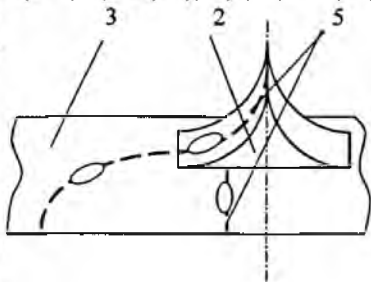


Рис. 1.7 Схема сошника для підґрунтового розкидної сівби І. М. Гужина:  
1 – напрямник; 2 – подільник; 3 – похила ділянка; 4 – верхній ґрунтозахисний щиток; 5 – траєкторії руху насіння.

Насіння яке потрапило з напрямника з початку нахилу відбивається від неї та від ґрунтозахисного щитка 4 і розподіляється в середній частині смуги.

Встановлено, що комбінований розподільник може розподіляти зерно по ширині смуги 350-500 мм.

За результатами випробувань укомплектованої сівалки з комбінованими розподільниками отримано наступні результати: , ширина посівної смуги 280-300 мм; кількість рослин з розрахунковою площею живлення (5×5 см) 43% 44% - кількість незасіяних ділянок

Слід зазначити, що в описі комбінованого розподільника зазначено, що рух зерна по криволінійній поверхні (брахістохрону) відбувається з мінімальною втратою швидкості.

Але за результатами досліджень, на нашу думку, втрата швидкості не мала.

При вході насіння в розподільник швидкість становить 2,5 м/с, а при виході – 1,36 м/с, що зменшується в 1,8 рази.

Дослідження А. В. Перетятка [46] обґрунтували пресет сошника для підрунтово-розкидної сівби, схема якого є на Рис. 1.8.

Технологічний процес відбувається наступним чином. Коли рухається стрілочаста лапа 1 ґрунт піднімається, утворюючи посівну камеру під лапою. Насіння під дією сили тяжіння або за допомогою потоку повітря потрапляє по висівопроводу 10 в наконечник 3, звідки потрапляє у фігурний вихідний отвір 8.

Так як наконечник при вході в висівну камеру 6 має фігурний профіль який рівномірно охоплює верхню частину поверхні розподільника 9 на  $180^\circ$ , насіння рівномірно розподіляється по її робочій поверхні. Розсівальна камера сошника зверху закрита кришкою 5 крилами 7 та іншими частинами лапи.

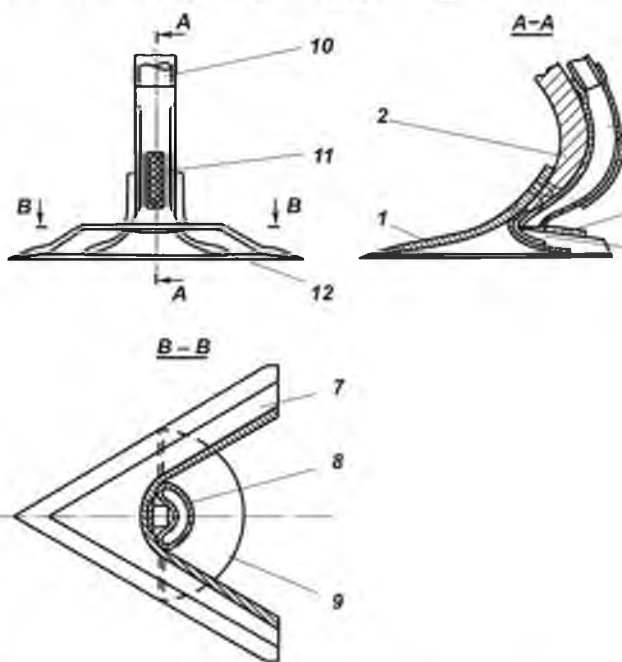


Рис. 1.8. Схема лапового сошника для підрунтово-розкидної сівби А.В. Перетятка.

Аналізуючи результати досліджень А.В. Перетятка зробив висновок, що всі досліджені форми поверхні розподільника забезпечують висів насіння по всій ширині заквату лапового сошника. Найбільшу рівномірність розподілу зерна забезпечують лише 2 поверхні – поверхня яка утворена кривою третього порядку та поверхня що утворена брахіхистохроною. Видно, що розподільники з

брахістохронними поверхнями вимагають висоту розподільної камери більше 0,06 м, що є суттєвим недоліком.

Найбільший діапазон розподілу насіння забезпечує розподільник, форма якого створюється обертанням кривої третього порядку, що відповідає залежності в системі координат.

У польових умовах отримано такі основні показники: рослини з розрахунковою площею живлення – 46% (на сівалці СЗС-2,1 із заводськими сошниками – 15%).

Кількість незасіяних ділянок становила 14 і 61% відповідно.

Дослідження В. А. Артамонова [43] підтримано конструкцію сошника для підґрунтово-розкидної сівби, схема розподільника наведена на Рис. 1.9.

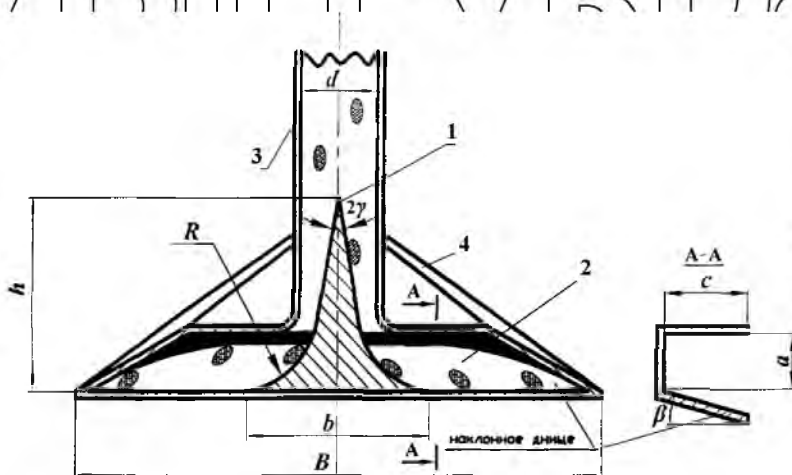


Рис. 1.9 Принципова схема розподільника експериментального сошника сівалки-культиватора В. А. Артамонова: 1 – розподільник; 2 – розподільні канали; 3 – насіннепровід; 4 – сошник.

Ю. Ф. Павельчук [42] обґрунтував проект сошника для підґрунтово-розкидної сівби з розподільником, функціонал якого наведено на Рис. 1.13 (Патент на корисну модель № 72842).

Технологічний процес розподілу насіння по ширині захвату сошника наступний- потік насіння з насіннепроводу надходить на розподільний пристрій і поділяється на частини дільними пластинами 10, розташованими в нижній частині стояка насіннепроводу. Дільні пластини є першим компонентом розподільника.

Другою частиною цього пристрою є похилі лотки 3, 8, розташовані всередині висівної камери 6 і призначені для розподілу окремих потоків насіння під крилами лапи. Кут нахилу лотків відносно борозни повинен бути більше кута тертя насіння з матеріалом лотка. Мінімальна відстань між дном лотка та площиною крила лапи має забезпечувати вільне проходження насіння.

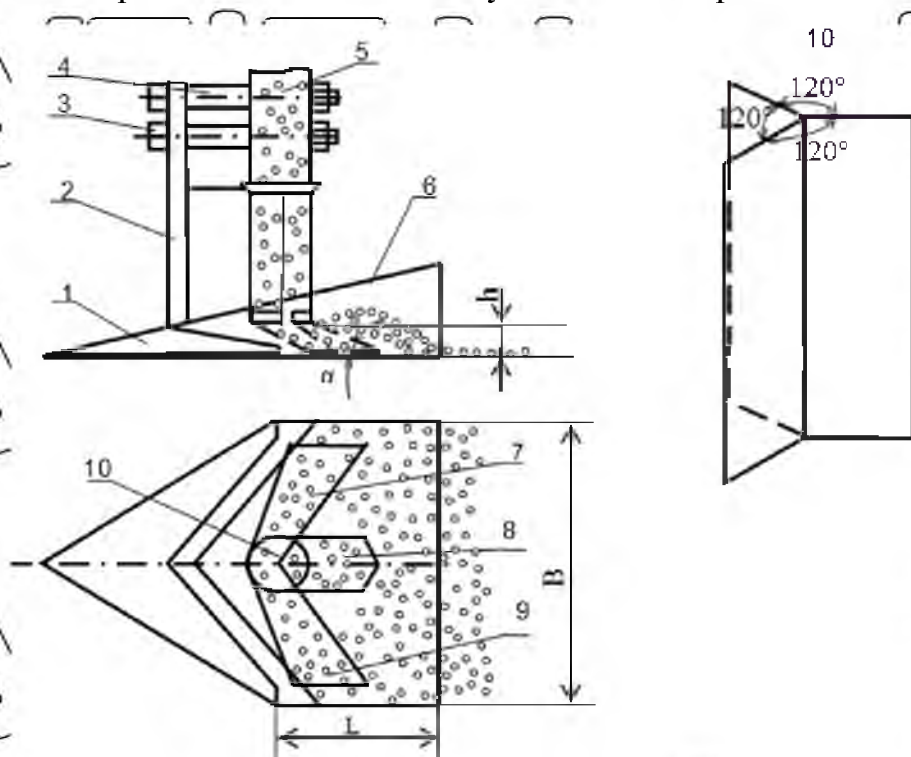


Рис. 1.3. Функціональна схема сошника Павельчука Ю.Ф.

Третя частина насіннєвий відбивач 8, призначений для розподілу рухомого потоку насіння в центральній частині насіннєвого каналу по середній смузі ширини захвату сошника.

Наступні основні параметри підтверджені проведеними дослідженнями:

Сошник з циліндричним відбивачем:

- довжина камери розсіву – 102 мм;
- висота встановлення відбивача – 35 мм;
- радіус циліндричної поверхні відбивача – 88 мм;
- сошник з конічним відбивачем: ширина засіяної смуги – 250-280 мм.

Сошник з конічним відбивачем:

- довжина камери розсіву – 102 мм;
- кут нахилу твірної до осі конічної поверхні – 28°;

- висота встановлення відбивача – 54 мм.

Визначено вплив швидкості руху агрегату на якість розподілу зерна.

При збільшенні швидкості руху від 1,33 до 3,72 м/с коефіцієнт варіації кількості рослин у квадраті 50×50 мм збільшується від 57 до 79 %.

## 1.6 Коротка характеристика серійних сівалок-культиваторів та перспективи використання

Аналізуючи результати досліджень ефективності підґрунтового-розкидного способу сівки, можна зробити висновок, що переваги цього способу зумовлені

двома основними факторами: Перший фактор — підвищення врожайності за рахунок кращого розподілу рослин на поверхні поля та підвищенням якості заробки.

Другим фактором є зниження експлуатаційних витрат при заміні звичайних сівалок на сівалки – культиваторні.

Наразі домінуючим є другий фактор. В сучасних технологіях має місце тенденція на мінімізацію затрат, що обумовлює перехід на стерньову сівку, яка на досить високому рівні виконується сівалками – культиваторами. Тому на виробництві і знаходяться сівалки-культиватори на основі стерньових сівалок.

Стерньові сівалки-культиватори СЗС-2,1, СЗС-2,1М, СЗС-6, СЗС-12, СГС-6 стають культиваторні лапи з шириною захвату 290 – 425 мм (СЗС-2,1 та СЗС-2,1М відповідно), забезпечуючи збереження стерні на поверхні поля, щоб

запобігти ерозії ґрунту вітром. Лапові сошники сівалки СЗС-2,1М виконані у вигляді плоскорізів в нижній частині яких встановлений насіннерозкидач для

розкидного посіву. Ширина міжрядь сівалки СЗС-2,1 становить 28 мм [85]. На

легких ґрунтах сівалка СЗС – 2,1М досить рівномірно розподіляє насіння на площі живлення поля, але на важких ґрунтах в умовах підвищеної вологості її

надійність зменшується. Окрім цього якість сівки такою на нестерньовому фоні не з'ясована. Питання встановлення для цих сівалок нових робочих органів з покращеними показниками рівномірності розподілу насіння по площі живлення.

Сьогодні має місце тенденція все більшого застосування нульових технологій вирощування зернових культур.

Це обумовлено широким поширенням сівалок, які оснащені універсальними лаповими сошниками різної конструкції, які здійснюють сівбу в смуговий або цілий підґрунтово-розкидний посів культур з одночасним внесенням мінеральних добрив. Сошниками цього типу обладнуються посівні комплекси «Horsch – Агро-Союз» АТД 18,35, АТД 11,35 (рис. 1.14).

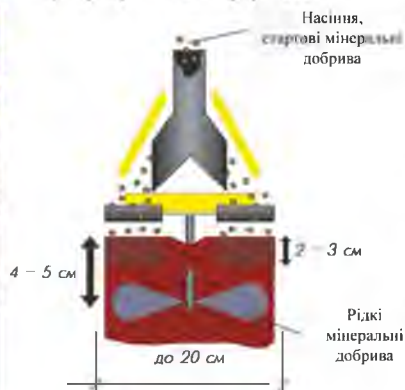


Рис. 1.14. Технічна схема та загальний вигляд сошників «Horsch – Агро-Союз»

ПАТ «Галещинський машзавод» випускає сівалку МВЗ-4,5 «Меланія» (рис. 1.15), придатну для рядкового та смугового посіву насіння на необроблене та мінімально оброблене дно з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив.

Рекомендовані трактори тягового класу 30 кН.

У кожному з сошників потік насіння, яке вдаряючись об розподільник розподіляється в порожнині, розташованій під стріжчастою лапою, покривається шаром ґрунту, що дозволяє проводити висів смугами шириною від 16 до 20 см, а відстань при цьому між смугами має розмір від 10 до 14 см.

Компанія Farnet виробляє сівалки Excelent, які можуть вибрати між смуговим посівом або суцільним посівом. При суцільному посіві мінеральне підживлення не передбачається, а при смуговому посіві допускається внесення твердих і рідких мінеральних добрив [88].

Публічне акціонерне товариство «Виробництво сільгосптехніки «Ельворт» (м. Кропивницький) випускає сівалку «Спріус-10» (рисунки 1.16). Може оснащуватися долотоподібними сошниками з шириною смуги висіву від 50 до 100 мм. Така сівалка не призначена для суцільного підгрунтового висіву зернових культур [89].



Крім того, «Червона зірка» випускає сівалку – культиватор СТС-2 для посіву зернових, зернобобових та трав'янистих культур смуговим підгрунтовим способом з внесенням мінеральних добрив та коткуванням засіяних рядків. Ця сівалка також не гарантує розподіл зерна по всій площі поля [90].



Подібним чином працює посівний комплекс «Агромастер-4800», який за один прохід проводить суцільний та передпосівний обробіток ґрунту, стрічкову сівбу та внесе мінеральні добрива, боронує та проводить прикочування посіву. Сівба з таким агрегатом не є суцільним посівом [91].

Сівалка «Концепт-2000» фірми «Морріс» оснащена екстирпаторними сошниками (рис. А.1.5) для висіву зернових та зернобобових культур смуговим способом, що на жаль не гарантує безперервної сівби [92].

З наведеного огляду сівалок – культиваторів, які є на виробництві, можна сказати що, вони набули виробничої потреби для сівби по стерні. Практика використання сівалок-культиваторів на нестерньових фонах у виробничих умовах малий.

Основною причиною такої ситуації, на нашу думку, є те, що зараз лише великі фермерські господарства можуть оновити парк техніки. На цих фермах є доцільність застосовувати високопродуктивне широкозахватне обладнання. Якщо використовувати широкозахватні агрегати, велике має їх експлуатаційна надійність.

Численна кількість лапових сошників, які є основними робочими органами сівалок – культиваторів свідчать про те, що їх робота супроводжується більш частішим забиванням, в порівнянні із дисковими сошниками.

На агрегатах з малою шириною захвату (малою кількістю робочих органів) відповідно зменшується кількість поломок, а їх усунення вимагає менше часу, а отже, і експлуатаційних витрат.

Через те, на нашу думку варто залучати сівалки-культиватори у виробництво, доцільно починаючи з фермерських господарств.

На початок 2013 року в Україні було зареєстровано 40 676 сільськогосподарських підприємств [93]. Площа оброблюваних земель та їх використання становить 4260,7 тис.га, площа 1 сільськогосподарського підприємства становить в середньому – 104,7 га. Площу 50-100 га мають більше 4 тис. господарств, а 100-500 га – близько 4,8 тис. господарств.

Важливо, що більшість господарств з площею посіву близько 100 га мають лише один трактор класу 1,4 тому важливе поєднання передпосівної підготовки ґрунту та сівбу.

Наше дослідження [94] дає чітко зрозуміти, що для господарств із ріллю від до 150 га достатньо однієї сівалки-культиватора шириною захвату 3,6... 5,4 м.

Тому розробка сівалки – культиватора на базі зернових сівалок С3-3,6 та С3-5,4 є актуальною.



### 1.7 Висновки до розділу

За аналізом конструкцій сівалок і їх робочих органів, робимо такі висновки:

1. З усіх способів сівби які існують найперспективнішим є підґрунтового-розкидний яка виконується сівалками культиваторами.

2. Забезпечивши досить високу рівномірність розташування зерна по площі поля також більш високу якість заробки зерна в ґрунт підґрунтового-розкидний спосіб зумовлює приріст врожаю приблизно на 10-15%, а в окремих випадках – до 30%.

3. У розподільниках пасивного типу для того щоб змінити напрямок руху зерна із збереженням необхідної швидкості розподілу зерна по всій ширині захвату використовують кінетичну енергію, яка отримана при падінні з певної висоти. Зміна напрямку руху наявних розподільників може здійснюватися при косому ударі або при ковзанні по криволінійній поверхні.

4. Розподільник працює за принципом відскоку (косого удару), запропонованою багатьма дослідниками, але ще не до кінця вивчено.

5. Найчастіше фермерським господарствам потрібні сівалки-культиватори для нестерньових фонів, через те доцільна їхня розробка на базі рядкових зернових сівалок.

## РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Теоретичне визначення розмірів підпланового простору сошника

Основними геометричними параметрами стрілкової культиваторної лапи є ширина захвату  $b$  (рис. 2.1), ширина крила  $l$ , кут між площиною крила та дном борозни  $\beta$  та кут у горизонтальній площині між лезом крила та напрямком руху  $\gamma$ . У більшості конструкцій лап ширина крила по всій його довжині не однакова. У основі вона більша  $l_1$ , а на вільному кінці – менша  $l_2$ . Як правило має місце співвідношення  $l_2 = \frac{3}{4}l_1$ . В технічних характеристиках лап за ширину крила

приймають середнє її значення  $l = (l_1 + l_2)/2$ .

Робоча поверхня стрілкової лапи складається із окремих тригранних клинів. Тому можна вважати, що дія лапи на ґрунт зводиться до дії тригранних клинів.

Дослідженнями [110, 110, 120] доведено, що дію на ґрунт тригранного клина можна порівняти з дією двогранного клина з додатковим переміщенням вздовж леза.

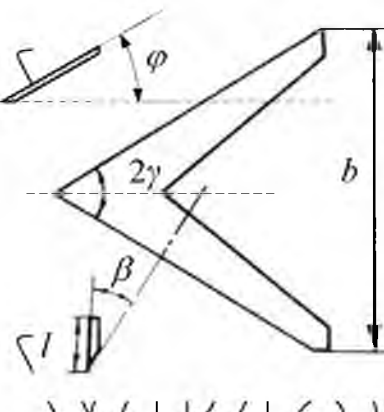


Рис. 2.1 Геометричні параметри стрілкової культиваторної лапи

У результаті переміщення в ґрунті двогранного клина із точки  $O$  в точку  $A$  (рис. 2.2) частинка ґрунту, яка знаходиться в точці  $O$ , переміститься в точку  $O'$

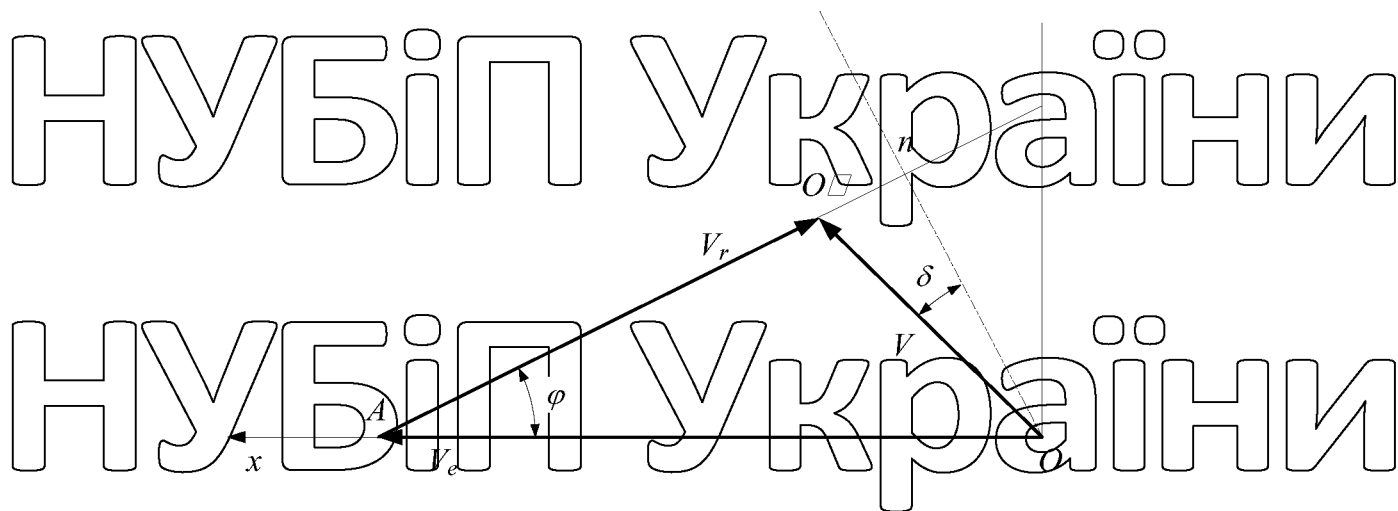


Рис. 2.2 Схема до визначення абсолютної швидкості скиби при дії двогранного клина

Напрямок абсолютного переміщення частинки  $OO'$  у загальному випадку буде відхилений від нормалі  $On$  на кут  $\delta$ . Величина цього кута залежить від властивостей ґрунту стискуватися. Якщо ґрунт зовсім не стискується –  $\delta_1 = -\frac{\phi}{2}$  (якщо за позитивне вважають відхилення в бік леза). У випадку коли ґрунт легко стискується, величина  $\delta$  може сягати величини кута тертя ґрунту по поверхні клина.

За даними для середніх умов кут  $\delta$  доцільно приймати рівним  $+6^\circ$ .

Відрізки (рис. 2.21)  $AO$ ,  $AO'$  та  $OO'$  пропорційні швидкості клина  $V_e$ , відносній швидкості частинки ґрунту  $V_r$  та абсолютній швидкості частини ґрунту  $V$  відповідно.

Швидкість переміщення клина  $V_e$  приймають заданою а відносну визначають за формулою [103]:

$$V_r = V_e \cdot \frac{\cos(\phi + \delta_1)}{\cos \delta_1} \quad (2.1)$$

В процесі руху лапового сошника із швидкістю  $V_2$  ґрунт, що зходить з крила лапи, певний час знаходиться в стані польоту, що забезпечує утворення вільного простору, в якому відбувається політ насіння. Цей вільний простір будемо називати підлаповим.

Параметрами підлапового простору приймаємо (рис. 2.22)

- висота підйому ґрунту крилом лапи  $z_1$ ;
- висота польоту ґрунту після сходження з крила лапи -  $z_2$ ;
- найбільша повна висота  $z_3$ ;
- проекція ширини лапи на дно борозни  $L_1$ ;
- відстань польоту ґрунту після сходження з крила лапи -  $L_2$ ;
- відстань польоту ґрунту в зоні, вищою від  $z_1$  -  $L_3$ ;
- повна довжина підлапового простору  $L_4$ .

Для спрощення визначення параметрів представимо процес таким, що лапа

нерухома, а ґрунт, який умовно назовемо скибою, рухається із швидкістю  $V_r$ . При цьому зробимо такі припущення.

- маса ґрунту (скиби) має такі закономірності руху як скрема частинка;
- заміна напрямку руху ґрунту по поверхні крила лапи з нормального до

леза на відхилений від нормального не впливає істотно на закономірності руху.

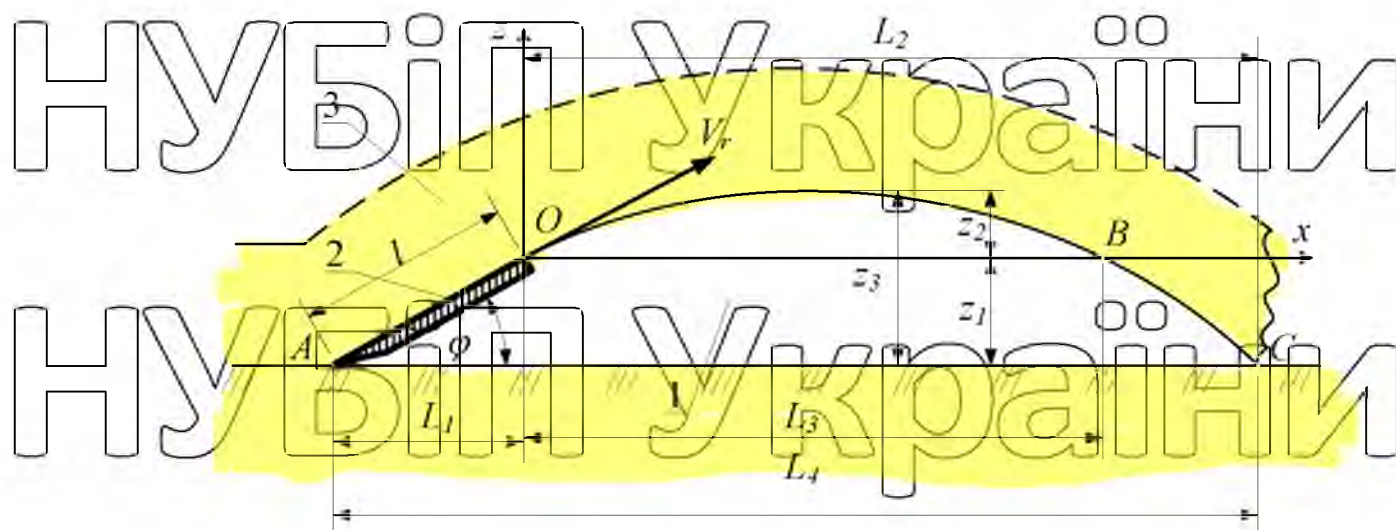


Рис. 2.3. Основні параметри підлапового простору: 1 – підлаповий простір; 2 – крило лапи; 3 – скиба ґрунту.

За таких умов ґрунт рухається по площині крила лапи в площині, що співпадає з напрямком руху робочого органу, а його швидкість відповідає відносній швидкості  $V_r$  (рис. 2.3), величина якої визначається формулою (2.2) за умови  $\beta = \phi$ , тобто

$$V_r = V_e \frac{\cos(\phi + \delta)}{\cos \delta}, \quad (2.2)$$

де  $\phi$  визначається за формулою (рис. 2.21):

$$\phi = \arctg(\operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma). \quad (2.3)$$

Після сходження ґрунту з крила лапи параметри траєкторії його польоту визначаються такими ж формулами, які обґрунтовано для польоту насіння при відбиванні. При цьому  $V_2 = V_r$ ;  $\beta_0 = \phi$ .

Визначимо зазначені параметри. Висота підйому ґрунту крилом лапи  $z_1$  буде визначатись:

$$z_1 = l \cdot \sin \beta. \quad (2.4)$$

Відповідно до формули (2.61) вираз для визначення висоти польоту ґрунту після сходження з крила лапи матиме вигляд:

$$z_2 = \frac{V_2^2 \sin^2 \phi}{2g}. \quad (2.5)$$

Найбільша повна висота підйому ґрунту  $z_3$  відповідно до рис. 2.23 визначиться як:

$$z_3 = z_1 + z_2 = l \sin \beta + \frac{V_2^2 \sin^2 \phi}{2g}, \quad (2.6)$$

а довжина простоту під крилом лапи  $L_1$  – :

$$L_1 = l \frac{\cos \phi}{\sin \gamma}. \quad (2.7)$$

отримаємо:

$$L_2 = \frac{V_2^2 \sin \phi \cos \phi + V_r \cos \phi \sqrt{V_2^2 \sin^2 \phi + 2gl \sin \phi}}{g}. \quad (2.8)$$

Відстань польоту ґрунту в зоні вище  $z_1$  отримаємо з рівняння (2.8) за умови

$$2gl \sin \phi = 0.$$

Тоді

$$L_3 = \frac{2V_2^2 \sin \phi \cos \phi}{g}. \quad (2.9)$$

Загальна довжина підлапового простору визначається за рівнянням:

$$L_4 = L_1 + L_2. \quad (2.10)$$

Для серійної культиваторної лапи шириною захвату 0,33 м ( $\beta = 28^\circ$ ;  $\gamma = 32,5^\circ$ ;  $l_1 = 0,054$  м,  $l_2 = 0,031$  м, ( $l = 0,0423$  м);  $\phi = 16^\circ$ ) розраховані графічні

залежності величин  $z_3$  та  $L_2$  від швидкості руху робочого органу  $V_e$  представлені на рис. 2.23.

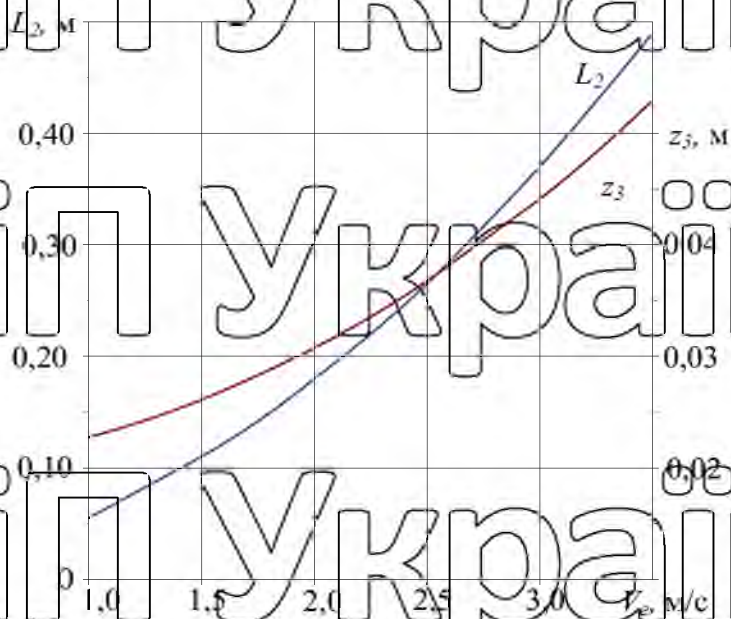


Рис. 2.4 Залежність параметрів підлапового простору від швидкості руху

лапового сошника  $V_e$

З рис. 2.4 бачимо, що при роботі на рекомендованих робочих швидкостях [117]  $V_e = 2,0-2,5$  м/с (7,2-9 км/год) максимальна висота підлапового простору  $z_3$  становить 0,031...0,036 м, а довжина  $L_2$  – 0,17...0,26 м.

Розрахункова висота траєкторії польоту насіння, яка зображена на рисунку 2.19, перебуває в діапазоні від 0,022 до 0,023 метрів, що є меншими значеннями. Це свідчить про те, що не потрібно збільшувати ширину крил лани для підвищення висоти підлапового простору. Оптимальна довжина цього простору важлива при розрахунках точок удару відбивача. Їх розташування має бути таким, щоб забезпечити траєкторно польоту насіння всередині цієї довжини.

## 2.2 Функціонування проектованого сошника

Наші дослідження спрямовані на вивчення простої та надійної в роботі сівалки-культиватора, використовуючи зернові сівалки СЗ-3,6 та СЗ 5.4. В результаті досліджень було підтверджено, що впровадження спрощень не впливає істотно на якість роботи.

В нашому технологічному процесі ми використовуємо стандартну лапу парового культиватора шириною захвату 330 мм як сошник. Оскільки ширина міжрядь зернових сівалок становить 0,15 м, кожен насіннепровід подає насіння під одне з двох крил лапи, що усуває необхідність розділення потоків.

Ми висунули гіпотезу, що різні фізико-механічні властивості окремих насінин дозволять ефективно розподілити їх при відбиванні від плоскої поверхні. У нашій моделі відбивача-розподільника використовується плоска поверхня, розташована так, щоб забезпечити належний розподіл насіння при мінімальній (до 4 см) висоті підлапового простору.

Для досягнення належного розподілу насіння ми проводимо уточнення параметрів насіннепроводу та відбивної пластини, вивчаємо вплив опору повітря на рух насіння. Однак ще не досліджені параметри підлапового простору під час руху лапи.

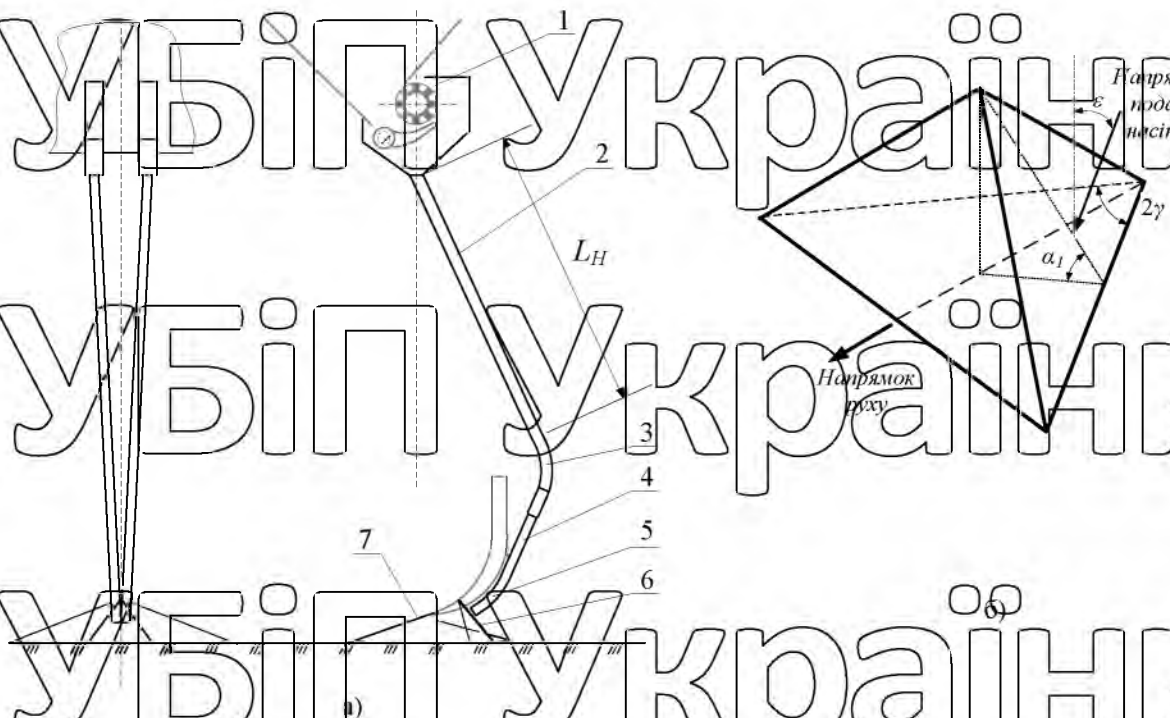
У даному розділі ми надаємо опис будови та роботи лапового сошника; обґрунтовуємо показник, що характеризує рух насіння на різних етапах процесу сівби за допомогою сівалки-культиватора; представляємо результати досліджень руху насіння по різних ділянках насіннепроводу та в процесі відбивання і польоту в підлаповому просторі. Також ми розглядаємо результати аналізу руху ґрунту під впливом крила лапи.

У структурі лапового сошника видно наступні компоненти (рис. 2.5): насіннепровід складається з характерних чотирьох частин, що включають верхній похилий циліндр 2, верхню тороподібну ділянку 3, нижній похилий циліндр 4 та нижню тороподібну ділянку 5; відбивач-розподільник 6 у формі призми з двома робочими гранями, правою та лівою (рис. 2.1 б); лапа-сошник 7, з захватом шириною 33 см; щиток 8 з листової сталі, призначений для захисту

відбивача-розподільника від засипання ґрунтом. Сійка, також узятá з комплектації парового культиватора, використовується разом із культиваторною лапою.

Технологічний процес, що проводиться сівалкою-культиватором з лаповим сошником, проходить наступним чином: насіння подається в верхню похилу ділянку насіннєпроводу з висівного апарата 1, потрапляє в ділянку 3, переходить у нижній похилий циліндр 4 та нижню частину тора 5, далі в відбивач-розподільник 6 (рис. 2.1 в). Завдяки різним швидкостям та фізико-механічним властивостям окремих насінин, вони набувають різних траєкторій польоту, що сприяє рівномірному розподілу насіння по дну борозни.

Ті насіння в насінки, що опиняються на дні борозни, засипаються ґрунтом, що зіскользує з крила лапи під час руху.





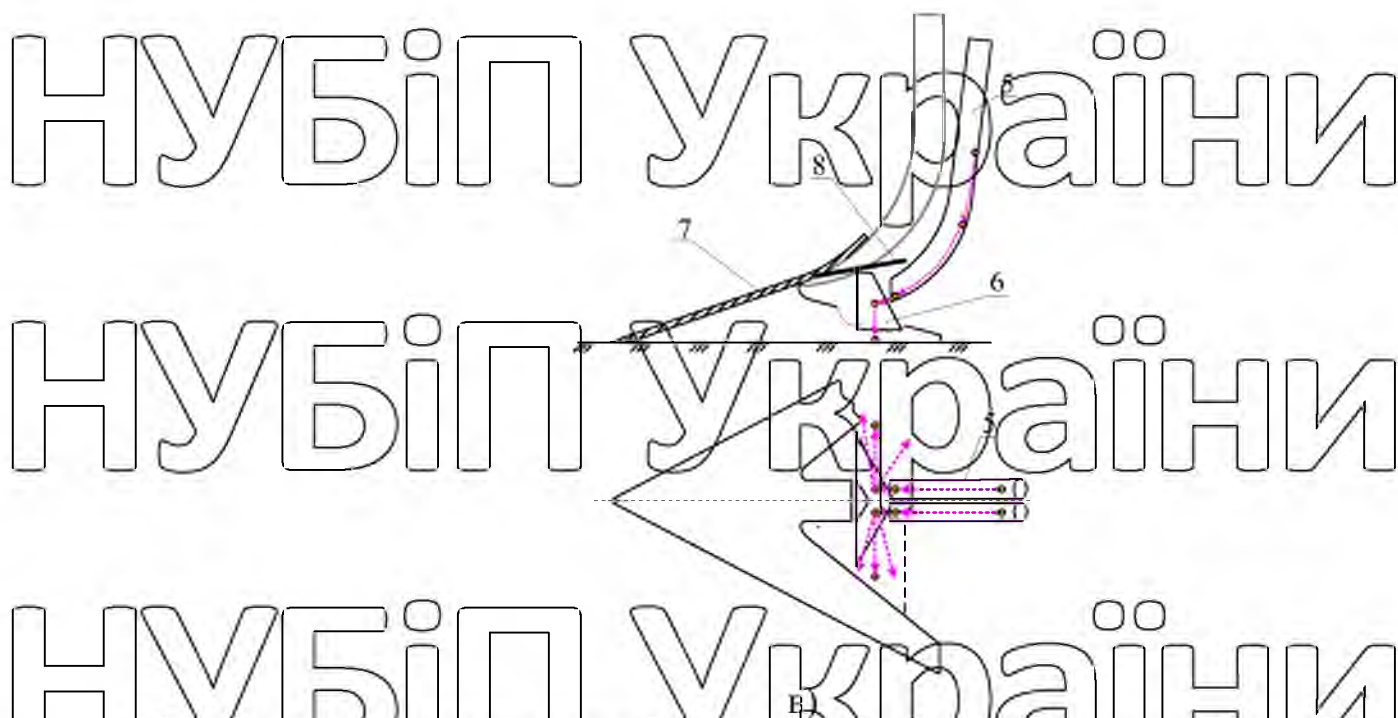


Рис. 2.5. Схема сівки-культиватора для підкрито-розкидного посіву:

а) загальний вигляд; б) схема розподільника; в) схема технологічного процесу;

Показник якості сівки-культиватора визначається за рівномірністю розподілу насіння у борозні в поперечному напрямку. Цю рівномірність оцінюють за допомогою коефіцієнта варіації [42, 43]. Чим менший цей коефіцієнт, тим краще розподіл насіння.

Одним із ключових факторів, що впливають на рівномірність розподілу, є використання призми з двома гранями (правою та лівою), встановленими під певними кутами у вертикальній та горизонтальній площинах.

Суттєвою особливістю цього сошника є окремий насіннєпровід для кожної робочої частини відбивача-розподільника. Це забезпечує рівномірну подачу насіння в праву та ліву смуги без потреби в застосуванні різних подільників потоку.

### 2.3 Аналіз процесу відбивання насіння від плоского розподільника

Із насіннєпроводу насінина надходить до відбивача у вигляді пластини, нахиленої до горизонту під кутом  $\alpha$ , (рис. 2.3)

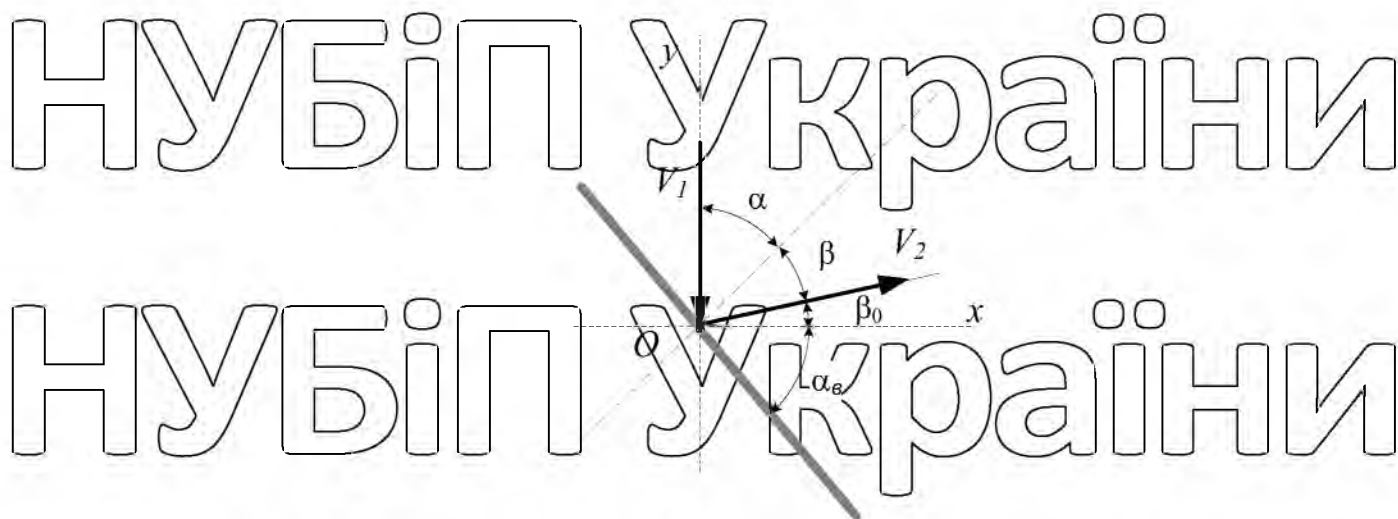


Рис. 2.6. Схема до аналізу процесу відбивання насіння

Зерно надходить на площину відбивача в точці  $O$  із певною швидкістю вертикально та під кутом  $\alpha$  до горизонту, проведеної з точки  $O$  до площини відбивача. Після удару насінина відбивається із швидкістю під кутом до нормалі та  $\beta_0$  - до горизонту.

На рис. 2.3 бачимо:

$$\alpha = \alpha_e, \quad (2.15)$$

$$\beta_0 = 90^\circ - \alpha - \beta. \quad (2.16)$$

Відомими величинами є швидкість до удару, кут  $\alpha_e$  та коефіцієнт відновлення  $K_e$ .

Визначенню підлягають швидкість  $V_2$  та кут  $\beta_0$ .

Із теоретичної механіки [105, 106] відомо, що при косому ударі коефіцієнт відновлення залежить з іншими параметрами таким співвідношенням:

$$K_e = \frac{V_2 \cos \beta}{V_1 \cos \alpha}. \quad (2.17)$$

Дослідом визначено коефіцієнт відновлення із співвідношення:

$$K_e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}, \quad (2.18)$$

де:  $h_2$  - висота підняття зерна після удару об нерухому поверхню.

$h_1$  - висота падіння (швидкість нульова) зерна до удару.

При відомому значенні коефіцієнта відновлення  $K_6$  кут відбиття  $\beta$  визначається за рівнянням:

$$\beta = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha}{K_6}\right) \quad (2.19)$$

Кут  $\beta_0$  між напрямком швидкості після відбивання  $V_2$  та горизонтальною площиною визначається за рівнянням (2.39) (див. рис. 2.13).

Відповідно до виразу (2.41) швидкість після відбивання  $V_2$  буде визначатись виразом:

$$V_2 = K_6 \cdot V_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}. \quad (2.20)$$

#### 2.4 Дослідження руху насінини у підлаповому просторі

Після відбивання насіння відбивачем-розподільником зерно надходить із швидкістю  $V_2$  під кутом до горизонту  $\beta_0$  у підлаповий простір. Схема руху на прикладі однієї насінини показана на рис. 2.15.

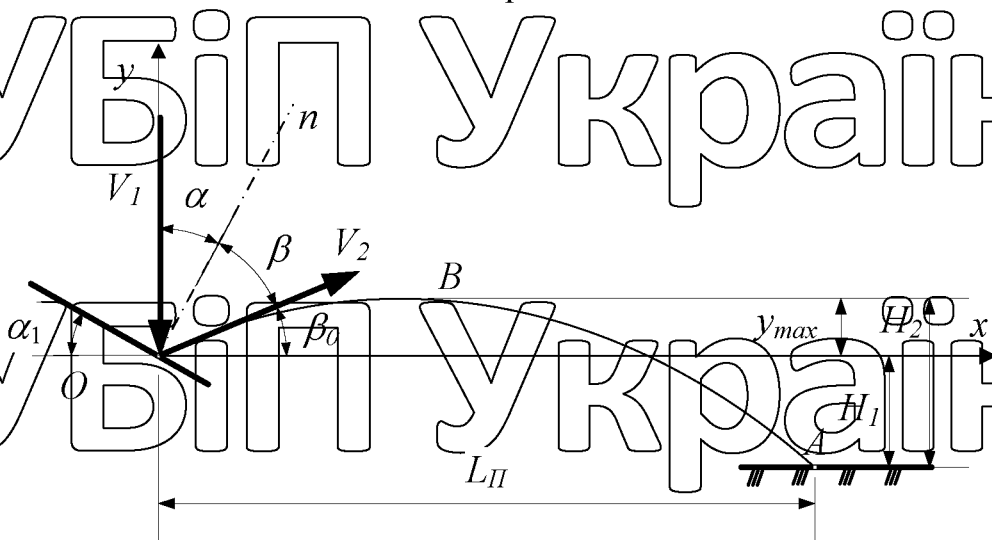


Рис. 2.15. Схема руху насінини після відбивання без урахування опору повітря

Проходячи траєкторію ОВА, вона досягає точки А, де потрапляє на дно борозни. Точка А розташована нижче від осі  $ox$  на відстані  $H_1$ . Характеристики траєкторії повинні бути налаштовані так, щоб висота траєкторії не перевищувала

висоту підсошникового простору, а відстань польоту  $L$  забезпечувала потрібну ширину смуги для засіву.

Визначимо параметри руху насінини для двох випадків: без врахування опору повітря та з його врахуванням, оскільки при малому часі польоту вплив опору повітря незначний (див. рис. 2.6).

Оскільки опір повітря відсутній, до насінини прикладена лише сила ваги  $G = mg$ . В цьому випадку рівняння руху насінини у проєкціях на осі координат  $xOy$  будуть такими:

$$m\ddot{x} = 0,$$

$$m\ddot{y} = -mg, \quad (2.21)$$

Величини сталих  $C_1$  та  $C_2$  визначимо з початкових умов, а саме:  $t = 0; \beta = \beta_0; V = V_0$ . Звідки  $\dot{x}_0 = C_1 = V_2 \cdot \cos \beta_0; \dot{y}_0 = C_2 = V_2 \cdot \sin \beta_0$

Після інтегрування по часу  $t$  вирази (2.51) та (2.52) запишемо наступним

чином:

$$x = V_2 t \cdot \cos \beta_0 + C_3, \quad (2.22)$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_2 t \cdot \sin \beta_0 + C_4. \quad (2.23)$$

Величини сталих  $C_3$  та  $C_4$  визначимо за умови  $t = 0; x = 0; y = 0$ .

Підставивши ці значення у (2.53) та (2.54) отримаємо  $C_3 = 0; C_4 = 0$ .

Тоді рівняння (2.53) та (2.54) приймуть наступний вигляд:

$$x = V_2 t \cos \beta_0, \quad (2.24)$$

$$y = V_2 t \sin \beta_0 - \frac{1}{2}gt^2. \quad (2.25)$$

Рівняння (2.25) та (2.26) визначають закономірність руху насінини у параметричній формі.

У результаті вирішення квадратного рівняння отримаємо:

$$x = L_{II} = \frac{V_2^2 \sin \beta_0 \cos \beta_0 + V_2 \cos \beta_0 \sqrt{V_2^2 \sin^2 \beta_0 + 2gH_1}}{g} \quad (2.26)$$

Час польоту до вершини траєкторії (точка  $B$ ) визначимо з умови:  $y' = 0$ , звідки рівняння (2.52) перепишемо у вигляді  $gt = V_2 \sin \beta_0$ , звідки отримаємо вираз:

$$t = \frac{v_2 \sin \beta_0}{g} \quad (2.26)$$

Висоту траєкторії визначаємо за рівнянням (2.56) підставивши значення  $t$  відповідно до виразу (2.60).

$$y = \frac{v_2^2 \sin^2 \beta_0}{g} - \frac{1}{2} \frac{v_2^2 \sin^2 \beta_0}{g} \quad (2.27)$$

або:

$$y = \frac{v_2^2 \sin^2 \beta_0}{2g} \quad (2.28)$$

Висота точки  $B$  відносно дна борозни визначається рівнянням:

$$H_2 = y \cdot 1 \quad (2.29)$$

Розглянутий процес польоту насіння у підлаповому просторі виникає від його відбивання від поверхні відбивача. Основними факторами цього процесу є

швидкість падіння під час удару, кут нахилу відбивача до горизонту та

коефіцієнт відновлення, який є конкретним для властивостей насіння та вважається заданим. Щодо факторів польоту насіння після відбивання, тут

важливими параметрами є швидкість після удару та кут між швидкістю та горизонтом. Основними параметрами оцінки цього процесу є дальність польоту

$L$  та висота траєкторії.

При побудові графічних залежностей використані рівняння. Інші фактори приймали такими:  $V_1 = 2,66 \text{ м/с}$ ;  $K_B = 0,33$ ;  $H_1 = 0,03 \text{ м}$ .

З рис. 2.16 видно, що при збільшенні кута  $\alpha_1$  від  $20^\circ$  до  $45^\circ$  кут  $\beta_0$  зменшиться від  $+23^\circ$  до  $-27^\circ$ ; швидкість  $V_2$  зростає від 1,4 до 2,0 м/с; дальність польоту  $L$  зменшується від 0,15 до 0,05 м.

## РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

# НУБІП України

### 3.1 Розрахунок економічної ефективності запропонованого удосконалення

Проводимо економічну оцінку ефективності застосування нової запропонованої сівалки для ріпаку. У якості базового обладнання приймаємо комплект, що включає трактор ЮМЗ-6АЛ і стандартну сівалку СЗ-3,6. Нова модель складається з трактора ЮМЗ-6АЛ, який працює в парі з запропонованою сівалкою. Продуктивність базового обладнання складає 2,4 га/год., тоді як нова модель, завдяки збільшенню швидкості руху, досягає 3,0 га/год. Витрати палива для базової моделі становлять 4,0 літра на гектар, у новій - 3,6 літра на гектар. Вартість сівалки СЗ-3,6 складає 38250 гривень. Річне навантаження становить 160 годин. Враховано витрати на амортизацію - 15% та на ремонт і технічне обслуговування - 7%.

Ціна трактора ЮМЗ-6АЛ складає 250500 гривень, з нормативним річним завантаженням у 1600 годин. Враховуються відрахування на амортизацію - 15% та на ремонти і технічне обслуговування - 12,7%. У зв'язку з вищою складністю виготовлення та конструкційними особливостями, ціна нової сівалки, яка є на 20% складнішою за серійну СЗ-3,6, становитиме  $38250 * 1,2 = 45900$  гривень.

Як для базового, так і для нового агрегатів, обслуговування проводить тракторист та один допоміжний працівник. Оплата праці здійснюється за 6 розрядом тарифної сітки: 200 гривень для тракториста та 150 гривень для допоміжного працівника за норму виробітку.

Затрати на працю обчислюються за формулою:

$$Zt_n = \frac{j}{w_{ga}} \quad (3.1)$$

де  $j$  – кількість зайнятих робітників біля агрегата.

Затрати праці завжди визначаються як:

а) при сівбі еталонним агрегатом (для порівняння)

$$Zt_n = \frac{2}{2,12} = 0,92 \text{ люд.-год/га,}$$

б) при сівбі проєктованим агрегатом

$$Zt_n = \frac{2}{2,95} = 0,68 \text{ люд.-год/га,}$$

Питомі а також прямі експл. затрати на використання техніки на механізованих роботах у гривневому еквіваленті будуть становити:

$$Q_w = Q_{on} + Q_{pal} + Q_{rep} + Q_{to}$$

де  $Q_{on}$  – прямі експлуатаційні витрати (питомі) на заробітні плати робітників, грн./га;  $Q_{pal}$  – вартість дизельного палива, оливи, бензину (за потреби), грн./га

$Q_{rep}$  – амортизаційні відсоткові компенсації за машинно-тракторного агрегат, грн./га;  $Q_{to}$  – відрахування на ремонтні роботи у майстерні, також на технічне обслуговування МТА.

Оплата праці робітників визначається як:

$$Q_{on} = \sum mf / H$$

Вартість палива, мастил, тех. рідин зазвичай визначають як добуток ціни комплексного палива на показник витрати палива на 1 га. Комплексну ціну 1 кг палива звичайно з урахуванням основного дизельного палива приймаємо 63,5 грн/л.

Тому вартість паливних, мастильних та витратних матеріалів становить:

- для базового агрегату

$$Q_{пмм}^б = 254 \text{ грн}$$

- для нового агрегату

$$Q_{пмм}^н = 228,6 \text{ грн}$$

Амортизація у гривневому еквіваленті визначається як:

$$Q_{pa} = \frac{a_{pt} B_x}{100 W t_r} + \frac{a_{pm} B_m}{100 W t_m} \quad (3.8)$$

де  $a_{pt}$  і  $a_{pm}$  - нормативні відрахування за весь рік на амортизацію від повної вартості відповідно трактора і с.-г. машини;

$B_T$  та  $B_M$  - ринкова вартість даного трактора та машини, грн;

$W$  - продуктивність в полі на виконанні посіву за годину основного експлуатаційного часу, га;

$t_T$  і  $t_M$  - річне завантаження згідно нормативних даних для трактора та сівалки, год.

Підставивши у вираз (4.6) відповідні усі дані, отримаємо наступні дані по витратам коштів на амортизацію для обох варіантів агрегатів:

$$Q_{pa}^B = \frac{15 \cdot 2540000}{100 \cdot 2,4 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 386350}{100 \cdot 2,4 \cdot 160} = 250,14 \text{ грн}$$

$$Q_{pa}^H = \frac{15 \cdot 2540000}{100 \cdot 3,0 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 386350}{100 \cdot 3,0 \cdot 160} = 200,1 \text{ грн}$$

Відрахування коштів на ремонт, ТО, СТО (грн/га) зазвичай визначається за рівнянням (4.6) застосовувавши відповідні нормативні відрахування.

Тому відрахування коштів на тех. обслуговування та ремонт техніки складають:

$$Q_{pa}^B = \frac{12,7 \cdot 2540000}{100 \cdot 2,4 \cdot 1600} + \frac{7 \cdot 386350}{100 \cdot 2,4 \cdot 160} = 154,4 \text{ грн}$$

$$Q_{pa}^H = \frac{12,7 \cdot 2540000}{100 \cdot 3,0 \cdot 1600} + \frac{7 \cdot 386350}{100 \cdot 3,0 \cdot 160} = 123,4 \text{ грн}$$

Прямі питомі (віднесені) експл. затрати коштів для базового агрегату становлять:

$$Q_{пт}^B = 195,6 + 254 + 250,14 + 154,4 = 856 \text{ грн}$$

$$Q_{пт}^H = 184,4 + 228,6 + 200,1 + 123,4 = 736,4 \text{ грн}$$

Розрахунок показав що використання запропонованого технічного рішення переобладнання сівалки дасть зниження експлуатаційних витрат становить 119,6 грн/га.

Питомі капіталовкладення для обох варіантів традиційно визначаємо формулою:



$$K_p = \frac{B_{\text{тн}}}{Wt_{\text{тн}}} + \frac{B_M}{Wt_M}$$
 Згідно цього виразу отримано наступні значення: для базового варіанту масмо 1667,58 грн/га, для запропонованого варіанту - 1334,06 грн/га.

Річний економічний ефект від запропонованого технічного рішення переобладнання сівалки вираховуємо наступним чином.

$$E_p = [(Q_{\text{пб}} + 0,15K_{\text{пб}}) - (Q_{\text{пн}} + 0,15K_{\text{пн}})]Wt_M \quad (3.3)$$

Отримаємо в результаті:

$$E_p = [(856 + 0,15 \cdot 1667,58) - (736,7 + 0,15 \cdot 1334,06)] \cdot 3,0 - 160 = 81283 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності заносимо у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати розрахунку економічної ефективності

Найменування показника	Агрегат		Відхилення +,-
	ЮМЗ - 6 + СЗ-3,6	ЮМЗ-6 + розробл. сівалка	
Продуктивність, га/год	2,40	3,0	+ 0,6
Затрати праці, люд-год/га	0,83	0,67	-0,16
Прямі експлуатаційні (питомі) витрати, грн /га	140,81	124,16	- 16,65
в тому числі:			
витрати на ПММ	80,00	72,00	-8,00
амортизаційні відрахування	24,73	22,17	-2,56
витрати на ремонти і ТО	15,25	13,32	- 1,93
оплата праці	20,83	16,67	-4,16

Капітальні вкладення, грн./га	164,84	147,82	00 - 17,02
Річний економічний ефект, грн			

# НУБІП України

Результати аналізу свідчать, що застосування запропонованої сівалки

приведе до підвищення продуктивності та забезпечить річний економічний

приріст у розмірі 9220 гривень за один такий агрегат.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## ВИСНОВКИ

Після аналізу ефективності різних методів сівби, конструкцій сівалок і їхніх робочих органів, а також проведених досліджень з удосконалення робочих органів сівалок для підґрунтового-розкидного методу сівби можна зробити кілька

висновків:

1. Серед усіх існуючих методів сівби найбільш перспективним видається підґрунтового-розкидний, який виконується сівалками-культиваторами.

2. Підґрунтового-розкидний метод, забезпечуючи високу рівномірність розміщення насіння по площі поля та кращу якість закладання насіння в ґрунті, може призвести до збільшення урожайності в середньому на 10–15 %, а в окремих випадках — аж до 30 %.

3. Аналізом двох схем відбивання (косого удару) – в поперечній та поздовжній площинах, визначена більш ефективною друга схема.

7. Аналітично визначені висота та довжина підсошникового простору в залежності від кутових параметрів сошника (лапи) та швидкості руху сівалки-культиватора.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Калетнік Г. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник. ... за ред. Г. М. Калетніка, М. П. Чаусова. - Київ : Хай-Тек Прес, 2013. - 528 с.

2. Калетнік Г.М. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков 87 В.М., Черниш О.М., Кравченко І.С., Солоня О.В., Туркан О.В. – К.: «Хай-ТекПрес», 2011. – 340 с.

3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. У 2 т: Т. 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. - К.: Агроосвіта, 2012. - 584 с.

4. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. У 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. - К.: Агроосвіта, 2012. - 434 с.

5. Пришляк В.М. Грунтово-регіональні особливості сівби та розробка стенду сівалки Міжн. наук. журн. Випуск 28. Кам'янець-Подільський Тернопіль: СМЦ «ТАЙП» 2018. С.183 – 190.

6. Рудь А.В., Павельчук Ю.Ф., Жалоба В.М., Михайлова Л.М. Патент на корисну модель №18854 Україна. А01С7/08 Пристрій для визначення рівномірності розподілу насіння. Опубліковано 15.11.2006. Бюл. №11.

7. Рудь А.В. Деклараційний патент 51400 А01В 49/06. „Сівалка” №2002032028; Заяв. 13.03.2002, Опубліковано 15.11.2002 Бюл. №11.

8. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2004. - 544 с.

9. Аграрна економіка. Фермер. Базовий рівень. (2007). Том 1. За ред. перекладу Ладика В.І. BLV Buchverlag GmbH and Co. KG, Muenchen, Deutschland. 628 с

10. Артёмов М. П., Шуляк М. Л., Кот О. В. (2016). Дослідження динамічних параметрів та тягового опору МТА. Техніка енергетика транспорт

АПК: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Т. 1. Вип. 2(94). С. 22-28.

11. Барабаш Г. І. Зубко В. М., Барабаш О. Г. (2016). Вплив термінів сівби гречки та вибір комплексу машин для її збирання. Вісник Сумського національного аграрного університету. Вип. 3(28). С. 88-93.

12. Машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник для студентів спеціальності 6.100.102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації / М.О.Демидко, С.М.Бондар, Р.В.Шатров, В.Д.Гречкосій,

13. В.І.Василюк, Л.О.Шейко, Н.В.Шейко; За ред. проф. Демидка М.О. — Ніжин. АСПЕКТ – Поліграф, 2009. — 180 с. / іл.

14. Практикум із машиновикористання в рослинництві: навчальний посібник / А.С.Лімонт, І.І.Мельник, А.С.Малиновський, В.В.Марченко, В.Л.Гуз, І.М.Грищенко / За ред. І.І.Мельника – К.: Кондор. – 2004. – 284 с.

15. Експлуатація машин і обладнання: навчально-методичний комплекс (навч.посібник) для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр») / І.М.Бендера, В.П.Грубий, П.І.Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М.Бендери, В.П.Грубого, П.І.Роздорожнюка. – Камянець-подільський: ФОП

Сіснн Я.І., 2013. – 576 с.

16. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Іщенко В. В. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник – К.: «Агроосвіта», 2015. 679 с.

17. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: підручник. – К.: Вища освіта, 2004. 544 с.

18. Кравчук В. І., Мельник Ю. Ф. Машини для обробітку ґрунту та сівби: посібник. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім.Л. Погорілого, 2009. 288 с.